ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

RESULTS OF STEAM EDUCATIONTO PROMOTING SCIENCETIFIC SOLUTIONS AND SCIENTIFIC ATTITUDES TOWEARDS SCIENCE AMONG FIFTH - GRADE STUDENTS

ทัศนนันท์ เกลี้ยงไธสง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2565

ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ทัศนนันท์ เกลี้ยงไธสง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

RESULTS OF STEAM EDUCATIONTO PROMOTING SCIENCETIFIC SOLUTIONS AND SCIENTIFIC ATTITUDES TOWEARDS SCIENCE AMONG FIFTH - GRADE STUDENTS

TUDSANANUN KLRIENGTAISONG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Educational Science & Learning Management)
Faculty of Education, Srinakharinwirot University
2022

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ของ

ทัศนนันท์ เกลี้ยงไธสง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

....

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

....

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

.... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริก ศักดิ์สุภาพ)

.... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม)

.... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข)

ชื่อเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย ทัศนนันท์ เกลี้ยงไธสง
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา 2565
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกริก ศักดิ์สุภาพ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์1)เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 2)เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเมื่อเทียบกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60) 3)เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 4)เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเมื่อเทียบกับเกณฑ์(3.5) แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบการทดลองกลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที 5 โรงเรียนประถมนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 25 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1)แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา 2)แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3)แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในทดสอบสมมติฐานได้แก่ การทดสอบค่าที (t-test for dependent samples, t-test for one samples) ผลการวิจัยพบว่า 1)นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 2)นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นและมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา, การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์, เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

Title	RESULTS OF STEAM EDUCATIONTO PROMOTING SCIENCETIFIC SOLUTIONS AND SCIENTIFIC ATTITUDES TOWEARDS SCIENCE AMONG FIFTH - GRADE STUDENTS
Author	TUDSANANUN KLRIENGTAISONG
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Krirk Saksupub

The purposes of this research are as follows: (1) to compare the ability to solve scientific problems pre-test and post-test results of learning with STEAM education; (2) to compare the ability of students to solve scientific problems; (3) to compare the attitudes towards science on the post-test, which was higher than learning in managed classes, Using STEAM education; (4) to compare the scientific attitudes of the students pre-test and in managed classes. The research design was a one-group pre-test and post-test design and repeated and measured one-group desing. The sample for this research included 25 fifth- grade students during the first semester of the 2022 academic year at Prathomnonsee School. The sample for this study was obtained by Cluster Random Sampling. The research instruments consisted of (1) lesson plans; (2) a science problem solving test; and a (3) scientific attitude assessment. The results of this research were as follows: (1) students were taught with steam education ability to solve scientific problems post-test was higher than pre-test at a Statically significant level of .01;(2) students taught with STEAM education had the ability to solve problems. The level of Post-graduate science was above the specified criteria (60%) and at a Statically significant level of.01; (3) students who learned with steam education had higher attitudes towards science at a statistically significant of the level of .01, and according to towards a statistically significant level of .01; and (4) students who learned the with STEAM education had higher attitudes towards science at a statistically significant level of .01, and according to the specified criteria 3.5.

Keyword : STEAM education, Science problem, Attitudes towards science

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วย ความเมตตากรุณาช่วยเหลือ และเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดจนการให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการปรับแก้ไขข้อบกพร่องจากคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกริก ศักดิ์สุภาพ ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ให้กำลังใจ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ทุกขั้นตอนจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธันยากร ช่วยทุกเพื่อน คุณครูเชวง พันธุ์บ้านแหลม คุณครูถาวร พบพืช และคุณครูสุนทร จอนสมจิตต์ ที่ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการสร้างเครื่องมือวิจัยครั้งนี้

ขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการคณะครูโรงเรียนประถมนนทรี ที่ให้การสนับสนุนและความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณเพื่อนิสิตปริญญาโท สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มวิชา การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ และคอยให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

ขอขอบใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมนนทรี ทุกคนที่ให้ความร่วมมือและตั้งใจในการทำวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุลวงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ทัศนนันท์ เกลี้ยงไธสง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... จ
กิตติกรรมประกาศ .... ฉ
สารบัญ .... ช
สารบัญตาราง .... ญ
สารบัญรูปภาพ .... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
ภูมิหลัง 1
ความมุ่งหมายของการวิจัย 5
ความสำคัญของงานวิจัย 5
ขอบเขตของการวิจัย 5
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย 5
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 5
ระยะเวลาในการวิจัย 6
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย 6
ตัวแปรที่ศึกษา 6
นิยามศัพท์เฉพาะ 6
กรอบแนวคิดการวิจัย 9
สมมติฐานการวิจัย 10
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง 11
2.เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 29

2.3 ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 34

2.4 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 38

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 40

3.เอกสารเกี่ยวกับการเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 42

3.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 42

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 55

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 63

3. ดำเนินการวิจัย 79

4. การวิเคราะห์ข้อมูล 81

บทที่ 4ผลการศึกษา 83

1.ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา ดังตาราง 10 84

2.ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) ดังตาราง 11 84

3.ผลการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา ดังตาราง 12 85

4.ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (3.5) ดังตาราง 13 86

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 87

สรุปผลการวิจัย 88

อภิปรายผลการวิจัย 88

ข้อเสนอแนะ 92

บรรณานุกรม 93

ภาคผนวก........ 101

ภาคผนวก ก 102

ภาคผนวก ข 104

การตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย........ 104

ภาคผนวก ค 113

ภาคผนวก ง........ 134

ประมวลภาพกิจกรรม 134

ประวัติผู้เขียน........ 138

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ตารางสังเคราะห์บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) 28

ตาราง 2 แสดงขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา 37

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์ลักษณะของนักเรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 48

ตาราง 4 แสดงชื่อเรื่องและเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยสตีมศึกษา(STEAM Education) 64

ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ 65

ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนข้อที่ต้องการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 72

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนข้อที่ต้องการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 75

ตาราง 8 แสดงองค์ประกอบของเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัย 78

ตาราง 9 แสดงแบบแผนการทดลอง 80

ตาราง 10 แสดงผลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (n=25) 84

ตาราง 11 แสดงผลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) 84

ตาราง 12 แสดงผลการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (n= 25) 85

ตาราง 13 แสดงผลเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (3.5) 86

ตาราง 14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา 105

ตาราง 15 แสดงดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 106

ตาราง 16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 109

ตาราง 17 แสดงค่าความยากง่าย(P) ค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 111

ตาราง 18 แสดงค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 112

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 10

ภาพประกอบ 2 กรอบแนวทางการใช้สตีมศึกษา (STEAM Education)ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ (KOFAC. 2012) 15

ภาพประกอบ 3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ 20

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกทั้งด้านธรรมชาติและวิถีการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ระบบข้อมูลข่าวสารที่แพร่กระจายไปอย่างรวดเร็วทั้งทุกส่วนของโลกมีอิทธิพลสำคัญต่อการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจสังคมและวัฒนธรรม การเมืองการปกครอง การศึกษาวิทยาศาสตร์ การแพทย์ สังคมมนุษย์เริ่มมีความเป็นชุมชนเมืองมากขึ้นท่ามกลางกระแสของความเปลี่ยนแปลงนั้นสมาชิกในสังคมต้องมีการปรับตนให้เข้ากับสถานการณ์ของโลกสิ่งสำคัญที่สุดที่จะทำให้ทุกคนในสังคมอยู่ได้อย่างปลอดภัยและมีความสุขคือจะต้องมีการพัฒนาทางการศึกษา ต้องมีทักษะในการปรับตนให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เมื่อเติบโตขึ้นในสังคมแบบใดก็ต้องปรับตนให้เข้ากับสังคมนั้นเมื่อสังคมเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ยุคที่มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วก็ยิ่งต้องมีการปรับตนเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปรอบด้าน (สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558, น.7) ซึ่งการเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องก้าวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกและมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาทักษะการคิดระดับสูงที่เรียกว่าทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อเตรียมพร้อมในการแก้ปัญหาใหม่ของโลกอนาคต(สุพรรณี ชาญประเสริฐ, 2558a, น.14) ซึ่งต้องอาศัยทักษะต่างๆ ได้แก่ ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารทุกคนควรรู้ว่าจะนำความรู้และทักษะไปใช้อย่างไรเพื่อเสริมสร้างทักษะในศตวรรษที่ 21(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลายทั้งที่เป็นรายกลุ่มและรายบุคคล เช่น การทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) และการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนยังไม่บรรลุเป้าหมายมากนัก กล่าวคือความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในระดับไม่น่าพอใจโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้และใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นเหมายที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2554 อ้างถึงในสุคนธ์ สินธพานนท์, 2558, น.4)และยังคงเนื้อการท่องจำเนื้อหามากกว่าการพัฒนากระบวนการคิด นักเรียนขาดโอกาสในการถามคำถามจากข้อสงสัยของตนเอง นักการศึกษารวมถึง

สถาบันการศึกษาที่รับผิดชอบต่อการจัดการศึกษาทุกระดับต่างเห็นถึงความจำเป็นในการแก้ปัญหาและทักษะเหล่านี้จึงมุ่งเน้นพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในหลากหลายรูปแบบ เช่น ให้นักเรียนได้ทดลองหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ให้นักเรียนเปลี่ยนวิธีการเรียนจากเน้นเนื้อหาและท่องจำเป็นแบบเน้นค้นคว้า การคิด การตั้งข้อสงสัยส่งเสริมให้มีการใช้คำถาม การทดลอง การลงมือปฏิบัติ นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนรวมไปถึงความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง(สุพรรณี ชาญประเสริฐ, 2558b, น.4-5) เนื่องจากในชีวิตประจำวันเรามักจะพบเจอปัญหาต่างๆ ที่มีความซับซ้อนและหลากหลาย จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องฝึกให้นักเรียนกล้าเผชิญหน้ากับสถานการณ์จริง ปัญหาจริง เพื่อแสวงหาความรู้ ข้อมูลและวิธีการต่างๆ ที่จะแก้ปัญหานั้นและนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ครูต้องจัดประสบการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เน้นการค้นคว้า การคิด การตั้งข้อสงสัย ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ โดยไม่ใช่การบังคับและครูไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง เพราะจะทำให้นักเรียนไม่เกิดทักษะในการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง เนื่องจากการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีเครื่องมือเพื่อแสวงหาความรู้และความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสารทำให้นักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งต่างๆมากมายตลอดเวลาที่ต้องการดังนั้น หน้าที่ของครูในการสอนจึงเปลี่ยนแปลงไปจากการยืนหน้าชั้น มาเป็นการกระตุ้นและอำนวย ความสะดวกในการเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพ(วิชชุตา อ้วนศรีเมือง, 2554, น.39-42) นอกจากนี้การคิดแก้ปัญหายังเป็นรากฐานที่สำคัญของการเรียนรู้อนาคตที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์หรือนำความรู้ที่มีอยู่ในตนเองมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญเป็นการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนใช้ปัญญาในการสร้างความรู้ เป็นการพัฒนาความสามารถของนักเรียนเพื่อนำความรู้นั้นพัฒนาตนเอง ครอบครัว ชุมชนและสังคมของตนได้ (ณิรดา เวชญาลักษณ์, 2561, น.51) โดยเน้นให้นักเรียนได้มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าบุคลากรทางการศึกษาโดยเฉพาะครูสามารถจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีทักษะสำคัญดังกล่าว ย่อมส่งผลดีต่อนักเรียน(สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558, น.7) สอดคล้องตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Cognitive Theory) ที่กล่าวว่า ธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปตามพัฒนาการทาง

สติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่างๆ เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของนักเรียนมากกว่าการกระตุ้นนักเรียนให้มีพัฒนาการเร็วขึ้นและนักเรียนในช่วงอายุ 11-15 ปี สามารถพัฒนาการทางสติปัญญาในขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Operationnal period) นักเรียนสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ (ฆนัท ธาตุทอง, 2545, น.55-56)

จากการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary Nationnal Education Test : O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียน โรงเรียนประถมนนทรี ย้อนหลังตั้งแต่ปี 2559-2561 พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ในปี 2559 มี คะแนน 42.86 ปี 2560 ได้คะแนน 39.38 และ ปี2561 ได้คะแนน 38.34 ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าระดับประเทศและมีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์กรมหาชน), 2562)การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาถูกพัฒนามาจากแนวคิดของสะเต็มศึกษาที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 เป็นการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละรายวิชาสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ สนับสนุนซึ่งกันและเพื่อให้เกิดการคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงวิชาการนำไปสู่การออกแบบหรือสร้างชิ้นงาน (พงศกร พรมทา, 2561, น.28; รัฐพงษ์ โพธิรังสิยากร, 2561, น.46) กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาจะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้นและสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการนำเสนอแนวคิดใหม่ๆได้ (H Kim, 2016, P.1925-1936)

จากข้อมูลดังกล่าวเป็นการสะท้อนให้เห็นว่าการนำแนวคิดการจัดการศึกษาด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ให้กับนักเรียนจึงเป็นการตอบโจทย์การพัฒนานักเรียนให้พร้อมกับการเป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21 เนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ที่เต็มไปด้วยหลักการ ศิลปศาสตร์ที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างให้เกิดนวัตกรรมบนพื้นฐานของการออกแบบเชิงวิศวกรรมและเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าอย่างเท่าทัน โดยผ่านการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนตอบสนองธรรมชาติของพัฒนาการ มีการฝึกฝนให้คิดอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ที่คงทน คิดได้อย่างมีเหตุผล และสามารถสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาได้จริง โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยง ความรู้ ทักษะกระบวนการคิดที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น มีกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาอย่างเป็น ระบบ มีทักษะที่สำคัญในการสืบค้นข้อมูล มีการทำงานเป็นกลุ่มและ

มีการติดต่อสื่อสารรวมถึงการนำองค์ความรู้มาใช้ในการตัดสินใจโดยใช้ ข้อมูลที่หลากหลายและ มีประจักษ์พยาน ที่ตรวจสอบได้เพื่อให้มีความพร้อมที่จะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงและสภาพความเป็นจริงที่ท้าทาย ตอบสนองต่อการเรียนรู้และความต้องการของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นพดล กองศิลป์, 2561, น.49; สุภัค โอฬาพิริยกุล, 2562a, น.3) สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น.25) ได้กล่าวว่า การนำศิลปะเพิ่มเข้ามาช่วยเสริมเรื่องความคิดสร้างสรรค์สร้างแรงบันดาลใจ ความสุขในการเรียนรู้ สู่การเติบโตอย่างสมดุล การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) อาจนำไปสู่วินัยในการเป็นนักวิทยาศาสตร์ และเพิ่มพูนทักษะในการแก้ปัญหา หากมองย้อนกลับไปกระบวนการทาง STEM ในหลาย ๆ กิจกรรมจะมีกระบวนการที่ต้องใช้ทักษะความคิดและการออกแบบ

ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันและเรื่องพลังงานเสียง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งผลการวิจัยจะได้นำเสนอต่อไป

รวมถึงการนำองค์ความรู้มาใช้ในการตัดสินใจโดยใช้ ข้อมูลที่หลากหลายและ มีประจักษ์พยาน ที่ตรวจสอบได้เพื่อให้มีความพร้อมที่จะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงและสภาพความเป็นจริงที่ท้าทาย ตอบสนองต่อการเรียนรู้และความต้องการของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นพดล กองศิลป์, 2561, น.49; สุภัค โอฬาพิริยกุล, 2562a, น.3) สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น.25) ได้กล่าวว่า การนำศิลปะเพิ่มเข้ามาช่วยเสริมเรื่องความคิดสร้างสรรค์สร้างแรงบันดาลใจ ความสุขในการเรียนรู้ สู่การเติบโตอย่างสมดุล การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) อาจนำไปสู่วินัยในการเป็นนักวิทยาศาสตร์ และเพิ่มพูนทักษะในการแก้ปัญหา หากมองย้อนกลับไปกระบวนการทาง STEM ในหลาย ๆ กิจกรรมจะมีกระบวนการที่ต้องใช้ทักษะความคิดและการออกแบบ

ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันและเรื่องพลังงานเสียง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งผลการวิจัยจะได้นำเสนอต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1.เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา

3.เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

4.เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา

ความสำคัญของงานวิจัย

1.เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในรายวิชาวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

2.เป็นแนวทางให้กับครูและผู้สนใจ ที่จะนำเอาความรู้จากการศึกษาไปประยุกต์และปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับลักษณะของนักเรียนและบริบทของสถานศึกษาเพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

3.เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 775 คน ทั้งหมด 13 โรงเรียนในกลุ่มรัตนโกสินทร์ ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2565 นักเรียนในแต่ละห้องมีความสามารถใกล้เคียงกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมนนทรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) จำนวน 25 คน

ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการทดลองใน ปีการศึกษา 2565 โดยเวลาใช้ 18 คาบ คาบละ 60 นาที (ไม่รวมเวลาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน) โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ประกอบด้วย 8 เรื่อง ได้แก่ 1) แรงลัพธ์ 2) แรงเสียดทาน 3) ประโยชน์ของแรงเสียดทาน 4) ตัวกลางของเสียง 5) เราได้ยินเสียงได้อย่างไร 6) การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ 7) การเกิดเสียงดังเสียงค่อย 8) มลพิษทางเสียง

ตัวแปรที่ศึกษา

1.ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา

2.ตัวแปรตาม คือ

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1.การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระวิชา ซึ่งประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปศาสตร์ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนทางวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจาก STEM(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, น.23) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยครูมีบทบาทกำหนดปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ให้กับนักเรียนหรือคอยกระตุ้นโดยใช้คำถามให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์

และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด โดยครูมีบทบาทคอยชี้แนะเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และกระบวนการในการแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและน่าเชื่อถือ

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นขั้นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยครูมีบทบาทคอยให้คำปรึกษาชี้แนะและอำนวยความสะดวกในระหว่างการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดลำดับขั้นตอนในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา เป้าหมาย ระยะเวลาในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งครูมีบทบาทส่งเสริมสนับสนุนคอยชี้แนะให้คำปรึกษาให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่วางแผนไว้

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด ซึ่งครูมีบทบาทคอยให้คำปรึกษา ชี้แนะและใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาวิธีการใหม่ๆในการหาวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถนำเสนอผลงาน แนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยต้องออกแบบวิธีนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ ซึ่งครูมีบทบาทคอยให้คำปรึกษาคอยชี้แนะและให้คำชมเชยให้กับนักเรียน

2.ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถเฉพาะบุคคลของนักเรียนที่นำเอาความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆได้อย่างเหมาะสมโดยใช้การค้นคว้าและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้นำมาแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการอย่างเป็นขั้นตอน ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของ Weir (1974,อ้างถึงในวิชชุตา อ้วนศรีเมือง, 2554, น.14) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงที่กำหนด

3) ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผนหรือเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหาหรือเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผล

4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีคิดแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไร ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วัดได้จากแบบทดสอบซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วย 8 เรื่อง ได้แก่ 1)แรงลัพธ์ 2)แรงเสียดทาน 3)ประโยชน์ของแรงเสียดทาน 4)ตัวกลางของเสียง 5) เราได้ยินเสียงได้อย่างไร

6)การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ 7)การเกิดเสียงดังเสียงค่อย 8)มลพิษทางเสียง เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา

3.เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง บุคลิกลักษณะนิสัยของนักเรียนที่แสดงความเป็นนักวิทยาศาสตร์ออกมา โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1.ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำของนักเรียนที่แสดงออกว่าเป็นผู้มีความเพียรพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ๆ เป็นคนชอบซักถาม ชอบอ่าน ชอบคิดริเริ่มสิ่งใหม่ เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.ความมีเหตุมีผล หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำที่แสดงออกว่าเชื่อในความสำคัญของเหตุผล ความพยายามในการที่จะอธิบายสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเหตุเป็นผล โดยไม่เชื่อ โชคลางหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ

3.ความซื่อสัตย์ หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำที่แสดงออกว่าเป็นผู้มีความซื่อตรง อดทน โดยปราศจากลำเอียง

4.การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำที่แสดงออกว่านักเรียนมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของสมาชิกในกลุ่ม และการยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น โดยผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นมาจาก(พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545, น.13-14; ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, น.12-13; ศรารัตน์ มุลอามาตย์, 2554, น.13)

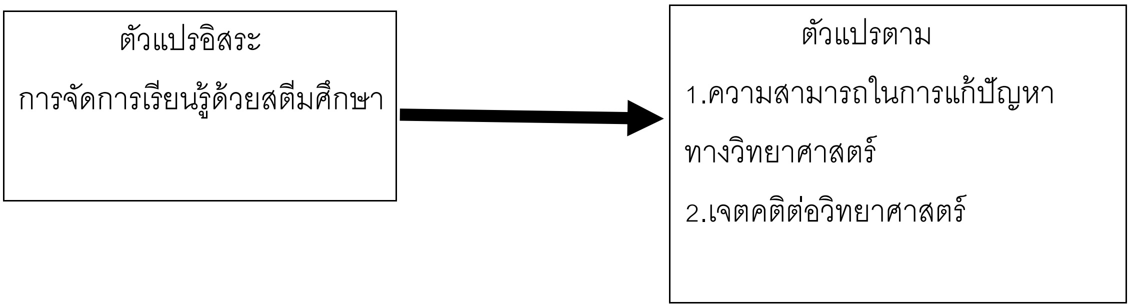
โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบข้อความ จำนวน 20 ข้อ 4 ด้าน ได้แก่ 1)ความอยากรู้อยากเห็น 2)ด้านความมีเหตุผล 3) ด้านความความซื่อสัตย์ 4)การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น ด้านละ 5 ข้อ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert rating scale) เป็นแบบมาตรวัดส่วน

ประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2, 1 ซึ่งหมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามลำดับ

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเป็นแนวคิดการศึกษาที่ต่อยอดไปจากการศึกษาแบบ STEM Education ซึ่งในการบูรณาการกิจกรรมหรือการศึกษาต่าง ๆ จะมีลักษณะที่เชื่อมโยงกันการบูรณาการด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรม และมีการเพิ่มศิลปะเข้ามาช่วยเสริมเรื่องความคิดสร้างสรรค์ สร้างแรงบันดาลใจ ความสุขในการเรียนรู้ สู่การเติบโตอย่างสมดุล การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) นำไปสู่การเป็นนักวิทยาศาสตร์ และเพิ่มพูนทักษะในการแก้ปัญหา หากมองย้อนกลับไปกระบวนการทาง STEM ในหลาย ๆ กิจกรรม จะมีกระบวนการที่ต้องใช้ทักษะความคิดและการออกแบบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, น.8) ซึ่งสอดคล้องกับ สุพรรณี ชาญประเสริฐ (2558a, น.4); สุภัค โอฬาพิริยกุล (2562a, น. 4-5) ที่มุ่งเน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด เป็นผู้ค้นคว้า ตั้งข้อสงสัย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองและลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต สำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรมจึงสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงหรือพัฒนากระบวนการผลิตขึ้นใหม่ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตและการทำงานได้ดี การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ผ่านขั้นตอนและกระบวนการการปฏิบัติจริงควบคู่ไปกับการพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การตั้งคำถาม การสำรวจตรวจสอบปัญหา จะทำให้นักเรียนได้พัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

3.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้น

4.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด(3.5)

บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการวิจัย ดังนี้

1.เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

1.2 ประเภทศาสตร์การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

1.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

1.4 เป้าหมายของสตีมศึกษา (STEAM Education)

1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของสตีมศึกษา (STEAM Education)

1.6 สตีมศึกษา (STEAM Education) ในประเทศไทย

1.7 บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

2. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2 ทฤษฎีที่สนับสนุนแนวคิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.3 ขั้นตอนของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.4 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.5 การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.2 ความสำคัญของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.3 องค์ประกอบของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.4 ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.5 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.6 แนวการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1.เอกสารเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

1.1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้คล้ายคลึงกันว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้บูรณาการระหว่างศาสตร์ต่างๆ ประกอบด้วย วิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี(Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เน้นกระบวนการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ผ่านขั้นการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยการเชื่อมโยงสัมพันธ์ของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาทำให้เกิดความสมดุลของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาในการทำงานร่วมกันในการคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาของนักเรียน(จารีพร ผลมูล, 2558b, น.1; จิราภร คุ้มมณี และ ปณิตา วรรณพิรุณ, 2018, น.164; มินตรา กระเป๋าทอง, 2561, น.28; ยศวีร์ สายฟ้า, 2557, น.8; สุภัค โอฬาพิริยกุล, 2562a, น.28)

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเป็นการบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระวิชาประกอบด้วย วิทยาศาสตร์, เทคโนโลยี, วิศวกรรมศาสตร์, ศิลปศาสตร์,คณิตศาสตร์ มาผสมผสานกันได้อย่างลงตัวโดยใช้ศาสตร์ทางด้านศิลปะในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ให้สมองซีกขวาและสมองซีกซ้ายเกิดเพื่อให้เกิดความสมดุลในการทำงานร่วมกันเน้นกระบวนการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันผ่านขั้นตอนการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

1.2 ประเภทศาสตร์การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

ประเภทศาสตร์การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้คล้ายคลึง ว่าประเภทของศาสตร์การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา สามารถแยกย่อยลงไปได้อีกซึ่งประกอบด้วย

1.วิทยาศาสตร์ (S: Science) ประกอบด้วย ชีววิทยา, เคมี, ฟิสิกส์ เทคโนโลยีชีวภาพ, ชีวแพทย์ ที่มุ่งเน้นการปลูกฝังความรู้สึก สงสัย ใคร่รู้ (Curiosity) ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ส่งเสริมกระบวนการสืบสอบ (Investigation) ตลอดจนการทดลองสิ่งต่างๆ (Experiment) ก็เป็นกระบวนการสำคัญสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ การกระตุ้นกระบวนการคิด (Thinking Skill)

