ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดสุราษฎร์ธานี

นางสาวประภัสสร โยมา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอก
วิทยาศาสตร์ศึกษา
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2566

The Effects of Argument-Driven Inquiry in the Topic of Current Electricity on Creating Scientific Explanation and Scientific Argumentation Skills for Grade 11 Students at Small Sized Secondary Schools in Surat Thani Province

Miss. PRAPHATSON YOMA

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Education in Science Education

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ชื่อและนามสกุล	นางสาวประภัสสร โยมา
แขนงวิชา / วิชาเอก	วิทยาศาสตร์ศึกษา
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	2. รองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 29 เมษายน พ.ศ. 2567

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ผู้วิจัย นางสาวประภัสสร โยมา รหัสนักศึกษา 2642000232
ปริญญา: ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2) รองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (2) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวกับเกณฑ์ (3) เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว และ (4) เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน 12 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแส (2) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ (3) แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบวิลคอกซัน และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี (3) นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (4) นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษา

Thesis title: “The Effects of Argument-Driven Inquiry in the Topic of Current Electricity on Creating Scientific Explanation and Scientific Argumentation Skills for Grade 11 Students at Small Sized Secondary Schools in Surat Thani Province”
Researcher: “Miss. PRAPHATSON YOMA”; ID: “2642000232”;
Degree: Master of Education (Science Education);
Thesis advisors: (1) Associate Professor Dr. Tweesak Chindanurak;(2) Associate Professor Chumnan Chaowakeratipong ; Academic year: 2023

Abstract

The objectives of this research were to (1) compare the ability to create scientific explanation ability of grade 11 students before and after the Argument-Driven Inquiry instruction; (2) compare the students’ the ability to create scientific explanation ability after learning through the instruction with the criteria. ; (3) compare the students’ scientific argumentation skill before and after learning through the instruction; and (4) compare the students’ scientific argumentation skill after learning through the instruction with the criteria.

The sample group used in the research was one classroom of 12 grade 11 students studying in the second semester of academic year 2023, obtained by cluster random sampling. The research instruments included (1) instructional plans for the Argument-Driven Inquiry in the topic of Current Electricity; (2) a scale to assess scientific explanation ability; and (3) a scale to assess scientific argumentation skill. The collected data was analyzed with the use of mean, standard deviation, Wilcoxon Signed Ranks test and content analysis.

The research results showed that (1) the post-learning scientific explanation ability of the students was significantly higher than their pre-learning counterpart ability at the .05 level of statistical significance; (2) the post-learning scientific explanation ability of the students was at the good level; (3) the post-learning scientific argumentation skill of the students was significantly higher than their pre-learning counterpart skill at the .05 level of statistical significance; and ; (4) the post-learning scientific argumentation skill of the students was at the very good level.

Keywords : Argument-Driven Inquiry, Scientific argumentation, Scientific explanation, Secondary education

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และรองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และติดตามงานอย่างใกล้ชิด ทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และประสบการณ์ในการวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณ อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ ที่กรุณามาเป็นประธานกรรมการในการสอบปกป้องวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำ เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ ว่าที่ร้อยตรีหญิงสุธาสินี เขียวมณี นายพัชรพล รัตนพันธ์ และนางสาวอมรรัตน์ ไชยสุวรรณ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือในการสร้าง ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนโรงเรียนท่าอุแทพิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมาธิราช เพื่อนนักศึกษา บุคคลในครอบครัว และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

นางสาวประภัสสร โยมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 3

กรอบแนวคิดการวิจัย 3

สมมติฐานการวิจัย 4

ขอบเขตการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

ประโยชน์ที่ได้รับ 7

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 8

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง 9

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 17

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 21

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 36

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 36

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 36

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 37

การเก็บรวบรวมข้อมูล 45

การวิเคราะห์ข้อมูล 46

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 50

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 51

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์ 53

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 55

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์ 58

บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 60

สรุปการวิจัย 60

อภิปรายผล 63

ข้อเสนอแนะ 69

บรรณานุกรม 71

ภาคผนวก 79

ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 80

ข ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแส 82

ค ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 97

ง ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 99

จ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง 101

ฉ ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 116

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ช ตัวอย่างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการให้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 119
ประวัติผู้วิจัย 123

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง 16
ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป 20
ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามระดับความสามารถ 21
ตารางที่ 2.4 แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน Duschl (2008) 27
ตารางที่ 2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลของคำถามข้อที่ 1 จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของ Lin and Mintzes (2010) 28
ตารางที่ 2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลของคำถามข้อที่ 2 จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของ Lin and Mintzes (2010) 29
ตารางที่ 2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลของคำถามข้อที่ 3 จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของ Lin and Mintzes (2010) 29
ตารางที่ 2.8 การวิเคราะห์ข้อมูลของคำถามข้อที่ 4 จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของ Lin and Mintzes (2010) 30
ตารางที่ 2.9 เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของภาวิณี รัตนคอน และคณะ (2561) 30
ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) (Sampson et al., 2011) 38
ตารางที่ 3.2 การแปลผลระดับความคิดเห็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (ศศิกานต์ นิ่มดำ, 2561) 39
ตารางที่ 3.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ 39
ตารางที่ 3.4 แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (McNeil and Krajcik, 2008) 40
ตารางที่ 3.5 การแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ณัฐวรรณ ศิริธร, 2559) 41
ตารางที่ 3.6 แนวทางในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (ภาวิณี รัตนคอน และคณะ, 2561) 43

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 3.7 การแปลผลคะแนนเป็นระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (ภาวิณี รัตนคอน และคณะ, 2561) 44
ตารางที่ 3.8 การแปลความหมายค่าความยาก (p) ของข้อสอบ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560) 47
ตารางที่ 3.9 การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560) 48
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Test 51
ตารางที่ 4.2 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง 53
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์ 54
ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์ 54
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Test 55
ตารางที่ 4.6 คะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง 57
ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์ 58

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์ 58

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 4
ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบและเกณฑ์การประเมินของข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 14
ภาพที่ 2.2 แนวคิดการวิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 25

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีเป้าหมายเพื่อเตรียมความพร้อมในการแก้ไขปัญหาใหม่ของโลกในอนาคต โดยการนำความรู้และทักษะไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม โดยองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (OECD) ได้จัดให้มีโครงการการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment, PISA) เพื่อประเมินการรู้เรื่อง (Literacy) ใน 3 ด้าน หนึ่งในนั้นคือการประเมินด้านการรู้ เรื่องวิทยาศาสตร์ หมายถึงความรู้ ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจ โต้แย้ง และนำเสนอต่อสาธารณชน (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) และกระบวนการสำคัญที่จะเกิดขึ้นเสมอของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ การแสดงความคิดเห็น การวิพากษ์วิจารณ์และการอภิปรายโต้แย้งเพื่อยืนยันว่าข้อค้นพบนั้นมีความถูกต้องชัดเจนหรือไม่ (เอกภูมิ จันทร์ขันตี, 2559)

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) ถือเป็นหนึ่งในตัวบ่งชี้ถึงความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสื่อสารที่สามารถบ่งบอกถึงความเข้าใจแนวคิดหรือเนื้อหา โดยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ และต้องมีการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่สอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์ การได้มาซึ่งคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ การยืนยันข้อสรุปในการตอบคำถามหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น 2) หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ (McNeill and Krajcik, 2008)

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลมีความเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยในข้อกล่าวอ้างต่าง ๆ จึงมีความพยายามให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งในข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวโดยใช้ข้อมูล หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ตนเองศึกษาค้นคว้ามา เพื่อนำไปสู่การพิจารณาของประชาคม เพื่อทำให้เกิดข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ (Lin and Mintzes, 2010) การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เช่น แนวคิด ทฤษฎี และกฎทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดในการใช้เหตุผลเพื่อการแก้ปัญหา และการคิดอย่างเป็นระบบ

เนื่องจากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นการอภิปรายกันอย่างเป็นเหตุผล โดยยึดถือเหตุผล หลักฐาน และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือ จึงสามารถนำนักเรียนไปสู่ความรู้ความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้ (Duschl, 2008) การอภิปรายโต้แย้งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะการสื่อสารซึ่งถือว่าเป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในเรื่องของการสื่อสาร และยังสอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญของนักเรียนที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551 ในด้านของความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการสื่อสารที่ต้องการให้นักเรียนสามารถรับ และส่งสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้ภาษาในการถ่ายทอดความรู้ความคิดของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ความรู้ และประสบการณ์กับผู้อื่นด้วยหลักของเหตุผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีปัญหาในการอธิบายแนวคิดหรือนำเสนอผลการทดลอง และจากการให้นักเรียนทำแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ เช่น นักเรียนตอบเพียงข้อกล่าวอ้างเท่านั้น โดยไม่แสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ หรือเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างของนักเรียน รวมทั้งการจัดการเรียนรู้ไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นหรือซักถาม ส่วนใหญ่ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นโดยปราศจากการคิดไตร่ตรองเสียก่อน ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนคุ้นเคยกับการฟังคำบรรยายจากครูเป็นส่วนใหญ่ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนจำเป็นต้องพัฒนาทักษะการโต้แย้ง จึงทำให้นักเรียนบางคนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นตอบกลับมาได้ ในขณะที่นักเรียนบางคนได้ให้เหตุผลเพื่ออธิบายความคิดเห็นของตนเอง แต่เหตุผลนั้นก็ยังไม่มีความชัดเจนหรือความน่าเชื่อถือมากพอ ทั้งนี้เหตุผลของนักเรียนที่นำมาใช้ในการอธิบายความคิดเห็นก็ยังไม่มีความน่าเชื่อถือ หรือหลักฐานที่แน่ชัด แต่เป็นเพียงการแสดงความรู้สึกของนักเรียนที่ขาดแหล่งที่มาของข้อมูล หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ จะเห็นได้ว่าจากพฤติกรรมที่สังเกตได้นั้นพบว่านักเรียนในชั้นเรียนยังขาดองค์ประกอบการโต้แย้งทั้ง เหตุผลสนับสนุนข้ออ้างที่จะนำมาใช้ในการยืนยันความคิดเห็นของตนเอง และหลักฐานประกอบเหตุผลที่จะนำใช้สนับสนุนเหตุผลของตนเอง และทำให้ผู้อื่นเห็นด้วยกับความคิดเห็นของตนเอง

จากการศึกษาเอกสาร พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry, ADI) โดยประยุกต์ตามกรอบแนวคิดของ (Sampson et al., 2011) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะที่เน้นกระบวนการการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้เป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ยกตัวอย่างเช่น การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการร่วมมือตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากสิ่งที่ได้ค้นพบ เป็นต้น และมีขั้นตอนที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างและปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อใช้สำหรับประกอบกิจกรรมการโต้แย้ง โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้เป็นผู้นำเสนอในการสร้างข้อโต้แย้งและข้ออธิบายด้วยตนเอง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องไฟฟ้ากระแส

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

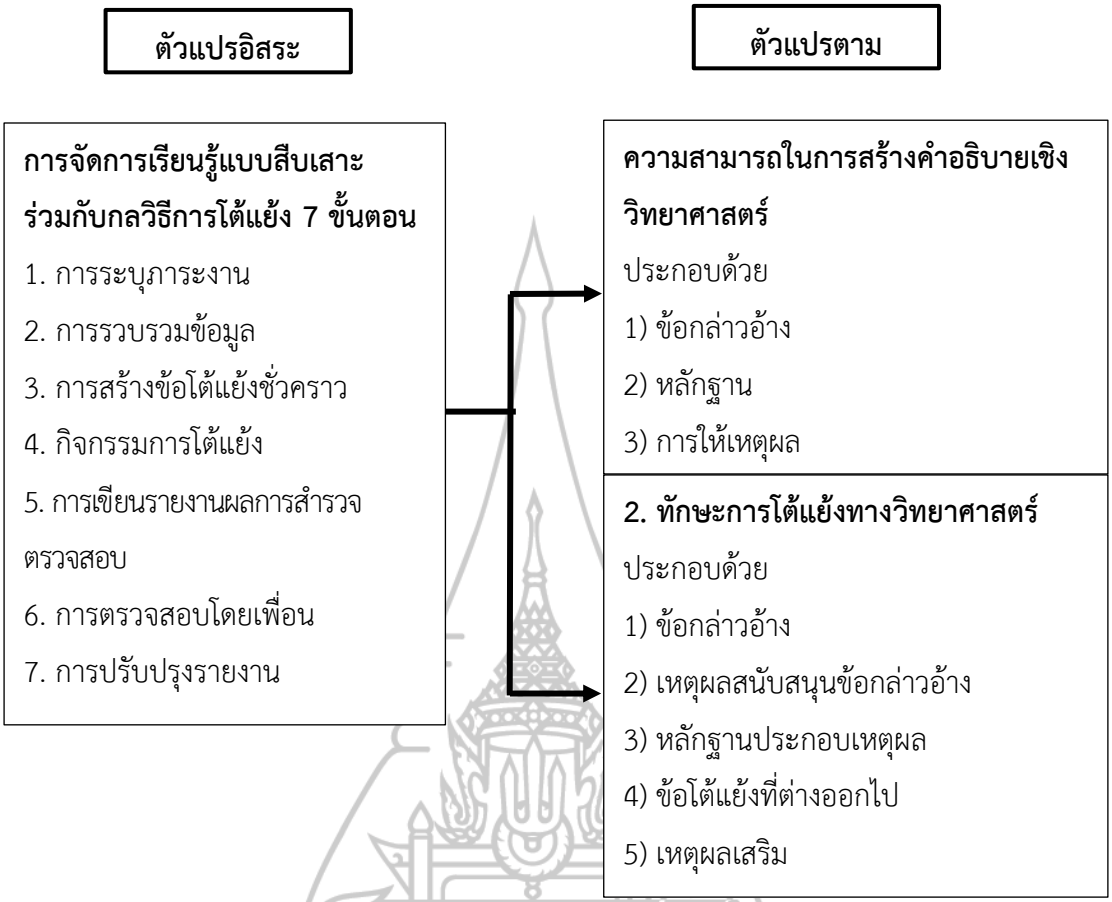
2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์

2.3 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

2.4 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการจัดกการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งของ Sampson et al. (2011) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงาน 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 6) การตรวจสอบโดยเพื่อน 7) การปรับปรุงรายงาน แนวคิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill & Krajcik (2008) โดยมีองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน 3) การให้เหตุผล แนวคิดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Lin and Mintzes (2010) แบ่งการโต้แย้งการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 3) หลักฐานประกอบเหตุผล 4) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป 5) เหตุผลเสริม ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอกรอบแนวคิดในการวิจัยตามลักษณะตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสูงกว่าก่อนเรียน

4.2 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง อยู่ในระดับดี

4.3 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสูงกว่าก่อนเรียน

4.4 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง อยู่ในระดับดี

5. ขอบเขตการวิจัย

5.1 ด้านตัวแปร

5.1.1 ตัวแปรอิสระ

1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

5.1.2 ตัวแปรตาม

1) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2) ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

5.2 ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.2.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก สหวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เขต 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 3 โรง 6 ห้องเรียน 71 คน

5.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มที่ศึกษาได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน 12 คน จำนวนนักเรียนชาย 4 คน และนักเรียนหญิง 8 คน

5.3 ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า กฎของโอห์ม แหล่งกำเนิดไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้าในบ้าน

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดกการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry : ADI)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง คือการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้นักเรียนสืบค้นตรวจสอบหลักฐาน ให้เหตุผล และสร้างข้อสรุป เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาอภิปรายในชั้นเรียน เรื่องไฟฟ้ากระแส ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาตามแนวคิด Sampson et al. (2011) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

6.1.1 การระบุภาระงาน คือ เป็นนำเข้าสู่การระบุภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจในสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่มีความสนใจเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องไฟฟ้ากระแส และวิเคราะห์สถานการณ์เชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาจนเกิดข้อสงสัยนำไปสู่การระบุภาระงาน

6.1.2 การรวบรวมข้อมูล คือ การที่นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กโดยสมาชิกในกลุ่มประมาณ 3-4 คน เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวนั้นในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

6.1.3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่มเพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วเขียนลงในกระดาษ โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าว หลักฐาน และการให้เหตุผล