สามารถทำได้จากการตั้งคำถามกับนักเรียนบ่อยๆ และครูต้องมองว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่ภายในห้องเรียนหรือตำราเท่านั้น แต่วิทยาศาสตร์คือประสบการณ์เรียนรู้ในทุกๆ วัน และนักเรียนจะคิดในลักษณะของการตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) อยู่เสมอ

2. เทคโนโลยี (T: Technology) ประกอบด้วยการก่อสร้าง, การเกษตร, การสื่อสารข้อมูลเครื่องมือหรืออุปกรณ์ เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือธรรมดา ที่เป็นเครื่องใช้ไม้สอยทั่วไป ที่อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำสิ่งต่างๆ ให้ลุล่วง เช่น ดินสอสี ไม้บรรทัด แว่นขยาย กรรไกร เป็นต้น

3. วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering) ประกอบด้วยการบินอวกาศ สถาปัตยกรรม, คอมพิวเตอร์, ไฟฟ้า และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นกระบวนการที่เริ่มต้นมาจากการระบุปัญหา ที่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการแก้ปัญหา และทดลองวิธีการแก้ปัญหา ทั้ง 3 กระบวนการนักเรียนเป็นผู้ริเริ่มดำเนินการด้วยตนเอง

4.ศิลปศาสตร์ (A: Arts) ประกอบด้วย ภาษา, การเมือง, จิตวิทยา, สังคม, ศาสนา ซึ่งการเพิ่มศาสตร์ทางศิลปศาสตร์ (Arts) เข้าไปใน STEM จะช่วยทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ ความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการมากยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถสื่อสารความคิดของตนเองออกมาในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษาท่าทาง หรือการสื่อสารออกมาในรูปแบบของการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง

5.คณิตศาสตร์ (M: Mathematics) ประกอบด้วยพีชคณิต, แคลคูลัส, การวิเคราะห์ข้อมูลความน่าจะเป็นรวมถึงกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ประกอบด้วย การเปรียบเทียบ การจำแนก จัดกลุ่ม จัดแปรรูป การบอกรูปร่างคุณสมบัติ และภาษาคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากเพราะเวลานักเรียนถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) นักเรียนจะใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือจากการทำกิจกรรมการเล่นของนักเรียน แยคแมน (Yakman. 2008: ออนไลน์); ยศวีร์ สายฟ้า (2557, น.1) นอกจากนี้ เจนจิรา สันติไพบูลย์ และ วิสูตร โพธิ์เงิน (2561, น.53); พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556, น. 53); หทัยภัทร ไกรวรรณ (2560, น.124)ได้กล่าวถึงประเภทศาสตร์ของสตีมศึกษา (STEAM Education) ดังนี้ วิทยาศาสตร์ (Science) เป็นวิชาที่ว่าด้วยเรื่องของสิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติความรู้และกฎความเป็นจริงที่อยู่ในธรรมชาติรอบตัวทางที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ในการค้นทดลองเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริง และครูจะเน้นการออกแบบกิจกรรมแบบแก้ปัญหาเพราะเป็นกิจกรรมที่เหมาะกับเด็กประถมศึกษา

ที่ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น เกิดความรู้สึกท้าทาย ความมั่นใจในการเรียน สนใจในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี (Technology) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาด้านต่างๆ เช่น การแพทย์ เกษตรกรรม การก่อสร้าง การผลิต การคมนาคม การเปลี่ยนแปลงธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวมาใช้ให้เป็นประโยชน์มาก โดยการนำเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process มาใช้ในการแก้ปัญหาสร้างสรรค์ในการทำงานในชีวิตประจำวัน

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการใช้คิดสร้างสรรค์ การใช้ตรรกะศาสตร์ ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นตัวเชื่อมโยงสร้างผลงาน เช่น เคมีโยธา การเกษตร คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า การออกแบบ แก้ปัญหา และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์และอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์

คณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึง ตัวเลขหรือการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การบอกรูปร่าง ฯลฯ และภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสารที่ส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) ในชีวิตประจำวัน

ศิลปะ (Arts) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการพัฒนาสังคมและผลกระทบ ทัศนคติ จิตวิทยา การเมือง ปรัชญา ศิลปะในด้านต่างๆ เช่น ดนตรี ศิลปะ การวาด การปั้น การใช้สี การเต้น การแสดง การผลิตหนัง วิดีโอ แอนนิเมชัน หรือการเขียนอย่างสร้างสรรค์ วรรณกรรม สถาปัตยกรรม การออกแบบสวน

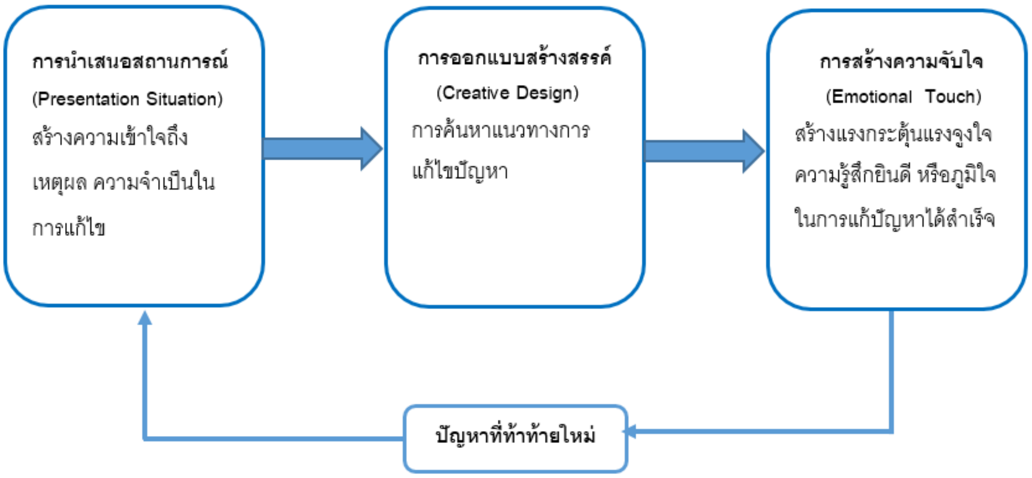
จากแนวคิดเกี่ยวกับประเภทศาสตร์การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) สามารถแบ่งประเภทศาสตร์การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาออกเป็น 5 ศาสตร์ ประกอบด้วยวิทยาศาสตร์ (S : Science) เทคโนโลยี (T :Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E : Engineering) ศิลปศาสตร์ (A : Arts) และคณิตศาสตร์ (M : Mathematics)

1.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

Baek,2011:Yakman, G &Lee, H., 2012(อ้างถึงในวิสูตร โพธิ์เงิน, 2560, น.327) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในโรงเรียนทั่วโลกโดยได้มีการใช้อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ซึ่งประสบความสำเร็จในการจัดการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แนวสตีมศึกษาเป็นอย่างดี ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการ

ทำงานในบริบทและสภาพแวดล้อมของนักเรียนเป็นการส่งเสริมการคิด ความสามารถที่หลากหลาย สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธี มุ่งสู่การมีวิชาและทักษะการใช้ชีวิตควบคู่กันไปในความเป็นมาตรฐาน การเรียนรู้ของจริง การค้นหาสืบค้นเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมและสิ่งใกล้ตัวในประเทศสาธารณรัฐเกาหลี “สตีมศึกษา” (STEAM Education) กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ ไม่เพียงแต่นำสาระวิทยาศาสตร์และศิลปะมาใช้สอนด้วยกันเท่านั้น แต่กำหนดไว้เป็นวัตถุประสงค์ว่า เพื่อใช้ศิลปะมาส่งเสริมการรับรู้ความสามารถ ความเชื่อมั่นและความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้น จึงสร้างแรงบันดาลใจและแรงจูงใจให้นักเรียนที่อยากจะประกอบอาชีพในด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้น

มูลนิธิแห่งประเทศสาธารณรัฐเกาหลีเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (KOFAC) (2012,อ้างถึงในพงศกร พรมทา, 2561, น.23) ได้สร้างกรอบแนวคิดพื้นฐานสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการแบบสตีมศึกษาในประเทศเกาหลีไว้ โดยมีปัจจัยพื้นฐานของสตีมศึกษา คือ บริบท (Context) การออกแบบสร้างสรรค์ (Creative Design) และการสร้างความจับใจ (Emotional Touch) ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวทางการใช้สตีมศึกษา (STEAM Education)ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ (KOFAC. 2012)

ที่มา : วารสารคณิตศาสตร์ยูเรเซีย การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสตีมศึกษา มี 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ปัญหาในปัจจุบันทีเกี่ยวข้องกับนักเรียน เพื่อให้มีข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคิดขั้นต้นในการคิดแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 2 การออกแบบสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระ พัฒนาทักษะการสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับทีม

ขั้นที่ 3 การสร้างความรู้สึกจับใจ เป็นขั้นขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ผ่านการลงมือทำที่ผ่านประสบการณ์จริง ช่วยให้นักเรียนพัฒนาการรับรู้ การแสดงออกและการเห็นอกเห็นใจผู้อื่นส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์ต่อไป

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560, น.427) กล่าวว่า สตีมศึกษาเป็นแนวการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่นำศิลปะมาบูรณาการกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ปัจจัยสำคัญในการนำแนวคิด STEAM มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ บริบท (Context) การออกแบบสร้างสรรค์ (Creative Design) และการสร้างความจับใจ (Emotional Touch) ในการออกแบบกิจกรรมสร้างสรรค์ สิ่งสำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ 4 ประเด็น คือ 1)การบูรณาการ (Integration) 2)ความหลากหลาย (Variety) 3)ความลึก (Deep) 4)ความเป็นพลวัต (Dynamic)”

พงศกร พรมทา (2561, น.33) กล่าวว่า แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการแบบสตีมศึกษาเป็นการนำเอารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษาไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เริ่มด้วยการนำเสนอประเด็นให้นักเรียนเห็นและทำความเข้าใจปัญหาในสังคมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ทำความเข้าใจกับปัญหา และคิดหาวิธีการแก้ปัญหารวมทั้ง สร้างการมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นทีม นำไปสู่การสร้างสรรค์แนวทางในการแก้ไขปัญหาแบบบูรณาการที่สามารถสร้างแรงจูงใจผ่านการลงปฏิบัติด้วยตนเองในกระบวนการวิทยาศาสตร์

สิรินทร์ ลัดดา และ กลม บุญชู (2558, น.45-47); สุภัค โอฬาพิริยกุล (2562a, น.12-13) ได้กล่าวว่า ลักษณะและองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) ดังนี้

1.วิทยาศาสตร์ (S:Science) ประกอบด้วยสาระในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กายภาพเช่น องค์ประกอบพื้นฐานของธรรมชาติ โลก ดวงอาทิตย์ อวกาศจักรวาล พื้นดิน แม่น้ำ ทะเล มหาสมุทร และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เช่น สิ่งมีชีวิต สรีรวิทยา และนิเวศวิทยา ฯลฯ ซึ่งครูเป็นผู้จัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิด (Thinking) ผ่านการใช้ทักษะการสังเกต การทดลอง การคาดการณ์การแลกเปลี่ยนสิ่งที่ค้นพบ การตั้งคำถาม และการแสวงหาคำตอบ

2. เทคโนโลยี (T: Technology) ประกอบด้วยทักษะของการใช้ความรู้ ความคิด เครื่องมือ อุปกรณ์ ในการเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งเป็นการใช้ทักษะที่ควบคู่กับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งครูจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการปฏิบัติ (Doing) ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือ (Tools) ในการประดิษฐ์ผลงาน (Invention) และการระบุปัญหา (Identifying Problems)

3. วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering) ประกอบด้วยทักษะและความคิดรวบยอดในกระบวนการที่นำไปสู่การปฏิบัติ (Doing) การออกแบบ การแก้ปัญหา (Problem Sovling) การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ การเคลื่อนไหว ผ่านชิ้นงานศิลปะ สิ่งประดิษฐ์ โดยการใช้ วัสดุอุปกรณ์การประดิษฐ์ผลงานและการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือผลงาน

4. คณิตศาสตร์ (M: Mathematic) ประกอบด้วยทักษะการความคิดรวบยอดในการใช้เหตุผลโดยให้เรียนรู้เกี่ยวกับจำนวน รูปร่าง ขนาด และคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ เช่น น้ำหนัก ความสูง ฯลฯ ผ่านการใช้สื่อการเรียนรู้ของจริง ซึ่งครูสอนเน้นแบบเป็นรูปธรรม

5. ศิลปะ (A: Arts) ประกอบด้วยทักษะการคิดสร้างสรรค์ การรับรู้ความงาม ให้นักเรียนได้แสดงออกทางอารมณ์ ความรู้สึก และจินตนาการ ครูจัดการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมในการสร้างสรรค์ผลงานที่รวมทุกศาสตร์ ของศิลปะ ทั้งด้านภาษาและการสื่อสาร วรรณกรรมและสุนทรียศาสตร์ ทักษะในการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ผลงานทางศิลปะเพราะผลงานหรือนวัตกรรม สอดคล้องกับ นพดล กองศิลป์ (2561, น.49-50) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนสิ้นสุดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์คณิตศาสตร์ และการใช้ศิลปะ เพื่อสร้างสรรค์ ได้เริ่มต้นโดยหลักในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 หลักการที่ใช้ในการบูรณาการสาระการเรียนรู้ของนักเรียนนำมาซึ่งการออกแบบวิธีการจัดกิจกรรมของครูโดยยึดหลักความเหมาะสม ความสอดคล้องกับพัฒนาการและการเรียนรู้ตามวัยของนักเรียนบูรณาการผสมผสานกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้สตีมศึกษา (STEAM Education) ผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้วางแผน ปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา

จากแนวคิดเกี่ยวกับประเภทศาสตร์การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) ผู้วิจัยได้นำมาออกแบบจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา ตามศาสตร์วิชาต่างๆ ดังนี้

วิทยาศาสตร์ (S : Science) หมายถึง เนื้อหาสาระการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ จำนวน 8 เรื่อง 1) แรง

ลัพธ์ 2) แรงเสียดทาน 3) ประโยชน์ของแรงเสียดทาน 4) ตัวกลางของเสียง 5) เราได้ยินเสียงได้อย่างไร 6) การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ 7) การเกิดเสียงดังเสียงค่อย 8)มลพิษของเสียง

เทคโนโลยี (T :Technology) หมายถึง การใช้ความรู้และทักษะการเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เช่น การสืบค้นข้อมูล การส่งงานด้วยจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ต่างๆ และสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม กับเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 4.2

วิศวกรรมศาสตร์ (E : Engineering) หมายถึง การที่นักเรียนแสดงออกถึงความเป็นนักวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

1.นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้

2.นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

3.นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้

4.นักเรียนสามารถวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาได้

5.นักเรียนสามารถทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานได้

6.นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานได้

ศิลปศาสตร์ (A: Arts) หมายถึง ทักษะการคิดสร้างสรรค์ การรับรู้ความงาม ให้นักเรียนได้แสดงออกทางอารมณ์ ความรู้สึก และจินตนาการ การสร้างสรรค์ผลงานที่รวมทุกศาสตร์ ของศิลปะ ทั้งด้านภาษาและการสื่อสาร วรรณกรรม และสุนทรียศาสตร์ ทักษะในการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ผลงานทางศิลปะ ซึ่งแยกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

วิชาภาษาไทย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สาระที่ 1 การอ่าน สาระที่ 2 การเขียน สาระที่ 3 การฟัง การดู และการพูด

วิชาภาษาอังกฤษ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สาระที่ 3 ภาษากับความสัมพันธ์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาศิลปะ

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สาระที่ 1ทัศนศิลป์ และสาระที่ 2 ดนตรี

คณิตศาสตร์ (M : Mathematics) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สาระที่ 1 การวัดและเรขาคณิต

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012)

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1.ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจจะประกอบด้วย ปัญหาย่อย ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาย่อที่เกิดขึ้นเพื่อประกอบการพิจารณาปัญหาใหญ่

2.รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากทำความเข้าใจกับปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อยได้ ขั้นต่อมาคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอาจมีการดำเนินการ ดังนี้

1)การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีการแก้ปัญหาลักษณะนี้หรือไม่ ดูว่าเคยแก้อย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้างการค้นหาแนวคิด

2)การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาความพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิด เหล่านั้น โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดี ข้อด้อย ความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วเลือกแนวคิดหรือวิธีที่เหมาะสมที่สุด

3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Desing) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ประเมิน ตัดสินใจเลือก สร้างต้นแบบ(Prototype) ร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4.วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เมื่อออกแบบวิธีการและกำหนดโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาวิธีการ

แก้ปัญหาหรือชิ้นงานต้นแบบที่ออกแบบไว้ ในนี้ขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5.ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา (Testing ,Evaluation and Desing Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้วิธีการหรือชิ้นงานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6.นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจดังภาพประกอบ 3

ภาพประกอบ 3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์

ที่มา: เอกสารการอบรมสะเต็มศึกษา (2557, น.12)

รูโฟ Rufo (2013, p.2) กล่าวว่า ศิลปศาสตร์เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา สร้างความตื่นเต้นในการเรียนรู้ เห็นจากการแสดงความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่านการจัดนิทรรศการวิทยาศาสตร์ มุ่งให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยดำเนินกิจกรรมไปตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. นักเรียนรู้ขั้นตอนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ปัญหา สมมติฐาน เก็บข้อมูล ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

2. นักเรียนออกแบบและดำเนินการทดลองตามอิสระให้สอดคล้องกับทฤษฎี

3. นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยใช้ศิลปศาสตร์สื่อความหมาย ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในรูปแบบต่างๆ เช่น การแต่งเพลง ภาพวาด การเต้น บทกวี ประติมากรรม หรือการสาธิต เพื่อสร้างนวัตกรรมให้น่าสนใจ ตื่นเต้น และบันเทิงให้กับผู้เข้าชม

มิคเชล Michaud (2014, p.1-2) กล่าวว่า การนำศิลปศาสตร์มาผสมผสานในการจัดการเรียนรู้ จะทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความคิดระหว่างกลุ่มสาระวิชาได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี เช่น การวาดภาพช่วยให้นักเรียนเข้าใจรูปทรงเรขาคณิตในวิชาคณิตศาสตร์ การวาดภาพสามารถชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ซับซ้อนทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ เกิดความภาคภูมิใจในการสร้างสรรค์งานด้วยตนเอง ถือได้ว่าศิลปะศาสตร์ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดี

จากแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบองค์รวมด้วยตนเองโดยบูรณาการระหว่างศาสตร์วิชาเข้าด้วยกัน ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และศิลปศาสตร์มาผสมผสานเพื่อความตื่นเต้นในการเรียนรู้ โดยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจาก STEM (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยครูมีบทบาทกำหนดปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ให้กับนักเรียนหรือคอยกระตุ้นโดยใช้คำถามให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นขั้นที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด โดยครูมีบทบาทคอยชี้แนะเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และกระบวนการในการแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและน่าเชื่อถือ

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นขั้นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยครูมีบทบาทคอยให้คำปรึกษาชี้แนะและอำนวยความสะดวกในระหว่างการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดลำดับขั้นตอนในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา เป้าหมาย ระยะเวลาในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งครูมีบทบาทส่งเสริมสนับสนุนคอยชี้แนะให้คำปรึกษาให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่วางแผนไว้

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด ซึ่งครูมีบทบาทคอยให้คำปรึกษา ชี้แนะและใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาวิธีการใหม่ๆในการหาวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถนำเสนอผลงาน แนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยต้องออกแบบวิธีนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ ซึ่งครูมีบทบาทคอยให้คำปรึกษาคอยชี้แนะและให้คำชมเชยให้กับนักเรียน

1.4 เป้าหมายของสตีมศึกษา (STEAM Education)

เป้าหมายของสตีมศึกษา (STEAM Education) นักศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้ (สุภัค โอฬาพิริยกุล, 2562a, น.4; หทัยภัทร ไกรวรรณ, 2560, น.124-125)

1. เพื่อการเสริมสร้างทักษะสำคัญของโลกในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดแก้ปัญหา ทักษะชีวิต และการทำงานเป็นทีม

2. การจัดการเรียนรู้สตีมศึกษา (STEAM Education) มุ่งเน้นกระบวนการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ และทักษะการทำงานมาใช้ในชีวิตประจำวันที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

4. เน้นการบูรณาการระหว่างศาสตร์เพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ

5. เพื่อสร้างแรงจูงใจด้วยการสนับสนุนการเรียนรู้ ด้วยตนเองและสร้างแรงบันดาลใจให้มีความสนุกสนานในการเรียนรู้

1.5 **ข้อดีและข้อจำกัดของสตีมศึกษา** (STEAM Education)

ข้อดีของสตีมศึกษา (STEAM Education)

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อดีของการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) ของนักการศึกษาหลายๆ ท่าน ได้กล่าวไว้คล้ายคลึงกัน ดังนี้ (นพดล กองศิลป์, 2561, น.49-50; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556, น.55; วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560, น.326-327; สุภัค โอฬาพิริยกุล, 2562a, น.7-8)

1.ครูไม่ต้องทำการสร้างบทเรียนขึ้นใหม่เนื่องจากเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์แต่ปรับเปลี่ยนกลวิธีในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน

2. ช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทั้งด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็น เช่น การคิดเชิงระบบ การสื่อสาร การทำงานร่วมกับผู้อื่น

3. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหาและสามารถพัฒนาเครื่องมือในการแก้ปัญหาได้

4. ช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชา ลดจำนวนเวลาเรียน ซึ่งจะช่วยการแบ่งเบาภาระของครูผู้สอน

5. ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางคณิตศาสตร์ การคำนวณ การวัด การวิเคราะห์ข้อมูล

6. ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางเทคนิคในการเลือกซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ที่เหมาะสมเพื่อแก้ไขปัญหา

7.การสร้าง แรงจูงใจทางอารมณ์ให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ที่ทำให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ข้อจำกัดของสตีมศึกษา (STEAM Education)

การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) ถึงจะมีผลดีในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในปัจจุบันให้กับนักเรียนเป็นสำคัญแต่ก็ยังคงพบข้อจำกัดในการนำไปใช้ ดังนี้(พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556, น.52-53; สุพรรณี ชาญประเสริฐ, 2558a, น.3-5)

1. ครูยังเข้าใจผิดเกี่ยวกับการนำสตีมศึกษา (STEAM Education) ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยครูยังมุ่งเน้นที่เนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นหลักและมองว่าศาสตร์ทั้งสองนั้น ได้ครอบคลุมทั้งเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และศิลปศาสตร์แล้ว

2. ครูส่วนใหญ่ยังคงสับสนว่าในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา (STEAM Education) ต้องมุ่งเน้นเฉพาะ 5 ศาสตร์ นี้เท่านั้นซึ่งในความเป็นจริงแล้วสามารถสอดแทรกความรู้จากสาระอื่นได้

3 ครูไม่เกิดความตระหนักและเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสตีมศึกษา (STEAM Education) ยังคงจัดการเรียนรู้การสอนแบบเดิมที่เน้นการสอนแบบแยกรายวิชา โดยเนื้อหาหลักสูตรในแต่ละสาระการเรียนรู้ส่วนใหญ่ยังแยกขาดจากกัน กระบวนการวิศวกรรมและวิธีการวัดประเมินผล ปรากฏไม่ชัดเจนหลักสูตร

1.6 สตีมศึกษา (STEAM Education) ในประเทศไทย

สตีมศึกษา(STEAM Education) ในประเทศไทย มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้คล้ายคลึงกันว่าสตีมศึกษา (STEAM Education) ในประเทศไทยกระทรวงศึกษาธิการและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (สสวท.) ได้เร่งผลักดันแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมเทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM)หรือที่เรียกว่า สะเต็มศึกษา เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้ แก่การศึกษาไทยโดยเริ่มจากการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการให้ผู้บริหารสถานศึกษาในภูมิภาคต่างๆ เพื่อสร้างวิสัยทัศน์การเป็นผู้นำทางวิชาการ มีความรู้ความเข้าใจ และกลวิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนของครูในโรงเรียน ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)ได้จัดทำร่างแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี พ.ศ. 2555 –2559 โดยตั้งเป้าพัฒนาเด็กไทยให้มีความสามารถทัดเทียมระดับนานาชาติภายในปี 2570 หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกช่วงชั้นจะต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ต่อปีซึ่งจะวัดผลจากการสอบ O-Net ซึ่งเป้าหมายนี้จะใช้ระบบ “สะเต็มศึกษา” เป็นกลยุทธ์หลักในการพัฒนา(ชวนิดา สุวานิช, 2560, น.19-21; อาทิตยา พูนเรือง, 2559, น.2)

นอกจากนี้ ชวนิดา สุวานิช (2560, น.20); (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556, น.13)ได้กล่าวถึงความพร้อมด้านต่างๆ ของสตีมศึกษา (STEAM Education) ในประเทศไทย สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ความพร้อมของ หลักสูตรทั้ง 4 กลุ่มวิชา ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยมีเพียง หลักสูตรวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) และคณิตศาสตร์ (M) เท่านั้น แต่ไม่พบว่ามีหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ปรากฏอย่าง ชัดเจนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะมีก็เป็นเพียงลักษณะ การสอดแทรกอยู่ในวิชาเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์เท่านั้น

2. การเตรียมหลักสูตร เนื้อหาการสอน STEM Education เพื่อผลิตบัณฑิตให้เป็นครูผู้สอน

3. การพัฒนาครูผู้สอนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน เพื่อให้ความรู้แก่บุคลากรในสถานศึกษาและสถาบันต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น

4. การเตรียมความพร้อมของสถานศึกษา ครู ผู้บริหารและบุคคลทางการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

5.ไทยยังขาดความพร้อมด้านสื่อ อุปกรณ์ การสอนบทเรียน และกระบวนการวัดประเมินผลที่ชัดเจน

1.7 บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560, น.327-328); สุภัค โอฬาพิริยกุล (2562a, น.13-14) กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) ว่ามีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะและคณิตศาสตร์ ครูต้องเป็นผู้อำนวยความ สะดวกในการจัดการเรียนรู้ โดยมีบทบาท ดังนี้

1. บทบาทของครูเปลี่ยนแปลงจากการ เป็นครูเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษา (Coaching and Mentoring)

2. บทบาทของครูในฐานะผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ ครูมีหน้าที่ในการจัดเตรียมและวางแผนวิธี การสอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยดำเนินการ ดังนี้

2.1 จัดการเรียนการสอนที่บูรณาการ และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 5 กับประเด็นปัญหาหรือสิ่งที่พบในชีวิตประจำวัน และการดำรงชีวิตต่อไปในอนาคต

2.2 จัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะให้กับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ในลักษณะบูรณาการ

2.3 จัดการเรียนการสอนที่ให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผน การจัดกิจกรรม การเรียนรู้การค้นหาข้อมูล การวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินผลของข้อมูล

2.4 จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดย เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความรู้สึกสนุก และเรียนรู้อย่างมีความสุข

2.5 ออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทั้งแบบอิสระและแบบร่วมมือกัน

2.6 การตั้งประเด็นปัญหาที่มี ความน่าสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้อย่างอิสระ โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุน และดึงศักยภาพของนักเรียนออกมา

3. บทบาทของครูในฐานะผู้ส่งเสริม สนับสนุน และสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสตีมศึกษา (STEAM Education) ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้กระตุ้นผู้สนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยดำเนินการ ดังนี้

3.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือ ประเด็นปัญหาที่ท้าทายความคิด ความสามารถของนักเรียน

3.2 กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียน เห็นความสำคัญของสาระการเรียนรู้และมุ่งมั่นที่จะพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

3.3 ครูต้องเป็นผู้กระตุ้นและค้นหาทักษะการเรียนรู้ที่อิสระและสร้างแรงจูงใจในตนเองให้กับนักเรียน

3.4 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดง ความคิดเห็น และเข้าใจเนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 5 วิชา

3.5 เตรียมสภาพแวดล้อม บรรยากาศ สถานที่ของโรงเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้เป็นโรงเรียนแห่งสตีมศึกษาที่นักเรียนสามารถเรียนรู้และเกิดองค์ความรู้ได้ ทุกที่และทุกเวลาไม่เพียงแต่ในชั่วโมงเรียนเท่านั้น

3.6 เตรียมแหล่งความรู้และฐานข้อมูลความรู้ทางอินเตอร์เน็ต หนังสือ

3.7 เตรียมห้องเรียนสตีมศึกษาเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการค้นคว้าหา ข้อมูล ความรู้ มีพื้นที่ในการจัดเก็บฐานข้อมูล อุปกรณ์สำหรับงานหรือกิจกรรมของนักเรียน

3.8 ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้และประยุกต์ในชีวิตจริง

4. บทบาทในการส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้

ยศวีร์ สายฟ้า (2557, น.31); วิสูตร โพธิ์เงิน (2560, น.327); สุพรรณี ชาญประเสริฐ (2558a, น.5) กล่าวถึง บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนเป็นนักคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล

2. นักเรียนทำความเข้าใจประเด็นปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา

3. นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน

4. นักเรียนสามารถสื่อสารความคิดตนอย่างมีประสิทธิภาพ

5. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ สามารถพัฒนาไปสู่การแก้ปัญหาที่ท้าทายได้

6. นักเรียนมีความรอบรู้ทางเทคโนโลยีอยากค้นคว้าออกแบบแนวทางในการแก้ปัญหา

7. นักเรียนต้องสามารถสร้างโมเดลและชิ้นงานได้

นอกจากนี้ Rufo (อ้างถึงใน จารีพร ผลมูล, 2558b, น.9) บทบาทของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามุ่งเน้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกันโดยดำเนินกิจกรรมไปตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. นักเรียนเรียนรู้ขั้นตอนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ปัญหา สมมติฐาน เก็บข้อมูล ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

2. นักเรียนออกแบบและดำเนินการทดลองตามอิสระให้สอดคล้องกับ

3. นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยใช้ศิลปศาสตร์สื่อความหมาย ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกันในรูปแบบต่างๆ เช่น การแต่งเพลง ภาพวาด การเต้น บทกวี ประติมากรรมหรือการสาธิต เพื่อ สร้างนวัตกรรมให้น่าสนใจ ตื่นเต้น และบันเทิงให้กับผู้เข้าชม

จากบทบาทของครูและนักเรียนที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา(STEAM Education) ได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 ตารางสังเคราะห์บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

ขั้นตอนกระบวนการเชิงวิศวกรรมศาสตร์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1.ระบุปัญหา	ครูมีบทบาทกระตุ้นให้คำปรึกษาหรือชี้แนะเพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้	นักเรียนทำความเข้าใจประเด็นปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา
2.รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	ครูมีบทบาทคอยกระตุ้นคำถามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และกระบวนการในการแสวงหาความรู้แหล่งข้อมูลที่หลากหลายและน่าเชื่อถือ	นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ข้อดีและข้อจำ
3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ครูเตรียมแหล่งเรียนรู้ สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สภาพแวดล้อม ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียนส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้	นักเรียนออกแบบการทดลองการสร้างชิ้นงานและวิธีการแก้ปัญหาได้ สามารถพัฒนาไปสู่การแก้ปัญหาที่ท้าทายได้
4.วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	ครูมีบทบาทส่งเสริมสนับสนุนคอยชี้แนะให้คำปรึกษา ให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่วางแผนไว้	นักเรียนเป็นผู้กำหนดขั้นตอนในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา เป้าหมายระยะเวลาในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5.ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	ครูมีบทบาทคอยให้คำปรึกษา ชี้แนะและใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาวิธีการใหม่ๆ ในการหาวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	นักเรียนทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	ครูมีบทบาทคอยให้คำปรึกษา คอยชี้แนะและให้คำชมเชยให้กับนักเรียน	นักเรียนนำเสนอผลงาน แนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยต้องออกแบบวิธีนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

2.เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้คล้ายคลึงกันว่า เป็นการนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ โดยขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายหรือเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้ ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม การฝึกให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา จะต้องคำนึงถึงตัวนักเรียนเป็นสำคัญโดยพิจารณาจากเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนอยู่ในขอบเขตความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน มีกิจกรรมหรือสิ่งเร้าให้นักเรียนมองเห็นปัญหา ครูจะต้องแนะนำวิธีการการวางแผนแก้ปัญหาเริ่มจากการระบุปัญหาแล้วนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน การเก็บรวบรวมข้อมูล การทดลองและการประเมินผลให้นักเรียนเข้าใจ สามารถดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหา จนกระทั่งสรุปผลการแก้ปัญหาได้ ดังนั้นบุคคลที่มีทักษะในการคิดแก้ปัญหาจะทำให้สามารถหาคำตอบและสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ ศิริเพ็ญ ยังขาว,

2549(อ้างถึงใน วิชชุดา อ้วนศรีเมือง, 2554, น.25; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558, น.195)นอกจากนี้ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะการคิด วิธีการคิดที่ต้องมีความรู้ ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาจัดกระทำกับข้อใหม่ สถานการณ์ใหม่ที่เจอ โดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ วุฒิภาวะทางสมอง สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน ความพร้อมและการฝึกฝนกระบวนการคิด (นันทพร แซ่เหลื่อง, 2557, น.27); ภูรินทร์ แตงน้อย (2559, น.25); วิชชุดา อ้วนศรีเมือง (2554, น.40)

จากความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือเป้าประสงค์ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแต่ละคนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อม สภาพแวดล้อมและการฝึกฝนกระบวนการคิดบ่อยๆ

2.2 ทฤษฎีที่สนับสนุนแนวคิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2.1.ทฤษฎีพัฒนาทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner)(ภูรินทร์ แตงน้อย, 2559, น.39) บรูเนอร์ เป็นนักจิตวิทยาที่ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาต่อจากเพียเจต์ โดยเชื่อว่ามนุษย์เลือกที่จะรับรู้ที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery Learning) โดยการ นำทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

2.2.1.1 การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก

2.2.1.2 การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของนักเรียน และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ

2.2.1.3 การคิดแบบหยั่งรู้ (Intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้

2.2.1.4 แรงจูงใจเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสามารถจัดประเภทของ สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

2.2.1.5 การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดคือการให้นักเรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้ของมนุษย์ ออกเป็น 3 ขั้น

1) ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage) คือขั้นของการเรียนรู้จากการใช้ ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ การลงมือทำช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ดี การเรียนรู้เกิดจากการกระทำ

2) ขั้นการเรียนรู้จากความคิด (Iconic Stage) เป็นขั้นที่เด็กสามารถสร้างภาพในใจ ได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้

3) ขั้นเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage) เป็นขั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้

2.2.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Klausmeier, & Goodwin, 1975, อ้างถึงใน ภูรินทร์ แตงน้อย, 2559, น.37-38) เพียเจต์เชื่อว่าคนเราทุกคนพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิด สำหรับ พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาจะประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 อย่าง คือ การซึมซาบหรือดูดซึมและการปรับโครงสร้างทางปัญญาซึ่งเพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี เด็กจะใช้พฤติกรรมที่ติดตัวมาแต่กำเนิด เช่น การดูดนม และพยายามปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ทำพฤติกรรมซ้ำ ๆ เพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงรอบตัว สามารถเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่โดยไม่ จำเป็นต้องเห็นตัวอย่างจริง ๆ แต่อาศัยจากความจำ เริ่มทดลองพฤติกรรมแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) และเริ่มที่จะแก้ปัญหาง่าย ๆ ได้

2. ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้งเป็น ขั้นตอนที่เด็กเริ่มใช้ภาษา สามารถเรียนรู้สัญลักษณ์และใช้สัญลักษณ์ได้ แต่เด็กยังไม่สามารถเปรียบเทียบสิ่งของมากน้อย ความสั้น ความยาว ได้อย่างแท้จริง และไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็น ของผู้อื่น

3. ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี ซึ่งมีพัฒนาการอย่างรวดเร็ว สามารถสร้างภาพความคิดในใจ แบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์หลาย ๆ อย่าง อ้างอิงด้วยเหตุผลและคิดย้อนกลับได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของ ตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ มากขึ้น

4. ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี ในขั้นนี้เป็นขั้นพัฒนาการสูงสุด เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ สามารถคิด หาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ในการที่จะตั้งสมมติฐาน ทฤษฎี และพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมรวมทั้งสามารถแก้ปัญหาได้อย่างดี จนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่

2.2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ (Gagne, & Briggs. 1974, อ้างถึงใน ภูรินทร์ แตงน้อย, 2559, น.41-42) กาเย่มีแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ว่า ควรจัดการเรียนรู้ให้ นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาและกระบวนการ และในการจัดการเรียนรู้ควรเรียงลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งกาเย่ ได้จัดประเภทของการเรียนรู้ตามลำดับจากง่ายไปหายาก ไว้ 8 ประเภท ดังนี้

2.2.3.1 การเรียนรู้สัญญาณ (Signal learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นไปอย่างอัตโนมัติ อยู่นอกเหนืออำนาจของจิตใจ การเรียนรู้นี้เกิดจาก

ตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่ที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสิ่งเร้าเดิม เป็นลักษณะของการเรียนรู้แบบการวาง เงื่อนไขของพาฟลอฟ (Conditioned Response)

2.2.3.2 การเรียนรู้สิ่งเร้า-การตอบสนอง (Stimulus-response learning) เป็นการ เรียนรู้ที่นักเรียนสามารถควบคุมพฤติกรรมเองได้จึงต่างจากแบบแรก นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมเมื่อ ได้รับแรงเสริม เป็นลักษณะการเรียนรู้แบบทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Connectionism theory) และการเรียนรู้แบบวางเงื่อนไข (Operant conditioning) ของสกินเนอร์

2.2.3.3 การเรียนรู้เชื่อมโยงแบบต่อเนื่อง (Chaining learning) เป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่ต่อเนื่องกันตามลำดับ เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกระทำและการเคลื่อนไหว

2.2.3.4 การเชื่อมโยงทางภาษา (Verbal association) เป็นการเรียนรู้คล้ายกับการเรียนรู้แบบต่อเนื่องแต่เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้ภาษา

2.2.3.5 การเรียนรู้ความแตกต่าง (Discrimination learning) เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถมองเห็นความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ โดยเฉพาะความแตกต่างตามลักษณะของวัตถุ

2.2.3.6 การเรียนรู้มโนทัศน์ (Concept learning) เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสิ่งเร้าที่มีความเหมือนหรือแตกต่างกัน โดยสามารถระบุลักษณะที่มีร่วมกันหรือแตกต่างกันได้ พร้อมทั้งสามารถขยายความรู้ไปยังสิ่งอื่นที่ไม่เคยเห็นมาก่อนได้

2.2.3.7 การเรียนรู้กฎ (Rule learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยงมโนทัศน์ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป แล้วตั้งเป็นกฎเกณฑ์ขึ้นเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้

2.2.3.8 การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem-solving) เป็นการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหา โดยนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ เป็นกระบวนการที่เกิดภายในตัวนักเรียน กาเย่ แบ่งสมรรถภาพการเรียนรู้ของมนุษย์ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1) สมรรถภาพในการเรียนรู้สารสนเทศทางถ้อยคำ (Verbal information) เป็นความสามารถในการเรียนรู้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยความจำและความสามารถระลึกได้

2) ทักษะเชาว์ปัญญา (Intellectual skills) หรือทักษะทางสติปัญญา เป็นความสามารถในการใช้สมองคิดหาเหตุผล ใช้ข้อมูล ประสบการณ์ ความรู้ ความคิด ตั้งแต่การเรียนรู้ ขั้นพื้นฐานไปสู่ทักษะที่ยากขึ้น ทักษะทางเชาว์ปัญญาที่ควรได้รับการฝึก คือ ความสามารถในการจำแนก (Discrimination) ความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์เป็นรูปธรรม (Concrete concept) ความสามารถในการให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ (Defined concept) ความสามารถในการเข้าใจ กฎและใช้กฎ (Rule) และความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem-solving)

3) ยุทธศาสตร์ในการคิด (Cognitive strategies) เป็นความสามารถของกระบวนการทำงานภายในสมองของมนุษย์ ผู้ที่มียุทธศาสตร์ในการคิดสูง จะมีเทคนิคในการดึงความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมออกมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดี

4) ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skills) เป็นความสามารถในการใช้อวัยวะของร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ผู้ที่มีทักษะการเคลื่อนไหวที่ดี จะมีพฤติกรรมที่รวดเร็วคล่องแคล่ว

5) เจตคติ (Attitudes) เป็นความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ซึ่งมีผล การตัดสินใจของบุคคลในการที่จะเลือกทำหรือไม่ทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ภูรินทร์ แตงน้อย (2559, น.39) กล่าวว่า มนุษย์จะเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง และการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่มนุษย์สามารถสร้างความ คิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม จากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน ซึ่งมีแนวคิด ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการใช้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ดังนั้นสิ่งสำคัญในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง โดยใช้กระบวนการค้นพบด้วยตนเองซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

จากรายละเอียดข้างต้นมนุษย์แต่ละช่วงวัยมีความสามารถในการเรียนรู้แลแก้ปัญหาได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยตนเองจากสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวัน โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาวิธีการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้ดีนั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์และเจอกับสถานการณ์ต่างๆ

2.3 ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้คล้ายคลึงกัน ดังนี้ (Polya, 1975, อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558, น.195-196)

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา พยายามเข้าใจในสัญลักษณ์ต่างๆ ในการแก้ปัญหา สรุป วิเคราะห์ แปลความ ทำความเข้าใจได้ว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์ให้ข้อมูลอะไรบ้าง ข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 การแยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อสะดวกในการลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึง หลักการทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการวางแผนการลงมือทำตามแผน รวมถึงวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบและสรุป วิธีการแก้ปัญหา เพื่อแน่ใจว่าแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

ทิศนา แขมมณี (2561, น.10); สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น.14); (Polya, 1975, อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558, น.195-196) กล่าวถึง ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1) ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ถ่องแท้ในประเด็นต่างๆคือ (1) ปัญหาถามว่าอย่างไร (2) มีข้อมูลใดแล้วบ้าง (3) มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างดีจะช่วยให้ขั้นตอนต่อไปดำเนินไปอย่างราบรื่น การจะประเมินว่านักเรียนเข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใด ทำได้โดยการกำหนดให้นักเรียนเขียนแสดงถึงประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2) วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดหาวิธีวางแผนเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น และนำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา ในกรณีที่ปัญหาต้องตรวจสอบโดยการทดลอง

ขั้นตอนนี้ก็จะเป็นการวางแผนการทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วยการตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลอง หรือตรวจสอบ และอาจรวมทั้งแนวทางในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3) ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้เป็นอย่างไร ถ้าการแก้ไขปัญหาทำได้ถูกต้อง ก็จะมีการประเมินต่อไปว่าวิธีการนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆหรือไม่ แต่ถ้าพบว่ากาแก้ปัญหานั้นไม่ประสบความสำเร็จ ก็จะต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นที่ 2 และถ้ายังไม่ประสบความสำเร็จนักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่นข้อมูลกำหนดให้ไม่เพียงพอเพื่อจะได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาใหม่

4) ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ในการแก้ปัญหาใดๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

นอกจากนี้ กรรณิการ์ ทองรักษ์ (2557, น.51-52); ภูรินทร์ แตงน้อย (2559, น.57-58) กล่าวว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุปัญหา โดยการรวบรวมข้อมูลจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และวิเคราะห์ปัญหาของเหตุการณ์หรือสภาพการณ์นั้นโดยใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียน

2. ขั้นการตั้งสมมติฐานกำหนดปัญหาเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเป็นความสามารถในการค้นหาสาเหตุของปัญหา และวิธีแก้ปัญหาโดยวิธีที่เหมาะสม

3. ขั้นศึกษาค้นคว้าค้นหาที่จะช่วยแก้ไขปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นๆ ต้องทำอะไรบ้าง ทำอย่างไร เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาสำเร็จ

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการปฏิบัติตามขั้นตอนในการแก้ปัญหา

5. ขั้นสรุปผลและประเมินค่าเพื่อเลือกวิธีแก้ปัญหาเป็นการรวบรวมข้อมูลและสรุปข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จุดเด่นและข้อจำกัดของวิธีการต่างๆ และสรุปวิธีการแก้ปัญหาที่

6. ขั้นนำเสนอและประเมินผลไปใช้กับปัญหาอื่นเป็นขั้นนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอภิปรายผลเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาเพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหาของตนเองกับเป้าหมายที่วางไว้ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และไปใช้แก้ปัญหาที่ใหม่ๆ หรือสถานการณ์ใหม่ได้

Weir (1974, อ้างถึงในสุคนธ์ สินธพานนท์, 2558, น.196) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้มากที่สุดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา ความสามารถในการระบุสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดปัญหาโดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา ความสามารถในการวางแผนหรือเสนอแนวทางในการคิดแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผลและน่าเชื่อถือ

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีคิดแก้ปัญหานั้น สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ หรือผลที่ได้จากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไร

จากขั้นตอนความสามารถในแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น นักการศึกษาแต่ละท่านได้มีการแบ่งขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีความคล้ายคลึงกันและบางส่วนแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงได้สรุปขั้นตอนไว้ ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา

ขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา					
โพลยา(1957)	**เวียร์** (1974)	**ทิศนา แขมมณี** (2549)	**สสวท.**(2556)	**กรรณิการ์ ทองรักษ์** (2557)	**ภูรินทร์ แตงน้อย** (2559)
ขั้นที่ 1 **ทำความเข้าใจ**	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจ ปัญหา	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจ ปัญหา	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	ขั้นที่ 1 ขั้นตระหนัก รู้ปัญหา
ขั้นที่ 2 **การแยกแยะ ปัญหา ออกเป็น ส่วนย่อย ๆ**	ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ ปัญหา	ขั้นที่ 2 วางแผน ออกแบบ แก้ปัญหา	ขั้นที่ 2 วางแผน ออกแบบ แก้ปัญหา	ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ สาเหตุของ ปัญหา	ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน และกำหนด ปัญหา
ขั้นที่ 3 **การลงมือทำ ตามแผน**	ขั้นที่ 3 การเสนอ วิธีการ แก้ปัญหา	ขั้นที่ 3 ดำเนินการตาม แผนมีการ ตรวจสอบ แต่ละขั้นตอนที่ ปฏิบัติ	ขั้นที่ 3 ดำเนินการตาม แผนมีกา ตรวจสอบแต่ ละขั้นตอนที่ ปฏิบัติ	ขั้นที่ 3 วางแผนการ แก้ปัญหา	ขั้นที่ 3 ขั้นทดลองและ ศึกษาค้นคว้า ด้วยตนเอง
ขั้นที่ 4 **การตรวจสอบ วิธีการและ คำตอบ**	ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ ผลลัพธ์	ขั้นที่ 4 สรุปและ ตรวจสอบการ แก้ปัญหา	ขั้นที่ 4 สรุปและ ตรวจสอบการ แก้ปัญหา	ขั้นที่ 4 ดำเนินการ แก้ปัญหา	ขั้นที่ 4 ขั้นวิเคราะห์ ข้อมูล

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา					
โพลยา (1957)	เวียร์ (1974)	ทิศนา แขมมณี (2549)	สสวท.(2556)	กรรณิการ์ ทองรักษ์ (2557)	ภูรินทร์ แตงน้อย (2559)
				ขั้นที่ 5 สรุปผล	ขั้นที่ 5 สรุปผลและประเมินค่าเพื่อเลือกวิธีแก้ปัญหา
				ขั้นที่ 6 นำข้อสรุปไปใช้กับปัญหาอื่น	ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอและประเมินผล

จากตาราง 2 จะเห็นได้ว่าจากแนวคิดของนักการศึกษาแต่ละท่านเกี่ยวกับหลักและขั้นตอนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะมีหลักการขั้นตอนที่คล้ายคลึงกัน กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จะมีแบบแผน มีเหตุผล มีขั้นตอนที่เหมาะสม ได้ใช้สติปัญญาที่ส่งเสริมระบบการคิดขั้นสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำขั้นตอนการแก้ปัญหาของ เวียร์ มาใช้ในการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีลักษณะคล้ายกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเหมาะสมกับวัยของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา เข้าใจง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

2.4 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ในชีวิตประจำวันเรามักเจอกับสถานการณ์ต่างๆ ที่ทำให้เราต้องแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนครูจึงต้องฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยครูต้องจัดประสบการณ์ สถานการณ์ กิจกรรมที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและธรรมชาติของนักเรียน เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา เน้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น โดยไม่บังคับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเองและร่วมกับผู้อื่น(เปลว ปุริสาร, 2543, น.33; วิชชุตา อ้วนศรีเมือง, 2554, น.33)

นอกจากนี้ เจษฎา ศุภางคเสน (2530, น.28-29) กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1) ฝึกฝนให้นักเรียนทำตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่ การฝึกให้ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วจึงนำไปตั้งสมมติฐาน ทำการรวบรวมวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาและทดสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ อย่างสม่ำเสมอ

2) ควรเน้นในขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลให้มากเนื่องจากนักเรียนจะได้รับข้อมูลที่หลากหลาย และมีข้อมูลเพียงพอต่อการคิดหาวิธีแก้ปัญหา

3) ฝึกนักเรียนให้รู้จักใช้ทักษะการแก้ปัญหาฝึกการคิดเกี่ยวกับปัญหาฝึกการแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ และฝึกทำนายผลที่เกิดขึ้นจากวิธีแก้ปัญหาต่างๆ

4) ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจะช่วยสร้างเสริมประสบการณ์ในการเรียนรู้ได้ดี

5) ครูควรใช้วิธีการอธิบาย ชี้แจง ให้เหตุผล และหลีกเลี่ยงวิธีการที่เป็นไปในเชิงบังคับหรือเข้มงวดกับนักเรียนเกินไป

6) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ ให้มาก จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมนั้นและนำไปสู่การแก้ไขปัญหา

7) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตัดสินใจด้วยตัวเอง ครูเพียงแต่สนับสนุนข้อมูลหรือบรรยากาศแวดล้อมในการเรียนเท่านั้น ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจด้วยตนเอง และครูทำการรวบยอดความคิดในภายหลัง

8) ควรให้นักเรียนฝึกวิธีการคิดในหลากหลายทางเพื่อนำไปใช้กับปัญหาที่มีความซับซ้อนมากๆ

9) ฝึกให้นักเรียนมีเหตุผลและมีความเชื่อมั่นในตนเองทำให้นักเรียนกล้าแสดงออก แสดงความคิดเห็นของตนเอง

10) ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิจารณ์การวิจารณ์เป็นการฝึกทักษะในแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งการวิจารณ์จะนำไปสู่การคิดวิเคราะห์สังเคราะห์และเรียนรู้ไปพร้อมกัน

11) จัดสิ่งเร้า การเสริมแรง การกระตุ้น ให้นักเรียนได้มีความคิดสร้างสรรค์ โดยกำหนดปัญหาที่มีความท้าทายและน่าสนใจ โดยสามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายได้มาใช้ในการฝึกคิดแก้ปัญหา

12) จัดบรรยากาศหรือจัดสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม และสามารถเปลี่ยนแปลงได้เพื่อเสริมแรงให้นักเรียนรู้สึกว่าเขาสามารถที่จะคิด เปลี่ยนแปลง และมีอิสระในการคิด กล้าคิดกล้าแสดงออก

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2555, น.232-233) การสอนการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพควรจะแทรก อยู่ในทุกวิชา เช่น

1. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการฝึกการสำรวจ การสังเกต การมองเห็นปัญหา การตรวจสอบ การปรับเปลี่ยนปัญหา การจินตนาการ การทดลอง ทดสอบความคิด การใช้สูตรเพื่อการทดสอบ ทฤษฎี ซึ่งสามารถใช้กระบวนการเดียวกับทักษะทางวิทยาศาสตร์

2.จริยศึกษาและศาสนา เน้นการสอบสวน สืบสวน ถกปัญหา วิเคราะห์คำถามเกี่ยวกับ ศีลธรรมจรรยาบรรณต่าง ๆ รวมถึงปัญหาสังคม การตัดสินเรื่องความถูกต้อง ความดีที่อยู่บนพื้นฐานของ จรรยาบรรณ ศีลธรรม ประโยชน์สุขส่วนรวมที่ยั่งยืนที่ไม่เป็นการกล่าวอ้างโดยขัดหลักศีลธรรมพื้นฐานของทุกศาสนา เช่น การทำร้ายต่อผู้อื่น การละเมิด สิทธิ ฯลฯ รวมถึงการเผยแพร่แลกเปลี่ยนความคิดเห็น การมองถึงลำดับขั้นของความคิด ปัญหาและพฤติกรรมที่แสดงออกมา

3. สังคมศึกษา สร้างทักษะความคิดที่ผสมผสานวิชาต่างเข้าด้วยกัน เช่น วิชาประวัติศาสตร์ ภูมิศาสตร์ สังคม และสภาพแวดล้อมศึกษา ด้วยการนำความรู้ จากศาสตร์แต่ละสาขามาบูรณาการเพื่อหาคำตอบหรือใช้ประวัติศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาอนาคต โดยการสังเกตรูปแบบการ แก้ปัญหาจากเหตุการณ์ในอดีต การซ้ำรอยทางประวัติศาสตร์อิทธิพลของสภาพภูมิศาสตร์ที่มีต่อวิถีชีวิต การเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ให้ถกปัญหาการวิเคราะห์ ปรากฏการณ์ การคาดการณ์ การเรียนรู้จากสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วในอดีต การพิสูจน์ความจริงทางสังคมศาสตร์ที่นำไปสู่การตัดสินปัญหาและการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสังคม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ศรัลยา วงเอี่ยม (2559, น.197) ได้ทำการวิจัยโดยมีการใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 41 คน ในงานวิจัยนี้เครื่องมือที่ใช้คือ แบบทดสอบวัดความสามรถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักแนวคิดของเวียร์ (Weir) ประกอบด้วยขั้นตอน 1.ขั้นระบุปัญหา 2.ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3.ขั้นกำหนดปัญหา 4.ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน มีการหาคุณภาพของข้อสอบด้วยการหาค่าความยากง่าย(p) และอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบ ข้อสอบมีค่าความยากง่าย(p) มีค่าระหว่าง 0.25-0.79 และมีค่าอำนาจจำแนก(r) มีค่าระหว่าง 0.28-0.74 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

เฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์ และคณะ (2559, น.44) ได้ทำวิจัยโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38

คน ในงานวิจัยนี้เครื่องมือที่ใช้คือ แบบทดสอบวัดความสามรถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละสถานการณ์จะตั้งคำถาม 4 ข้อ แบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นระบุปัญหา 2. ขั้นตั้งสมมติฐาน 3. ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง 4. ขั้นสรุปผลและนำไปใช้ มีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

ศิริวิมล หงษ์เหม (2557, น.96) ได้ทำวิจัยโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน ในงานวิจัยนี้เครื่องมือที่ใช้คือ แบบทดสอบวัดความสามรถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบอัตนัยให้คะแนนแยกองค์ประกอบย่อยตามขั้นตอนการแก้ปัญหา คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและการประเมินผลทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้แผนละ 1 ข้อและหลังการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 ข้อรวมทั้งหมด7 ข้อ ซึ่งมีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยการหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00 และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ 0.76

นาตยา ช่วยชูเชิด (2557, น.90) ได้ทำวิจัยโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 47 คน ในงานวิจัยนี้เครื่องมือที่ใช้คือ แบบทดสอบวัดความสามรถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 32 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกตังแต่ 0.21 ถึง 0.54 และค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.38 ถึง 0.80 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.83

จงรักษ์ ปัญญารัตนกุลชัย (2554, น.74-75) ได้ทำวิจัยโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน ในงานวิจัยนี้เครื่องมือที่ใช้คือ แบบทดสอบวัดความสามรถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักแนวคิดของเวียร์ (Weir) ประกอบด้วยขั้นตอน 1.ขั้นระบุปัญหา 2.ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3.ขั้นกำหนดปัญหา 4.ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ข้อสอบ ประกอบด้วยข้อความหรือสถานการณ์ 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน มีการหาคุณภาพของข้อสอบด้วยการหาค่าความยากง่าย(p) และอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบ ข้อสอบมีค่าความยากง่าย(p) มีค่าระหว่าง 0.20-0.80และมีค่าอำนาจจำแนก(r) มีค่าระหว่าง 0.2 ขึ้นไป

จากการศึกษางานวิจัยการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาหลายๆ ท่าน มีลักษณะขั้นตอนในการสร้างเครื่องที่เป็นขั้นตอนการ

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ แบบทดสอบเป็นแบบข้อความหรือสถานการณ์ แบบปรนัยหรืออัตนัย 4 ตัวเลือก ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือวัดแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยขั้นตอนการแก้ปัญหาของ เวียร์ (Weir) ประกอบด้วยขั้นตอน 1.ขั้นระบุปัญหา 2.ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3.ขั้นกำหนดปัญหา 4.ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ข้อสอบแบบทดสอบเป็นข้อความหรือสถานการณ์ ตั้งคำถามสถานการณ์ละ 4 คำถาม เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3.เอกสารเกี่ยวกับการเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้คล้ายคลึงกันว่า

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก นึกคิดภายในจิตใจ ความคิดเห็นส่วนบุคคล ค่านิยม ความเชื่อทั้งทางบวก ทางลบ สร้างและเปลี่ยนแปลงได้ อันเนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นท่าทีคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจจะสนับสนุนหรือต่อต้านที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ นพคุณ แดงบุญ (2552a, น.3); นุสรา หัวไผ่ (2552, น.34); มารียะห์ มะเซ็ง (2556, น.71)

Haladyna; & Shaughnessy(1982:548) อ้างถึงในนุสรา หัวไผ่ (2552, น.34) พบว่าผู้วิจัยแต่ละคนต่างให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกันไปสรุปได้ดังนี้

1.เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความเชื่อในความคิดเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

2.เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลเกี่ยวกับคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์

3.เจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกของนักเรียน ที่มีต่อกิจกรรมวิยาศาสตร์หรือวิธีสอน ความสนใจทางวิทยาศาสตร์

4.เจตคติต่อหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เป็นการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรม ที่หลากหลายส่วนต่างๆ ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์

5.เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของนักเรียนต่อเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

วันศิริ สมบุญ (2557, น.36) กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็น ความเชื่อของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย อาจเป็นทางบวกหรือทางลบ อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ทำให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะ

แสดงพฤติกรรมสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้าไปในทิศทางใดทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือต่อต้านก็ได้ซึ่งการวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด และพฤติกรรมในระดับการแสดงออก

อุบล บุญชู (2560b, น.28) กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเชื่อความคิด ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิดและพฤติกรรมในระดับการแสดงออก โดยพฤติกรรมที่แสดงออกนั้นมี 2 ลักษณะ คือ

1.เจตคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาในลักษณะความพึงพอใจ ความชอบ อยากเรียน และอยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2.เจตคติทางลบต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาในลักษณะไม่พอใจ ไม่ชอบ ไม่อยากเรียน และไม่อยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2546:149) อ้างถึงในนพคุณ แดงบุญ (2552b, น.37)กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว ได้แก่ ความพอใจ ความศรัทธาและซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ ตระหนักในคุณและโทษ ความตั้งใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์การเลือกใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพโดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

จากการศึกษาข้อมูลสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น ความเชื่อของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ทั้งทางบวกและทางลบอันเป็นผลมาจากการการเรียนรู้และประสบการณ์ที่เป็นตัวกระตุ้นให้แสดงพฤติกรรมออกมาในลักษณะทางสนับสนุนหรือทางต่อต้าน

3.2 ความสำคัญของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความสำคัญเจตคติ ดังนี้

มาตินและคณะ(Martin;others:1994 อ้างถึงในอุบล บุญชู (2560a, น.37-38) ได้กล่าวถึงความสำคัญของเจตคติไว้ 3 ประการ

1.เจตคติขึ้นอยู่กับความพร้อมทางจิตใจ ถ้านักเรียนมีเจตคติบวก นักเรียนจะรับรู้มโนมติ(Concept) เนื้อหาสาระ(Content) และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนบุคคลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ถ้าเป็นนักเรียนที่ไม่พร้อมนักเรียนขาดความกล้าที่จะปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2.เจตคติมิได้มีมาแต่กำเนิด นักจิตวิทยา กล่าวว่า เจตคติสามารถเรียนรู้ได้ และสามารถจัดประสบการณ์ให้เด็กเกิดเจตคติ นอกจากนี้ เจตคติของนักเรียนยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยอาศัยประสบการณ์ที่เพิ่มพูนขึ้น

3.เจตคติเป็นสิ่งที่เป็นพลวัตร (Dynamic) อันเนื่องมาจากประสบการณ์ก่อให้เกิดการพัฒนาเจตคติด้านอารมณ์และความรู้สึกและเจตคติด้านสติปัญญา ซึ่งเจตคติทั้งสองส่วนนำไปสู่การตัดสินใจและการประเมินคุณค่าของสิ่งนั้น ๆ

ดังนั้นเจตคติจึงก่อให้เกิดเกิดพฤติกรรมเชิงบวกหรือเชิงลบได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของจิตใจ การได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ถ้านักเรียนได้รับประสบการณ์ทางวิยาศาสตร์ในทางบวกก็จะพัฒนาเจตคติไปในทางบวก

3.3 องค์ประกอบของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติ ในแง่มุมต่างๆ และมีความเห็นคล้ายคลึงกัน ดังนี้

ฟรีแมน(Freeman.1970:248 อ้างถึงในวันศิริ สมบุญ (2557, น.36-37)ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติออกเป็น 3 ประการ คือ

1.องค์ประกอบด้านความรู้ เป็นการรับรู้เกี่ยวกับวัตถุ สิ่งของ บุคคล หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่ารู้ได้อย่างไร รู้ในทางที่ดีหรือไม่ ทางบวกหรือทางลบ อันจะก่อให้เกิดเจตคติขึ้นหากรู้สิ่งหนึ่งในทางที่ดีก็จะมีผลให้เกิดเจตคติต่อสิ่งนั้นในทางที่ดี แต่ถ้ารู้สิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางไม่ดีก็จะทำให้มีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นด้วย ถ้าไม่เคยรู้จักสิ่งใดเลยก็จะไม่เกิดเจตคติขึ้น

2.องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ เป็นความรู้สึกที่ถูกเร้าจากการรู้นั้นโดยเมื่อรู้สิ่งใดจะทำให้เกิดความรู้สึกในทางดีหรือไม่ดี หากรู้สึกไม่ดีต่อสิ่งนั้นก็จะมีผลให้ไม่ชอบและเกิดความไม่พอใจสิ่งนั้นด้วย ดังนั้นความรู้สึกนี้จะทำให้เกิด เจตคติในทางใดทางหนึ่ง

3.องค์ประกอบทางด้านแนวโน้มในเชิงพฤติกรรมหรือการกระทำเป็นความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้น ๆ ในทางใดทางหนึ่ง เช่น สนับสนุน ส่งเสริม ช่วยเหลือ หรือ ขัดขวางต่อสู้และทำลาย เป็นต้น

ไทรแอนดิส(Triandis.1971:3 อ้างถึงในอุบล บุญชู (2560a, น.30) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ส่วนคือ

1.องค์ประกอบทางด้านความรู้ความเข้าใจ (A Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบทางความรู้ความเข้าใจของบุคคลต่อสิ่งเร้า ซึ่งได้แก่บุคคล สถานการณ์สังคม

2.องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (An Affective Component) เป็นองค์ประกอบที่ต่อเนื่องจากองค์ประกอบที่ 1 คือ เมื่อมีความรู้ความเข้าใจแล้วจะเกิดความรู้สึกต่อสิ่งนั้น ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ

3.องค์ประกอบด้านการกระทำ (A Behavioral Component) เมื่อเกิดองค์ประกอบที่ 1 และ 2 แล้วจะเกิดความพร้อมทางการกระทำ ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทั้งสองดังกล่าวองค์ประกอบของเจตคติ มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ องค์ประกอบด้านอารมณ์ และองค์ประกอบด้านพฤติกรรม

จากการศึกษาข้อมูล สรุปได้ว่าองค์ประกอบของเจตคติ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ องค์ประกอบด้านอารมณ์ความรู้สึก และองค์ประกอบด้านพฤติกรรม

3.4 ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ลักษณะพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้รวบรวมลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ภพ เลาหไพบูลย์ (2537, น.19) กล่าวถึง ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) กระหายใคร่รู้ในปรากฏการณ์ธรรมชาติ รู้จักแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลและมีความยินดีเป็นอย่างยิ่งเมื่อได้ค้นพบความรู้ใหม่ๆ

2. ความเพียรพยายาม (Endeavor) ไม่ย่อท้อต่อปัญหาและอุปสรรคที่กีดขวางการเสาะแสวงหาความรู้ แม้ว่าการทดลองนั้นจะประสบความล้มเหลวก็ตาม แต่ก็ยังมีความมุมานะบากบั่นและตั้งใจอย่างแน่วแน่ที่จะค้นหาคำตอบ ค้นหาแนวทางใหม่ปรับปรุงวิธีการค้นหาคำตอบจนกว่าจะได้รับคำอธิบายอย่างสมเหตุสมผล

3.ความมีเหตุผล (Reasoning) ยอมรับคำอธิบายที่มีประจักษ์พยานหรือหลักฐานข้อมูลอย่างพอเพียงเพื่อนำไปสู่การสรุปผล

4. ความซื่อสัตย์ (Honesty) ไม่มีอคติ (Bias) ต่อการทดลอง บันทึกผลจากสิ่งที่สังเกตหรือวัดตามความเป็นจริง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบข้อมูลได้ในภายหลังและเล็งเห็นคุณค่าของของการนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

5. ความรอบคอบ (Circumspection) เห็นคุณค่าของการจัดระบบการทำงานอย่างรอบคอบ นำวิธีการหลายๆ อย่างมาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลองอย่างละเอียดถี่ถ้วน

6.ความใจกว้าง (Open-minded) ต้องเป็นผู้เปิดโอกาสให้ตนเองยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การสืบเสาะความรู้ความจริงทางวิทยาศาสตร์ จึงใช้เจตคติซึ่งเปรียบเสมือนแรงขับที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกอยากจะค้นหาคำตอบในข้อสงสัย ซึ่งจะต้องใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้คำอธิบายอย่างสมเหตุสมผลและมีความชัดเจนถูกต้องมากกว่าการคิดโดยไร้ซึ่งการพิสูจน์ทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2535, น.28-30) ได้กำหนดคุณลักษณะ ของผู้ที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ด้าน ดังนี้

1.มีความอยากรู้อยากเห็น

2.มีความรับผิดชอบและเพียรพยายาม

3.มีเหตุผล

4.มีระเบียบและรอบคอบ

5.มีความซื่อสัตย์

6.มีใจกว้าง

สุรศักดิ์ แพรดำ (2544, น.20-21) ได้จำแนกลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ออกเป็น 9 ประการ คือ

1. ความมีเหตุผล

1.1 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

1.2 หาความสัมพันธ์ของเหตุผลที่เกิดขึ้น

1.3 มีหลักฐานร่วมอภิปรายอย่างอิสระในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เต็มใจที่จะใช้แนวทางใหม่ๆใน การศึกษาหรือในการทำงานเสมอ

1.4 เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผล

2. ความอยากรู้อยากเห็น

2.1 ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

2.2 กระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้และประสบการณ์ใหม่อยู่เสมอ

2.3 แสวงหาความรู้ด้วยวิธการต่างๆ

2.4 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม

3. ความรับผิดชอบ

3.1 ปฏิบัติหน้าทำที่ได้รับมอบหมายจนเสร็จสิ้นและตรงเวลา

3.2 ใช้และเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์อย่างมีระบบระเบียบและปลอดภัย

3.3 ปฏิบัติการทดลองหรือกิจกรรมการเรียนอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดกระบวนการ

3.4 ไม่ท้อถอยเมื่อการทำงานมีอุปสรรคหรือล้มเหลว

4. ความร่วมมือในการทำงาน

4.1 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้และอาสาในการทำงาน

4.2 สละเวลาในการทำงาน และการศึกษาค้นคว้า

4.3 มีความอดทน ความพยายาม และร่วมกิจกรรมด้วยความชื่นชม

4.4 มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้

5. ความใจกว้าง

5.1 รับฟังความคิดเห็น คำวิพากษ์วิจารณ์หรือข้อขัดแย้ง

5.2 ยอมรับความเปลี่ยนแปลงและความกาวหน้าใหม่ๆ

5.3 ยอมเปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อผู้อื่นมีเหตุผลดีกว่า

5.4 ปรับปรุงงาน ออกแบบการทดลอง และสรุปเมื่อมีข้อมูลที่ดีกว่า

6. ความซื่อสัตย์

6.1 รายงานหรือนำเสนอผลการทดลองหรือการศึกษาตามความเป็นจริง

6.2 ปฏิบัติกิจกรรมตามข้อกำหนดและควบคุมตัวแปรอย่างรัดกุม

6.3 บันทึกข้อมูลตามความจริงและละเอียดถูกต้อง

6.4 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริง

ศรารัตน์ มุลอามาตย์ (2554, น.53) กล่าวว่า ได้จำแนกคุณลักษณะและพฤติกรรมออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำของนักเรียนที่แสดงออกถึงการทำกิจการงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความเข้าใจใส่ จนงานประสบความสำเร็จและสมบูรณ์ไม่ท้อถอยเมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการแสวงหาความรู้และเป็นคนตรงต่อเวลา

2. ความซื่อสัตย์ หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำของนักเรียนที่แสดงออกถึงการชื่นชม ยกย่องบุคคลที่เสนอความจริงถึงแม้จะเป็นผลงานที่แตกต่างจากผู้อื่น เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริงบันทึกข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่เอาความคิดเห็นของตนไปเกี่ยวข้องแอบอ้างผลงานผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนมีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ ซึ่งเป็นผู้ซื่อตรง อดทน ยุติธรรมและละเอียดรอบคอบ

3. การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำของนักเรียนที่แสดงออกถึงการแสดงความคิดเห็นร่วมกันและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของแต่ละบุคคลภายในกลุ่ม ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยความเต็มใจและตั้งใจ ไม่เอาความคิดเห็นของตนเป็นใหญ่ เต็มใจที่จะเปลี่ยนแนวคิดการปฏิบัติ เมื่อมีข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้มากกว่า ปราศจากอคติเต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

4.ความมีเหตุผล หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำของนักเรียนที่แสดงออกถึงความเชื่อในความสำคัญของเหตุผล ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ ที่ไม่สามารถอธิบายได้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แสวงหาสาเหตุและเหตุการณ์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้นต้องการที่จะรู้ว่า ปรากฏการณ์ต่างๆ นั้นเป็นอย่างไรและทำไมจึงเป็นอย่างนั้น พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่ของเหตุผล

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์ลักษณะของนักเรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

วิเคราะห์ลักษณะของนักเรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์					
สสวท. (2538)	ภพ เลาไพบูลย์ (2542)	สุรศักดิ์ แพรดำ (2544)	ศรารัตน์ มุลอามาตย์ (2553)	พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2554)	ผู้วิจัย (2565)
1.ความอยากรู้อยากเห็น	1.ความอยากรู้อยากเห็น	1.ความมีเหตุผล	1.ความอยากรู้อยากเห็น	1.ความมีเหตุผล	1.ความอยากรู้อยากเห็น
2.ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม	2.ความเพียร	2.ความอยากรู้อยากเห็น	2.ความรับผิดชอบ	2.ความอยากรู้อยากเห็น	2.ความมีเหตุผล
3.ความมีเหตุผล	3.ความมีเหตุผล	3.ความรับผิดชอบ	3.การร่วมแสดงความคิดเห็น	3.ความใจกว้าง	3.ความซื่อสัตย์

ตาราง 3 (ต่อ)

วิเคราะห์ลักษณะของนักเรียนที่มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์					
สสวท.2538	ภพ เลาไพบูลย์ 2542	สุรศักดิ์ แพรดำ 2544	ศรารัตน์ มุลอมาตย์ 2553	พิมพันธ์ เดชะคุปต์2554	ผู้วิจัย 2565
4.ความมีระเบียบและรอบคอบ	4.ความซื่อสัตย์	4.ความร่วมมือในการทำงาน	4.ความมีเหตุผล	4.ความซื่อสัตย์และใจเป็นกลาง	4.การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น
5.ซื่อสัตย์	5.ความรอบคอบ	5.ความมีใจกว้าง		5.ความเพียร	
6.ความใจกว้าง	6.ความใจกว้าง	6.ความซื่อสัตย์		6.พิจารณารอบคอบก่อนตัดสินใจ	

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่า นักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของผู้มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ไว้แต่ละด้านซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ออกมา 4 ด้าน ได้แก่1)ความอยากรู้อยากเห็น 2)ความมีเหตุผล 3)ความซื่อสัตย์ 4)การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น เพื่อเป็นแนวทางในการวัดประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3.5 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้คล้ายคลึงกันว่า แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นชุดของข้อคำถามด้านความรู้สึกที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางบวก หรือ ทางลบ ซึ่งมีการกำหนดระดับคำตอบไว้เป็นช่วงๆ(Interval) ให้กลุ่มตัวอย่างเลือกตอบตามความรู้สึก ที่แท้จริง ซึ่งเจตคติเลือกตอบตามความรู้สึกที่แท้จริง ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนแรกเป็นความรู้สึกหรือการประเมิน (Feeling or Evaluating Component) ซึ่งกิริยาท่าทีที่แสดงออกว่าชอบ หรือไม่ชอบ ดีหรือไม่ดี ต่อสิ่งนั้นและส่วนสุดท้ายคือ ส่วนที่เป็นพฤติกรรม (Behavioral Component) ซึ่งเป็นความโน้มเอียงที่จะกระทำหรือจะปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งต่อสิ่งเร้านั้น แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมมากที่สุดและใช้กันแพร่หลาย คือ แบบวัดเจตคติแบบลิเคิรท์ เป็นแบบมาตรประมาณค่า มาตรส่วนนี้ประกอบด้วย

ประโยคและข้อความต่างๆ ที่แสดงความรู้สึกของตนเองออกมา มาตรส่วนนี้เป็นแบบสเกล 5 ระดับ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2543, น.249) ได้กล่าวว่า มาตรวัดเจตคติแบบลิเคิร์ทสามารถใช้วัดเจตคติได้อย่างกว้างขวางกว่าแบบอื่นๆ และสามารถวัดเจตคติได้เกือบทุกเรื่องและมีค่าความเที่ยงสูงกว่าแบบอื่น ศักดิ์ สุนทรเสณี (2531, น.40)สุชา จันทร์เอม อ้างถึงใน ศรารัตน์ มุลอามาตย์ (2554, น.54)

นอกจากนี้ ขนิษฐา กรกำแหง (2551, น.69) กล่าวว่า การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง หรือสถานการณ์ต่างๆ มีวิธีการต่อไปนี้

1.ใช้แบบสอบถาม

2.สังเกต สัมภาษณ์ บันทึก

3.ใช้สังคมมิติ

4.การให้สร้างจินตนาการ

ล้วน สายยศ (2543, น.90) แบบวัดเจตคติของลิเคิร์ท (Likert scale) เครื่องมือวัดเจตคติแบบลิเคิร์ทเป็นมาตรวัดเจตคติที่นิยมใช้กันมากวิธีหนึ่งและพัฒนา เพื่อใช้วัดด้านความรู้สึกได้หลายอย่างการสร้างเครื่องมือวัดเจตคติแบบนี้เป็นวิธีประเมินน้ำหนัก ความรู้สึกของข้อความหลังจากเอาเครื่องมือไปสอบวัดแล้วซึ่งการสร้างข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อ เป้าเจตคติจะต้องให้

ครอบคลุมและสัมพันธ์ซึ่งกันและกันข้อความอาจจะเป็นทางบวกหมดหรือทางลบหมดหรือผสมกันก็ได้ระดับเจตคติตามแบบลิเคิร์ท นิยมแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (Scale) คือเห็น ด้วยอย่างยิ่งเห็นด้วยไม่แน่ใจไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ถ้าเป็นข้อความทางบวกจะมี คะแนน 5, 4, 3, 2, 1 หรือ (4, 3, 2, 1, 0) ถ้าเป็นข้อความทางลบจะมีคะแนน 1, 2, 3, 4, 5 (หรือ 0, 1, 2, 3, 4) การตอบจะให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบทุกข้อโดยแต่ละข้อเลือกระดับที่ตรงกับความรู้สึก ที่แท้จริงมากที่สุด ผู้ตอบแบบสอบถาม ได้คะแนนตามระดับที่เลือกตอบแต่ละข้อความแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยได้เป็นคะแนน เจตคติของผู้นั้น