6.1.4 กิจกรรมการโต้แย้ง คือ เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน โดยการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียนมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง (2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้ง (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งและนักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมทั้งเหตุผลประกอบ

6.1.5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นรายงานที่ออกแบบมาเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่า นักเรียนจะรู้อะไรบ้าง นักเรียนจะรู้ได้อย่างไร แล้วทำไมนักเรียนถึงเชื่อในสิ่งนั้น

6.1.6 การตรวจสอบโดยเพื่อน คือ การให้นักเรียนแต่ละคนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดให้พร้อมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback)

6.1.7 การปรับปรุงรายงาน คือ การแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน และจากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน

6.2 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation Ability)

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเขียนข้อความที่อธิบายปรากฏการณ์ โดยใช้ข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานสนับสนุนและการให้เหตุผลมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับเรื่อง ไฟฟ้ากระแส ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาตามแนวคิดของ McNeill & Krajcik (2008) โดยมีองค์ประกอบของคำอธิบาเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง คือ คำตอบของคำถาม หรือข้อสรุปของคำถาม

2) หลักฐาน คือ ข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบหรือข้อสรุป

3) การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

ผู้วิจัยวัดและประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

6.3 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation Skills)

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล โดยที่บุคคลนั้น ๆ ต้องมีการพยายามหาเหตุผล ข้อมูล หรือ หลักฐานมาสนับสนุนความคิดของตน และคัดค้านความคิดเห็นของผู้อื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มีความน่าเชื่อถือและยอมรับได้บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาตามแนวคิดของ Lin and Mintzes (2010) แบ่งการโต้แย้งการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่

6.3.1 ข้อกล่าวอ้าง เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นของตนเองต่อประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่พิจารณา

6.3.2 เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เป็นการใช้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้ออ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้ออ้างที่นำเสนอมีความน่าเชื่อถือ

6.3.3 หลักฐานประกอบเหตุผล เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริง หรือ ข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับโดยหลักฐานนั้น

6.3.4 ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป เป็นการให้เหตุผลต่อข้ออ้างจากมุมมองใหม่ๆ ที่ผู้นำเสนอข้ออ้างไม่ได้กล่าวถึง หรือ ไม่ได้พิจารณาไว้ในการนำเสนอข้ออ้างในตอนแรก ทำให้ข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง เป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้ออ้างที่ได้สร้างขึ้นมาในตอนแรก

6.3.5 เหตุผลเสริม เป็นการโต้แย้งเพื่อทำให้ข้ออ้างที่ต่างออกไปจากข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดลงไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐาน และการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน

ผู้วิจัยวัดและประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

7.2 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

7.3 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งหัวข้อดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
   1.1 ความเป็นมาในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
   1.2 ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
   1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
   2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
   2.1 ความหมายและองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
   2.2 พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
   2.3 เครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
3. ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
   3.1 ความหมายของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
   3.2 องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
   3.3 เครื่องมือวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   4.1 งานวิจัยในประเทศ
   4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนในการพัฒนาวิธีการสร้างข้อมูล ปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ การใช้ข้อมูลเพื่อตอบข้อสงสัย การเขียน รวมทั้งการสะท้อนถึงผลการปฏิบัติงาน โดยมีการผสมผสานให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และ ทบทวนการให้เหตุผลโดยเพื่อน จากการศึกษาเอกสารพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีเนื้อหาดังนี้

2.1 ความเป็นมาในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

รูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) พัฒนาโดยคณะนักวิจัย 5 ท่าน ได้แก่ Walker, Zimmerman จาก Tallahassee Community College และ Sampson, Grooms, Anderson จาก The Florida State University รูปแบบการเรียนการสอนนี้ถูกออกแบบขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการพัฒนาวิธีการสร้างข้อมูล ปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ การใช้ข้อมูลเพื่อตอบข้อสงสัย การเขียน รวมทั้งการสะท้อนถึงผลการปฏิบัติงาน โดยมีการผสมผสานให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และทบทวนการให้เหตุผลโดยเพื่อน (Walker et al., 2010) นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งด้านสาระ ปฏิบัติและคุณลักษะด้วย การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติและได้รับความรู้จากประสบการณ์ที่ได้จากปฏิบัติการ

Sampson et al. (2009) จากรายงานปฏิบัติการในประเทศสหรัฐอเมริกาในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ในปี ค.ศ. 2005 ของประเทศสหรัฐอเมริกา สภาวิจัยแห่งชาติได้ให้ข้อเสนอแนะหลายประการ สำหรับการพัฒนาทักษะแล้วความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประการแรก คือ กิจกรรมการปฏิบัติการ (Laboratory Activities) จำเป็นต้องมีพื้นฐานของการสืบเสาะ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะปฏิบัติการและความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ ประการที่สอง คือ นักเรียนจำเป็นต้องได้รับโอกาสในการอ่าน เขียนและอภิปรายงานที่นักเรียนปฏิบัติ และประการสุดท้าย คือ ต้องกระตุ้นให้นักเรียนสร้างและวิจารณ์ข้อโต้แย้ง ซึ่งข้อโต้แย้งนี้ คือ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 1 ประการ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) โดยทำการทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในงานวิจัยที่มีชื่อว่า “Argument Driven Inquiry” เป็นรูปแบบการสอนสำหรับใช้ในการประชุมนานาชาติว่าด้วยการวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์ประจำปี 2010 ณ เมือง ฟิลาเดเฟีย มลรัฐเพนซิลเวเนียร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีเป้าหมายความสำเร็จของรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีดังนี้

1. กรอบความสำเร็จของประสบการณ์ที่ได้จากปฏิบัติการมาจากความพยายามพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ สำหรับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2. ส่งเสริมการเรียนรู้ส่วนบุคคล โดยการสร้างข้อโต้แย้งที่เชื่อมโย้งไปสู่การตัดสินใจเพื่ออธิบายข้อคำถาม หรือข้อสรุปของกระบวนการสืบเสาะ

3. เปิดโอกาสให้แก่นักเรียนในการเรียนรู้ทั้งการกำหนดเป้าหมาย การสนับสนุนการประเมินค่า และการทบทวนแนวคิดเพื่ออภิปรายและเขียนคำอธิบาย

4. การสร้างชั้นเรียนที่มีการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในด้านคุณค่าของหลักฐาน ด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ข้อสงสัย และแนวทางของการคิดแบบใหม่

Walker, Zimmerman and Sampson (2011) มีเป้าหมายของรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถกำหนดวิธีการของตนเองในการสังเกตและประเมินผล

2 เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติการสืบเสาะด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองในการตอบคำถามที่ต้องการศึกษา

3. เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้และปกป้องความคิดเห็นจากสมมติฐานและกรอบวิธีการของตนเอง

4. เพื่อให้สามารถเขียนผลการสืบเสาะของตนเองในทางวิทยาศาสตร์

5. เพื่อเป็นการสะท้อนการทำงานของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความเป็นมาในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เกิดมาจากรายงานปฏิบัติการสอนระดับมัธยมศึกษา ในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ต้องการให้โอกาสนักเรียนได้ออกแบบสำรวจตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารความคิดกับผู้อื่นในระหว่างกิจกรรมการโต้แย้ง เขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ เพื่อแลกเปลี่ยนกับผู้อื่น และมีการกระตุ้นให้มีการตรวจสอบโดยเพื่อน จึงทำให้มีคณะวิจัย 5 ท่านที่ต้องการทำวิจัยเพื่อตอบสนองต่อข้อเสนอแนะดังกล่าว โดยมีเป้าหมาย คือ ต้องการให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงไปยังการหาข้อสรุป ซึ่งความรู้ ความเข้าใจมาจากการโต้แย้งระหว่างนักเรียนเอง และที่สำคัญเป็นการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเป็นคนช่างสงสัย รู้จักการตั้งข้อสงสัย และพิสูจน์ข้อสงสัยหรือคำถามนั้น ๆ ซึ่งเป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่นักวิทยาศาสตร์ควรมี

2.2 ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง คือ ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) หรือทฤษฎีการสร้างความรู้ และแนวคิดโซเชียลคอนสตรักติวิสต์ หรือการสร้างองค์ประกอบโดยกระบวนการทางสังคม (Social Constructivism) ซึ่งทฤษฎีและแนวคิดดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้

Hoover (1991) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิม ทฤษฎีสรรคนิยมเป็นทฤษฎีทางสติปัญญา ที่มีรากฐานมา

จากปรัชญา จิตวิทยา สังคมวิทยา และการศึกษา ซึ่งความเชื่อพื้นฐานของทฤษฎี สรรคนิยมมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ที่อธิบายว่า คนทุกคนจะมีการเรียนรู้ไปตมลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) โครงสร้างทางปัญญานี้เกิดจากความพยายามทางความคิด หากการใช้ความรู้เดิมทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้องจะทำให้โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลเดิม แต่ถ้าหากการคาดคะเนไม่ถูกต้องจะเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) การรับข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางปัญญาผ่านกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และเมื่อเกิดภาวะที่ไม่สมดุลขึ้น ส่งผลให้เกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

Llewellyn (2005) ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม ขณะที่สังคมเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น สร้างปฏิสัมพันธ์และกำหนดขอบเขตของสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ โดยทฤษฎีสรรคนิยมเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาไม่เน้นพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยทฤษฎีสรรคนิยมเชื่อว่าสมองมนุษย์ไม่ใช่สิ่งที่ว่างเปล่า ดังนั้นครูไม่สามารถให้หรือบรรจุข้อมูลลงในสมองของนักเรียนได้โยตรง แต่แนวทางการเรียนรู้คือ นักเรียนเป็นผู้เรียนอย่างกระตือรือร้น นักเรียนเข้ามาในห้องเรียนโดยมีความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการตีความและสร้างความหมาย เพื่อเชื่อมโยงกับเรื่องที่กำลังจะเรียน

ทิศนา แขมมณี (2557) ได้อธิบายลักษณะและขั้นตอนการเรียนรู้ตามทฤษฎี สรรคนิยม ไว้ดังนี้

1. นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน

2. ขั้นล้วงความคิด (Elicitation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน วิธีการที่นักเรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้นักเรียนออกแบบโปสเตอร์ หรือการให้นักเรียนเขียนเพื่อแสดงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่

3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวคิด (Restructuring of Ideas) เป็นขั้นตอนที่สำคัญประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

3.1 การทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด (Clarification and Exchange of Ideas) นักเรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้น เมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับผู้อื่น

3.2 สร้างความคิดใหม่ (Construction of New Ideas) จากการอภิปรายและสาธิตนักเรียนจะเห็นแนวทาง รูปแบบวิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ แล้วกำหนดความคิดใหม่

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the New Ideas) โดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง นักเรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดลอง ความคิดในขั้นตอนนี้นักเรียนอาจจะรู้สึกไม่พึงพอใจความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of Ideas) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

5. ขั้นทบทวน (Review) เป็นขั้นตอนสุดท้าย นักเรียนจะได้ทบทวนว่าความคิดความเข้าใจของนักเรียนได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

Jia (2010) ได้สรุปแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีสรรคนิยม ดังนี้

1. ความรู้ คือ คำอธิบายและสมมติฐาน ไม่ใช่คำตอบสุดท้ายของทุกคำถาม ความรู้ไม่สามารถสรุปเป็นกฎของธรรมชาติได้ถูกต้อง การแก้ปัญหาบางปัญหาต้องผ่านการวิเคราะห์ แต่ละบุคคลมีความเข้าใจในเรื่องเดียวกันไม่ตรงกันขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล

2. การเรียนรู้ คือ กระบวนการที่บุคคลสร้างโครงสร้างทางปัญญา โดยเริ่มจากการรับข้อมูลแล้วสร้างความหมาย โดยการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

3. นักเรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิม ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงควรดึงความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนออกมาเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่

4. ครูมีบทบาทเป็นผู้ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ เป็นผู้แนะนำและให้คำปรึกษาแก่นักเรียน จึงเป็นการเปลี่ยนจากครูเป็นศูนย์กลางมาสู่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ภายใต้การแนะนำและการดูแลของครู

Crowl et al. (1997) แนวคิดโซเชียลคอนสตรักติวิสต์ มีพื้นฐานความเชื่อที่ว่าความรู้คือสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นเองได้ แต่เกิดจากบริบททางสังคม วัฒนธรรม การสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

สุรางค์ โค้วตระกูล (2544) แนวคิดโซเชียลคอนสตรักติวิสต์ เชื่อว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เกิด ทั้งวิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ก็ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคลจะได้รับอิทธิพลจากสิ่งเหล่านี้โดยตรงและผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ และระบบของภาษา ดังนั้นการที่นักเรียนจะสามารถสร้างความรู้ได้นั้นเกิดจากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ระหว่างบุคคล และในการส่งเสริมพัฒนาการของเด็กนั้นต้องคำนึงถึง “Zone of Proximal Development” เป็นระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาที่เด็กเป็นอยู่ในปัจจุบันกับระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะพัฒนา ซึ่งการจะส่งเสริมให้เด็กเข้าสู่ระดับที่มีศักยภาพในการพัฒนานั้น ผู้ใหญ่จำเป็นต้องให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ส่งเสริมและสนับสนุน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง คือ ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) และแนวคิดโซเชียลคอนสตรักติวิสต์ หรือ

การสร้างองค์ประกอบโดยกระบวนการทางสังคม (Social constructivism) เป็นทฤษฎีการสอนที่เน้นการเรียนรู้เกิดจากการนำสิ่งที่พอเจอมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา โดยผ่านกระบวนการดูดซึม ซึ่งจะเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญาได้ก็ต่อเมื่อความรู้ใหม่ของนักเรียนสอดคล้องกับประสบการณ์เดิม และเน้นบริบทที่เป็นจริงในสังคม การเรียนรู้แบบองค์รวม การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมร่วมกับผู้อื่น การสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับภาษาด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

จากการศึกษาเอกสารพบว่ามีนักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งไว้ ดังนี้

Sampson et al. (2011) ได้ระบุขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง 7 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the Task) เป็นการนำเสนอสถานการณ์หรือประเด็นปัญหา เพื่อสร้างความสนใจ โดยครูอาจจะแนะนำหัวข้อสำคัญที่นักเรียนที่ต้องเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ สถานการณ์ เชื่อโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะต้องศึกษาจนเกิดข้อสงสัย นำไปสู่การระบุภาระงานให้แก่นักเรียนพร้อมชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล (The Generation of Data) เป็นการออกแบบการสำรวจตรวจสอบในสิ่งที่นักเรียนจะต้องศึกษา โดยนักเรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อย 4-5 คน รวมถึงดำเนินการสำรวจสืบค้นตรวจสอบ เก็บรวบรวม วิเคราะห์ ข้อมูลเป็นหักฐานเชิงประจักษ์ และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนเขียนการสำรวจตรวจสอบอาจจะบันทึกแบบไม่เป็นทางการหรือเป็นทางการ เพื่อใช้สำหรับนำไปสร้างข้อโต้แย้ง

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) เป็นการสร้างข้อโต้แย้งของนักเรียนภายในกลุ่ม เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษาแล้วร่างเป็นข้อโต้แย้งลงบนกระดาษ โดยข้อโต้แย้งนี้เป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยข้อสรุปเบื้องต้น หลักฐาน และการให้เหตุผล

ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบและเกณฑ์การประเมินของข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ที่มา : Sampson and Schleigh. (2016). *Scientific argumentation in Biology 30 Classroom Activities*. p. 11.