ขั้นตอนของการสร้างแบบวัดเจตคติของลิเคิร์ท ดังนี้ (ล้วน สายยศ, 2543, น.90-95)

1. เลือกชื่อเป้าเจตคติ (Attitude Object) ก่อนเป้าของเจตคติอาจจะเป็นคนวัตถุสิ่งขององค์กรสถาบันอาชีพวิชาเป็นต้น ซึ่งแล้วแต่จะเลือกยิ่งแคบยิ่งดียิ่งกำหนดช่วงเวลาด้วยแล้วการแปลผลก็จะทำให้มีความหมายดีขึ้น

2. เขียนข้อความแสดงความรู้สึกต่อเป้าเจตคติโดยวิเคราะห์แยกแยะและให้ครอบคลุมลักษณะของข้อความควรเป็นดังนี้

2.1 เป็นข้อความที่แสดงความเชื่อและรู้สึกตามเป้าเจตคติที่ต้องการ

2.2 ไม่เป็นการแสดงถึงความเป็นจริง

2.3 มีความแจ่มชัดให้ข้อมูลพอตัดสินได้

2.4 ควรหลีกเลี่ยงคำปฏิเสธซ้อนข้อความอ้างอิงในอดีตที่ผ่านมาข้อความที่มีคำว่า “ทั้งหมด” “เสมอๆ” “ไม่เคย” “ไม่มีเลย” หรือ “เพียงเท่านั้น

2.5 ข้อความควรมีความเชื่อเดียว

3. การตรวจสอบข้อความเป็นการตรวจสอบขั้นแรกเพื่อดูว่าข้อความนั้นเขียนไว้เหมาะสมดีหรือไม่การตอบจะให้ตอบว่าชอบ-ไม่ชอบดี-ไม่ดีหรือเห็นด้วย-ไม่เห็นด้วยควรใช้ มาตรา 3 มาตรา 4 หรือมาตรา 5 เป็นต้นการเขียนการแสดงออกในมาตราวัดแบบลิเคิรท์ นิยมใช้ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. การให้น้ำหนักหรือการให้คะแนนเพื่อแทนระดับเจตคติตามวิธีการของลิเคิรท์

ในเชิงปฏิบัตินิยมวิธีกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความคิดเห็น คือ

- เห็นด้วยอย่างยิ่งกำหนดคะแนนหรือน้ำหนักความคิดเห็นเป็น 5
- เห็นด้วยกำหนดคะแนนหรือน้ำหนักความคิดเห็นเป็น 4
- ไม่แน่ใจกำหนดคะแนนหรือน้ำหนักความคิดเห็นเป็น 3
- ไม่เห็นด้วยกำหนดคะแนนหรือน้ำหนักความคิดเห็นเป็น 2
- ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกำหนดคะแนนหรือน้ำหนักความคิดเห็นเป็น 1
- ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกำหนดคะแนนหรือน้ำหนักความคิดเห็นเป็น 0

5.การทดลองคุณภาพเบื้องต้นในระยะนี้ต้องการศึกษาว่าข้อความแต่ละข้อความมีอำนาจจำแนกผู้ที่มีเจตคติสูงกับเจตคติแตกต่างกันหรือไม่นั้นคือพยายามหาว่าข้อความข้อนั้นถ้าใคร ตอบมาตราสูงแสดงว่ามีเจตคติสูง ถ้าใครตอบมาตราต่ำจะเป็นคนมีเจตคติต่ำโดยใช้สูตรการหาอำนาจจำแนกตามแนว Edwards โดยใช้ t-test ถ้ามีค่ามากกว่า 1.75 ขึ้นไปเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกใช้ได้

6. การจัดแบบทดสอบเมื่อได้ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีแล้วพิจารณาว่าจำนวนกี่ข้อตามหลักการ ถ้าข้อความมีคุณภาพสูงมากจะใช้ 10-15 ข้อซึ่งการให้จำนวนข้อควรคำนึงถึงกลุ่ม ตัวอย่างและระดับอายุความสามารถในการอ่าน ความเบื่อหน่ายในการตอบซึ่งระดับเด็กๆไม่ควรมี หลายข้อจนเกินไป

7. การตรวจให้คะแนนการให้คะแนนกรณีเป็นข้อความให้เปลี่ยนมาเป็นตัวเลขก่อน แต่ถ้าเป็นตัวเลขแล้วก็นำตัวเลขที่ผู้ตอบเลือกมารวมกันเลยซึ่งถ้าข้อความเป็นความรู้สึกทางลบ จะต้องกลับตัวเลขกันกับข้อความที่เป็นไปทางบวก

8. การแปลคะแนนจะแปลผลจากผลรวมของทุกข้อก็ได้ เช่น แบบทดสอบมี10 ข้อมี มาตราส่วน 4 มาตราสอบเสร็จแล้วหาคะแนนเฉลี่ยได้ 25.0 คะแนน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ได้ 5.51 คะแนนจะต้องเทียบคะแนนจากคนสอบได้ต่ำสุด 10 คะแนนสูงสุด 40 คะแนนแต่ถ้าอยาก แปลผลให้เป็นตัวเลขมาตรา4 ก็ให้เอาจำนวนข้อไปหารจำนวนคะแนนเฉลี่ยและคะแนนความ เบี่ยงเบนมาตรฐานผลจะออกมาเหมือนกับคะแนนของคนสอบเพียงข้อเดียวนั้นคือกลุ่มตัวอย่างกลุ่ม ได้คะแนนเฉลี่ย 2.50 คะแนน คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 คะแนน เป็นต้น

9. การหาคุณภาพอื่นเช่นความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง

9.1 ความเชื่อมั่นหาได้โดยวิธีดังต่อไปนี้

9.1.1) สอบซ้ำ (test-retest)

9.1.2) คู่ขนาน (equivalent form or parallel form)

9.1.3) แบ่งครึ่งฉบับ (split-half)

9.1.4) สัมประสิทธิ์แอลฟา (alpha-coefficient)

9.2 ความเที่ยงตรงหาได้โดยวิธี ดังนี้

9.2.1) Construct Validity

9.2.2) Concurrent Validity

9.2.3) Predictive Validity

จากแนวคิดเกี่ยวกับแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนดและออกแบบเครื่องมือวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในลักษณะเป็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ประกอบด้วย 4 ด้าน 1) ด้านความอยากรู้อยากเห็น 2) ด้านความมีเหตุผล 3) ด้านความซื่อสัตย์ 4) ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น

3.6 แนวการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ครูเป็นบุคคลสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนเรียนการสอน วิธีการสอนให้เกิดเจตคติมีหลายวิธี อาภรณ์ ใจเที่ยง(2537:64-65 อ้างถึงใน อุบล บุญชู 2560:30-31) ได้สรุปไว้ 6 วิธี ดังนี้

1.ให้ข้อเท็จจริงที่ถูกต้องแก่นักเรียน โดยอธิบายหรือจัดประสบการณ์ให้นักเรียนนำไปพิจารณาไตร่ตรอง จนเกิดการยอมรับเจตคตินั้น

2.ชักจูงนักเรียนให้เกิดการยอมรับโดยการแนะนำ บอกเล่า หรือให้ความรู้เพิ่มเติมจากนักเรียนเคยรู้มา อาจให้ชมภาพยนตร์หรือฟังปาฐกถา เมื่อนักเรียนเห็นประโยชน์และความสำคัญก็จะยอมรับเจตคตินั้น

3.จัดกิจกรรมที่เร้าใจให้เกิดการยอมรับ เช่น ให้ชมภาพยนตร์ ดูละคร หรือดูรูปภาพ

4.ให้เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรง นักเรียนได้พบ ได้สัมผัสด้วยตนเองย่อมเปลี่ยนเจตคติหรือยอมรับเจตคติใหม่

5.สร้างความประทับใจให้นักเรียน

6.การอ่านหนังสือจะช่วยเปลี่ยนเจตคติได้บ้าง เพราะผู้อ่านมักจะนำตนเองเข้าไปสวมบทบาทตัวเอกในเรื่อง ทำให้คล้อยตามแนวคิดต่าง ๆ ถ้าครูจัดหนังสือที่ดีให้อ่านนักเรียนย่อมได้เจตคติที่ต้องการ การพัฒนาเจตคติให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเป็นเป้าหมายที่สำคัญ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว

นอกจากนี้ ทิพย์ธารา วงษ์สด (2553, น.68); พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537, น.63); ลักขณา ศรีวรขันธ์ (2550, น.23)กล่าวว่า การพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องสำคัญที่ต้องพัฒนา เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น ความมีใจกว้าง มีความซื่อสัตย์ มีใจเป็นกลาง มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบ ก่อนตัดสินใจลงความเห็นหรือสรุปเรื่องใดเรื่องหนึ่ง กิจกรรมต่างๆ เพื่อพัฒนาเจตคติให้สัมฤทธิ์ผลนั้นควรเป็นกิจกรรมที่นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง อย่างมีระบบตามความถนัดความสนใจ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง รับประสบการณ์ตรงต่างๆ ในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ ประสบปัญหาและการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูจะเป็นผู้ให้คำปรึกษาและดูแลให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ รวมทั้งอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าบรรลุและเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปแนวทางการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลอง ให้นักเรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจึงช่วยพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปได้ในเวลาเดียวกัน

2. การมอบหมายกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ให้ทำ โดยเฉพาะการทดลองควรให้ นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่นฟังความคิดเห็นของผู้อื่นฝากความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและในขณะที่นักเรียนที่ทำการทดลองนั้นครูต้องคอยดูแล หรือให้ความช่วยเหลือบางอย่างเพื่อจะได้ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะนั้นด้วย

3. การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้ดี เช่น ขณะที่นักเรียนเรียน เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิตในหัวข้อที่ว่าทำไมจึงต้องมีการย่อยอาหาร ในบทเรียนนี้ครูอาจตั้งคำถาม ถามนักเรียนว่า

3.1 ทำไมแพทย์จึงแนะนำให้ คนไข้กินอาหารอ่อน ๆ เช่น ข้าวต้ม โจ๊ก

3.2 นักเรียนเคยเห็นแพทย์ให้กลูโคสทางเส้นเลือดกับคนไข้ไหม ทำไมจึงต้องทำเช่นนั้น

4. ครูต้องเตรียมกิจกรรมการสอนที่หลากหลายขณะทำการสอนควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในรูปแบบต่างๆเพื่อให้เด็กได้ฝึกประสบการณ์หลายๆด้านหรือฝึกประสาทสัมผัสหลายๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ เพื่อเร้าใจให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น การให้ความเอาใจใส่ของครูฯลฯ เหล่านี้จะเป็นส่วนหนึ่งต่อการพัฒนาเจตคติได้

5. ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะของเจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียนและวัยของนักเรียนเพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจขอบเขตวงจำกัดของวิทยาศาสตร์ เข้าใจอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลชนและสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาลักษณะเจตคตินั้นๆ

6. กระตุ้นให้นักเรียนสนใจความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มมาช่วยกันคิดแก้ปัญหานำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาสังคม เช่น ปัญหาจราจรติดขัดใน กรุงเทพฯ แล้วให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อหาทางแก้ปัญหา จากการตั้งข้อสังเกตของนักเรียนเองหรือนักเรียนอาจจะประมวลจากประกาศของทางราชการหรือจากสื่อมวลชนก็ได้เพื่อฝึกแนวคิด

หลักการสร้างเจตคติที่ดีต่อนักเรียน

ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ นั้นนอกจะมีการกำหนดจุดมุ่งหมายให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนแล้วก็ยังต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชานั้น ๆ ด้วย(คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525: 57-58 อ้างถึงใน นพคุณ แดงบุญ 2552:38) ได้กล่าวถึงการสร้างเจตคติที่ดีแก่นักเรียนดังนี้

1.ให้นักเรียนทราบจุดมุ่งหมายในเรื่องที่เรียน

2.ให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของวิชานั้น ๆ อย่างแท้จริง

3.ให้นักเรียนได้มีโอกาสหรือมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

4.ให้นักเรียนได้เรียนสอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดเพื่อให้เกิดผลสำเร็จในการเรียนอันเป็นผลให้มีเจตคติที่ดีต่อไป

5.การสอนของครูจะต้องมีการเตรียมตัวอย่างดี ใช้วิธีสอนที่ดี นักเรียนเข้าใจง่าย

6.ครูต้องสร้างความอบอุ่นและความเป็นกันเองให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

7.ครูต้องสร้างบุคลิกภาพให้เป็นที่เลื่อมใสแก่นักเรียน

8.จัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของโรงเรียน ห้องเรียนให้มีบรรยากาศที่น่าอยู่และน่าสนใจ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

4.1.1 งานวิจัยในประเทศ

จารีพร ผลมูล (2558b, น.65)การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอ จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 33 คน ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560, น.320-334) ได้ศึกษาสตีมศึกษา (STEAM Education) ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษาการพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก พบว่า ปัจจัยสำคัญในการนำแนวคิด STEAM Education มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ บริบท การออกแบบสร้างสรรค์ และการสร้างความจับใจในการออกแบบกิจกรรมสร้างสรรค์ สิ่งสำคัญในการออกแบบกิจกรรม

วิภาวี ทะนานทอง (2561, น.119) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สตีมศึกษากับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์–คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้อง ได้จากเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง เป็นนักเรียน

ที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมสตีมศึกษาจำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน และนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 1 ห้อง จำนวน 30 คน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสตีมศึกษาวิชาพื้นฐานเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ($p < .05$)การเรียนรู้ที่สำคัญ 4 ประเด็น คือ 1)การบูรณาการ 2)ความหลากหลาย 3)ความลึก 4)ความเป็นพลวัต

เจนจิรา สันติไพบูลย์ และ วิสูตรโพธิ์เงิน (2561, น.69-85) การจัดกิจกรรมพัฒนานักเรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 23 คน โรงเรียนอนุบาลเทศบาลอ้อมน้อย 2 ผลการ พบว่า 1) ผลการศึกษาทักษะกระบวนการ ภาพรวมมีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดีและพัฒนาการในด้านทักษะการแก้ปัญหามีพัฒนาการที่สูงขึ้น 2) ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ภาพรวมมีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดีมากสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 3) ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นปลายเปิดในการจัดกิจกรรมชุมนุมนักประดิษฐ์น้อย พบว่า นักเรียนชอบการจัดการเรียนการสอนในเรื่องสนามแข่งดินน้ำมันมากที่สุด ได้รับความรู้ ในด้านวิทยาศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ ด้านศิลปะความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน เรียนรู้สิ่งใหม่ๆเกิดความรู้และความสนุกสนาน

4.1.2 งานวิจัยต่างประเทศ

คาร์วัน, นัม และลี (Kwon; Nam; & Lee. 2011: ออนไลน์)(อ้างถึงใน จารีพร ผลมูล, 2558a, น.28) ได้ศึกษาผลของการใช้ STEAM เป็นฐาน ในนักเรียนประถมศึกษาที่มีความคิดสร้างสรรค์ ประเทศเกาหลี ผลการศึกษาพบว่า การศึกษา STEAM เป็นฐานนั้น เป็นการเชื่อมโยงความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล ขณะนี้ทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์โดยการใช้ STEAM เป็นฐาน ซึ่งการศึกษา STEAM มาจาก STEM เกิดการรวมกันของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ จากนั้น STEAM จะมีศิลปศาสตร์เข้ามาซึ่งศิลปศาสตร์นั้นจะหมายถึง ภาษา ความอิสระ การประดิษฐ์ สำหรับการศึกษาศิลปศาสตร์นั้นจะทำให้เกิดการเรียนรู้เป็นรูปธรรม และยังเป็นแรงจูงใจในการพัฒนาบุคลิกภาพของนักเรียนนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในนักเรียนปฐมศึกษาอีกทั้งส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ซึ่งสังเกตได้จากการทำกิจกรรม และการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้

แฮมเนอร์ และครอส (Hamner; & Cross. 2013: ออนไลน์)(อ้างถึงใน จารีพร ผลมูล, 2558a, น.28) ได้ศึกษาเทคนิคการเผยแพร่โปรแกรมหุ่นยนต์รูปแบบ STEAM ผ่านห้องเรียน

K-12 ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า ศิลปศาสตร์และหุ่นยนต์ เป็นการบูรณาการหลายวิชาเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และนำไปสู่การสร้างหลักสูตรใหม่ให้ประสบผลสำเร็จ โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พัฒนาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพ เพื่อนำไปสอนนักเรียนภายในห้องเรียน สำหรับศิลปศาสตร์และหุ่นยนต์ เป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการปฏิบัติและแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมาโดยจะฝึกให้นักเรียน วางแผน ปฏิบัติซ้ำๆ ทำให้เกิดผลทดสอบ และปรับปรุงเพื่อนำความสำเร็จ ซึ่งจะสอดคล้องกับมาตรฐานการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งยังฝึกให้เข้าใจสภาพปัญหา นำไปสู่การแก้ไขปัญหา เพื่อเป็นการฝึกความอดทน เพราะจะต้องเจอความล้มเหลว ความทุกข์ยาก ซึ่งความอดทนจะเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จในชีวิต มากกว่าความฉลาดทางสติปัญญา การส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือและเทคนิคการใช้คอมพิวเตอร์นั้นจะทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสิ่งประดิษฐ์

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า สตีมศึกษา(STEAM Education) เป็นการบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระวิชา ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์, เทคโนโลยี, วิศวกรรมศาสตร์, ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมกันอย่างลงตัวโดยใช้ศาสตร์ทางด้านศิลปศาสตร์ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ให้สมองซีกขวาและสมองซีกซ้ายเกิดความสมดุลในการทำงานร่วมกันเน้นกระบวนการนำความรู้ไปใช้ในการคิดแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันผ่านขั้นตอนการลงมือปฏิบัติทำให้นักเรียนเกิดการจินตนาการสามารถคิดค้นสร้างสิ่งประดิษฐ์สามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่การพัฒนาให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.2.1 งานวิจัยในประเทศ

จารีพร ผลมูล (2558b, น.56-58) ได้ทำการวิจัยโดยมีการวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 35 คนในงานวิจัยนี้เครื่องมือที่ใช้คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการตามแนวคิดของเวียร์ (Weir) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1.ขั้นระบุปัญหา 2.ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3.ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา 4.ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ข้อสอบเป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน40 ข้อประกอบด้วยข้อความที่แสดงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ละสถานการณ์จะตั้งคำถาม 4 ข้อเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหามีการหาคุณภาพของข้อสอบ ด้วยการหาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (p) มีค่าระหว่าง 0.25-0.75 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า ระหว่าง 0.25-0.56 และมีค่าความเชื่อมั่น โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน เท่ากับ 0.79

เฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์ (2559, น.382) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน ซึ่งในงานวิจัยนี้เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้คิดปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 20 ข้อ นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ และศึกษาศาสตร์ หาความเหมาะสมของเครื่องมือและค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.0 ทุกข้อคำถาม

ดวงพร สมจันทร์ตา (2559, น.353) ได้ศึกษาการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง กายวิภาคของพืช นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 43 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงขึ้น

เพ็ญศรี ปัญญาแก้วและคณะ (2560, น.190-191) ได้ทำการวิจัยเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 45 คน ในการวิจัยครั้งนี้เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดการคิดแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย แบบ 4 ตัวเลือก โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1.ขั้นระบุปัญหา 2.ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3.ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา 4.ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ แบบทดสอบมีค่า ความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.50-0.80 ค่าอำนาจการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.60 โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.90

จากงานวิจัยในประเทศสรุปได้ว่าเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา นักวิจัยจะใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นข้อความหรือสถานการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย 8 เรื่อง ดังนี้ 1) แรงลัพธ์ 2) แรงเสียดทาน 3) ประโยชน์ของแรงเสียดทาน 4) ตัวกลางของเสียง 5)เราได้ยินเสียงได้อย่างไร 6) การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ 7) การเกิดเสียงดังเสียงค่อย 8) มลพิษของเสียง ซึ่งผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir) 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1.ขั้นระบุปัญหา 2.ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3.ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา 4.ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

4.2.2 งานวิจัยต่างประเทศ

แบททิส อีลีเนอร์ และคริสตัน (Battis, Teeleanor; & Chirstal, 1981) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสอนทักษะการคิดโดยตรงกับการพัฒนาทางสติปัญญา กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาคือ นักเรียนเกรด 6 ที่เป็นนักเรียนที่อยู่ในระดับฉลาด โดยแบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นักเรียนทั้งหมดจะได้รับการทดสอบการคิดเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ระดับพัฒนาการทางสติปัญญากลุ่มทดลองจะได้รับการสอนทักษะการให้เหตุผล โดยใช้โปรแกรมการพัฒนาในการคิดเชิงอุปมานและอนุมาน โดยใช้เวลา 12 สัปดาห์ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีพัฒนาการทางสติปัญญาสูงกว่ากลุ่มควบคุม นักเรียนหญิงมีทักษะการคิดเชิงตรรกศาสตร์ต่ำกว่าเด็กชาย เล่น I.Q. และการทดสอบทักษะการคิดเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

Ozlem (2008, P.3)ได้ทำการวิจัยเพื่อเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิชาชีพครูระดับประถมศึกษาแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แบบปลายเปิดที่พัฒนาโดย Yamane (2003) ประกอบด้วย 28 รายการ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 6 ขั้นดังนี้ 1.การกำหนดปัญหาหลักและปัญหาย่อย 2.การค้นคว้าข้อมูล 3.สร้างสถานการณ์ที่เป็นการแก้ปัญหา 4.เลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด 5.การสร้างชิ้นงานหรือแนวทางการแก้ปัญหา 6.ดำเนินการแก้ปัญหา ทำการหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach’s Alpha Coefficient: α)ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

Yu (2014 December,, P.7-12) ได้ทำการวิจัยเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 103 คน เครื่องมือในการวิจัย ครั้งนี้คือ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบ่งเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1.การกำหนดปัญหาและการวิเคราะห์ 2.การรวบรวมข้อมูล 3.การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 4.การเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม 5.การใช้งานวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม 6.การประเมินผลลัพธ์ 7.การแก้ไขปัญหา ทำการประเมินระหว่างเรียน 3 ครั้งในระยะเวลา 14 สัปดาห์ ทำการหาคุณภาพของเครื่องมือด้วยการหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 4 คน ซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหาค่าความเชื่อมั่นจากผู้เชี่ยวชาญ 2 คน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ของเคนดอลล์ (Kendall Coefficient of Concordance) มีค่าเท่ากับ 0.830

Sagala (2017, P.1-3) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีกลุ่มทดลอง 37 คนและกลุ่ม

ควบคุม 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ชนิดเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นำคะแนนมาวิเคราะห์ด้วย t-test และหาค่า Normalized Gain เพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

จากงานวิจัยของต่างประเทศข้างต้นสรุปได้ว่า เครื่องมือที่นักวิจัยใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีการประเมินขั้นตอนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้น มีการหาค่าความเชื่อมั่น ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง และนักวิจัยมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อดูพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรมของนักวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศข้างต้นสรุปได้ว่า เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ส่วนใหญ่ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ในการวิจัยครั้ง นี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อความหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สาระการเรียนรู้ที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ จำนวน 20 ข้อ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย 8 เรื่อง ดังนี้ 1) แรงลัพธ์ 2) แรงเสียดทาน 3) ประโยชน์ของแรงเสียดทาน 4) ตัวกลางของเสียง 5)เราได้ยินเสียงได้อย่างไร 6) การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ 7) การเกิดเสียงดังเสียงค่อย 8)มลพิษของเสียง

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4.3.1 งานวิจัยในประเทศ

นพคุณ แดงบุญ (2552, น.61)ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นุสรา หัวไผ่ (2552, น.54) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประกอบการบรรยาย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประกอบการบรรยายมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วันศิริ สมบุญ (2557, น.70) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.26)

อุบล บุญชู(2560, น.50) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เสาวลักษณ์ หล้าสิงห์ (2558, น.1244)(บทความ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ด้วยสื่อประสม เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า เจตคติต่อวิยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(5E) ด้วยสื่อประสม เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดุสิต ทองสุขนอก และณัฐกานต์ ศาสตร์สูงเนิน (2563, น.)ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง โยเกิร์ตข้าว พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย 1.97) หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.88) ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยในประเทศข้างต้นสรุปได้ว่า เครื่องมือที่นักวิจัยใช้ในการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ อยู่ในรูปข้อความทางบวกและทางลบเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 สเกล ของลิเคิร์ท ซึ่งผู้วิจัยวัด 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความอยากรู้อยากเห็น 2) ด้านความมีเหตุผล 3) ด้านความมีเหตุผล 4) ด้านการส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น จำนวน 20 ข้อ

4.3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

แซงสเตอร์และชูว์แมน (Sangster; & Shulman. 1998: 71 อ้างถึงใน วันศิริ สมบุญ, 2557 น.44) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับแผนการสอน 4MAT กับแผนการสอนตามแนวการสอนกรมวิชาการ ผลการวิจัยที่ได้จากการสอบถามและการสัมภาษณ์ พบว่าการสอนแบบ 4MAT ได้รับการยอมรับเป็นอย่างดีจากนักเรียน ทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบตามแผน 4MAT มีเจตคติทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนตามแนวสอนกรมวิชาการ