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน การอภิปรายและการวิจารณ์ เพื่อมุ่งค้นหาคำตอบของปรากฏการณ์จากข้อสรุปเบื้องต้นที่มีเหตุผลสนับสนุนและยอมรับได้มากที่สุดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

4.1 ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง

4.2 ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง

4.4 นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ แสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ขั้นตอนนี้มีความสำคัญที่ผู้สอนจะได้ประเมินการคิดของนักเรียน และดูความก้าวหน้าของผลที่ได้จากขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) เป็นการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบราบบุคคลที่แสดงจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการที่ศึกษา จากขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่านักเรียนจะรู้อะไรบ้าง รู้ได้อย่างไร แล้วทำไมนักเรียนถึงคิดเช่นนั้น และเชื่ออย่างนั้น ซึ่งการฝึกการเขียนเป็นส่วนหนึ่งของการเป็นนักวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Peer Review) เป็นการพัฒนาคุณภาพรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยให้นักเรียนแต่ละคนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนเป็นรายบุคคล จำนวน 1 คนต่อ 1 ผลงาน ตามเกณฑ์การประเมินที่ให้พร้อมกับเขียนข้อมูลสะท้อนกลับในสิ่งที่เจ้าของรายงานเขียนบกพร่องไปสำหรับนำไปปรับปรุงรายงานต่อไป

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (Revision of the Report) เป็นการแก้ไขและปรับปรุงรายงานการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน และแนวทางการเขียนรายงานที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน เพื่อให้รางานมีความสมบูรณ์ และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น แล้วส่งรายงานที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มี 7 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน และขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน

2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

จากแนวคิดกระบวนการสอนของ Sampson สามารถสรุปบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง 7 ขั้นตอน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน	กระตุ้นความสนใจแก่ผู้เรียนในเรื่องที่จะสอนโดยใช้การถามยกสถานการณ์ ประเด็นปัญหา และระบุภาระงานให้แก่นักเรียน	เรียนรู้ในสิ่งที่ผู้สอนนำเสนอเข้าสู่บทเรียนด้วยความตั้งใจและคิดเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนมาแล้วกับสิ่งที่กำลังจะศึกษา
ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล	สนับสนุนให้คำปรึกษา คำแนะนำแก่นักเรียนและอธิบายหรือให้แนวทางในสิ่งที่นักเรียนสงสัย	ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มฝึกการวางแผน คิดออกแบบดำเนินตามแผนวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูล
ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	แนะนำและให้นักเรียน ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้ เหตุผลของข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้าง	ทำงานร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อสรุป/ข้อกล่าวอ้างหลักฐานและการให้เหตุผล
ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	นำการโต้แย้งอธิบายประเด็นการโต้แย้งให้ชัดเจน เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนโต้แย้งได้เท่าเทียมกันและเป็นผู้กำหนดเวลาในการโต้แย้ง	นำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มให้แก่กลุ่มเพื่อนฟังอภิปรายและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นร่วมกันเพื่อนำมาสู่ข้อสรุปของประเด็นที่ศึกษา
ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	มอบหมายและชี้แจงรูปแบบ การเขียนรายงานให้แก่นักเรียนและให้คำแนะนำแก่นักเรียน	เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคลซึ่งประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิธีการบันทึกผลการทดลอง และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน การให้เหตุผล)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน	เตรียมเฉลยเพื่ออธิบายในแต่ละประเด็นและกำหนดเกณฑ์ในการตรวจสอบ	แลกเปลี่ยนกันตรวจรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เป็นรายบุคคล ซึ่งต้องไม่ใช่รายงานของสมาชิกในกลุ่มของตนเอง เขียนข้อเสนอแนะเพื่อสะท้อน ในสิ่งที่รายงานบกพร่อง
ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน	เก็บรวมรวมรายงานของนักเรียน หลังจากที่นักเรียน เจ้าของรายงานแก้ไขเรียบร้อย แล้วและตรวจให้คะแนน	แก้ไขและปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน เพื่อให้รายงานมีความถูกต้อง และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายและองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

สภาการวิจัยแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council, 1996 อ้างถึงใน Chiappetta and Koballa, 2010) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นคำอธิบายที่สะท้อนผลการสังเกตและการทดลองในเชิงประจักษ์ คำอธิบายที่สร้างขึ้นมานั้นต้องมาจากการให้เหตุผลที่สอดคล้องกับหลักฐานที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ และสามารถปรับเปลี่ยนได้เมื่อไม่ได้รับการยอมรับจากสังคม

McNeill et al. (2006) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การรายงานผลของปรากฏการณ์ โดยองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งปรับเปลี่ยนมาจากการโต้แย้งของToulmin (Toulmin’s Model) มี 3 องค์ประกอบ คือ

1. ข้อกล่าวอ้าง คือ การยืนยันหรือข้อสรุปของคำถาม
2. หลักฐาน คือ ข้อมูลทางทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งหลักฐานนี้ได้มาจากการค้นคว้าสืบเสาะ
3. การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงถึงเหตุผลที่เลือกใช้หลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

McNeill and Krajcik (2008) ได้เสนอองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบเช่นเดียวกัน ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง คือ คำตอบของคำถาม
2. หลักฐาน คือ ข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ
3. การให้เหตุผล คือ การตัดสินใจที่แสดงว่าหลักฐานสนับสนุนคำตอบ

Gilbert et al. (อ้างถึงใน สุกัลยา เวชสิทธิ์, 2559) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คือผลผลิตของสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ และได้นำเสนอคำอธิบายในวิทยาศาสตร์ 5 ความหมาย ดังนี้

1. คำอธิบาย คือ การให้ความหมายของคำในบริบททางวิทยาศาสตร์ให้มีความหมายชัดเจน
2. คำอธิบาย คือ ประโยคที่แสดงถึงความเชื่อหรือการกระทำอย่างมีเหตุผลในบริบททางวิทยาศาสตร์
3. คำอธิบาย คือ การอธิบายสาเหตุของสภาพเหตุการณ์ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
4. คำอธิบาย คือ การอธิบายลักษณะและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
5. คำอธิบาย คือ การกล่าวอ้างทฤษฎีที่มาจากการนิรนัยจากกฎต่าง ๆ

สันติชัย อนุวรชัย (2561) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่ใช้สำหรับให้ความหมาย หรืออธิบายในบริบททางวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบ 3 ประการ ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อยืนยันในการศึกษาปรากฏการณ์
2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ อาจเป็นข้อมูลเชิงปริมารหรือคุณภาพที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าความหมายและองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นดังนี้ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการเขียนข้อความที่อธิบายปรากฏการณ์ โดยใช้ข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานสนับสนุนและการให้เหตุผลมาเขียนแสดงความสัมพันธ์ของหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีดังนี้ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ คำตอบของคำถาม หรือข้อสรุปของคำถาม 2) หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบหรือข้อสรุป 3) การให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

2.2 พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสาร พบว่ามีผู้ให้พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Woody (2015) พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ในห้องเรียน

1. นักเรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้
2. สมาชิกในกลุ่มควรคละความสามารถ เพื่อร่วมกันสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
3. เมื่อสมาชิกในกลุ่มสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แล้ว มีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างกลุ่มเพื่อตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น
4. การสร้างและแลกเปลี่ยนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่ม เป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์

Ruiz-Primo, Li, Tsai and Schneider (2010) กล่าวว่า พฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรม ดังนี้

1. นักเรียนให้ความสนใจกับหลักฐาน และนำหลักฐานนั้นมาสร้างเป็นคำอธิบาย
2. นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่เกี่ยวเนื่องกับคำถาม
3. นักเรียนสร้างและปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล
4. นักเรียนสามารถโต้แย้งโดยใช้หลักการ หรือทฤษฎี

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมดังนี้ นักเรียนจะต้องทำหน้าที่เป็นผู้สำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานและทำการประเมินหลักฐาน เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งการตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมา ทำได้โดยการแลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม ปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีความเหมาะสม

2.3 เครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารพบว่าในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถแยกเครื่องมือออกเป็น 2 ส่วน คือ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

McNeill and Krajcik (2008) กล่าวว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะใช้แบบทดสอบประเภทอัตนัยที่เป็นความเรียง (Essay Test) ซึ่งแบบทดสอบประกอบไปด้วยสถานการณ์ที่กำหนด อาจอยู่ในรูปของแผนภูมิ กราฟ หรือรูปภาพ เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นข้อมูลในสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และ

การให้เหตุผล โดยในการสร้างเกณฑ์การประเมินจะใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริก 3 ระดับ คือ 0 – 2 ซึ่งเป็นรูบริกแบบทั่วไป โดยสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างเกณฑ์การประเมินแบบรูบริกที่เจาะจงในเนื้อหาของนักเรียน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

องค์ประกอบ	**ระดับ**		
	2	**1**	**0**
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	คำตอบถูกต้องสมบูรณ์	คำตอบถูกต้องบางส่วน และมีคำตอบที่ไม่ถูกต้อง	คำตอบถูกต้องหรือไม่ตอบ
หลักฐาน (Evidence)	แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบถูกต้องและเหมาะสม	แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบถูกต้องบางส่วนและไม่เหมาะสม มีข้อมูลที่ไม่สนับสนุนคำตอบ	มาสามารถแสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบได้หรือไม่ตอบ
การให้เหตุผล (Reasoning)	เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบกับคำตอบถูกต้องสมบูรณ์ หรือมีการวาดภาพ ประกอบคำอธิบายถูกต้องและครบถ้วน	เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบกับคำตอบถูกต้องบางส่วน และมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่มาสนับสนุนคำตอบ หรือมีการวาดภาพประกอบคำอธิบายถูกต้องและครบถ้วน	ไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบหรือไม่ตอบ

McNeill et al. (2006) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวัดที่สร้างขึ้นเป็นประเภทอัตนัย โดยกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม โดยสร้างเกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 6 ระดับตามความสามารถ ตั้งแต่ 0 – 5 ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามระดับความสามารถ

ระดับสามารถ	คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ระดับ
0	ไม่ระบุองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
1	ไม่สามารถระบุหลักฐานที่เป็นองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
2	ระบุข้อกล่าวอ้างมากเกินไป เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างไม่ได้
3	ระบุข้อกล่าวอ้างได้บางส่วน แต่ไม่อธิบายหลักฐานที่นำไปสู่ข้อกล่าวอ้าง
4	ระบุข้อกล่าวอ้างได้ แต่อธิบายหลักฐานที่นำไปสู่ข้อกล่าวอ้างไม่ครบ
5	ระบุองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่าการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเป็น 1) ข้อคำถาม มีการกำหนดสถานการณ์ กราฟ ตาราง แผนภูมิแท่ง หรือข้อมูลอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ในการตอบคำถาม และ 2) เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเกณฑ์แบบรูบริกส์ที่กำหนดคะแนนไว้อย่างชัดเจน เพื่อประเมินการตอบคำถามของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) โดยผู้วิจัยนำวิธีการวัดมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จะใช้แบบอัตนัย พร้อมให้เหตุผลประกอบไปด้วยคำถามทั้งหมด 3 ข้อ ตามองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3. ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Christine (2009) อธิบายว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงกลไกการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้คำพูดอย่างมีเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือสนับสนุนเพื่อโน้มน้าวให้ผู้อื่นทราบถึงความถูกต้องและข้อเรียกร้องของตนในแบบประชาธิปไตย

Lin and Mintzes (2010) ให้ความหมายทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการให้เหตุผลและใช้หลักฐานที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนแนวคิด ใช้ความรู้และการคิดวิเคราะห์ในการตัดสินใจ เป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

Zhiwei, Xiuyi and Chunyan (2018) กล่าวถึงลักษณะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการที่ช่วยในการตัดสินใจ โดยพิจารณาจากหลักฐานและข้อมูลสนับสนุน โดยผู้เรียนเกิดความรู้จากการอธิบาย การให้เหตุผลระหว่างการโต้แย้ง โดยบริบทที่เลือกใช้จะมีผลต่อการตัดสินใจของผู้เรียนด้วย

เอกภูมิ จันทรขันตี (2559) อธิบายว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลพยายามที่จะสนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Claim) เพื่อนำไปสู่การยืนยันความถูกต้อง และการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ และได้รับการยอมรับในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์ บนพื้นฐานของข้อมูลและพยานหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือการลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง ร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและพยานหลักฐานเข้าด้วยกัน

Berland and Reiser (2011) อธิบายว่าการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ โดยใช้การศึกษาประเมินผลวิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง

Foong and Daniel (2013) อธิบายว่าการโต้แย้งทางวิทยาศาตสร์ว่าเป็นทักษะ หรือความสามารถอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นความสามารถในการอธิบายความรู้เพื่อการตัดสินใจ ซึ่งจะแสดงถึงความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล ประเมินหลักฐาน สร้าง และน าเสนอข้อโต้แย้ง เพื่อประกอบการตัดสินใจที่ถูกต้อง

วนิดา ผาระนัด (2561) อธิบายว่าการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการสร้างปัญญาที่จะนำพาไปสู่การคิดผ่านการนำเสนอข้อมูลใหม่ ๆ ที่มีจำนวนมหาศาลบนหลักฐานสนับสนุนที่น่าเชื่อถือความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ช่วยคิด สื่อสาร และการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพที่เป็นพื้นฐานในวิเคราะห์แก้ปัญหา ริเริ่ม สร้างสรรค์มีจิตสาธารณะ มีระเบียบวินัย ให้คำนึงถึงประโยชน์ส่วนรวม มีศีลธรรม คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความหมายของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คือ การแสดงความคิดที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล โดยที่บุคคลนั้น ๆ ต้องมีการพยายามหาเหตุผล ข้อมูล หรือหลักฐานมาสนับสนุนความคิดของตน และคัดค้านความคิดเห็นของผู้อื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มีความน่าเชื่อถือและยอมรับได้บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์

3.2 องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อการสร้างกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เป็นส่วนสำคัญในการระบุจุดประสงค์ การวัดผลทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน (Toulmin, 2003) จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ พบว่า องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Sampson and Clark (2008) แบ่งองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 องค์ประกอบ ตามกรอบการโต้แย้งของ Toulmin ดังนี้

1. ข้ออ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นของตนเองต่อประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่พิจารณาข้อมูลเป็นสิ่งที่ใช้ในการอธิบายข้ออ้างให้มีความชัดเจน และทำให้ข้ออ้างนั้นดูน่าเชื่อถือ

2. เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (Warrant) เป็นการใช้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้ออ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้ออ้างที่นำเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้

3. ระดับของความเป็นไปได้ (Qualifier) เป็นข้ออ้างอื่น ๆ ที่แตกต่างออกไปโดยมีการคาดคะเนถึงเหตุผลที่ผู้อื่นนำมาใช้ในการคัดค้าน

4. เหตุผลสนับสนุนเพิ่มเติม (Backing) เป็นคำอธิบายที่ถูกใช้สร้างเงื่อนไขที่มาสนับสนุนเพื่อการยอมรับเหตุผล เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงกันระหว่างข้อมูล และข้ออ้าง

5. การคัดค้าน (Rebuttals) เป็นสถานการณ์ หรือ หลักฐานที่ทำให้เหตุผลของผู้อื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากตนเองได้รับความน่าเชื่อถือน้อยลงหรือตกไป

Horng et al. (2013) แบ่งองค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้ออ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือ เป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นของตนเองต่อประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่พิจารณา

2. หลักฐาน (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริง หรือ ข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับ โดยหลักฐานนั้นอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อเท็จจริง หรือ ข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สี กลิ่น รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อเท็จจริงที่ได้จากการศึกษางานวิจัย หรือ การทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมข้อมูลไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานประกอบเหตุผลจะต้องมาจากแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือ หรือ สามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับผลที่นำเสนอ

3. การอธิบาย (Explanation) คือ การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐาน และข้ออ้าง โดยถ้าหลักฐานกับข้ออ้างไม่มีความสัมพันธ์กัน หลักฐานก็ไม่สามารถสนับสนุนข้ออ้างได้

4. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้ออ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการให้เหตุผลต่อข้ออ้างจากมุมมองใหม่ ๆ ที่ผู้นำเสนอข้ออ้างไม่ได้กล่าวถึง หรือ ไม่ได้พิจารณาไว้ในการนำเสนอข้ออ้างในตอนแรก ทำให้ข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง เป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้ออ้างที่ได้สร้างขึ้นมาในตอนแรก

5. การคัดค้าน (Rebuttal) เป็นสถานการณ์ หรือ หลักฐานที่ทำให้เหตุผลของผู้อื่นที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากตนเองได้รับความน่าเชื่อถือน้อยลงหรือตกไป

Christine (2009) จำแนกองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 องค์ประกอบ คือ

1. ข้อมูล(data) ที่ได้รับการกล่าวอ้างเพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องถือว่าได้รับการพิจารณาหลักฐานว่ามีความสัมพันธ์เชิงจำแนกเปรียบเทียบหรือทางสถิติระหว่างข้อมูลและการกล่าวอ้าง