Raghubir (1979, อ้างถึงในศรารัตน์ มุลอามาตย์, 2554, น.56) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนที่ปฏิบัติการแบบสืบสวนกับการสอนปฏิบัติการแบบฝึกหัด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 12 ที่เรียนวิชาชีววิทยาจำนวน 54 คน พบว่า กลุ่มที่ปฏิบัติการแบบสืบสวนมีคุณลักษณะของผู้มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีปฏิบัติการแบบฝึกหัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยของต่างประเทศข้างต้นสรุปได้ว่า เครื่องมือที่นักวิจัยใช้ในการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จะอยู่ในรูปข้อความทั้งทางบวกและทางลบแบบประมาตรค่า 5 สเกลมีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง และนักวิจัยมีการทดสอบก่อนเรียน หลังเรียนเพื่อดูความรู้สึกที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรมของงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศข้างต้นสรุปได้ว่า เครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในรูปข้อความทั้งทางบวกและทางลบ เป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 สเกล ของลิเคิร์ท มีการวัดก่อนเรียน หลังเรียนเพื่อดูความรู้สึกที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านความอยากรู้อยากเห็น 2) ด้านความมีเหตุผล 3) ด้านความซื่อสัตย์ 4) การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น จำนวน 20 ข้อ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมการ
2. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเตรียมการ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เตรียมการ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานตัวชี้วัด สำหรับเนื้อหาที่จะทำการวิจัยเพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2. ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา เพื่อนำมาเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการและศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น.52; เสกสรรค์ ซาทองยศ, 2561, น. 34); เพื่อนำมาออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

3. ศึกษาเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการและศึกษาขั้นตอนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. ศึกษาทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยได้ศึกษาการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และปรับให้ครอบคลุมลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เครื่องมือที่ใช้สร้างในการวิจัย ประกอบด้วย

1.แผนจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แรงในชีวิตประจำวัน จำนวน 3 แผน ได้แก่ 1)แรงลัพธ์ 2) แรงเสียด

ทาน 3)ประโยชน์ของแรงเสียดทาน และหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พลังงานเสียง จำนวน 5 แผน ได้แก่ 1) ตัวกลางของเกิดเสียง 2) เราได้ยินเสียงได้อย่างไร 3)การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ 4) การเกิดเสียงดังเสียงค่อย 5) มลพิษทางเสียง

ในขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) มีขั้นตอน ดังนี้

1.1 กำหนดสาระการเรียนรู้ มาตรฐาน ตัวชี้วัด จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) มีทั้งหมด 8 แผน โดยมีชื่อเรื่องและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงชื่อเรื่องและเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยสตีมศึกษา(STEAM Education)

เรื่องที่	**เรื่อง**	**เวลาที่ใช้ (60 นาที/คาบ)**
1	เรื่อง แรงลัพธ์	2 คาบ
2	เรื่อง แรงเสียดทาน	3 คาบ
3	เรื่อง ประโยชน์ของแรงเสียดทาน	3 คาบ
4	เรื่อง ตัวกลางของเสียง	2 คาบ
5	เรื่อง เราได้ยินเสียงได้อย่างไร	2 คาบ
6	เรื่อง การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ	2 คาบ
7	เรื่อง การเกิดเสียงดังเสียงค่อย	2 คาบ
8	เรื่อง มลพิษทางเสียง	2 คาบ
รวม		**18 คาบ**

ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้

แผนจัดการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้
แรงลัพธ์ (3 คาบ)	สาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.2 1.อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์หลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว2.2 ป.5/1) 2.เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุได้ (ว 2.2 ป.5/2) 3.ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดแรงที่กระทำต่อวัตถุ(ว 2.2 ป.5/3) สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.2 1.ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย(ว4.2 ป.5/1) 2.ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล (ว4.2 ป.5/3)	1.อธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้ 2.เพื่อทดลองเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้ 3.เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันได้ 4.ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย 5.ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนจัดการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้
แรงเสียดทาน, ประโยชน์ของแรงเสียดทาน (5 คาบ)	สาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.2 1.ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว2.2 ป.5/3) 2.เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป.5/4) สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.2 1.ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย(ว4.2 ป.5/1) 3.ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล (ว4.2 ป.5/3)	1.เพื่อสังเกตและระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ 2.เพื่อทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ 3.ระบุประโยชน์ของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ 4.ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย 5.ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนจัดการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้
ตัวกลางของเสียง ,เราได้ยินเสียงได้อย่างไร(4 คาบ)	สาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.3 1.การอธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว2.3 ป.5/1)สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.2 1.ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย(ว4.2 ป.5/1) 2.ออกแบบ และเขียนโปรแกรมที่มีการใช้เหตุผลเชิงตรรกะอย่างง่าย ตรวจหาข้อผิดพลาดและแก้ไข (ว4.2 ป.5/2) 3.ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล (ว4.2 ป.5/3)	1.อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ 2.ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การอธิบายการทำงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย 3.ออกแบบ และเขียนโปรแกรมที่มีการใช้เหตุผลเชิงตรรกะอย่างง่าย ตรวจหาข้อผิดพลาดและแก้ไข 4.ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนจัดการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้
การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ(2 คาบ)	สาระที่2 วิทยาศาสตร์กายภาพ (มาตรฐาน ว2.3) 1.ระบุตัวแปร ทดลอง และอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ (ว 2.3 ป.5/2) สาระที่ 4 เทคโนโลยี (มาตรฐา4.2) 2.ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล (ว4.2 ป.5/3)	1.ระบุตัวแปร ทดลอง และอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำได้ 2.ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้
การเกิดเสียงดังเสียงค่อย(2 คาบ)	สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ (มาตรฐาน ว2.3) ออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงดัง เสียงค่อย (ว 2.3 ป.5/3) สาระที่ 4 เทคโนโลยี (มาตรฐาน ว4.2) 1. รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (ว4.2 ป.5/4)	1.ออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงดัง เสียงค่อยได้ 2.รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ 3.ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย มีมารยาทเข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิ

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนจัดการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้
	2. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย มีมารยาทเข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม (ว4.2 ป.5/5)	ของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสมได้
มลพิษทางเสียง (2 คาบ)	สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ (มาตรฐาน ว 2.3) 1.ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่องระดับเสียงโดยเสนอแนะแนวทางในการหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียง(ว2.3 ป.5/5) 2 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย มีมารยาทเข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม (ว4.2 ป.5/5) สาระที่ 4 เทคโนโลยี (มาตรฐาน ว4.2) 1.ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล (ว4.2 ป5/3)	1.ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่องระดับเสียงโดยเสนอแนะแนวทางในการหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียง 2.ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล 3.รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน 4.ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย มีมารยาทเข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

ตาราง 5 (ต่อ)

แผนจัดการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้
	2.รวบรวม ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (ว4.2 ป5/4)	

1.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาที่สร้างขึ้นไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์พิจารณาด้านความเหมาะสมของภาษาความถูกต้องของเนื้อหาบทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการเรียนการสอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในแต่ละด้านมากกว่า 5 ปี ด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตร 2 ท่าน รวม 5 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Item-Objective CongruenceIndex: IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, น. 117) เป็นมาตรประมาณค่า 3 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

ระดับ +1 หมายความว่า สอดคล้อง

ระดับ 0 หมายความว่า ไม่แน่ใจ

ระดับ -1 หมายความว่า ไม่สอดคล้อง

เกณฑ์การคัดเลือก

-ค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้

-ค่า IOC ต่ำกว่า 0.60 ต้องปรับปรุง หรือ ตัดทิ้ง ยังใช้ไม่ได้

ความชัดเจนของเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ภายในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา เพื่อวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) พิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แต่ถ้าส่วนใดมีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.60 ก็นำมาแก้ไขตาม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.80-1.00 (ภาคผนวก ข) แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งสรุปข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญได้ ดังนี้

1) ควรปรับเกณฑ์การวัดประเมินผลให้มีความครอบคลุม ครบถ้วนตามเนื้อหา

2) ควรปรับเกณฑ์ในการวัดประเมินให้ตรงตามจุดประสงค์

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน โรงเรียนประถมนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร เพื่อหาข้อบกพร่องในการใช้ภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลาที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อความหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 8 เรื่อง ดังนี้ 1) แรงลัพธ์ 2) แรงเสียดทาน 3) ประโยชน์ของแรงเสียดทาน 4) ตัวกลางของเสียง 5) เราได้ยินเสียงได้อย่างไร 6) การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ 7) การเกิดเสียงดังเสียงค่อย 8) มลพิษของเสียง จำนวน 2 ฉบับ จำนวนฉบับละ 32 ข้อ เป็นแบบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ เวียร์ 4 ขั้นตอนประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนที่ 3 ขั้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างตารางจำแนกเนื้อหาและจำนวนข้อที่ต้องการจะวัดให้ครอบคลุมเนื้อหา

ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนข้อที่ต้องการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

หัวข้อ	**จำนวนข้อ**
1.แรงลัพธ์	4
2.แรงเสียดทาน	4
3.ประโยชน์ของแรงเสียดทาน	4
4.ตัวกลางของเสียง	4
5.เราได้ยินเสียงได้อย่างไร	4
6.การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ	4
7.การเกิดเสียงค่อยเสียงดัง	4
8.มลพิษทางเสียง	4
รวม	32

2.4 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นข้อความหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันและเรื่องพลังงานเสียง จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Weir (1974, อ้างถึงในวิชชุดา อ้วนศรีเมือง, 2554, น.14) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้มากที่สุดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดปัญหาโดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

3. ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผนหรือเสนอแนวทางในการคิดแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผลและน่าเชื่อถือ

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ได้ว่าผลที่เกิดขึ้น จากการกำหนดวิธีคิดแก้ปัญหานั้น สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ หรือผลที่ได้จากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไร

2.5 แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วยข้อความที่แสดงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ประกอบด้วย 8 เรื่อง ดังนี้ 1) แรงลัพธ์ 2) แรงเสียดทาน 3) ประโยชน์ของแรงเสียดทาน 4) ตัวกลางของเสียง 5) เราได้ยินเสียงได้อย่างไร 6) การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ 7) การเกิดเสียงดังเสียงค่อย 8) มลพิษของเสียง เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน และพลังงานเสียง ทั้งหมด 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ ตั้งคำถาม 4 ข้อ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 16 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวม 64 ข้อ

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อดังนี้ คือ

ถ้าตอบถูก ได้คะแนน 1 คะแนน

ถ้าตอบผิดหรือเว้นไว้ไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ได้คะแนน 0 คะแนน

2.6 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ พิจารณาด้านความเหมาะสมของภาษา ความถูกต้องของเนื้อหาและความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.7 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน และมีความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรจำนวน 2 ท่าน รวม 5 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Item-Objective Congruence Index: IOC) ความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบทดสอบ ทั้งความสอดคล้อง ภาษาที่ใช้ ตลอดจนจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด เป็นมาตรประมาณค่า 3 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

ระดับ 1 หมายความว่า สอดคล้อง

ระดับ 0 หมายความว่า ไม่แน่ใจ

ระดับ 1 หมายความว่า ไม่สอดคล้อง

เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.60 ต้องปรับปรุง หรือตัดทิ้ง ยังใช้ไม่ได้

จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1) ปรับแก้ข้อความหรือสถานการณ์บางสถานการณ์ให้มีความเหมาะสมกับช่วงวัย

2) ปรับแก้ตัวเลือกบางข้อให้มีความเหมาะกับสถานการณ์ เนื่องจากบางข้อไม่สามารถระบุขั้นของการแก้ปัญหาได้ชัดเจน

2.8 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน โรงเรียนประถมนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร เพื่อหาข้อบกพร่องในการใช้ภาษา ความเหมาะสมของข้อคำถาม กับเวลาที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้จริง

2.9 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ จากนั้นคัดเลือกข้อคำถามและสถานการณ์ที่ผ่านเกณฑ์ไปสร้างเป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาคัดเลือกสถานการณ์ที่มีข้อคำถามผ่านเกณฑ์ทุกข้อ จำนวน 5 สถานการณ์ (สถานการณ์ละ 4 ข้อ) พบว่า มีข้อคำถามผ่านเกณฑ์ทุกข้อ จำนวน 5 สถานการณ์ ข้อคำถามจำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.48-0.68 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22-0.79 โดยข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย (p) ต่ำกว่า 0.20 และสูงกว่า 0.80 จะถูกนำข้อคำถามและตัวเลือกมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ และเหมาะสม จากนั้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาก่อนนำไปจัดทำเป็นแบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

2.10 นำสถานการณ์และข้อความที่คัดเลือกไปสร้างเป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์ของแอลฟาของครอนบัค (α- cronbach) สูตร KR-20 พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.83 และนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2.11 เมื่อได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพเรียบร้อยแล้ว ได้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยครอบคลุมองค์ประกอบ 4 ด้าน

2.12 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการดำเนินการวิจัย

3. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นแบบข้อความที่แสดงออกของพฤติกรรมและความรู้สึกทั้งทางบวกและทางลบที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านความอยากรู้อยากเห็น 2) ด้านความมีเหตุผล 3) ด้านความซื่อสัตย์4) ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น โดยใช้แบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ของลิเคิร์ท คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 ซึ่งหมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุดตามลำดับ จำนวน 20 ข้อ

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามวิธีของลิเคิร์ทและการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงออกถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางในการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็นแบบ 4 ด้าน 1) ด้านความอยากรู้อยากเห็น 2) ด้านความมีเหตุผล 3) ด้านความซื่อสัตย์ 4) ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น

3.3 สร้างตารางจำแนกเนื้อหาและจำนวนข้อที่ต้องการจะวัดให้ครอบคลุมลักษณะของพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังตาราง 7 ต่อไปนี้

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนข้อที่ต้องการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ด้าน	จำนวน
1.ความอยากรู้อยากเห็น	10
2.ความมีเหตุผล	10
3.ความซื่อสัตย์	10
4.การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	10
รวม	40

3.4 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ ซึ่งข้อความในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จะวัดบุคลิกลักษณะนิสัยของนักเรียนที่แสดงความเป็นนักวิทยาศาสตร์ออกมา โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่1) ความอยากรู้อยากเห็น 2) ความมีเหตุผล 3) ความซื่อสัตย์ 4) การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น โดยลักษณะของ

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) ของ ลิเคิร์ท 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด พร้อมทั้งกำหนดคะแนนในการตอบตัวเลือกของแต่ละข้อความ ดังต่อไปนี้

1) การกำหนดน้ำหนักคะแนนในการให้คะแนน ในการตอบตัวเลือกของแต่ละข้อความไว้ถ้าข้อความนั้นแสดงความรู้สึกหรือการกระทำทางบวก (Positive) ให้คะแนน ดังนี้

มากที่สุด	5 คะแนน
มาก	4 คะแนน
ปานกลาง	3 คะแนน
น้อย	2 คะแนน
น้อยที่สุด	1 คะแนน

ถ้าข้อความนั้นแสดงความรู้สึกหรือการกระทำทางลบ (Negative) ให้คะแนน ดังนี้

มากที่สุด	1 คะแนน
มาก	2 คะแนน
ปานกลาง	3 คะแนน
น้อย	4 คะแนน
น้อยที่สุด	5 คะแนน

3.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.6 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ท่าน และผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผลและด้านจิตวิทยาการศึกษา จำนวน 3 ท่าน รวม 5 ท่าน ตรวจเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC)(พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, น.117) ระหว่างข้อความกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็นมาตรประมาณค่า 3 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

ระดับ +1 หมายความว่า สอดคล้อง

ระดับ 0 หมายความว่า ไม่แน่ใจ

ระดับ -1 หมายความว่า ไม่สอดคล้อง

เกณฑ์การคัดเลือกข้อความที่แสดงถึงพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบประเมิน

- ข้อความที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้
- ข้อความที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.60 ต้องปรับปรุง หรือตัดทิ้ง ยังใช้ไม่ได้

ซึ่งจากการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 แสดงว่า แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ตามแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยคำแนะนำ ดังนี้

1) แก้ไขภาษาที่ใช้ในแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2) ปรับหัวข้อให้มีความสอดคล้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.7 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงมาแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

3.8 นำผลการตอบคำถามมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้ร้อยละ 25 ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำโดยการทดสอบค่าที (t-test) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกที่ได้อยู่ระหว่าง 0.23-0.65

3.9 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 25 คน โรงเรียนประถมนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (α- Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, น.125) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70

3.10 เมื่อได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแล้ว ได้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จากองค์ประกอบของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความอยากรู้อยากเห็น 2) ด้านความมีเหตุผล 3) ด้านความซื่อสัตย์ 4) ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น รวมทั้งหมด 20 ข้อ ซึ่งนำไปใช้วัดผลการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างโดยทำการทดสอบหลังเรียน

ตาราง 8 แสดงองค์ประกอบของเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัย

เครื่องมือ	วัตถุประสงค์	ลักษณะ	การตรวจสอบคุณภาพ
1. แผนการจัดการเรียนรู้	เพื่อใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนประถมนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565	เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) จำนวน 8 แผน ดังนี้ 1)แรงลพธ์ 2) แรงเสียดทาน 3)ประโยชน์ของแรงเสียดทาน 4)ตัวกลางของเสียง 5)เราได้ยินเสียงได้อย่างไร 6)การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ 7)การเกิดเสียงดังเสียงค่อย 8)มลพิษของเสียง	1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)
2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา	เพื่อทดสอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 คน โรงเรียนประถมนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565	เป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ	1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง ค่าระหว่าง 0.60-1.00 ขึ้นไป 2. วิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก(r)
3. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	เพื่อใช้วัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	เป็นแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่เป็นมาตรส่วนประมาณค่าตามวิธีการวัดของ	1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบความเที่ยงตรง

ตาราง 8 (ต่อ)

เครื่องมือ	วัตถุประสงค์	ลักษณะ	การตรวจสอบคุณภาพ
	โรงเรียนประถมนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565	ลิเคิร์ท 5 ระดับ วัดจากองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความอยากรู้อยากเห็น ด้านความมีเหตุผล ด้านความซื่อสัตย์ ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น จำนวน 20 ข้อ	ค่าระหว่าง 0.60-1.00 ขึ้นไป 2. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยการทดสอบค่าที (t-test) 3.วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับโดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

3. ดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 775 คน จาก13 โรงเรียนในกลุ่มรัตนโกสินทร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2565 นักเรียนในแต่ละห้องมีความสามารถใกล้เคียงกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 25 คน โรงเรียนประถมนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1ปีการศึกษา 2565 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยทำการทดลองใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โดยเวลาใช้ 18 คาบ คาบละ 60 นาที (ไม่รวมเวลาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน) โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แรงในชีวิตประจำวันและหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พลังงานเสียง ประกอบด้วย 1) แรงลัพธ์ 2) แรงเสียดทาน 3) ประโยชน์ของแรงเสียดทาน 4) ตัวกลางของเสียง 5) เราได้ยินเสียงได้อย่างไร 6) การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ 7)การเกิดเสียงดังเสียงค่อย 8) มลพิษทางเสียง

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experiment Design) ซึ่งใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest design ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มตัวอย่าง

T1 แทน ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกลุ่มตัวอย่าง

T2 แทน ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกลุ่มตัวอย่าง

X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education)

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1.แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) จำนวน 8 แผน ดังนี้ 1) แรงลัพธ์ 2) แรงเสียดทาน 3) ประโยชน์ของแรงเสียดทาน 4) ตัวกลางของเสียง 5) เราได้ยินเสียงได้อย่างไร 6) การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ 7) การเกิดเสียงดังเสียงค่อย 8) มลพิษของเสียง

2.แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในกลุ่มตัวอย่างแล้วนำมาตรวจให้คะแนน

2. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นครูผู้สอน โดยใช้เนื้อหา เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน และเรื่อง พลังงานของเสียง จำนวน 18 คาบ คาบละ 60 นาที โดยจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) และบันทึกการจัดการเรียนรู้หลังการสอนทุกครั้ง

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งทำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาตรวจให้คะแนน

4.นำผลคะแนนจากการตรวจสอบแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย ใช้สถิติ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

1.2) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.1 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) โดยใช้ t-test for Dependent Samples

2.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) โดยใช้ t-test for One Sample

2.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา(STEAM Education) โดยใช้ t-test for Dependent Samples

2.4 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (STEAM Education) เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (3.5) โดยใช้ t-test for One Sample

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอนำเสนอข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1.ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยสตีมศึกษา

2.ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

3.ผลการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา

4.ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (3.5)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ การแปลความในการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง ดังนี้

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย(Mean)

S.D แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

t แทน การทดสอบสถิติ t-test for Dependent Samples และ One Samples t-test

** แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

P แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significance)

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

1.ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (n=25)

การทดสอบ	n	df	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม20คะแนน)	25	24	6.72	0.37	13.64	0.59	11.09**	.00

**$p < 01.$

จากตาราง 10 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงผลเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

การทดสอบ	n	df	**หลังเรียน**		t	p	**เกณฑ์ ร้อยละ 60**
			$\bar{X}$	S.D.			
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	25	24	13.64	0.59	11.09**	.00	12 คะแนน

** $p < .01$

3.ผลการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงผลการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา (n= 25)

.	n	df	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	t	p
			$\overline{X}$	S.D	$\overline{X}$	S.D.			
1.ความอยากรู้อยากเห็น	25	24	2.30	0.29	4.34	0.34	มาก	14.04	.00
2.ความมีเหตุผล	25	24	2.83	0.46	4.09	0.31	มาก	11.44	.00
3.ความซื่อสัตย์	25	24	2.93	0.39	4.29	0.28	มาก	9.87	.00
4.การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	25	24	2.88	0.49	4.17	0.32	มาก	9.87	.00
ภาพรวม	25	24	2.90	0.26	4.22	0.16	มาก	9.26	.00

** $p<.01$

จากตาราง 12 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนด้วยสตีมศึกษา มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เฉลี่ยในภาพรวมและในแต่ละด้านของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้คะแนนเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็นมีคะแนนสูงกว่าด้านความมีเหตุผลมีคะแนนต่ำที่สุด

4.ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (3.5) ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (3.5)

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	n	df	หลังเรียน		ระดับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	t	P	เกณฑ์ที่กำหนด
			$\bar{X}$	S.D				
1.ความอยากรู้อยากเห็น	25	24	4.34	0.34	มาก	14.04	.00	3.5
2.ความมีเหตุผล	25	24	4.08	0.31	มาก	11.44	.00	3.5
3.ความซื่อสัตย์	25	24	4.29	0.28	มาก	9.87	.00	3.5
4.การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	25	24	4.17	0.32	มาก	9.26	.00	3.5
ภาพรวม	25	24	4.22	0.16	มาก	17.98	.00	3.5

** p<.01

จากตาราง 13 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เฉลี่ยในภาพรวมและในแต่ละด้านของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทุกด้าน

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีความมุ่งหมายของการวิจัย คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา 2)เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) 3)เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา 4)เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด(3.5) โดยมีสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้น

4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด(3.5)

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง(Quasi-Experiment Design) ซึ่งใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design ประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 25 คน โรงเรียนประถมนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร โดยทำการสุ่มแบบกลุ่ม(Cluster Ramdom Sampling) ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ (ไม่รวมทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน) คาบละ 60 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน และเรื่องพลังงานเสียง ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

2.แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ อยู่ที่ 1.00 จำนวน 64 ข้อ จากทั้งหมด 64 ข้อ จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้มี

ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 จะได้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

3.แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 จำนวน 40 ข้อจากทั้งหมด 40 ข้อ จากนั้นทำการคัดเลือกแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 20 ข้อ

สถิติพื้นฐานที่ใช้ ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(Mean) 2) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ 1) t-test for Independent Samples เพื่อทดสอบทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และ 3 ที่ว่า "นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้น" 2) t-test for One Samples เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ที่ว่า "นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด"

สรุปผลการวิจัย

1.นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

3.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

4.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด(3.5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1.แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน และพลังงานเสียง มีคุณภาพผ่านเกณฑ์การประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้สร้างตามหลักขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1)ขั้นระบุปัญหา 2)ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา 6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (เอกสารการอบรมสตีมศึกษา(2557, น.12) โดยมีการทำการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อกำหนดเนื้อหา ออกแบบหน่วยการสอน กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่องและเวลา ก่อนที่จะออกแบบกิจกรรมให้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ นอกจากนี้กิจกรรมที่จัดให้กับนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษายังเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง นอกจากนี้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษายังได้ออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ (เวียร์ 1974) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการระบุปัญหา 2) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ โดยผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาจำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

2.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน และพลังงานเสียง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำศิลปะมาบูรณาการกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560, น.320)มาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ต้องเริ่มด้วยการนำเสนอประเด็นให้นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหาในสังคมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด ทำความเข้าใจกับปัญหา และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาแบบบูรณาการ พงศกร พรมทา (2561, น.33)โดยเชื่อมโยงสัมพันธ์ของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาทำให้เกิดความสมดุลของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาในการทำงานร่วมกันในการคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำ ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนเกิดความรู้คงทน (จารีพร ผลมูล, 2558b, น. 23)โดยเป้าหมายของสตีมศึกษาเพื่อเสริมสร้างทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะชีวิต จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจาก สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการทำกิจกรรมเป็นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องแรงในชีวิตประจำวัน และพลังงานเสียง ซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัวที่นักเรียนมีความเกี่ยวข้องกับการใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิ่นแก้ว ประดิษฐ์สกุล (2561, น.111) ที่ได้ทำการศึกษาผลการพัฒนารายวิชาวิทยาศาสตร์แบบ STEAM เรื่อง นาข้าว ซึ่งมีการออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดกับปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ เมื่อพบปัญหาใหม่นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาได้โดยการสร้างสถานการณ์ปัญหานั้นหยิบยกจากเรื่องใกล้ตัวเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ โดยนักเรียนได้รู้ความหมายประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฟาซุดา เบญจพิชญ์ และ ปริญา ปริพุฒ (2563, น.35)ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสตีมศึกษา เด็กปฐมวัย อายุระหว่าง 3-4 ปี ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กสังกัดองค์การบริหารส่วนตำบลนาคำ จำนวน 40 คน พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูงโดยมีคะแนนเฉลี่ย 81.06 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น ซึ่งการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ สนุกสนาน มีความอยากรู้อยากเห็นและมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนนักเรียนได้ใช้ความคิดมาใช้ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ อย่างเหมาะสม ในขณะทำกิจกรรมต่างๆ นักเรียนต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากกระบวนลงมือปฏิบัติจริงโดยการค้นพบด้วยตนเอง ซึ่ง ภูรินทร์ แตงน้อย (2559, น.39)ที่กล่าวว่า มนุษย์จะเกรียนรู้ได้ดีที่สุดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเองและการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่มนุษย์สร้างความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ของสิ่งต่างๆได้อย่างเหมาะสม จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนด้วยสตีมศึกษา เป็นการเรียนรู้แบบองค์รวมด้วยตนเอง โดยการบูรณาการระหว่างศาสตร์วิชาต่างๆเข้าด้วยกัน ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และศิลปศาสตร์ มาผสมผสานกันเพื่อความตื่นเต้นในการเรียนรู้ซึ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้โดยตรงเน้นการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองผ่านสถานการณ์ที่หลากหลาย จึงช่วยสร้างแรงจูงใจและเสริมแรงให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถ และได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ ทำให้