2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นกฎหรือหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการให้เหตุผลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและข้อสนับสนุน

3. ข้อสนับสนุน (Backing) เป็นพื้นฐานสมมติฐานที่ให้เหตุผลสำหรับการกล่าวอ้าง

4. คุณสมบัติหรือหลักฐาน (Qualifier) เป็นคำแถลงของเงื่อนไขภายใต้ข้อกล่าวอ้าง เป็นหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

5. การโต้แย้ง (Rebuttal) เป็นการแถลงการณ์ตามเงื่อนไขที่การเรียกร้องว่าจะไม่เป็นจริง

6. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือข้อสรุปที่มีคุณค่าที่จะสร้างผ่านการโต้เถียง

Lin and Mintzes (2010) แบ่งองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 5 องค์ประกอบ ดังนี้

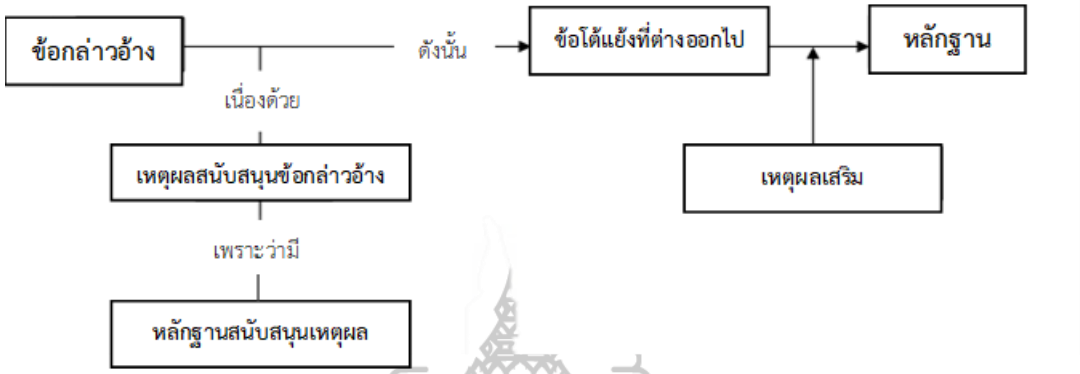
1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่พิจารณา

2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการใช้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่นำเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้

3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ทำให้ข้อกล่าวอ้างน่าเชื่อถือมากขึ้น หลักฐานมีหลายรูปแบบ เช่น อาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข รูปภาพ หรือกราฟ เป็นต้น ทั้งนี้การพิจารณาหลักฐานต้องคำนึงถึงความหลากหลายของที่มาของหลักฐาน และความเหมาะสมของหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างด้วย

4. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างจากมุมมองใหม่ ๆ ที่ผู้นำเสนอข้อกล่าวอ้างไม่ได้กล่าวอ้าง หรือไม่ได้นำมาพิจารณาไว้ในการนำเสนอข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลงเป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นไว้ในตอนแรกไว้ในการนำเสนอข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลงเป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นไว้ในตอนแรก

5. เหตุผลเสริม (Supportive Argument) เป็นการโต้แย้งกลับบนหลักฐานและเหตุผลน่าเชื่อถือการใช้เหตุผลเสริมอาจใช้ในรูปของข้อแย้ง เหตุผลที่ใช้ทำให้เหตุผลของอีกฝ่ายลดความน่าเชื่อถือลงไป นักเรียนที่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงจะสามารถใช้ข้อแย้งเหตุผล เป็นเหตุผลเสริมในการโต้แย้งข้อโต้แย้งของอีกฝ่าย



ภาพที่ 2.2 แนวคิดการวิเคราะห์ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ที่มา : Lin and Mintzes. (2010).

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ใช้องค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่นำเสนอโดย Lin and Mintzes (2010) มาใช้ในงานวิจัย เนื่องจากได้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงให้มีความเหมาะสม และสามารถวิเคราะห์ผลได้ชัดเจน โดยองค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นของตนเองต่อประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่พิจารณา

2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เป็นการใช้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้ออ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้ออ้างที่นำเสนอมีความน่าเชื่อถือ

3 หลักฐานประกอบเหตุผล เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริง หรือ ข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับโดยหลักฐานนั้น

4. ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป เป็นการให้เหตุผลต่อข้ออ้างจากมุมมองใหม่ๆ ที่ผู้นำเสนอข้ออ้างไม่ได้กล่าวถึง หรือ ไม่ได้พิจารณาไว้ในการนำเสนอข้ออ้างในตอนแรก ทำให้ข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง เป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้ออ้างที่ได้สร้างขึ้นมาในตอนแรก

5. เหตุผลเสริม เป็นการโต้แย้งเพื่อทำให้ข้ออ้างที่ต่างออกไปจากข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดลงไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐาน และการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน

ซึ่งแต่ละองค์ประกอบที่กล่าวมามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน และแต่ละองค์ประกอบสามารถเชื่อมโยงกันได้อย่างสมเหตุสมผลซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินในแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งได้

3.3 เครื่องมือวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารพบว่าในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สามารถแยกเครื่องมือออกเป็น 2 ส่วน คือ รูปแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

Kuhn (1991) เสนอวิธีการวัดและประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สังเกตการณ์โต้แย้งจากการอัดบันทึกวิดิทัศน์ นำมาใช้ในการบันทึกการโต้แย้งที่เกิดขึ้นว่านักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งมากน้อยแค่ไหน และมีส่วนร่วมในลักษณะใด การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตการโต้แย้งจากการบันทึกวิดิทัศน์ สามารถแบ่งกระบวนการวัดทักษะการโต้แย้งของนักเรียนออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การแสดงออก (Exposition) คือ การกล่าวที่พยายามทำให้จุดยืนของคนหนึ่งมีความชัดเจนมากขึ้น ซึ่งเป็นทักษะที่คาดว่านักเรียนจะแสดงออกเป็นส่วนมาก การพูดที่อยู่ในประเภทนี้มี 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) ส่วนการชี้แจง (Clarification) คือ การกล่าวเพื่อขยายความจุดยืนของคนหนึ่ง 2) ส่วนเสริม (Add) คือ การเพิ่มตัวอย่างหรือการขยายความในสิ่งที่อีกฝ่ายหนึ่งกล่าวที่ไม่ได้ทำให้การโต้แย้งมีบรรลุเป้าหมายมากขึ้น

2. การโต้แย้ง (Challenge) คือ การที่คนหนึ่งกล่าวถึงข้ออ้างของฝ่ายตรงข้ามและพยายามหาจุดอ่อนของข้ออ้างนั้น ซึ่งคาดว่านักเรียนจะแสดงออกการพูดประเภทนี้ค่อนข้างน้อย การพูดในประเภทนี้มี 3 กลุ่มหลักๆ ได้แก่ 1. Disagreement คือ การกล่าวแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อโต้แย้งของอีกฝ่ายหนึ่ง 2. Counter - A คือ การกล่าวแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อโต้แย้งของอีกฝ่ายหนึ่งด้วยข้อโต้แย้งอื่น 3. Counter - C คือ การกล่าวแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อโต้แย้งของอีกฝ่ายหนึ่งด้วยการวิพากษ์วิจารณ์คำกล่าวของอีกฝ่ายหนึ่ง

ส่วนที่ 2 การสัมภาษณ์รายบุคคลทันทีหลังจากทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เสร็จ (Individual Follow-up Interviews) คำถามในการสัมภาษณ์เป็นคำถามเรื่องเดียวกันในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

Duschl (2008) ได้กล่าวว่า การวัดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็น แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยสิ่งที่ประเมินประกอบไปด้วย 3 หัวข้อด้วยกัน คือ (1) ด้านกระบวนการคิด (Cognative) (2) ด้านการให้เหตุผล (The Epistemic) (3) ด้านสังคม (The Social) ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อประเมินการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน Duschl (2008)

ด้านกระบวนการคิด	**ด้านการให้เหตุผล**	**ด้านสังคม**
- การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา - การมีส่วนร่วมในการประเมินข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ - มีการตอบสนองต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไป - แสดงความสงสัยใคร่รู้เกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ - มีการแสดงเหตุผลเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง - มีการใช้เหตุผลที่หลากหลายในการประเมินข้อกล่าวอ้าง	- มีการใช้หลักฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ - มีการประเมินความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ใช้ - มีการใช้ทฤษฎีกฎหรือแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้เหตุผล - มีการสื่อสารโดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ - ไม่ใช้ถ้อยคำที่โน้มน้าวโอ้อวดเกินจริงในการทำให้บุคคลอื่นยอมรับข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนเอง	- มีส่วนร่วมในการสะท้อนสิ่งที่เพื่อนพูด - มีการแสดงความเคารพซึ่งกันและกัน - มีความพยายามในการมีส่วนรวมที่จะเสนอความคิดเห็น

Lin and Mintzes (2010) ใช้เครื่องมือแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งเป็นแบบสอบถามปลายเปิด แบบอัตนัย พร้อมระบุเหตุผลประกอบ แบ่งออกเป็น 2ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยรายละเอียดเกี่ยวกับประเด็นที่ใช้ในการโต้แย้งให้ผู้ตอบได้ทำความเข้าใจกับสถานการณ์ทุก ๆ ด้าน ซึ่งในงานวิจัยของ Lin and Mintzes (2010) ได้ใช้ประเด็นที่เป็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องการสร้างอุทยานแห่งชาติ Ma-Guo ในประเทศไต้หวัน โดยในส่วนแรกของแบบทดสอบนี้จะเป็นการอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ

ส่วนที่ 2 คือประกอบด้วยคำถามปลายเปิด (open-ended questions) จำนวน 4 ข้อ คำถามแต่ละข้อได้สำรวจการตอบสนองของนักเรียนต่อองค์ประกอบต่าง ๆของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ข้อที่ 1 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้ออ้าง และให้เหตุผลสนับสนุน โดยถามว่านักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับประเด็นนั้น ๆ

ข้อที่ 2 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป โดยถามนักเรียนว่า ถ้าหากมีบุคคลไม่เห็นด้วยกับความคิดของเราคิดว่าเหตุผลของเขาคืออะไร

ข้อที่ 3 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการโต้แย้งกลับที่ประกอบด้วยเหตุผลสนับสนุน โดยถามว่าจะโน้มน้าวให้คนที่ไม่เห็นด้วยกับเรากลับมาเห็นด้วยกับเราอย่างไร ถ้าเขาให้เหตุผลดังที่ตอบนำถามข้อที่ 2

ข้อที่ 4 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการหาหลักฐาน โดยถามหาหลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็นของเรานำถามข้อที่ 1 และ 3การวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดความสามารถในการโต้แย้งซึ่งประกอบไปด้วยข้อคำถาม

ซึ่งทั้ง 4 ข้อ ได้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการคิดคะแนนแบบรูบิค (Scoring Rubrics) โดยคิดคะแนนแยกเป็นรายข้อและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้

ข้อที่ 1 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้ออ้าง และให้เหตุผลสนับสนุน ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลของคำถามข้อที่ 1 จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของ Lin and Mintzes (2010)

ลักษณะคำตอบ	คะแนน
ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใด ๆ	0 คะแนน
มีคำตอบ (สามารถแสดงข้อกล่าวอ้างได้) แต่ไม่แสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบ	1 คะแนน สำหรับการแสดงข้อกล่าวอ้าง
มีคำตอบ และแสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบ 1 เหตุผล	1 คะแนน สำหรับข้อกล่าวอ้าง และ 1 คะแนนสำหรับเหตุผล
มีคำตอบ และแสดงเหตุผลที่ถูกต้องประกอบมากกว่า 1 เหตุผล	1 คะแนนสำหรับข้อกล่าวอ้าง และ 1 คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน

ข้อที่ 2 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลของคำถามข้อที่ 2 จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของ Lin and Mintzes (2010)

ลักษณะคำตอบ	คะแนน
ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใด ๆ	0 คะแนน
สามารถให้เหตุผลได้	1+ คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน

ข้อที่ 3 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการโต้แย้งกลับที่ประกอบด้วยเหตุผลสนับสนุนดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลของคำถามข้อที่ 3 จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของ Lin and Mintzes (2010)

ลักษณะคำตอบ	คะแนน
ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใด ๆ	0 คะแนน
มีการอธิบายหลักการ เหตุผลอื่นเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องในข้อ 1 นักเรียนจะต้องกลั่นกรองคำพูดออกมาจากความคิดเพื่อโน้มน้าว	1+ คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน
มีการอธิบายเหตุผลอื่นจากพื้นฐานของความคิดฝ่ายตรงข้าม เพื่อสนับสนุนข้อเรียกร้องในข้อ 1	1+ คะแนน สำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน
มีการให้เหตุผลโต้แย้งกลับ หรือทำให้ข้อโต้แย้งของฝ่ายตรงข้ามเป็นอันตกไป	1 คะแนนสำหรับข้อกล่าวอ้าง และ 1 คะแนนสำหรับเหตุผลละ 1 คะแนน

ข้อที่ 4 ประเมินความสามารถของนักเรียนในการหาหลักฐาน ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 การวิเคราะห์ข้อมูลของคำถามข้อที่ 4 จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของ Lin and Mintzes (2010)

ลักษณะคำตอบ	คะแนน
ไม่ตอบหรือไม่แสดงออกซึ่งคำตอบใด ๆ	0 คะแนน
มีหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุนข้อเรียกร้อง	1+ คะแนน สำหรับหลักฐานละ 1 คะแนน

ภาวิณี รัตนคอน และคณะ (2561) ได้ปรับปรุงการประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Lin และ Mintzes (2010) มาเป็นพื้นฐานและได้ปรับเกณฑ์การประเมินการโต้แย้ง โดยมีลักษณะแบบมาตรประมาณค่าที่มีคะแนน 3 ระดับ คือ 0-2 โดยให้คำถามแต่ละประเด็นมีคะแนนสูงสุดในการตอบ คือ 10 คะแนน เพื่อสะดวกต่อการจัดระดับทักษะการโต้แย้งของนักเรียน และเปลี่ยนองค์ประกอบการโต้แย้งด้านหลักฐานให้เป็นตัวอย่างหรือเหตุการณ์ เพื่อลดความสับสน ได้เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้ง ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของภาวิณี รัตนคอน และคณะ (2561)

องค์ประกอบ	ระดับ		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่บอกข้อกล่าวอ้าง	บอกข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่ชัดเจน	บอกข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน
การให้เหตุผล	ไม่ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือให้เหตุผลสนับสนุนที่ไม่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์	ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ 1 ประเด็น	ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ได้มากกว่า 1 ประเด็น
ข้อโต้แย้งกลับ	ไม่โต้แย้งกลับ หรือโต้แย้งกลับแต่ไม่ถูกต้อง	โต้แย้งกลับได้อย่างถูกต้อง แต่มีเหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งไม่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์	โต้แย้งกลับได้อย่างถูกต้อง และมีเหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้งโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2.9 เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของภาวิณี รัตนคอน และคณะ (2561)

องค์ประกอบ	ระดับ		
	2	1	0
การให้เหตุผลสนับสนุนเพื่อโต้แย้งกลับ	ไม่ให้เหตุผลเพื่อโต้แย้งกลับ หรือให้เหตุผลเพื่อโต้แย้งกลับที่ไม่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์	ให้เหตุผลเพื่อโต้แย้งกลับโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากการให้เหตุผลในข้อที่ 1	ให้เหตุผลเพื่อโต้แย้งกลับโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์และเป็นเหตุผลที่โต้แย้งกลับเหตุผลในข้อที่ 2
ตัวอย่าง/เหตุการณ์	ไม่ยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ที่สนับสนุนความคิดเห็น	ยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ที่สนับสนุนความคิดเห็นแต่ไม่เป็นข้อเท็จจริง	ยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์สนับสนุนความคิดเห็นที่เป็นข้อเท็จจริง

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่าการสร้างเครื่องมือวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยส่วนที่ 1 เป็นบทความอ่านประกอบ และส่วนที่ 2 คำถามปลายเปิดสำหรับวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และ

2. เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเกณฑ์แบบรูบริกส์ที่กำหนดคะแนนไว้อย่างชัดเจน เพื่อประเมินการตอบคำถามของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการวัดทักษะการโต้แย้งวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ Lin and Mintzes (2010) และภาวิณี รัตนคอน และคณะ (2561) โดยผู้วิจัยนำวิธีการวัดมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จะใช้แบบอัตนัยพร้อมทั้งเหตุผล ประกอบไปด้วยคำถามทั้งหมด 3 ข้อ ซึ่งครอบคลุมตามองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

อรยา แจ่มใจ (2557) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง” กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 37 คน โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บรวบรวม ได้แก่ แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ บันทึกหลังสอนของครู แบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า หลังผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก

ณัฐวรรณ ศิริธร (2559) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง” กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดี

เมธานันท์ สง่าชาติ (2560) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปี ที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในบทเรียนเรื่อง ฮอร์โมน และต่อมไร้ท่อ” กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 39 คน เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงระดับของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 2 ระดับจากระดับเดิม

ศศิกานต์ นิ่มดำ (2561) ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสหวิทยาเขตชุมพร 2 จังหวัดชุมพร” กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนพะโต๊ะวิทยา จังหวัดชุมพร จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนดังกล่าวที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนดังกล่าวมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนดังกล่าวมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี

ศุภรดา บุญจุฑาสิริกุล (2561) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์” กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ศึกษา ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ในทุกหัวข้อปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และคะแนนเฉลี่ยการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แยกตามปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

สันติชัย อนุวรชัย (2561) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนดาราศาสตร์ผ่านกลยุทธ์การเสริมศักยภาพด้วยผังมโนทัศน์” กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ที่เรียนในปีการศึกษา 2559 จำนวน 20 คน เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือหน่วยการเรียนรู้เรื่องดาราศาสตร์ เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บรวบรวม ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการเสริมศักยภาพด้วยผังมโนทัศน์มีคะแนนความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี

ณัฐวัตร อ้ายแก้ว (2564) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์” กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ ได้แก่ แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งที่ดีขึ้นมากกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยองค์ประกอบการโต้แย้งที่นักเรียนพัฒนามากที่สุดคือ ข้ออ้าง และเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างส่วนองค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยที่สุดคือหลักฐานประกอบเหตุผล และเหตุผลเสริม

พิมพ์ผกา คำอาจ (2565) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์” กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน

โรงเรียนหนองกุงศรีวิทยาคาร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ แบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Neni, Herwati, Mimien and Hedi (2015) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งกับกรอบแนวคิดการพัฒนาทักษะการโต้แย้งและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในลัมปุงประเทศอินโดนีเซีย” ผลการวิจัยพบว่าทักษะการโต้แย้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การสอนแบบ ADI, ADIS และการสอนแบบปกติ การสอนแบบ ADIS ส่งผลให้มีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งที่ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบ ADI และการสอนแบบปกติในขณะที่การสอนแบบ ADIS และการสอนแบบ ADI ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เทียบเท่ากันและมากกว่าการสอนแบบปกติและผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าทักษะการโต้แย้งและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้ผลที่เท่าเทียมกันในผลการเรียนของนักเรียนสองกลุ่ม (นักเรียนกลุ่มผลการเรียนสูงกับต่ำ) เมื่อใช้การเรียนการสอนแบบ ADI หรือ ADI ที่มีการใช้กรอบแนวคิดร่วม เช่น การสอนแบบ ADIS

Annisa, Hernani and Taufik (2016) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการโต้แย้งในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กมัธยมศึกษาตอนต้น” เพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะการโต้แย้งในห้องเรียนที่มีผลการเรียนแตกต่างกัน ผลวิจัยพบว่า ทักษะการโต้แย้งของนักเรียนในห้องเก่งและนักเรียนในห้องปกติมีการพัฒนาที่ดีขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ยของพัฒนาการจากผลการเขียนรายงานโต้แย้งในชั้นเรียนเท่ากับ 0.73 และ 0.58 ของนักเรียนในห้องเก่งและห้องปกติตามลำดับจึงแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งช่วยพัฒนาทักษะการโต้แย้งในการเขียนของนักเรียนที่ดีขึ้น

Hakkikadayifci and Ayseyalcin-Cilik (2016) ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) ในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป” ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของตนเองเปลี่ยนแปลงในวิธีการโต้แย้งของตนเองความสามารถในการระบุข้อบกพร่องในข้อโต้แย้งและมีการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับ ADI ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการมีส่วนร่วมในการพูดและการเขียนทำให้ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นไปในทางบวก

Parlan, Ibnu, Rahayu, and Suharti (2018) ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้กลยุทธ์การเรียนรู้อภิปัญญาที่ส่งผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนวิชาเคมี” กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรเคมีศึกษา ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 มหาวิทยาลัยของรัฐในเมืองมาลัง ประเทศ

อินโดนีเซีย จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 62 คน เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ ได้แก่ แบบการทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์อภิปัญญา MS PDCA ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์อภิปัญญา MS PDCA มีพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้สูงกว่าการสอนแบบบรรยาย

Laksmi, Sari, Rinanto, and Sapartini (2021) ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา” กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในกรุงสุราการ์ตา จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ ได้แก่ แบบทดสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบสังเกต และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นในแต่ละรอบ และหลังเรียนมีคะแนนองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองและสร้างข้อโต้แย้งในการนำเสนอความคิดเห็นตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก สหวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เขต 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 3 โรง 6 ห้องเรียน 71 คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุราษฎร์ธานี ชุมพร, 2565)

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มที่ศึกษาได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน 12 คน จำนวนนักเรียนชาย 4 คน และนักเรียนหญิง 8 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 7 แผนรวม 18 ชั่วโมง ประกอบด้วย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้ากระแส จำนวน 2 ชั่วโมง
2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กฎของโอห์ม จำนวน 2 ชั่วโมง

3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า จำนวน 2 ชั่วโมง

4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ความต้านทาน จำนวน 3 ชั่วโมง

5) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์ จำนวน 3 ชั่วโมง

6) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การต่อแบตเตอรี่ จำนวน 3 ชั่วโมง

7) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน จำนวน 3 ชั่วโมง

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2) แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแส มีขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนท่าอุแทพิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาฟิสิกส์ 4

3.1.2 ศึกษารายละเอียดขอบข่ายเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

3.1.3 วิเคราะห์มาตรฐาน และผลการเรียนรู้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแส

3.1.4 ศึกษาเอกสารตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อนำไปใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

3.1.5 กำหนดสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแส

3.1.6 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส จำนวน 7 แผน 18 ชั่วโมง โดยมีกรอบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) (Sampson et al., 2011)

ขั้นตอน	กิจกรรมสำคัญของนักเรียน
1. การระบุภาระงาน	ครูต้องสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับปรากฏการณ์ที่จะศึกษา และระบุภาระงานให้นักเรียน
2. การรวบรวมข้อมูล	การทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่มีสมาชิกในกลุ่มประมาณ 3-4 คน เพื่อเก็บรวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์
3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง (2) หลักฐาน และ (3) การให้เหตุผล
4. กิจกรรมการโต้แย้ง	กิจกรรมการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียนโดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของปรากฏการณ์ที่สำรวจตรวจสอบและมีการโต้แย้งระหว่างกัน
5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล ซึ่งรายงานแสดงถึงจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบ และเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่สำรวจตรวจสอบ
6. การตรวจสอบโดยเพื่อน	นักเรียนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ
7. การปรับปรุงรายงาน	นักเรียนแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน และผลจากการประเมิน

3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ดังนี้

(1) ปรับเกณฑ์การตัดสินคุณภาพในการประเมินการทดลอง

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (แสดงรายชื่อในภาคผนวก ก) เพื่อพิจารณาดำเนการตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ตลอดจนความเหมาะสมของ

กิจกรรม และภาษาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเป็นการประเมินระดับความคิดเห็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยแปลผลดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การแปลผลระดับความคิดเห็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (ศศิกานต์ นิ่มดำ, 2561)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	ความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	ความเหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	ความเหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	ความเหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	ความเหมาะสมน้อยที่สุด

3.1.9 นำคะแนนผลการประเมินในการตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์แล้วหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยผลการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้ของแต่ละแผน ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	**เรื่อง**	***M***	***SD***	**ระดับความเหมาะสม**
1	ไฟฟ้ากระแส	4.59	0.65	ความเหมาะสมมากที่สุด
2	กฎของโอห์ม	4.65	0.65	ความเหมาะสมมากที่สุด
3	สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า	4.67	0.63	ความเหมาะสมมากที่สุด
4	ความต้านทาน	4.59	0.70	ความเหมาะสมมากที่สุด
5	พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์	4.63	0.64	ความเหมาะสมมากที่สุด
6	การต่อแบตเตอรี่	4.63	0.64	ความเหมาะสมมากที่สุด
7	พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน	4.63	0.64	ความเหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย		**4.63**	**0.65**	**ความเหมาะสมมากที่สุด**

จากตารางที่ 3.3 พบว่าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.63 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นตรงกันว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 7 แผนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.59 – 4.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.63 ถึง 0.70 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ แสดงผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข)

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชียวชาญทั้ง 3 ท่านปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง แล้วจึงนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3.2.1 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2) กำหนดขอบข่ายในเนื้อหาเรื่อง ไฟฟ้ากระแส เพื่อสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3) สร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดประเภทอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยแต่ละข้อเป็นข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (McNeil and Krajcik, 2008)

องค์ประกอบ	**ระดับ**		
	2	**1**	**0**
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	คำตอบถูกต้องสมบูรณ์	คำตอบถูกต้องบางส่วน และมีคำตอบที่ไม่ถูกต้อง	คำตอบถูกต้องหรือไม่ตอบ
หลักฐาน (Evidence)	แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบถูกต้องและเหมาะสม	แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบถูกต้องบางส่วนและไม่เหมาะสม มีข้อมูลที่ไม่สนับสนุนคำตอบ	มาสามารถแสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบได้หรือไม่ตอบ

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับ		
	2	1	0
เหตุผล (Reasoning)	เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบกับคำตอบถูกต้องสมบูรณ์ หรือมีการวาดภาพประกอบคำอธิบายถูกต้องและครบถ้วน	เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบกับคำตอบถูกต้องบางส่วน และมีการเชื่อม โยงข้อมูลที่มาสนับสนุนคำตอบ หรือมีการวาดภาพประกอบคำอธิบายถูกต้องและครบถ้วน	ไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ หรือไม่ตอบ

และกำหนดการแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 การแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ณัฐวรรณ ศิริธร, 2559)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
2.00 – 1.40	ระดับดี
1.30 - 0.70	ระดับพอใช้
0.60 – 0.00	ระดับปรับปรุง

4) ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบ

(2) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้ากระแส เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาดำเนินการตรวจสอบความตรงของเนื้อหา และภาษาที่ใช้ในการสร้างข้อคำถาม โดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งจะต้องมีค่าตั้งแต่ระดับ 0.5 ขึ้นไป (แสดงรายละเอียดไว้ใน ภาคผนวก ค) และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

(3) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่ปรับปรุงแก้ไขเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบและอนุมัติให้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน โรงเรียนท่าอุแทพิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างและผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่องไฟฟ้ากระแส มาแล้ว

(4) นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำมาตรวจสอบหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ทำได้โดยการหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) อยู่ใน 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจการจำแนก (r) ตั้งแต่ระดับ 0.20 ขึ้นไป (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560) ผลปรากฏว่าแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.39 - 0.56 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.35 – 0.56

(5) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หาค่าความเที่ยง โดยวิธีการหาความสอดคล้องภายใน โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient Method) ของครอนบาค (Cronbach) (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.89

(6) จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2 แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2) กำหนดขอบข่ายในเนื้อหาเรื่อง ไฟฟ้ากระแส เพื่อสร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3) สร้างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดประเภทอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยแต่ละข้อเป็นข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ Lin and Mintzes (2010) ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ให้คะแนนที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจาก ภาวิณี รัตนคอน และคณะ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แนวทางในการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (ภาวิณี รัตนคอน และคณะ, 2561)

องค์ประกอบ	ระดับ		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น และชัดเจน	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น แต่ไม่ชัดเจนในคำตอบ	แสดงความคิดเห็นแต่ไม่ตรงประเด็นที่พิจารณาหรือไม่ตอบ
เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง	ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยใช้แนววิทยาศาสตร์	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบ	ให้เหตุผลโดยไม่เกี่ยวกับประเด็นที่กำลังพิจารณาหรือไม่ตอบ
หลักฐานประกอบเหตุผล	แสดงหลักฐานในการอธิบายเหตุผลหรือให้ข้อมูลสนับสนุนเหตุผลให้น่าเชื่อถือและหลักฐานมีแหล่งข้อมูลชัดเจน	แสดงหลักฐานได้ แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานที่เกิดจากการแสดงความรู้สึก	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่หลักฐานหรือไม่ตอบ
ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนได้	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ แต่ไม่	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนได้
เหตุผลเสริม	โต้แย้งกลับได้และให้เหตุผลได้โดยที่เหตุผลนั้นไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้	โต้แย้งกลับได้แต่ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นเป็นการแสดงอารมณ์ความรู้สึกและไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่การโต้แย้งกลับ ซึ่งอาจจะเป็นข้ออ้าง

และกำหนดการแปลผลคะแนนเป็นระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือระดับดีมาก ระดับดี ระดับปานกลาง ระดับต่ำ และระดับต่ำมาก ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 การแปลผลคะแนนเป็นระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (ภาวิณี รัตนคอน และคณะ, 2561)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
8.00 – 10.00	ระดับดีมาก
6.00 – 7.00	ระดับดี
4.00 – 5.00	ระดับปานกลาง
2.00 – 3.00	ระดับต่ำ
0.00 – 1.00	ระดับต่ำมาก

4) ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบ

(2) นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้ากระแส เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาดำเนินการตรวจสอบความตรงของเนื้อหา และภาษาที่ใช้ในการสร้างข้อคำถาม โดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งจะต้องมีค่าตั้งแต่ระดับ 0.5 ขึ้นไป (แสดงรายละเอียดไว้ใน ภาคผนวก ง) และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

(3) นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่ปรับปรุงแก้ไขเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบและอนุมัติให้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน โรงเรียนท่าอุแทพิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างและผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่อง ไฟฟ้ากระแสมาแล้ว

(4) นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำมาตรวจสอบหาคุณภาพของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ทำได้โดยการหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) อยู่ใน 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจการจำแนก (r) ตั้งแต่ระดับ 0.20 ขึ้นไป (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560) ผลปรากฏว่าแบบวัดทักษะ

การโต้แย้งที่คัดเลือกไว้จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.31 - 0.52 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.32 – 0.62

(5) นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หาค่าความเที่ยง โดยวิธีการหาความสอดคล้องภายใน โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient Method) ของครอนบาค (Cronbach) (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85

(6) จัดพิมพ์แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

4.1 ทำการทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4.2 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 7 แผน รวม 18 ชั่วโมง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ พร้อมสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีการบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

4.3 เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อีก 2 สัปดาห์ต่อมา ผู้วิจัยวัดความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นแบบวัดประเภทอัตนัยจำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ จำนวน 1 ชั่วโมง และแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยส่วนที่ 1 เป็นบทความอ่านประกอบ และส่วนที่ 2 คำถามปลายเปิดสำหรับวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ข้อ โดยองค์ประกอบของการโต้แย้งออกเป็นได้ 5 องค์ประกอบตามที่ Lin & Mintzes (2010) ได้เสนอไว้ ซึ่งแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สถานการณ์ จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ จำนวน 1 ชั่วโมง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2560)

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ M แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$M = \frac{\sum x}{n}$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

***5.1.2* ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*Standard Deviaion*)** โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2560)

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

เมื่อ SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

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

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

5.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

5.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ใช้สำหรับหาวคามตรงเชิงเนื้อหา โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560)

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

โดย IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

$\sum \mathrm{R}$ หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ค่าความตรงตามเนื้อหาของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง 1.00 เกณฑ์การพิจารณาขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบที่ยอมรับ คือ 0.50 ขึ้นไป