นักเรียนเกิดความสนุกสนานไปกับการเรียนรู้ ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาและลดเวลาเรียน(สุภัค โอฬาพิริยกุล, 2562b, น.7-8)จึงส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 คุณลักษณะ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความซื่อสัตย์ ความมีเหตุผล และการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และการเรียนรู้ชั้นสูงต่อไปซึ่งสอดคล้องกับ ฉวีวรรณ กินาวงศ์ (2527, น. 32)จึงทำนักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษามีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด(3.5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนด้วยสตีมศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้รับการสอน การพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์รวมทั้งทางด้านคุณธรรม จริยธรรม มาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยครูจะมีเทคนิคและวิธีการสอนที่หลากหลายเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ปลูกฝังสอดแทรกเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น ส่งผลให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์ มีเหตุผล เป็นคนใจกว้าง เป็นทุนเดิมของนักเรียน สอดคล้องกับ วันศิริ สมบุญ (2557, น.77) ได้สอดแทรกเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน ทั้ง 9 ด้าน ได้แก่ 1)พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ด้านเคมี 2) ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมี 3) เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเคมี 4) ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยีด้านเคมี 5) มีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาเคมีอย่างสนุกสนาน 6) เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมีในการคิดและปฏิบัติ 7) ตั้งใจเรียนวิชาเคมี 8) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม 9)ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองคำนึงถึงผลดีและผลเสีย ไว้ในระหว่างการจัดการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนมีความสนุกสนาน มีความสุขกับการเรียน จึงมีความรู้สึกดีและมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความอยากรู้อยากเห็น ด้านความมีเหตุผล ด้านความซื่อสัตย์ และด้านการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.5)

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำให้นักเรียนมี

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ60) มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.5)

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีข้อเสนอแนะจากการศึกษาได้ 2 ประเด็น ดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1.การนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันและเรื่องพลังงานไปใช้ ก่อนนำไปใช้ต้องศึกษารายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ล่วงหน้าอย่างละเอียดเพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้

2.ก่อนดำเนินการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรแนะนำขั้นตอนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สตีมศึกษาให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้ เข้าใจบทบาท เข้าใจบทบาทหน้าที่ตนเองและร่วมแสดงความคิดเห็นกับผู้อื่นมากขึ้น

3.ครูต้องคอยควบคุมเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ให้ตรงกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ระบุไว้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1.การวิจัยครั้งนี้มีการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน จึงควรวัดประเมินผลเพื่อดูพัฒนาการของนักเรียนในช่วงเวลาต่าง ๆ โดยศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความคงทนของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สตีมศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีตัวแปรอื่นๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีมและการใฝ่เรียนรู้ เป็นต้น

3.ควรมีการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยไม่มีการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่แน่นอน แต่สามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้กับทุกเรื่อง

บรรณานุกรม

H Kim. (2016). The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1927. สืบค้นจาก https://www.ejmste.com/article/the-development-and-application-of-a-steam-program-based-on-traditional-korean-culture-4581

Michaud. (2014). K-12 Students see STEAM everyday. สืบค้นจาก https://scholarship.claremont.edu/steam/vol1/iss2/33/

Ozlem, K., Arzu, P., Koksal, M. S., และ Ozdemir, M. . (2008). Enhancing problem-solving skills of pre-service elementary school teachers through problembased learning. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching. 9(2), 1-18.

Rufo. (2013). STEAM with a Capital A:Learning Frenzy. *The STEAM Journal*, 1(1).

Sagala, N. L., Rahmatsyah, และ Simanjuntak, M. P. . (2017). The Influence of Problem Based Learning Model on Scientific Process Skill and Problem Solving Ability of

Student. IOSR Journal of Research & Method in Education. 7(4), 19.

Yu, K. C., Fan, S. C., และ Lin, K. Y. . (2014 December,). Enhancing students' problemsolving skills through context-based learning. International Journal of Science and Mathematics Education. 13(6).

กรรณิการ์ ทองรักษ์. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยอิงแนวคิดประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านสื่อกลางสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 16(4), 1-9.

ขนิษฐา กรกำแหง. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค *TGT* กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sec_Ed/Kanittha_K.pdf

ฆนัท ธาตุทอง. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนา

คุณภาพวิชาการ พว.

จงรักษ์ ปัญญารัตนกุลชัย. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (*E*7)และการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.

จารีพร ผลมูล. (2558b). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ *STEAM* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 : กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอ จังหวัดชุมพร. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ed_SLM/Jareeporn_P.pdf

จิราภร คุ้มมณี, และ ปณิตา วรรณพิรุณ. (2018). Development STEAM Gamification for Vocational Innovators' Creativity and Innovation Skills. *UMT-POLY Journal*.

เจนจิรา สันติไพบูลย์, และ วิสูตร โพธิ์เงิน. (2561, กรกฎาคม-กันยายน). การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 46(3), 69-85.

เจนจิรา สันติไพบูลย์, และ วิสูตรโพธิ์เงิน. (2561). กิจกรรมการพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 46(3).

เจษฎา ศุภางคเสน. (2530). การศึกษาความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าของเด็กที่อยู่ในสภาพแวดล้อมต่างกัน. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Gui_Cou_Psy/Jesda_S.pdf

ฉวีวรรณ กินาวงศ์. (2527). หลักการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.

เฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์. (2559). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรายวิชาชีววิทยาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,

กรุงเทพฯ. สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Bio/Chalermchai_K.pdf

ชวนิดา สุวานิช. (2560). STEM Education กับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักศึกษาวิชาชีพครูให้มีคุณลักษณะของผู้เรียนใน ศตวรรษที่ 21 ภายใต้ประเทศไทย 4.0 วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปกร, 15(1).

ณิรดา เวชญาลักษณ์. (2561). หลักการจัดการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงพร สมจันทร์ตา. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Bio/Doungporn_S.pd

ทิพย์ธารา วงษ์สด. (2553). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, อยุธยา. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การจัดการเรียนรู้)).

ทิศนา แขมมณี. (2561). สัมมนาอารมณ์ : เวทีแห่งเรื่องราวของการแก้ปัญหาและพัฒนาตนเอง (พิมพ์ครั้งที่ 1): กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพคุณ แดงบุญ. (2552a). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. (สารนิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sec_Ed/Noppakun_D.pdf

นพดล กองศิลป์. (2561). การพัฒนาหลักสูตรประถมศึกษาเพื่อการเรียนรู้สู่สากลตามแนวทาง STEAM.

นันทพร แซ่เหลื่อง. (2557). ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดกิจกรรมเพิ่มพูนประสบการณ์วิชาวิทยาศาสตร์. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Spe_Ed/Nunthaporn_S.pdf

นาตยา ช่วยชูเชิด. (2557, สิงหาคม). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ททางการเรียนและความสามรถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุด

กิจกรรมวิทยาศาสตร์. วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา(สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 6(12).

นุสรา หัวไผ่. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประกอบการบรรยาย. (ปริญญาสารนิพนธ์ สารนิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sec_Ed/Nusra_H.pdf

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2543). รวมบทความการวิจัย การวัดและประเมินผล (พิมพ์ครั้งที่ 2): กรุงเทพฯ : ภาควิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ปิ่นแก้ว ประดิษฐ์สกุล. (2561). การพัฒนารายวิชาวิทยาศาสตร์แบบ *STEAM* เรื่อง นาข้าว เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และความสุขในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เปลว ปุริสาร. (2543). การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบโครงการ. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ear_Chi_Ed/Pleaw_P.pdf

พงศกร พรมทา. (2561). การพัฒนากิจกรรมสตีมศึกษา เรื่อง พันธะเคมี: ผ้าฝ้ายกันน้ำ เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education and 21st Century Skills Development. วารสารนักบริหาร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8 (ฉบับปรับปรุงใหม่ล่าสุด).): กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. (2537). การพัฒนาการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใน สารัตถะ และวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 5-7. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์ คบ.(ศึกษาศาสตร์)).

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ พว.

เพ็ญศรี ปัญญาแก้วและคณะ. (2560). ผลของบทเรียนแบบผสมผสานที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ

รูปแบบการสืบสวนสอบสวนเป็นกลุ่มเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 11(2).

ฟาชุดา เบญจพิชญ์, และ ปริญา ปริพุฒ. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสตีมศึกษา. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด, 14(2).

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ ไทยวัฒนาพานิช.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3 (ฉบับปรับปรุง)). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภูรินทร์ แตงน้อย. (2559). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 : โลกและการเปลี่ยนแปลงเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swudis/Sci_Ed/Phoorin_T.pdf

มารียะห์ มะเซ็ง. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

มินตรา กระเป๋าทอง. (2561). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4. (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.

ยศวีร์ สายฟ้า. (2557). ประเด็นท้าทายในการจัดการประถมศึกษา ของการเปลี่ยนแปลงและพัฒนา. วารสารครุศาสตร์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ปีที่ 42, ฉบับที่ 3 (ก.ค.-ก.ย. 2557), หน้า 126-142.

รัฐพงษ์ โพธิรังสิยากร. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้สังคมโดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะตีมศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ล้วน สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

ลักขณา ศรีวรขันธ์. (2550). เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. มหวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Hi_Ed/Lukkana_S.pdf

วันศิริ สมบุญ. (2557, ม.ค.-มิ.ย.). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เรื่องปริมาณสัมพันธ์. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์, 15(1), 83-93.

วิชชุตา อ้วนศรีเมือง. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค *STAD* กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค *LT.* (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

วิภาวี ทะนานทอง. (2561). การเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 9, ฉบับที่ 2 (ก.ค.-ธ.ค. 2561), หน้า 119-131.

วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา:การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก. วารสารครุศาสตร์, 45(1), 2.

ศรัลยา วงเอี่ยม. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 18, ฉบับที่ 2 (เม.ย.-มิ.ย. 2559), หน้า 194-201.

ศรารัตน์ มุลอามาตย์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sec_Ed/Sararat_M.pdf

ศักดิ์ สุนทรเสณี. (2531). เจตคติ. กรุงเทพฯ ดี.ดี. บุ๊คสโตร์.

ศิริวิมล หงษ์เหม, ส. อ. (2557, สิงหาคม). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วารสารศิลปกรศึกษาศาสตร์วิจัย, 6(1).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2535). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สืบค้นจาก http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualScienceM1.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. 10(2).

สิรินทร์ ลัดดา, และ กลม บุญชู. (2558, มีนาคม). STEM TO STEAM PLUS STREAM AND STEAM ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อการพัฒนาเด็กปฐมวัย. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปกร, 13(1).

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่--เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2558a). การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร สสวท., 43(192).

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2558b). ระบบครูพี่เลี้ยงกับการเพิ่มสมถรรนะครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. นิตยสาร สสวท., 43(194).

สุภัค โอฬาพิริยกุล. (2562a). STEAM EDUCATION: นวัตกรรมการศึกษาบูรณาการสู่การจัดการเรียนรู้. วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, 9(1), 13-14.

สุภัค โอฬาพิริยกุล. (2562b). STEAM EDUCATION: นวัตกรรมการศึกษาบูรณาการสู่การจัดการเรียนรู้ STEAM EDUCATION: Innovative Education Integrated into Learning Management วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, 9(1).

สุรศักดิ์ แพรดำ. (2544). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. อุบลราชธานี คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

เสกสรรค์ ชาทองยศ. (2561). การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการแบบ *Steam education* เพื่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ด้านศิลปะ เรื่องทัศนธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Art_Ed/Seksan_C.pdf

หทัยภัทร ไกรวรรณ. (2560). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ ปีที่ 32, ฉบับที่

1 (ม.ค.-เม.ย. 2560), หน้า 123-131.

อาทิตยา พูนเรือง. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Bio/Atidtaya_P.pdf

อุบล บุญชู. (2560b). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ed_SLM/Ubon_B.pdf

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2555, มกราคม-ธันวาคม). การศึกษาพฤติกรรมการช่วยเหลือนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาของนักเรียนปกติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จากการใช้ชุดส่งเสริมทักษะการช่วยเหลือเพื่อน. วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 15, 46-56. สืบค้นจาก http://ejournals.swu.ac.th/index.php/JOS/article/view/2627/2639

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.ผศ.ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล	อาจารย์ประจำศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2.ผศ.ดร.ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน	อาจารย์ประจำศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3.นายเชวง พันธุ์บ้านแหลม	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนวัดด่าน
4.นายถาวร พบพืช	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนวัดอัมรินทราราม
5.นายสุนทร จอนสมจิตต์	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนวัดหงษ์รัตนาราม

ภาคผนวก ข

การตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.ตาราง 14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา

2.ตาราง 15 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.ตาราง 16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ตาราง 14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา

ประเด็นในการพิจารณา	แผนการจัดการเรียนรู้								ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1.กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0.80	0.80	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	0.80	สอดคล้อง
2.กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจำนวนคาบเรียน	1.00	1.00	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	0.80	สอดคล้อง
3.เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมและสอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง
4.สื่อการสอนมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับระดับชั้นของนักเรียน	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	1.00	1.00	สอดคล้อง
5.การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้	1.00	1.00	0.80	1.00	1.00	0.80	8.00	0.80	สอดคล้อง

* มีการปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชียวชาญ

-ปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้มีความครอบคลุม ครบถ้วนตามเนื้อหา

-ปรับเกณฑ์ในการวัดประเมินผลให้ตรงตามจุดประสงค์ให้ครบถ้วน

ตาราง 15 แสดงดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์	ข้อ	พฤติกรรมการวัด	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปลผล
			1	2	3	4	5			
1.	1	ขั้นระบุปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	2	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	3	ขั้นการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	4	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
2.	5	ขั้นระบุปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	6	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	7	ขั้นการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	8	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
3.	9	ขั้นระบุปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	10	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	11	ขั้นการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	12	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
4.	13	ขั้นระบุปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	14	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	15	ขั้นการแก้ปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	16	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
5.	17	ขั้นระบุปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	18	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	19	ขั้นการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	20	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
6	21	ขั้นการระบุปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

สถานการณ์	ข้อ	พฤติกรรมการวัด	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปลผล
			1	2	3	4	5			
	22	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	23	ขั้นการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	24	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
7	25	ขั้นระบุปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	26	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	27	ขั้นการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	28	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
8	29	ขั้นระบุปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	30	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	31	ขั้นการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	32	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
9	33	ขั้นระบุปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	34	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	35	ขั้นการแก้ปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	36	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
10	37	ขั้นระบุปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	38	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	39	ขั้นการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	40	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
11	41	ขั้นระบุปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	42	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

สถานการณ์	ข้อที่	พฤติกรรมการวัด	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปลผล
			1	2	3	4	5			
	43	ขั้นการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	44	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
12	45	ขั้นการระบุปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	46	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	47	ขั้นการแก้ปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	48	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
13	49	ขั้นระบุปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	50	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	51	ขั้นการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	52	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
14	53	ขั้นระบุปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	54	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	55	ขั้นการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	56	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
15	57	ขั้นระบุปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	58	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	59	ขั้นการแก้ปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	60	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
16	61	ขั้นระบุปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	62	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	63	ขั้นการแก้ปัญหา	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
	64	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้

ตาราง 16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ข้อ	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ความอยากรู้อยากเห็น								
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
6	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
8	-1	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
9	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
ความซื่อสัตย์								
1	-1	0	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
5	0	0	+1	+1	+1	5	0.6	ใช้ไม่ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
10	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้

ตาราง16 (ต่อ)

ข้อ	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ คนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ความมีเหตุผล								
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0.	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
3	-1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
4	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
8	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
9	0	+1	+1	+1	+1	5	0.8	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
การมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น								
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0.	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้

ตาราง 17 แสดงค่าความยากง่าย(P) ค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์	ข้อที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	ความยากง่าย(P)	อำนาจจำแนก(r)	แปลผล
1	1.	ขั้นระบุปัญหา	0.68	0.37	ใช้ได้
	2.	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	0.68	0.37	ใช้ได้
	3.	ขั้นการแก้ปัญหา	0.60	0.36	ใช้ได้
	4.	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	0.48	0.75	ใช้ได้
2	5.	ขั้นระบุปัญหา	0.52	0.29	ใช้ได้
	6.	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	0.56	0.27	ใช้ได้
	7.	ขั้นการแก้ปัญหา	0.48	0.79	ใช้ได้
	8	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	0.68	0.45	ใช้ได้
3	9.	ขั้นระบุปัญหา	0.64	0.43	ใช้ได้
	10.	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	0.52	0.22	ใช้ได้
	11.	ขั้นการแก้ปัญหา	0.68	0.27	ใช้ได้
	12.	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	0.68	0.41	ใช้ได้
4	13.	ขั้นระบุปัญหา	0.56	0.22	ใช้ได้
	14.	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	0.56	0.45	ใช้ได้
	15.	ขั้นการแก้ปัญหา	0.48	0.79	ใช้ได้
	16.	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	0.64	0.43	ใช้ได้
5	17.	ขั้นระบุปัญหา	0.52	0.78	ใช้ได้
	18.	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	0.52	0.78	ใช้ได้
	19.	ขั้นการแก้ปัญหา	0.48	0.79	ใช้ได้
	20.	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	0.64	0.43	ใช้ได้

ตาราง 18 แสดงค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ด้านของเจตคติฯ	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก(r)
ด้านความอยากรู้อยากเห็น	1	0.42**
	2	0.35**
	3	0.32**
	4	0.31**
	5	0.38**
ด้านความมีเหตุผล	6	0.31**
	7	0.68**
	8	0.46**
	9	0.39**
	10	0.42**
ด้านความซื่อสัตย์	11	0.31**
	12	0.65**
	13	0.33**
	14	0.33**
	15	0.39**
ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังผู้อื่น	16	0.28**
	17	0.46**
	18	0.39**
	19	0.42**
	20	0.34**

**P<.01

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา

2.ตัวอย่างแบบทดความสามารถในการแก้ปัญหา

3.ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ว15101 : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พื้นฐาน) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนที่ 5 เสียงกับการได้ยิน เวลา 10 ชั่วโมง

เรื่อง การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ เวลา 2 ชั่วโมง

ชื่อผู้สอน นางสาวทัศนนันท์ เกลี้ยงไธสง

วิทยาศาสตร์(S)

สาระสำคัญ

เสียงดังเสียงค่อยเป็นสมบัติของเสียงที่เรียกว่า ความดังของเสียง ขึ้นอยู่กับปริมาณพลังงานของเสียงจากแหล่งกำเนิดที่เดินทางมาถึงหูของผู้รับเสียง ถ้าแหล่งกำเนิดสั่นด้วยพลังงานมากจะทำให้เกิดเสียงดัง แต่ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยพลังงานน้อยจะเกิดเสียงค่อย

ความสอดคล้องตัวชี้วัด

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

ว 2.3 ป.5/2 ระบุตัวแปร ทดลองและอธิบาย ลักษณะและการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ

ว 2.3 ป.5/4 วัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัดระดับเสียง

เทคโนโลยี(T)

สาระสำคัญ ใช้อินเตอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูล เรื่อง การเกิดเสียงดังเสียงค่อย จากแหล่งข้อมูลต่างๆที่น่าเชื่อถือได้และสามารถใช้เทคโนโลยีในการทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่มได้อย่างมีความสุข สามารถนำเสนอผลงานที่เกิดจากการทำกิจกรรม โดยการจัดทำเป็นคลิปวีดีโอสั้นๆ กลุ่มละไม่เกิน 5 นาที ได้อย่างน่าสนใจ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

ว 3/5.ป 4.2ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ว 4/5.ป 4.2รวบรวม ประเมินนำเสนอ ข้อมูลและสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ศิลปศาสตร์ (A)

สาระสำคัญ เข้าใจและแสดงออกทางดนตรีอย่างสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์คุณค่าดนตรีถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่อดนตรีอย่างอิสระผ่านเพลงแมงมุมลาย ด้วยเครื่องดนตรีที่สร้างสรรค์ขึ้น อย่างสร้างสรรค์ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

สอดคล้องกับตัวชี้วัด

สาระที่ 2 ดนตรี

ศ 2.1ป 3/5.อ่าน เขียนโน้ตดนตรีไทยและสากล 5 ระดับเสียง

ศ 5/5.ป 2.1 ร้องเพลงไทยหรือเพลงสากลหรือเพลงไทยสากลที่เหมาะสมกับวัย

<u>คณิตศาสตร์</u><u>)M(</u>

สาระสำคัญ นักเรียนสามารถคำนวณขนาดของชิ้นงานและส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องดนตรีได้อย่างถูกต้อง มีกำหนดความยาวของส่วนประกอบแต่ละชิ้นโดยการใช้ทักษะการวัดและคำนวณ

สอดคล้องกับตัวชี้วัด

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

ค 3/5.ป 2.2สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุมหรือเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม

จุดประสงค์การเรียนรู้

คาบที่ 1-2

1. อธิบายลักษณะการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำได้ (K)
2. ทดลองเพื่ออธิบายการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำได้ครบทุกขั้นตอน(P)
3. ให้ความสนใจในการเรียนรู้อย่างตั้งใจ(A)

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.ใฝ่เรียนรู้

2.มุ่งมั่นในการทำงาน

ร่องรอยและหลักฐาน

1.ชิ้นงาน เครื่องดนตรี

2.ใบงาน เรื่อง การเกิดเสียงสูง-เสียงต่ำ

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1.อุปกรณ์การทดลอง เรื่อง การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ

2. Internet (สมาร์ทโฟน)

3.หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อจท.

SCAN ME

กิจกรรมการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา(STEAM Education)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของครู **การจัดการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม**	STEAM	**ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์**
คาบที่ 1 (60 นาที) <u>1.ขั้นระบุปัญหา</u> 1.1 ครูแจ้งผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะเรียนในคาบนั้นให้นักเรียนทราบ 1.2 ครูให้นักเรียนใช้มือลองดีดสายกีตาร์(ครูเตรียมกีตาร์) และสังเกตส่วนประกอบและลักษณะภายนอกของกีตาร์ จากนั้นครูตั้งคำถามดังนี้ คำถามข้อที่ 1 นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบนตัวกีตาร์*(แนวตอบ สายกีตาร์,ปุ่มปรับสายกีตาร์, ขนาดของสายกีตาร์ที่ต่างกัน)* คำถามข้อที่ 2 ถ้านักเรียนลองใช้มือดีดสายกีตาร์แต่ละสาย เสียงที่นักเรียนได้ยินจะเหมือนกันหรือไหม(แนวตอบ เสียงที่ได้ยินแตกต่างกัน) 1.3 นักเรียนแต่ละคนค้นหาคำตอบของตนเอง และสรุปประเด็นปัญหาเกี่ยวกับการได้ยินเสียง	S T	ขั้นระบุปัญหา
<u>2.ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา</u> 2.1 นักเรียนเข้ากลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูล “ว่าทำไมเราได้ยินเสียงแตกต่างกัน” 2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นและสรุปประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับการได้ยินเสียง 2.3ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเกิดเสียงสูงเสียงต่ำเพื่อร่วมกันออกแบบชิ้นงาน(เครื่องดนตรี) ในลำดับต่อไป	T S	ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

(ต่อ) กิจกรรมการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา(STEAM Education)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของครู **การจัดการเรียนรู้ของครูโดยใช้ขั้นตอน** STEAM	STEAM	**ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์**
3.ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนร่วมกันออกแบบชิ้นงานเครื่องดนตรี 1 ชิ้น จากวัสดุเหลือใช้ และบันทึกวัสดุ/อุปกณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องดนตรีลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ และวาดภาพเครื่องดนตรีของกลุ่มตนเอง	A	
คาบที่ 2 (60 นาที) 4.ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา(30 นาที) นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนและสร้างชิ้นงานของตนเองตามขั้นตอนที่แต่ละกลุ่มได้ออกแบบไว้ในชั่วโมงที่แล้ว	E	ขั้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา
.5ขั้นทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (15 นาที) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบชิ้นงานของกลุ่มตนเองและปรับแก้ตามความเหมาะสม(เครื่องดนตรีต้องทำงานวัสดุเหลือใช้ และต้องเกิดเสียงอย่างน้อย 5 เสียง)	S,E	ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์
6.ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (15 นาที) 6.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียน โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนเป็นผู้ประเมินการผลงานของเพื่อนในชั้นเรียน 6.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม	S,M	

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ความเข้าใจ) Knowledge: K) 1.อธิบายลักษณะการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำได้	ตรวจแบบทดสอบ เรื่อง การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ	- แบบทดสอบ เรื่อง การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ	ผ่านเกณฑ์ ตามแบบประเมิน ร้อยละ 60 ขึ้นไป
ด้านทักษะ/กระบวนการ (Process: P) 2.ทดลองเพื่ออธิบายการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำได้ครบทุกขั้นตอน	- ประเมินทักษะการทดลองและการทำกิจกรรมของนักเรียน	- แบบประเมินทักษะการทดลองและการทำกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ ตามแบบประเมิน ระดับดีขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude: A) 3.ให้ความสนใจในการเรียนรู้อย่างตั้งใจ	- สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	- แบบประเมินลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนแสดงพฤติกรรมดังกล่าวได้ในระดับดี

บันทึกหลังสอน

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

ลงชื่อ………………….ครูผู้สอน

ใบกิจกรรมที่ 3

การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ

สมาชิก(กลุ่มที่.......)