5.2.2 ค่าความยาก **(Difficulty)** คือ สัดส่วนของจำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560)

$$\mathrm{p} = \frac{\sum_H + \sum_L - (2N score_{min})}{2N(score_{max} - score_{min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

$\sum_H$ แทน ผลรวมคะแนนของกลุ่มเก่ง

$\sum_L$ แทน ผลรวมคะแนนของกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

$score_{max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$score_{min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ค่าความยากของข้อสอบ (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 – 1.00 การแปลความหมายของค่าความยากแปลความได้ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 การแปลความหมายค่าความยาก (p) ของข้อสอบ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560)

ค่าความยาก	การแปลความหมาย
0.81 – 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.61 – 0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
0.41 – 0.60	เป็นข้อสอบที่ยากพอเหมาะ
0.21 – 0.40	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาด
0.00 – 0.20	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

***5.2.3 ค่าอำนาจจำแนก* (Discrimination)** คือ ความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้เข้าสอบที่ได้คะแนนสูงออกจากผู้เข้าสอบที่ได้คะแนนต่ำ โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560)

$$r = \frac{\sum_H - \sum_L}{N(score_{max} - score_{min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

$\sum_H$ แทน ผลรวมคะแนนของกลุ่มเก่ง

$\sum_L$ แทน ผลรวมคะแนนของกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

$score_{max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$score_{min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ค่าความยากของข้อสอบ (r) มีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 การแปลความหมายของค่าอำนาจจำแนกแปลความได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560)

ค่าความยาก	**การแปลความหมาย**
0.40 ขึ้นไป	เป็นข้อสอบที่ดีมาก
0.30 – 0.39	เป็นข้อสอบที่ดี
0.20 – 0.29	เป็นข้อสอบที่อยู่ในระดับพอใช้
ต่ำกว่า 0.19	เป็นข้อสอบที่ไม่ดีควรแก้ไขใหม่

5.2.4 ค่าความเที่ยง โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค (Cronbach) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} คือ ความเที่ยงของเครื่องการวิจัย

k คือ จำนวนข้อคำถาม

S_i คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในข้อคำถามข้อที่ *i*

S คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งหมด

5.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

5.3.1 สถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 3 วิเคราะห์การเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้ากระแส

5.3.2 การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาสตร์ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และ การให้เหตุผล (Reasoning) เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนรายข้ออย่างละเอียดโดยทำการแบ่งเกณฑ์แปลผลคะแนนในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งมีคะแนนเต็ม เท่ากับ 2 คะแนน ได้แก่ ระดับ ดี (2 คะแนน) ระดับ พอใช้ (1 คะแนน) และ ระดับปรับปรุง (0คะแนน) ตามกรอบ แนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) จากนั้นทำการวิเคราะห์ความ สามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวม โดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และ ทำการแบ่งอันตรภาคชั้นตามหลักการทางสถิติ เพื่อทำการแปลผลคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ระดับดี (2.00-1.40 คะแนน) ระดับพอใช้ (1.30-0.70 คะแนน) และระดับปรับปรุง (0.60–0.00 คะแนน)

5.3.3 การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4

การวิเคราะห์เนื้อหาจากคำตอบของนักเรียนในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการแบ่งให้คะแนนแยกตามองค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบ โดยแต่ละองค์ประกอบมีช่วงคะแนนอยู่ที่ 0-2 คะแนน โดยใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจาก ภาวิณี รัตนคอน และคณะ (2561) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับรายละเอียดการให้คะแนนให้สอดคล้องกับเนื้อหาในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และได้กำหนดการวิเคราะห์ระดับคุณภาพการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็น 5 ระดับ ดังนี้

0-1 คะแนน หมายถึง ระดับต่ำมาก

2-3 คะแนน หมายถึง ระดับต่ำ

4-5 คะแนน หมายถึง ระดับปานกลาง

6-7 คะแนน หมายถึง ระดับดี

8-10 คะแนน หมายถึง ระดับดีมาก

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง และ 4) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Test

การทดสอบ	n	*M*	*SD*	*Z*	Sig.
ก่อนเรียน	12	0.45	0.52	-3.32	.00*
หลังเรียน	12	1.63	0.51		

* ระดับนัยสำคัญ <.05

จากตารางที่ 4.1 พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.45 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 1.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 จากการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เก็บข้อมูลได้ดังนี้

ก่อนเรียน คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คะแนนเฉลี่ย 0.45 จัดอยู่ในระดับปรับปรุง เมื่อพิจารณาแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลประกอบ

ปรากฏว่า ก่อนเรียนนักเรียนสร้างคำอธิบายที่ไม่ชัดเจน หรือไม่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งแสดงดังคำตอบข้อคำถามข้อที่ 2 ของนักเรียนเลขที่ 4

ข้อกล่าวอ้าง : “ถ้าเพิ่มจำนวนแบตเตอรี่ให้มากขึ้น จะส่งผลทำให้ความต่างศักย์มีค่าลดลง”

หลักฐาน : “สังเกตและดูความสัมพันธ์ของแบตเตอรี่กับความต่างศักย์ที่ทำการทดลอง”

การให้เหตุผล : “เมื่อแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้าไปในวงจรมีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้กระแสไฟฟ้ามีค่าลดลง”

(นักเรียนเลขที่ 4)

หลังเรียน คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คะแนนเฉลี่ย 1.63 จัดอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลประกอบ ปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้สมบูรณ์ ซึ่งแสดงดังคำตอบข้อคำถามข้อที่ 3 ของนักเรียนเลขที่ 9

ข้อกล่าวอ้าง : “เมื่อต่อสายไฟ *X* กับตัวต้านทานที่มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ของความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นและกระแสไฟฟ้าในวงจรน้อยลง”

หลักฐาน : “จากตารางบันทึกผลที่ความต้านทานที่ต่อกับแบตเตอรี่ 1 Ω มีความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ 0.30 *V* และกระแสไฟฟ้า 0.90 *A* พบว่า เมื่อความต้านทานที่ต่อกับแบตเตอรี่มีค่าเพิ่มขึ้น ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่จะมีค่ามากขึ้น แต่กระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลง”

การให้เหตุผล : “เมื่อต่อสายไฟ *X* กับตัวต้านทานที่มีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น แต่กระแสไฟฟ้ามีค่าลดลงเนื่องจากกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟฟ้า แต่จะแปรผกผันกับค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นไปตามกฎของโอห์ม”

(นักเรียนเลขที่ 9)

เมื่อนำคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มาหาคะแนนเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบแล้วเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

การทดสอบ	n	ข้อกล่าวอ้าง		หลักฐาน		การให้เหตุผล	
		M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
ก่อนเรียน	12	1.02	0.45	0.25	0.53	0.08	0.57
หลังเรียน	12	1.62	0.50	1.67	0.53	1.60	0.51

จากตารางที่ 4.2 พบว่า เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ก่อนเรียน ในแต่ละองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.02, 0.25 และ 0.08 ตามลำดับ หลังเรียนในแต่ละองค์ประกอบทั้งข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.62, 1.60 และ 1.67 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50, 0.53 และ 0.51 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแต่ละองค์ประกอบมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

จากการทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

การทดสอบ	**n**	***M***	***SD***	**ระดับความสามารถ**
หลังเรียน	12	1.63	0.51	ดี

จากตารางที่ 4.3 พบว่าระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ย 1.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ซึ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบมาศึกษาระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ปรากฏผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

องค์ประกอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	**n**	***M***	***SD***	**ระดับความสามารถ**
ข้อกล่าวอ้าง	12	1.62	0.50	ดี
หลักฐาน	12	1.67	0.53	ดี
การให้เหตุผล	12	1.60	0.51	ดี

จากตารางที่ 4.4 พบว่า เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในแต่ละองค์ประกอบทั้งข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.62, 1.60 และ 1.67 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50, 0.53 และ 0.51 ตามลำดับ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีทุกองค์ประกอบ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการทดสอบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส เพื่อเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Test

การทดสอบ	n	*M*	*SD*	Z	Sig.
ก่อนเรียน	12	1.53	0.67	-3.15	.00*
หลังเรียน	12	9.06	0.79		

* ระดับนัยสำคัญ < .05

จากตารางที่ 4.5 พบว่าทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.53 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67 และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 9.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79 จากการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เก็บข้อมูลได้ดังนี้

ก่อนเรียน คะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คะแนนเฉลี่ย 1.53 จัดอยู่ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานประกอบเหตุผล ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และเหตุผลเสริม ปรากฏว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ชัดเจน หรือไม่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงดังคำตอบข้อคำถามข้อที่ 1 ของนักเรียนเลขที่ 1

ข้อกล่าวอ้าง : “การรีดเสื้อผ้าทั้งสองรูปแบบจะใช้พลังงานไฟฟ้าไม่ต่างกัน”

เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง : “เพราะเป็นการรีดผ้าเหมือนกัน จึงใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน”

หลักฐานประกอบเหตุผล : “จากประสบการณ์ที่รีดเสื้อผ้าทั้งสองแบบมา มีความรู้สึกว่าไม่ได้ต่างกัน”

ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป : “การรีดเสื้อผ้าแบบต่อเนื่อง จนครบจำนวน และแบบแบ่งรีดที่ละเล็กน้อย ใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน เนื่องจากเป็นการรีดผ้าที่มีจำนวนเสื้อผ้าเท่ากัน”

เหตุผลเสริม : “เสื้อผ้าที่มีจำนวนเท่ากัน ไม่ว่าจะรีดแบบต่อเนื่องจนหมด หรือการแบ่งรีดทีละเล็กน้อย ก็ใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน เนื่องจากเราใช้ไฟฟ้ารีดเสื้อผ้าที่มีจำนวนเท่ากัน”

(นักเรียนเลขที่ 1)

หลังเรียน คะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คะแนนเฉลี่ย 9.06 จัดอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานประกอบเหตุผล ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และเหตุผลเสริม ปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ ซึ่งแสดงดังคำตอบข้อคำถามข้อที่ 3 ของนักเรียนเลขที่ 10

ข้อกล่าวอ้าง : “เห็นด้วยกับการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า”

เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง : “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นโรงงานในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ปริมาณมาก”

หลักฐานประกอบเหตุผล : “ปัจจุบันทั่วโลกใช้กระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานนิวเคลียร์มีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากราคาน้ำมันและก๊าซธรรมชาติมีความผันผวน และเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานสะอาด ไม่มีการเผาไหม้หรือสันดาปภายในกระบวนการผลิตไฟฟ้า จึงไม่ปลดปล่อยก๊าซที่มาของปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกหรือภาวะโลกร้อน และยังมีต้นทุนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ”

ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป : “ไม่เห็นด้วยกับการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เนื่องจากมีความอันตรายจากเหตุการระเบิดของโรงไฟฟ้า”

เหตุผลเสริม : “ความเข้มข้นของสารกัมมันตรังสีหรือยูเรเนียม 235 มีเพียงแค่ 3-5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แต่ความเข้มข้นของการทำระเบิดต้องมีมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป เพราะฉะนั้นความเข้มข้นไม่สูงเหมือนทำระเบิด ปัจจุบันให้ความสำคัญกับความปลอดภัยเป็นลำดับแรก มีระบบป้องกันหลายขั้นตอน โดยเฉพาะตัวเตาปฏิกรณ์ มีเหล็กกล้าหนาถึง 6 มิลลิเมตร คลุม 1 ชั้น และมีปูนซีเมนต์ชนิดพิเศษหนาถึง 2 เมตร ครอบอีกชั้น เพื่อป้องกันไม่ให้สารกัมมันตรังสีรั่วไหลสู่ภายนอก ทำอันตรายต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมได้ มีระบบควบคุมการขนส่งเชื้อเพลิงที่เคร่งครัด”

(นักเรียนเลขที่ 10)

เมื่อนำคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาหาคะแนนเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบแล้วเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ปรากฏผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

องค์ประกอบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	n	**ก่อนเรียน**		**หลังเรียน**	
		M	*SD*	*M*	*SD*
ข้อกล่าวอ้าง	12	0.66	0.72	1.93	0.73
เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	12	0.40	0.63	1.85	0.82
หลักฐานประกอบเหตุผล	12	0.13	0.67	1.73	0.80
ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	12	0.24	0.69	1.75	0.85
เหตุผลเสริม	12	0.10	0.63	1.80	0.74

จากตารางที่ 4.6 พบว่า เมื่อพิจารณาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบและเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ก่อนเรียน ในแต่ละองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานประกอบเหตุผล ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และเหตุผลเสริม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.66, 0.40, 0.13, 0.24 และ 0.10 ตามลำดับ หลังเรียน ในแต่ละองค์ประกอบข้อข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานประกอบเหตุผล ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และเหตุผลเสริม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.93, 1.85, 1.73, 1.75 และ 1.80 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73, 0.82, 0.80, 0.85 และ 0.74 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแต่ละองค์ประกอบมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

จากการทดสอบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส ได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

การทดสอบ	n	*M*	*SD*	ระดับความสามารถ
หลังเรียน	12	9.06	0.79	ดีมาก

จากตารางที่ 4.7 พบว่าระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ย 9.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79 ซึ่งมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ มาศึกษาระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ปรากฏผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

องค์ประกอบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	n	*M*	*SD*	ระดับความสามารถ
ข้อกล่าวอ้าง	12	1.93	0.73	ดีมาก
เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	12	1.85	0.82	ดีมาก
หลักฐานประกอบเหตุผล	12	1.73	0.80	ดีมาก
ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	12	1.75	0.85	ดีมาก
เหตุผลเสริม	12	1.80	0.74	ดีมาก

จากตารางที่ 4.8 พบว่า เมื่อพิจารณาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละองค์ประกอบที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการ ในแต่ละองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานประกอบเหตุผล ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และเหตุผลเสริม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.93, 1.85, 1.73, 1.75 และ 1.80 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73, 0.82, 0.80, 0.85 และ 0.74 ตามลำดับ ซึ่งมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมากทุกองค์ประกอบ

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดสุราษฎร์ธานี การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการวิจัยสรุปผลได้ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

1.1.4 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก สหวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เขต 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 3 โรง 6 ห้องเรียน 71 คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุราษฎร์ธานี ชุมพร, 2565)

2) กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มที่ศึกษาได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน 12 คน จำนวนนักเรียนชาย 4 คน และนักเรียนหญิง 8 คน

1.2.2 เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 7 แผน รวม 18 ชั่วโมงประกอบด้วย

(1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ไฟฟ้ากระแส จำนวน 2 ชั่วโมง

(2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กฎของโอห์ม จำนวน 2 ชั่วโมง

(3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า จำนวน 2 ชั่วโมง

(4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ความต้านทาน จำนวน 3 ชั่วโมง

(5) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์ จำนวน 3 ชั่วโมง

(6) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การต่อแบตเตอรี่ จำนวน 3 ชั่วโมง

(7) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 7 แผน มีค่าเฉลี่ยคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ระหว่าง 4.59 – 4.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.63 ถึง 0.70 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

(1) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.39 - 0.56 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.35 – 0.56 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.89

(2) แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.31 - 0.52 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.32 – 0.62 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

(1) ทำการทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

(2) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเรื่องไฟฟ้ากระแส จำนวน 7 แผน รวม 18 ชั่วโมง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ พร้อมสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีการบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

(3) เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อีก 2 สัปดาห์ต่อมา ผู้วิจัยวัดความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นแบบวัดประเภทอัตนัยจำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ จำนวน 1 ชั่วโมง และแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบอัตนัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยส่วนที่ 1 เป็นบทความอ่านประกอบ และส่วนที่ 2 คำถามปลายเปิดสำหรับวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ข้อ โดยองค์ประกอบของการโต้แย้งออกเป็นได้ 5 องค์ประกอบตามที่ Lin and Mintzes (2010) ได้เสนอไว้ ซึ่งแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สถานการณ์ จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ จำนวน 1 ชั่วโมง

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Test

2) การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมและคะแนนในแต่ละองค์ประกอบ

3) การเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Test

4) การเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมและคะแนนในแต่ละองค์ประกอบ

1.3 ผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยดำเนินการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน จากนั้นดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ดำเนินการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1.3.1 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.2 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 1.63 ซึ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

1.3.3 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.4 ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 9.06 ซึ่งมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

2. อภิปรายผล

จากผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยได้แยกอภิปรายผลเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ถึง 2 ครั้ง ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยองค์ประกอบที่สำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ ข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นคำตอบหรือข้อสรุปของคำถาม หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ และการให้เหตุผล เป็นข้อความที่แสดงเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับ Bricker and Bell (2008) ที่กล่าวว่า การโต้แย้งจึงเป็นกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ที่ต้องอาศัยการคิดและการปฏิบัติ และยังเป็นกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นพฤติกรรมการโต้แย้งที่มากขึ้นจึงจะเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นด้วย เพราะการโต้แย้งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความพยายามในการสร้างความถูกต้องให้กับข้อกล่าวอ้างที่จะต้องอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุและผล เพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งจึงช่วยในการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง พยายามหาหลักฐานเชิงประจักษ์ และรู้จักการให้เหตุผลที่สอดคล้องและเชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้างที่มี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรยา แจ่มใจ (2557) พบว่า หลังผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ สันติชัย อนุวรชัย (2553) พบว่านักเรียนที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ พบว่า ก่อนเรียนในแต่ละองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.02, 0.25 และ 0.08 ตามลำดับ และหลังเรียนในแต่ละองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.62, 1.60 และ 1.67 ตามลำดับ โดยพบว่าองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมากที่สุด คือ หลักฐาน ส่วนองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนน้อยที่สุด คือ การให้เหตุผล การทำแบบทดสอบของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่านักเรียนไม่สามารถแสดงเหตุผลไม่สมบูรณ์หรือแสดงเหตุผลไม่ถูกต้อง ที่ทำให้เห็นว่าหลักฐานและข้อกล่าวอ้างมีความสัมพันธ์กัน อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ไปเชื่อมโยงในการให้เหตุผลได้ โดยการให้เหตุผลเป็นการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงแนวคิดหรือความเข้าใจของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การระบุข้อกล่าวอ้าง

ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของสันติชัย อนุวรชัย (2553) และศศิกานต์ นิ่มดำ (2561) พบว่า นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยในด้านการให้เหตุผลน้อยที่สุด ซึ่งครูอาจจะฝึกให้นักเรียนรู้จักการเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างให้มากยิ่งขึ้น เพื่อสร้างข้อสรุปอย่างมีเหตุผลที่ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียน และเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองให้มากขึ้น เพื่อนำไปสู่การให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนด้วย แต่อย่างไรก็ตามจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ พบว่านักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง แสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่างอ้าง พร้อมทั้งนักเรียนสามารถให้เหตุผลแสดงความสัมพันธ์ของข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนต้องมีการพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผลของหลักฐาน เพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั้นสามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้

2.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งหลังเรียนกับเกณฑ์

จากการศึกษาพบว่า ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ย 1.63 ซึ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในขั้นการระบุภาระงาน (Identification of the Task) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งในอดีตและปัจจุบันกับเรื่องที่จะศึกษา กระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิด สร้างความสนใจ และช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) นักเรียนจะเป็นผู้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูล มาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) คือ นักเรียนจะเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคลที่นักเรียนจะต้องเขียนรายงานผลที่แสดงให้ความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้งที่แสดงให้เห็นถึงความพยายามในการสร้างความถูกต้องให้กับข้อกล่าวอ้างที่อยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผลและการมีหลักฐานมาสนับสนุนรองรับเหตุผลดังกล่าว ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการสอนดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ถึงสองครั้ง คือในขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และในขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ การโต้แย้งถือเป็นกระบวนการ

ที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ (Bybee (2008) Lin et al. (2012) และ OECD (2006) ได้กล่าวว่า ผู้รู้วิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่มีความสามารถในการวิเคราะห์และลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในหลากหลายมุมมอง มีความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างหลักฐาน เพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตัดสินใจและการมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในสังคม นอกจากนี้ McNeill and Krajcik (2008) ที่ได้เสนอองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นคำตอบของคำถาม หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ และการให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการตัดสินใจที่แสดงว่าหลักฐานสนับสนุนคำตอบ แสดงว่านักเรียนจะสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้นักเรียนจะต้องสามารถหาหลักฐานและหลักฐานนั้นจะต้องเป็นหลักฐานที่ถูกต้องสามารถเชื่อถือได้ ซึ่งนักเรียนสามารถหาหลักฐานได้จากการลงมือปฏิบัติ

เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบที่เรียนโดยการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีทุกองค์ประกอบซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวยังสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐวรรณ ศิริธร (2559) ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดี คือ1.75 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2.00 คะแนน และเมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบอยู่ในระดับดี โดยนักเรียนมีความสามารถในการแสดงหลักฐานมากที่สุดคือ 1.81 คะแนน รองลงมาคือการให้เหตุผล คือ 1.73 คะแนน และข้อกล่าวอ้าง คือ 1.72 คะแนน ตามลำดับ

2.3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการศึกษาพบว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งได้นำประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เข้ามาร่วมในทุกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งส่งเสริมให้เกิดบริบทในการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เอกภูมิ จันทรขันติ (2559) กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นครู

ต้องสอนให้นักเรียนรู้จักนำหลักฐานและทฤษฎีหรือข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทดลองมาสร้างข้อกล่าวอ้าง พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้นให้มีความน่าเชื่อถือ (Simon et al., 2002) แนวทางที่เหมาะสมในการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน คือการบรูณาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ในบริบทของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การให้นักเรียนลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และใช้ข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มาสร้างเป็นข้อกล่าวอ้าง โดยมีหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าว และนำข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นไปใช้เป็นประเด็นในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในสถานการณ์หรือประเด็นปัญหา ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ที่นำเสนอข้อกล่าวอ้างของตนเอง ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล ส่งเสริมให้สำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวม จัดกระทำวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผล และนำหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มายืนยันข้อกล่าวอ้างของตน ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายโต้แย้งภายในกลุ่มย่อย ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อีกทั้งได้เห็นมุมมองที่ต่างออกไปจากตน ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ข้อโต้แย้งที่ต่างกันออกไป พร้อมทั้งยังกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายเพื่อหาเหตุผล หรือหลักฐานเพิ่มเติม เพื่อนำมาโต้แย้งกลับในข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ซึ่งการอภิปรายกลุ่มย่อย และการอภิปรายทั้งชั้นเรียนนั้นช่วยให้นักเรียนร่วมมือกันทำงานและแก้ปัญหา จึงส่งผลให้นักเรียนแสดงการโต้แย้งมากขึ้น ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการส่งเสริมการปฏิบัติงานจริงในชั้นเรียน โดยผ่านการอภิปรายทั้งชั้นเรียน จะส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น (Simon et al., 2006) การอภิปรายทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบ ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนกลับมาตรวจสอบองค์ประกอบต่างๆ ของการโต้แย้งของตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปสู่การคิดต่อยอดในการสืบค้นเพิ่มในประเด็นต่างๆ หรือหาข้อสรุปของตนเองได้ในสถานการณ์นั้น ส่วนในขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน และขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน การแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน และจากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิมพ์ผกา คำอาจ (2565) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ พบว่า ก่อนเรียนในแต่ละองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานประกอบเหตุผล ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และเหตุผลเสริม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.66, 0.40, 0.13, 0.24 และ 0.10 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.93, 1.85, 1.73, 1.75 และ 1.80 ตามลำดับ โดยพบว่าองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ย

หลังเรียนมากที่สุด คือ ข้อกล่าวอ้าง ส่วนองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนน้อยที่สุด คือ หลักฐานประกอบเหตุผล เนื่องจากการหาหลักฐานมาสนับสนุนให้เหตุผลของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือนั้นทำได้ยากกว่าการให้เหตุผลเพียงอย่างเดียว งานวิจัยของวิไลวรรณ ทรงศิลปะ (2560) พบว่านักเรียนนส่วนใหญ่ไม่สามารถสร้างเหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ เพื่อที่จะโน้มน้าวให้คนอื่นที่มีความคิดต่างจากตนเองได้ เนื่องมาจากนักเรียนมีหลักฐานประกอบเหตุผลมีความน่าเชื่อถือไม่เพียงพอ แต่อย่างไรก็ตามจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พบว่านักเรียนมีการพัฒนาองค์ประกอบทักษะการโต้เชิงทางวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบ พบว่านักเรียนสามารถแสดงข้อกล่าวอ้างของตนหรือแสดงจุดยืนของตนเองได้ นักเรียนยังสามารถให้เหตุผลและแสดงหลักฐานสนับสนุนข้อกล่างอ้างได้ ตลอดจนสามารถมองเหตุผลของฝ่ายตรงข้ามและการแสดงเหตุผลหรือหลักฐานเพื่อหักล้างข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้าม ทำให้ข้อกล่าวอ้างของฝ่ายตรงข้ามเป็นอันตกไป นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนสามารถแสดงเหตุผล แสดงหลักฐาน หรือข้อโต้แย้งกลับได้เพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนต้องมีการคิดวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผลความน่าเชื่อถือของประจักษ์หลักฐาน นำไปสู่การตัดสินใจอย่างรอบครอบ ดังนั้นการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งนั้นสามารถส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเมธานันท์ สง่าชาติ (2560) พบว่า นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 2 ระดับ จากระดับปรับปรุง เป็นระดับดีมาก ทั้ง 3 สถานการณ์ร้อยละ 10.3, 5.2 และ 2.6 ของนักเรียนทั้งหมด

2.4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

จากการศึกษาพบว่า ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 9.06 ซึ่งมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากนักเรียนได้สร้างข้อโต้แย้ง และมีการนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง เพื่อฝึกให้นักเรียนได้สร้างข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปและการให้เหตุผลสนับสนุน เพื่อโต้แย้งกลับที่ดี และกิจกรรมเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนที่มีความคิดเห็นแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นซึ่งกันและกัน นักเรียนจะต้องทำการคาดคะเนเหตุผลของเพื่อนที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากความคิดเห็นของตนเองเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมที่จะทำการโต้แย้งกลับ และทำให้ข้อโต้แย้งของนักเรียนนั้นมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น Squire and Jan (2007) ได้กล่าวว่า จุดเด่นของกิจกรรมนี้คือ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้โต้แย้งรายบุคคล และนอกจากนี้การใช้บทบาทที่มีความหลากหลายจะช่วยให้นักเรียนได้รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างออกไปหลาย ๆ ด้าน ซึ่งจะช่วยให้เกิดการโต้แย้งได้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นการพัฒนาเหตุผลประกอบข้ออ้างให้มีความหลากหลาย และสามารถนำเหตุผลเหล่านี้มาใช้ในการโต้แย้งกลับกับกลุ่มที่มีความคิดเห็นไม่เหมือนกัน Sadler & Donnelly (2006) ได้กล่าวว่าการโต้แย้งประเด็นฝ่ายตรงข้ามเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือลดลงสามารถช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้องค์ประกอบของการโต้แย้ง คือการให้เหตุผลสนับสนุนเพื่อโต้แย้งกลับได้ ทั้งนี้ในขั้นสุดท้ายของการจัดกิจกรรมผู้วิจัยยัง

ได้ให้นักเรียนทำการเขียนกรอบการโต้แย้ง หรือการสรุปการโต้แย้งอีกครั้งเพื่อเป็นการเรียบเรียงข้อมูล และข้อสรุปที่ได้จากการโต้แย้งภายในชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับที่ Osborne et al. (2001) ได้เสนอว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมการโต้แย้ง โดยการเขียนกรอบการโต้แย้งนั้นเป็นการทำให้ความคิดมีความชัดเจนและช่วยตกตะกอนความคิดของนักเรียน อีกทั้งยังทำให้นักเรียนมองเห็นการใช้ภาษาในการสื่อสารของตนเองว่ามีความชัดเจน และเหมาะสมในการใช้การโต้แย้งหรือไม่ การเขียนกรอบการโต้แย้งเหมาะสมกับการนำไปใช้ในกรณีที่ต้องการให้นักเรียนสร้างทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดี เอกภูมิ จันทรขันตี (2559) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนรู้จากการเข้าไปเรียนรู้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงโดยครูนำประเด็นแวดล้อมมาเป็นเนื้อหาในการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนจะใช้เหตุผลหลักฐานในการกล่าวอ้าง สนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง จนนำไปสู่บทสรุปขององค์ความรู้

ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุที่ให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวยังสอดคล้องกับงานวิจัยของของเมธานันท์ สง่าชาติ (2560) ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปี ที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในบทเรียนเรื่อง ฮอร์โมน และต่อมไร้ท่อ ผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงระดับของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 2 ระดับจากระดับเดิม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zohar and Nemet (2002) ที่ได้กล่าวว่าการให้นักเรียนอภิปรายเป็นคู่ และการอภิปรายเป็นกลุ่มในระหว่างชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น และปรับเปลี่ยนความคิดในสิ่งที่ตนได้พิจารณา ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ครูที่สนใจในการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรให้ความสำคัญในเรื่องการสร้างความเข้าใจกับนักเรียนก่อนจัดการเรียนรู้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเป็นอย่างไร มีลำดับขั้นตอนอย่างไร นักเรียนควรปฏิบัติตัวอย่างไร และมีข้อตกลงอย่างไรในการเรียนรู้บ้าง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.1.2 ครูควรนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งไปใช้กับเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับเหตุการณ์ในปัจจุบันหรือเรื่องที่ใกล้ตัวกับนักเรียน แต่ต้องคำนึงถึงบริบทของนักเรียนเป็นสำคัญและควรเริ่มเตรียมพื้นฐานความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการ

โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง จะช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่

3.1.3 ครูอาจจะปรับการแสดงความคิดเห็นเป็นการเขียนของนักเรียน แล้วนำไปติดบอร์ดภายในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้อ่าน เนื่องจากหากต้องการให้นักเรียนทุกคนนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง เวลาในเรียนอาจจะไม่เพียงพอ

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 เนื่องจากผลการวิจัยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่าในองค์ประกอบการให้เหตุผลของนักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุด ดังนั้นครูควรดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียน โดยอาจจะใช้การจัดการเรียนรู้แบบการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียน

3.2.2 ควรส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถแสดงหลักฐานประกอบเหตุผลให้มากขึ้น เนื่องจากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้น้อยที่สุด

3.2.3 ในระหว่างทำการวิจัย พบว่ามีนักเรียนแสดงพฤติกรรมอย่างอื่นที่เหมาะสมกับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ นอกเหนือจากความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นอาจจะศึกษาตัวแปรอื่นร่วมด้วย เช่น การให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการเขียน

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลวรรณ ดีอยู่เจริญพร. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุล ที่มีต่อทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมทหาร จังหวัดนครนายก* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี.

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. (2560). หน่วยที่ 9 เครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 7). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

ณัฐวรรณ ศิริธร. (2559). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงมวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 55(1), 9-16.

ณัฐวัตร อ้ายแก้ว. (2564). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. *วารสารครุพิบูลมหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 8(1), 136-147.

ทิศนา แขมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 17). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2560). หน่วยที่ 10 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ: สถิติบรรยายและสถิติพาราเมตริก. *ใน ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พิมพ์ผกา คำอาจ. (2565). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ภาวิณี รัตนคอน และคณะ. (2561). การพัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการ Veridian E–Journal,Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ*, 11(2), 2720–2735.

เมธานันท์ สง่าชาติ. (2560). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในบทเรียนเรื่อง ฮอร์โมน และต่อมไร้ท่อ. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 56(1), 155-162.

เมธินี ทาระวัน และเมษา นวลศรี. (2564). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมชูปถัมภ์*, 6(6), 20-33.

วนิดา ผาระนัด. (2561). การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล: ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 2(2), 32-45.

วิไลวรรณ ทรงศิลป์. (2560). การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 11(3), 175-184.

ศศิกานต์ นิ่มดำ. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสหวิทยาเขตชุมพร 2 จังหวัดชุมพร* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี.

ศุภรดา บุญจุฑาสิริกุล. (2561). *การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัย-ขอนแก่น, ขอนแก่น.

สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

_____. (2561). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนดาราศาสตร์ผ่านกลยุทธ์การเสริมศักยภาพด้วยผังมโนทัศน์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 12(2), 279-291.