1...2...

3...4...

1.วัตถุประสงค์การทดลอง

1.เพื่อศึกษาออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ

2.เพื่อสร้างเครื่องดนตรีจากวัสดุเหลือใช้

2.วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องดนตรี

1...2...

3...4...

3.ขั้นตอนและวิธีการประดิษฐ์เครื่องดนตรี(วาดภาพประกอบ)

....

....

....

....

<u>5.สรุปผล</u>

....

....

....

....

....

<u>6.ปัญหาที่พบและวิธีการแก้ไข</u>

6.1ปัญหาที่พบ คือ

....

6.2 วิธีการแก้ปัญหา คือ

....

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1.การตอบคำถามได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5	
2.ความสวยงามมีระเบียบเรียบร้อยของชิ้นงาน	1	
3.ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน	3	
4.ส่งงานตรงเวลาตามที่กำหนด	1	
รวมคะแนน	10	

ลงชื่อผู้ประเมิน..

ใบงานที่ 3 เรื่อง เสียงสูง เสียงต่ำ

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานเสียง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

10

ชื่อ-สกุล..ชั้น ป.5 เลขที่......

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่าให้ได้ใจความและถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ1 คะแนน)

1.ความถี่ของเสียงมีความสัมพันธ์กับความถี่ในการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงอย่างไร (1 คะแนน)

....

....

2. เสียงสูง – เสียงต่ำเกิดขึ้นได้อย่างไร (1 คะแนน)

....

....

3. ความถี่ของเสียงมีหน่วยเป็นอะไร (1 คะแนน)

....

....

4. มนุษย์สามารถได้ยินเสียงอยู่ในช่วงความถี่ระหว่างช่วงระดับใด (1 คะแนน)

....

....

5.ความถี่ของเสียงที่ระดับต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ (1 คะแนน)

....

....

6. ดีดเส้นลวดที่มีขนาดเท่ากัน เส้นที่ตึงกว่าให้เสียง (1 คะแนน)

....

....

7.ให้นักเรียนยกตัวอย่างเครื่องดนตรีที่ให้เสียงสูง เสียงต่ำ อย่างน้อย 3 ตัวอย่าง (1 คะแนน)

....

....

8. ดีดเส้นลวดที่มีความตึงเท่ากัน เส้นที่ใหญ่กว่าให้เสียง (1 คะแนน)

....

....

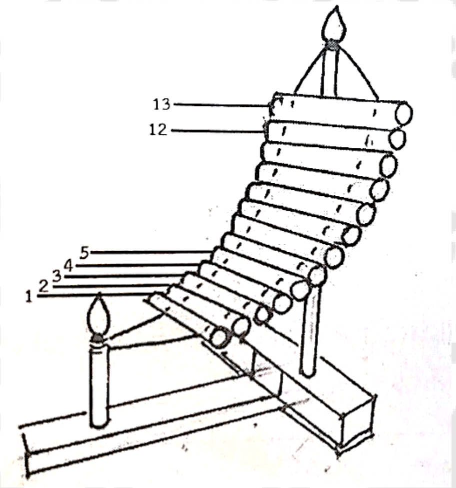
9.ถ้านักเรียนอยากคุยกับเพื่อนสนิทของนักเรียนเป็นการส่วนตัวโดยไม่อยากให้เพื่อนคนอื่นในห้องรู้เรื่องที่นักเรียนคุยกัน นักเรียนควรเลือกใช้โทรศัพท์เส้นเชือกหรือเดินไปคุยใกล้ๆ เพื่อนเพราะเหตุใด (1คะแนน)..

....

....

ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อที่ 10

ภูตะวันทำการประดิษฐ์และทดลองตีเครื่องดนตรี ดังภาพ



ถ้าต้องการให้เสียงของเครื่องดนตรีดังมากขึ้นและเกิดเสียงสูงนักเรียนจะเลือกตีเครื่องดนตรีตำแหน่งใดตีอย่างไร (1 คะแนน)

ตอบ

....

....

....

ลงชื่อผู้ประเมิน..

แบบประเมินทักษะการทดลองและการทำกิจกรรม

รายการการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1.การทำกิจกรรมการทดลองตามแผนที่กำหนด	ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องด้วยตนเอง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ	ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วยตนเอง มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง	ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยมีครูหรือผู้อื่นเป็นผู้แนะนำ	ทำกิจกรรมการทดลองไม่ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข
2.การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ใช้อุปกรณ์และหรือ/เครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติและคล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์และหรือ/เครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติแต่ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์และหรือ/เครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้อง โดยมีครูหรือผู้อื่นเป็นผู้แนะนำ	ใช้อุปกรณ์และหรือ/เครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองไม่ถูกต้องและไม่มีความคล่องแคล่วในการใช้
3.การบันทึกผลการทำกิจกรรมการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบ มีการระบุหน่วย มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพรวม เป็นเหตุเป็นผล และเป็นไปตามการทำกิจกรรมทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบ มีการระบุหน่วย มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นถึงความสัมพันธ์เป็นไปตามการทำกิจกรรมการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะแต่ไม่เป็นระเบียบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการทำกิจกรรมการทดลอง	บันทึกผลไม่ครบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นไปตามการทำกิจกรรมการทดลอง
4.การจัดทำข้อมูลและการนำเสนอ	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม และนำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ อย่างชัดเจน ถูกต้อง	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจำแนกข้อมูลให้เห็นความสัมพันธ์ นำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ ได้ แต่ยังไม่ชัดเจน	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้เข้าใจง่าย และนำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ แต่ยังไม่ชัดเจน และไม่ถูกต้อง	จัดกระทำข้อมูลอย่างไม่เป็นระบบ และมีการนำเสนอไม่สื่อความหมาย และไม่ชัดเจน

รายการการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
5.การสรุปผลการทำกิจกรรมการทดลอง	สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับชัดเจน และครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองได้ โดยมีครูหรือผู้อื่นแนะนำบ้าง จึงสามารถสรุปได้ถูกต้อง	สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองตามความรู้ที่พอมีอยู่ โดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทำกิจกรรมการทดลอง
6.การดูแลการเก็บอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ดูแลอุปกรณ์และหรือ/เครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลอง และมีการทำความสะอาด และเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ และแนะนำให้ผู้อื่นดูแลและเก็บรักษาได้ถูกต้อง	ดูแลอุปกรณ์และหรือ/เครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลอง และมีการทำความสะอาดอย่างถูกต้อง แต่เก็บไม่ถูกต้อง	ดูแลอุปกรณ์และหรือ/เครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลอง และมีการทำความสะอาด แต่เก็บไม่ถูกต้อง ต้องให้ครูหรือผู้อื่นแนะนำ	ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลอง และไม่สนใจทำความสะอาด รวมทั้งเก็บไม่ถูกต้อง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.ใฝ่เรียนรู้

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม(3)	ดี(2)	ผ่าน(1)	ไม่ผ่าน (0)
1.ตั้งใจเรียน 2.เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ 3. สนใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นประจำ	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ บ่อยครั้ง	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆบางครั้ง	ไม่ตั้งใจเรียน

2.มุ่งมั่นในการทำงาน

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	ผ่าน (1)	ไม่ผ่าน (0)
1. เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย 2. ตั้งใจและรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จ 3.ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นด้วยตนเอง	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ	ไม่ตั้งใจปฏิบัติหน้าที่การงาน

ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแรงในชีวิตประจำวันและพลังงานเสียง

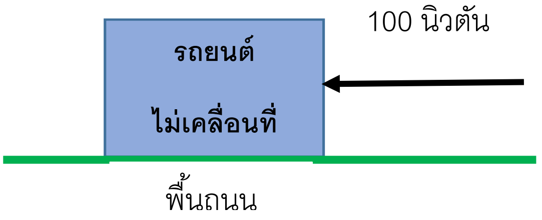
<u>คำชี้แจง</u>

1.แบบทดสอบเป็นแบบวัดชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งประกอบไปด้วยสถานการณ์ 5สถานการณ์ และคำถามในแต่ละสถานการณ์ 4 ข้อ รวมคำถามทั้งหมด 20 ข้อ เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยเขียนเครื่องหมาย ลงในกระดาษคำตอบ (ข้อละ 1 คะแนน)

2.ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

อ่านสถนการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 4 -1

เมื่อออกแรงเพื่อเข็นรถยนต์ให้เคลื่อนที่แต่รถยนต์ยังอยู่นิ่ง ไม่มีการเคลื่อนที่ เขียนภาพแสดงขนาดและทิศทางของแรงในแนวราบที่กระทำต่อรถยนต์ที่อยู่นิ่งได้ ดังภาพ และเมื่อชายคนนี้ออกแรงเพิ่มขึ้นจากเดิม



1.ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้คืออะไร

ก.รถยนต์เสีย

ข.รถยนต์น้ำมันหมด

ค.รถยนต์ไม่เคลื่อนที่

ง.ต้องออกแรงเท่าไหร่รถยนต์ถึงจะเคลื่อนที่

2.ข้อใดคือสาเหตุของปัญหานี้

ก.ไม่ได้เติมน้ำมัน

ข.ไม่เช็คก่อนออกจากบ้าน

ค.ออกแรงเข็นรถยนต์น้อยเกินไป

ง.พื้นถนนไม่เรียบทำให้เข็นรถลำบาก

3.แนวทางการแก้ไขปัญหาควรทำอย่างไร

ก.หาซื้อน้ำมันมาเติม

ข.เช็ครถทุกครั้งก่อนออกจากบ้าน

ค.ออกแรงเข็นรถให้มากกว่า 100 นิวตัน

ง.ออกแรงเข็นรถให้มากกว่า 200 นิวตัน

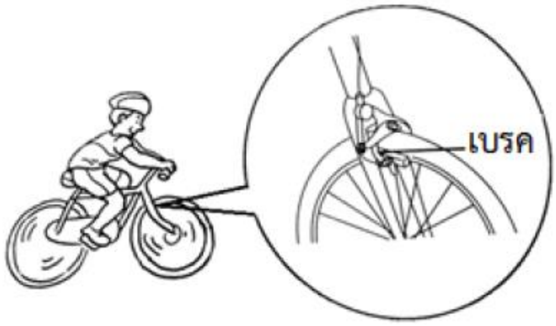
4.ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร

ก.รถได้เติมน้ำมัน ข.รถยนต์เคลื่อนที่ได้

ค.รถยนต์ไม่เคลื่อนที่ ง.รถยนต์วิ่งได้ปกติ

อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 5-8

วันหนึ่งขณะที่กิตติพงษ์ขี่จักรยานไปโรงเรียน เขาได้เบรกอย่างแรงเพื่อหยุดรถ ปรากฏว่า เบรคไม่อยู่ รถยังเคลื่อนที่ไปไถลไปข้างหน้า กิตติพงษ์จึงลงจากรถมาตรวจสอบเบรคดังภาพ พบว่าผ้าเบรกเหลือเล็กน้อยเท่านั้น



5.ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้คืออะไร

ก.ดอกยางล้อรถสึกมาก ข.แรงเบรคของรถ น้อยเกินไป

ค.แรงเสียดทานระหว่างผ้าเบรคกับยาง ลดลง ง.แรงเสียดทานระหว่าผ้าเบรค เพิ่มขึ้น

6.ข้อใดคือสาเหตุของปัญหานี้

ก.ผ้าเบรคเหลือน้อย

ข.ปั่นรถจักรยานเร็วเกินไป

ค.ดอกยางรถสึกทำให้เกิดแรงเสียดทานน้อย ทำให้เบรครถไม่อยู่

ง.ดอกยางรถสึกทำให้เกิดแรงเสียดทานมาก ทำให้เบรครถทำงานดี

7.แนวทางการแก้ไขปัญหาควรทำอย่างไร

ก.หยอดน้ำมันหล่อลื่น

ข.เปลี่ยนผ้าเบรคใหม่

ค.ปั่นจักรยานให้ช้าลงกว่าเดิม

ง.เปลี่ยนยางรถจักรยานใหม่

8.ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร

ก.รถวิ่งเร็วขึ้น

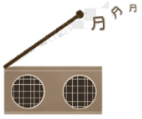
ข.ลดการเกิดอุบัติเหตุ

ค.รถนั่งสบายกว่าเดิม

ง.ไปถึงโรงเรียนอย่างปลอดภัย

อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ข้อ 9-12

มะลิเปิดวิทยุฟังเพลงภายในห้องนอนทุกเช้าหลังตื่นนอน แล้วก็ทำงานบ้านไปด้วยทำให้มะลิทำงานบ้านได้อย่างเพลิดเพลิน ไม่รู้สึกเหนื่อยเท่าไหร่ และบ้านของเธอก็สะอาดด้วยอยู่ๆ เช้าวันหนึ่งวิทยุคู่ใจของเธอที่เคยเปิดฟังทุกวันดันเปิดไม่ติด ทำให้เธออดฟังเพลงในวันนั้น



ที่มา:LOVE Pik

9.ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้คืออะไร

ก.วิทยุเปิดไม่ติด

ข.มะลิชอบฟังเพลงจากวิทยุ

ค.มะลิชอบทำงานบ้านเพราะไม่เหนื่อย

ง.มะลิได้ยินสียงเพลงได้อย่างไร

10.ข้อใดคือสาเหตุของปัญหานี้

ก.วิทุยถ่านหมด

ข.บ้านของมะลิรกมาก

ค.เสียงที่เกิดจากวิทยุ

ง.แม่ของมะลิรำคาญเสียงวิทยุ

11.แนวทางการแก้ไขปัญหาควรทำอย่างไร

ก.ซื้อวิทยุใหม่

ข.เปลี่ยนถ่านวิทยุใหม่

ค.เอาวิทยุไปซ่อมที่ร้าน

ง.ทำความสะอาดบ้านทุกวัน

12.ผลทีเกิดจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร

ก.มะลิได้วิทยุอันใหม่

ข.บ้านของมะลิสะอาดขึ้น

ค.มะลิได้ฟังเพลงจากวิทยุ

ง.เปลี่ยนไปฟังเพลงจากเครื่องเล่นอย่างอื่น

11.แนวทางการแก้ไขปัญหาควรทำอย่างไร

ก.ซื้อวิทยุใหม่ ข.เปลี่ยนถ่านวิทยุใหม่

ค.เอาวิทยุไปซ่อมที่ร้าน ง.ทำความสะอาดบ้านทุกวัน

12.ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร

ก.มะลิได้วิทยุอันใหม่

ข.บ้านของมะลิสะอาดขึ้น

ค.มะลิได้ฟังเพลงจากวิทยุ

ง.เปลี่ยนไปฟังเพลงจากเครื่องเล่นอย่างอื่น

จงอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ข้อ 13-16

ศิลปะของดนตรี “พิณแก้ว ต่างจากเครื่องดนตรีชนิดอื่น ๆ รูปลักษณ์ภายนอกอาจจะดูเหมือนแก้วธรรมดาแต่พอในมาใส่น้ำ และบรรเลงเป็นบทเพลงแก้วน้ำธรรมดา ๆ ก็กลายเป็นบทเครื่องดนตรีสุดคลาสึกดี ๆ ชิ้นหนึ่ง ซึ่งเป็นเรื่องน่าอัศจรรย์ เป็นเรื่องใหม่ของวงการดนตรี และเป็นเอกลักษณ์ซึ่งเป็นจุดแข็งของพิณแก้ว เด็กหญิงน้ำใสทำการทดลองเล่นพิณแก้ว โดยใช้มือถือวนไปบนปากแก้ว ดังภาพ

ที่มา : แบบเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้น ป.5 อจท.)

13.ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้คืออะไร

ก.รูปร่างของแก้ว ข.ความสูงของแก้ว

ค.ลักษณะการใช้มือถูแก้ว ง.เสียงที่เกิดจากการถูแก้วแต่ละใบ

14.ข้อใดคือสาเหตุของปัญหานี้

ก.ขนาดของแก้ว

ข.ปริมาตรของน้ำในแก้ว

ค.ความหนักเบาในการถูแก้ว

ง.ลักษณะของเสียงที่เกิดจากแก้วแต่ละใบ

15.แนวทางการแก้ไขปัญหาควรทำอย่างไร

ก.ถูแก้ววนไปวนมา

ขใ.ส่น้ำลงในแก้วแต่ละในปริมาตรที่ต่างกัน

ค.เพิ่มขนาดของแรงในการถูแก้ว

ง.ใช้แก้วที่มีรูปร่างต่างกัน

16.ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร

ก.เสียงที่ได้ยินเกิดเสียงดังเสียงค่อย

ข.ใช้มือถูปากแก้วอย่างแรงๆที่สุดเพื่อความไพเราะ

ค.ใช้มือถูปากแก้วอย่างเบามือที่สุดเพื่อความไพเราะ

ง.เสียงที่ได้ยินเกิดเสียงสูงเสียงต่ำทำให้เกิดเป็นเสียงดนตรี

จงอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ข้อ 17-20

ประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้กับสนามบิน จะได้ยินดังของเครื่องบินอยู่บ่อยครั้ง ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก ดังนั้นเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่งที่เราจะต้องใส่ใจและไม่มองข้ามอันตรายจากมลพิษทางเสียง โดยการป้องกันอันตรายจากมลพิษทางเสียงนั้นสามารถทำได้หลากหลายวิธี เริ่มต้นจากการขอความร่วมมือของฝ่ายหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สร้างโครงสร้างที่ป้องกันเสียงและใช้วัสดุที่สามารถลดเสียงได้ อีกทั้งการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้เกิดเสียงน้อยที่สุดก็เป็นอีกวิธีที่จะทำให้ลดความเสี่ยงในเรื่องของระดับเสียงไปได้

17.ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้คืออะไร

ก.สถานที่ต่าง ๆ

ข.อันตรายที่เกิดจากเสียง

ค.อันตรายจากมลพิษทางเสียง

ง.ผลกระทบที่เกิดจากการได้ยินเสียง

18.ข้อใดคือสาเหตุของปัญหานี้

ก.ทำงานโรงงาน

ข.การสื่อสารกับคนอื่นลดลง

ค.การได้ยินเสียงดังเป็นเวลานานๆ

ง.ประสิทธิภาพในการใช้ชีวิตลดลง

19.แนวทางการแก้ไขปัญหาควรทำอย่างไร

ก.หลีกเลี่ยงการทำงานโรงงาน

ข.พูดคุยกับคนอื่นให้น้อยลง

ค.ไปทำงานแต่เช้าแล้วกลับเร็ว

ง.หาวิธีป้องกันเสียง เช่น ใส่ปลั๊กหูฟัง

20.ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหานี้คืออะไร

ก.มีความสุขกับการทำงาน

ข.การติดต่อสื่อสารคนอื่นดีขึ้น

ค.ปลอดภัยจากมลพิษทางเสียง

ง.การใช้ชีวิตประจำวันสะดวกสบายมากขึ้น

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ-สกุล...ชั้น ป.5/....เลขที่............

คำชี้แจง: 1.แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีทั้ง 20 ข้อ โดยแต่ละข้อประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ อยู่ทางซ้ายมือ ส่วนทางขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง มากที่สุด

4 หมายถึง มาก

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยที่สุด

.2 ให้นักเรียนอ่านข้อความในแต่ละข้อ แล้วพิจารณาดูว่าข้อความใดตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างด้านขวามือที่ตรงตามความคิดเห็นของนักเรียน ในการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่มีความคิดเห็นที่ถือว่าถูกหรือผิด และไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	<u>ความอยากรู้อยากเห็น</u> ข้าพเจ้าไม่ชอบค้นคว้าหาความรู้ในการทำกิจกรรมและการทดลองต่างๆ					
2.	ข้าพเจ้ารู้สึกชอบสนทนานอกเรื่องจากการทำกิจกรรม					
3.	ข้าพเจ้ารู้สึกชอบเวลาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองมากกว่ารอคำตอบจากครู					
4.	ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมหรือการทดลองอยู่ตลอดเวลา					
5.	ข้าพเจ้ามีความใฝ่รู้ พยายามสืบเสาะหาความรู้ในสถานการณ์ต่างๆและปัญหาใหม่ๆอยู่เสมอ					
6	<u>ความมีเหตุผล</u> ข้าพเจ้าแสดงร่วมความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
7.	ข้าพเจ้ามักตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลแนวคิดต่างๆจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ทุกครั้ง					
8.	การทำกิจกรรมการทดลองต่างๆทำให้ข้าพเจ้าเป็นคนมีเหตุผล					
9.	เมื่อต้องสรุปอภิปรายผลการทดลอง ข้าพเจ้ามักใช้เหตุผลส่วนตัวเสมอ					
10.	ข้าพเจ้ามักจะอธิบายสิ่งต่างๆโดยใช้เหตุผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายได้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์					
11.	ความซื่อสัตย์ ข้าพเจ้ามักเสนอความจริงแม้จะเป็นความคิดเห็นที่ต่างจากผู้อื่น					
12.	เมื่อผลการทดลองคาดเคลื่อนข้าพเจ้ามักจะไปเอาผลการทดลองกลุ่มอื่นมาบันทึกแทนผลการทดลองตนเอง					
13.	ข้าพเจ้านำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองตามจริงทุกครั้ง					
14.	ข้าพเจ้าจะแจ้งครูทุกครั้งเมื่อทำอุปกรณ์การทดลองเสียหาย					
15	ข้าพเจ้าจะบันทึกผลการทำกิจกรรมหรือการทดลองตามจริงทุกครั้ง					
16.	การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นคนอื่น ข้าพเจ้าจะไม่เปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้ร่วมแสดงความคิดเห็น แม้คนอื่นจะมีความคิดเห็นที่ดีก็ตาม					
17.	ข้าพเจ้ารับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ คำโต้แย้งหรือความเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น					
18.	ข้าพเจ้ายอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังไม่ได้ข้อสรุปแน่นอนไม่ได้และพร้อมหาข้อมูลเพิ่มเติม					
19.	ข้าพเจ้ารับฟังข้อเสนอแนะและความคิดเห็นจากผู้อื่นเสมอ					
20.	ข้าพเจ้ามักมีร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับเรื่องต่างๆทุกครั้งเมื่อมีโอกาส					

ภาคผนวก ง

ประมวลภาพกิจกรรม

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

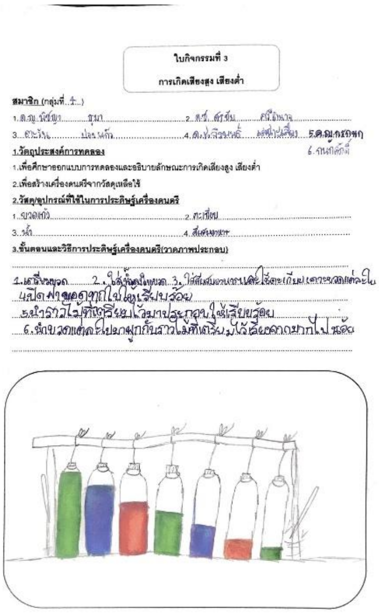
ภาพขณะนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา(S,M)

ภาพขณะนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา(T,S)

ภาพขณะนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา(A,S,M)

ภาพขณะนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสตีมศึกษา(A,S,M)

ภาพขณะนักเรียนทดสอบ ตรวจสอบชิ้นงานนำและปรับแก้ชิ้นงาน(E,M)



ใบกิจกรรมที่ 3

การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ

สมาชิก (กลุ่มที่...)

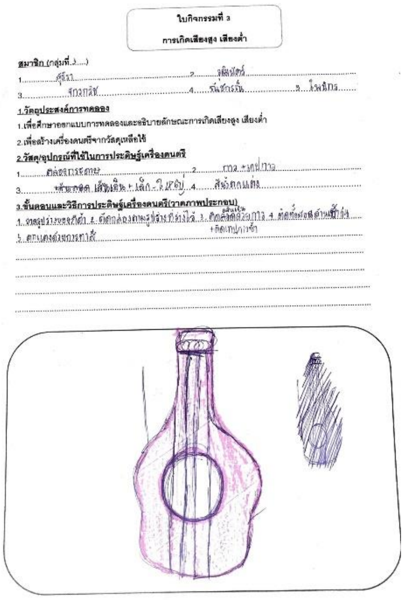
1.วัตถุประสงค์การทดลอง

1.เพื่อศึกษาออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ

2.เพื่อสร้างเครื่องดนตรีจากวัสดุเหลือใช้

2.วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องดนตรี

3.ขั้นตอนและวิธีการประดิษฐ์เครื่องดนตรี(วาดภาพประกอบ)



ใบกิจกรรมที่ 3

การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ

สมาชิก (กลุ่มที่...)

1.วัตถุประสงค์การทดลอง

1.เพื่อศึกษาออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ

2.เพื่อสร้างเครื่องดนตรีจากวัสดุเหลือใช้

2.วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่องดนตรี

3.ขั้นตอนและวิธีการประดิษฐ์เครื่องดนตรี(วาดภาพประกอบ)

ผลงานของนักเรียน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวทัศนนันท์ เกลี้ยงไธสง
วัน เดือน ปี เกิด	9 กันยายน 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2546 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเมืองพลับพลาพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ.2552 ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ที่อยู่ปัจจุบัน	86 หมู่ 6 ตำบลเมืองพลับพลา อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา 30240