สุกัลยา เวชสิทธิ์. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา.* จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรยา แจ่มใจ. (2557). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างคาอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกูล. (2561). *การวิจัยทางการศึกษาแนวคิดและการประยุกต์ใช้*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกภูมิ จันทรขันตี. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 11(1), 217-232.

Annisa, N., Hernani. & Taufik, R. (2016). Argument-Driven Inquiry (ADI): The Way to develop junior high school student's argumentation skills in Science learning. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 57(1), 128-132.

Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2011). Classroom Communities' Adaptation of the Practice of Sciencetific Argumentation. *Science Education*, 95(1), 191-216.

Bricker, L.A. & P.Bell. (2008). Conceptualizations of Argumentation from Science Studies and the learning Sciences and Their Implications for the Practices. *Science Education*, 92(1), 473–498.

Bybee, R. W. (2008). Scientific literacy, environmental issues, and PISA 2006: The 2008 Paul Brandwein lecture. *Science Education and Technology*, 17(6), 566–585.

Chiappetta, E. L. & Koballa, T. R. (2010). Science Instruction in the Middle and Secondary School: Developing Fundamental Knowledge and Skills. USA: *Pearson Education*, 7(1), 174-180.

Christine, T. (2009). Argumentation: The Language of Science. *Journal of Elementary Science Education*, 21(1), 17-25.

Duschl, R. A. (2008). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.

Foong, C. C., & Daniel, E. G. S. (2013). Students' argumentation skills across teosocioscientific issues in a Confucian classroom: In transfer possible. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 2331–2355.

Hakkikadayifci & Ayseyalcin, C. (2016). Implementation of Argument-Driven Inquiry as An Instructional Model in A General Chemistry Laboratory Course. *Science Education International,* 27(3), 369-390.

Hoover, D. R. (1991). Relationship among perceptions of Principals conflict management behaviors. Levels of conflict and organization climate in high school. *Dissertation Abstract International*, 51(9), 24-42.

Horng, R.-Y., et al. (2013). The Effects of Argument Stance on Scientific Knoeledge Inquriy Skill. *International Journal of Science Education*, 35(16), 1784–2800.

Jia, Q. (2010). A brief study on the implication of Constructivism Teaching Theory. *International Education of Studies,* 3(2), 1913-9020.

Kuhn, D. (1991). *The skills of argument. Cambridge*. UK: Cambridge University Press.

Laksmi, M. L., Sari, D. P., Rinanto, Y., & Sapartini, R. R. (2021). Implementation of problem based learning to Increase scientific explanation skill in biology Learning about the environment. *Journal of Learning for Development*, 8(3), 532-540.

Lin, H. S., et al. (2012). The role of emotional factors in building public scientific literacy and engagement with science. *Science Education*, 34(1), 25–42.

Lin, S. & Mintzes, J.J. (2010). *Learning argumentation skill through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level*. National Science Council.

Llewellyn, D. (2005) *Teaching High School Science Through Inquiry : A case study approach*. corwin.

McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78. https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/57509

McNeill, K. L., et al. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327809jls1502_1

Neni, H., Herawati, S., Mimien, H. I. & Hedi, S. (2015). *Argument-driven Inquiry with scaffolding as critical thinking skills of students in Lampung*. http://pubs.sciepub.com/education/3/9/20

Organisation for Economonic Cooperation and Development [OECD]. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematics Literacy – A Framework for PISA 2006*. OECD Publication.

Osborne, J., et al. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 28(301), 63–70.

Parlan, P., Ibnu, S., Rahayu, S., & Suharti, S. (2018). Effects of the Metacognitive Learning Strategy on the Quality of Prospective Chemistry Teacher's Scientific Explanations. *International Journal of Instruction*, 11(4), 673-688.

Ruiz-Primo, M. A., Li, Tsai & Schneider. (2010). *Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning*. Research Report Graduate School of Education & Information Science. University of California. Los Angeles. https://onlinelibrary.wiley.com/ doi/abs/10.1002/tea.20356

Sadler, & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Science Eduction*, 28(12), 1463-1488.

Sampson & Schleigh, (2016). *Scientific argumentation in Biology 30 Classroom Activities*, 2(2), 11.

Sampson, D., & Clark., D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommentation for direction. *Science Education*, 92 (3), 447–472.

Sampson,V. et al. (2009). *Sampson,V.et al Argument-Driven Inquiry: Way o Promote Learning during Laboratory Activities*. Thescience Teacher.

_____. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written argument. An Exploratory Student. *Science Education*, 95(1), 217–257.

Simon, S., et al. (2002). Argumentation in school science: Breaking the tradition of authoritative exposition through a pedagogy that promotes discussion and reasoning. *Argumentation*, 23(4), 469-493.

_____. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *Science Education*, 28(2-3), 235-260.

Squire, K. Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Science Education and Technology*, 16(1), 5–29.

Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument (Updated edition)*. Cambridge University.

Walker, J. P. et al. (2010). *Argument-Driven Inquiry: An Instructional Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs*. Paper presented at the 2010 Annual Internation Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST). PA.

Walker, J.P., Zimmerman, C. O. & Sampson, V.et al. (2011). Argument-Driven Inquiry: An Introduction to a New Instructional Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs. *Journal of Chemical Education*, 88(8), 1048-1056.

Woody, A. I. (2015). Re-orienting discussions of scientific explanation: A functional perspective. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 52, 79-87. https://www.sciencedirect.com/science/ article/ abs/pii/ S0039368115000400

Zhiwei Z., Xiuyi F. & Chunyan M. (2018). *Context-based and Explainable Decision Making with Argumentation.* International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems. AAMAS 2018, 1114-1122.

Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. *Science Teaching*, 399(1), 35-62.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. ชื่อ ว่าที่ร้อยตรีหญิงสุธาสินี เขียวมณี
   ตำแหน่ง ครู
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนบูรณะรำลึก อำเภอเมือง จังหวัดตรัง
   วุฒิการศึกษา วท.บ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
   วท.ม. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

2. ชื่อ นายพัชรพล รัตนพันธ์
   ตำแหน่ง ครู คศ.1
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านตาขุนวิทยา อำเภอบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
   วุฒิการศึกษา วท.บ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
   วท.ม. (ฟิสิกส์ประยุกต์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3. ชื่อ นางสาวอมรรัตน์ ไชยสุวรรณ
   ตำแหน่ง Learning support in Bloombury international school
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนนานาชาติบลูมส์เบอรี่หาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
   วุฒิการศึกษา วท.บ. (ฟิสิกส์ประยุกต์-พลังงาน) มหาวิทยาลัยทักษิณ
   กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ภาคผนวก ข

ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)**			*M*	*SD*	**ระดับความเหมาะสม**
	1	**2**	**3**			
1. ด้านสาระสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์เรียนรู้ในหลักสูตร	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	4.33	1.15	มาก
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 สามารถวัดและประเมินผลได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 การออกแบบกิจกรรมส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4 กระบวนการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	3	4.33	1.02	มาก
3.5 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	4	5	4	4.33	1.02	มาก

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			*M*	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
4.2 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 มีความหลากหลาย เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนระดับชั้น	3	5	4	4.00	0.50	มาก
4.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล						
5.1 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดเหมาะสมกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจนและมีความเป็นไปได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.59	0.65	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)**			*M*	*SD*	**ระดับความเหมาะสม**
	1	**2**	**3**			
1. ด้านสาระสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์เรียนรู้ในหลักสูตร	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	4.33	1.35	มาก
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 สามารถวัดและประเมินผลได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 การออกแบบกิจกรรมส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4 กระบวนการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	1.35	มากที่สุด
3.5 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.33	1.02	มาก

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)**			*M*	*SD*	**ระดับความเหมาะสม**
	1	**2**	**3**			
4.2 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 มีความหลากหลาย เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนระดับชั้น	5	5	4	4.00	0.50	มาก
4.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล						
5.1 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดเหมาะสมกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจนและมีความเป็นไปได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.65	0.65	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)**			*M*	*SD*	**ระดับความเหมาะสม**
	1	**2**	**3**			
1. ด้านสาระสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์เรียนรู้ในหลักสูตร	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	4.33	1.35	มาก
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 สามารถวัดและประเมินผลได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 การออกแบบกิจกรรมส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4 กระบวนการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	1.35	มากที่สุด
3.5 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.33	1.02	มาก

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			*M*	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
4.2 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 มีความหลากหลาย เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนระดับชั้น	5	5	4	4.00	0.50	มาก
4.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	4	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล						
5.1 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.58	มากที่สุด
5.2 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดเหมาะสมกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	0.58	มากที่สุด
5.3 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจนและมีความเป็นไปได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.67	0.63	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)**			*M*	*SD*	**ระดับความเหมาะสม**
	1	**2**	**3**			
1. ด้านสาระสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์เรียนรู้ในหลักสูตร	4	5	5	4.67	0.69	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	4.33	1.15	มาก
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 สามารถวัดและประเมินผลได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 การออกแบบกิจกรรมส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4 กระบวนการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับเนื้อหา	5	3	5	4.33	1.15	มาก
3.5 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	4	5	4	4.33	1.02	มาก

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			*M*	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
4.2 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 มีความหลากหลาย เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนระดับชั้น	3	5	4	4.00	1.20	มาก
4.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล						
5.1 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.65	มากที่สุด
5.2 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดเหมาะสมกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	0.65	มากที่สุด
5.3 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจนและมีความเป็นไปได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.59	0.70	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)**			*M*	*SD*	**ระดับความเหมาะสม**
	1	**2**	**3**			
1. ด้านสาระสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์เรียนรู้ในหลักสูตร	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	4.33	1.20	มาก
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 สามารถวัดและประเมินผลได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 การออกแบบกิจกรรมส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4 กระบวนการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	1.20	มากที่สุด
3.5 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			*M*	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
4.2 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 มีความหลากหลาย เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนระดับชั้น	5	5	4	4.00	0.58	มาก
4.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	0.65	มาก
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล						
5.1 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดเหมาะสมกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจนและมีความเป็นไปได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.63	0.64	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)**			*M*	*SD*	**ระดับความเหมาะสม**
	1	**2**	**3**			
1. ด้านสาระสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์เรียนรู้ในหลักสูตร	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	4.33	1.20	มาก
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 สามารถวัดและประเมินผลได้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 การออกแบบกิจกรรมส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4 กระบวนการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	1.20	มากที่สุด
3.5 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)**			*M*	*SD*	**ระดับความเหมาะสม**
	1	**2**	**3**			
4.2 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 มีความหลากหลาย เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนระดับชั้น	5	5	4	4.00	0.58	มาก
4.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	0.65	มาก
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล						
5.1 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดเหมาะสมกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจนและมีความเป็นไปได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.63	0.64	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)**			*M*	*SD*	**ระดับความเหมาะสม**
	1	**2**	**3**			
1. ด้านสาระสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์เรียนรู้ในหลักสูตร	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	4	4.33	1.20	มาก
2.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 สามารถวัดและประเมินผลได้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 การออกแบบกิจกรรมส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4 กระบวนการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	1.20	มากที่สุด
3.5 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			*M*	*SD*	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
4.2 สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 มีความหลากหลาย เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนระดับชั้น	5	5	4	4.00	0.58	มาก
4.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	4	4	5	4.33	0.65	มาก
5. ด้านการวัดผลและประเมินผล						
5.1 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดเหมาะสมกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจนและมีความเป็นไปได้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.63	0.64	มากที่สุด

ภาคผนวก ค

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตาราง ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			IOC	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3		
1.1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.2	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
1.3	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
2.1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.2	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
2.3	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.2	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.3	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ภาคผนวก ง

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ตาราง ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			IOC	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3		
1.1	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
1.2	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
1.3	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
1.4	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.5	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.1	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
2.2	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.3	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.4	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
2.5	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.1	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
3.2	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
3.3	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.4	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.5	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ 7
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์4 รหัสวิชา ว32204
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 เวลาเรียน 3 ชั่วโมง เรื่อง พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ : 14. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ (K–P–A)

ด้านความรู้ (K)

1) นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

2) นักเรียนสามารถยกตัวอย่างเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงานได้

ด้านทักษะ (P)

1) นักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงานได้

2) นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

ด้านคุณลักษณะ (A)

ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พลังงานที่นำมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานหลัก เรียกว่า **พลังงานทดแทน (alternative energy)** เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล พลังงานลม

เซลล์สุริยะ (solar cell) คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า เซลล์สุริยะที่ใช้ทั่วไปทำจาก**สารกึ่งตัวนำ (semiconductor)** ที่แตกต่างกันสองชนิด เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์สุริยะที่ต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้า จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในวงจร ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้

พลังงานนิวเคลียร์ (nuclear energy) เป็นพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากนิวเคลียสของอะตอมเมื่อนิวเคลียสมีการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า **ปฏิกิริยานิวเคลียร์ (nuclear reaction)** ซึ่งการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์อย่างต่อเนื่อง เรียกว่า **ปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction)**

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ (nuclear power plant) เปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัย**เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (nuclear reactor)** ที่ทำหน้าที่สร้างและควบคุมปฏิกิริยาลูกโซ่เพื่อให้มีการปลดปล่อยพลังงานนิวเคลียร์ในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับนำไปถ่ายโอนให้กับน้ำ เพื่อทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำที่สามารถนำไปหมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

แบตเตอรี่ วัสดุฉนวนความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน เซลล์เชื้อเพลิง เป็นตัวอย่างของเทคโนโลยีด้านพลังงานที่นำมาใช้แก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน การพิจารณาเลือกเทคโนโลยีมาช่วยแก้ปัญหาพลังงาน ไม่เพียงควรคำนึงถึงประสิทธิภาพในการใช้งานเท่านั้น แต่ควรคำนึงถึงความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย ขนาดที่เหมาะสม และความจำเป็นต่อการใช้งานจริง ๆ

4. สาระการเรียนรู้

พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1) ความสามารถในการสื่อสาร

2) ความสามารถในการคิด

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุภาระงาน (20 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง การต่อแบตเตอรี่ ดังนี้

- การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม จะได้อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้นตาม

- การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน จะได้อีเอ็มเอฟสมมูลมีค่าคงเดิม และความต้านทานภายในสมมูลมีค่าลดลง

2. ครูเปิดวีดีทัศน์เกี่ยวการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้าให้นักเรียนศึกษาแล้วให้ระบุแหล่งของพลังงานในการผลิตไฟฟ้าที่ใช้กับกิจกรรม

https://www.youtube.com/watch?v=z99uNR_bhSU

3. ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) แหล่งพลังงานหลักของประเทศไทยที่ใช้ผลิตไฟฟ้าคือแหล่งพลังงานชนิดใด และในอนาคตจะมีแหล่งพลังงานนั้นใช้เพียงพอหรือไม่ (โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบอภิปรายอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

2) ถ้าไม่เพียงพอ นักเรียนจะมีแนวทางแก้ปัญหาอย่างไร (โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

4. ครูระบุภาระงานสำหรับการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน ให้ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 7.1 พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงานให้กับนักเรียนทุกคน จากนั้นอธิบายวิธีทำกิจกรรมตามรายละเอียดที่ปรากฏในเอกสารที่แจกให้นักเรียน

2) ครูใช้คำถามเพื่อระบุว่า สิ่งที่นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องการที่จะปฏิบัติเรื่องพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน คือ 1) ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ พร้อมสรุปเป็นข้อมูล 2) เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล

ขั้นที่ 2 การสำรวจและการรวบรวมข้อมูล (40 นาที)

1. ครูให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน และผลัดกันพูดแสดงความคิดเห็นทีละคนเกี่ยวกับแนวคิดการออกแบบสำรวจตรวจสอบคนละ 1 นาที จนครบจำนวนสมาชิกกลุ่ม แล้วจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มทำการออกแบบ วางแผนและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ เรื่องพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจเนื้อหา เรื่องพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงานพร้อมบันทึกผลลงในแบบสำรวจตรวจสอบพร้อมทั้งสรุปเป็นข้อมูลของกลุ่มตนเอง

3. ครูชี้แจงถึงหัวข้อที่นักเรียนจะต้องอธิบาย คือ 1) ข้อสรุปของกลุ่ม 2) หลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุปของกลุ่ม และ 3) การให้เหตุผลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ โดย 1) ข้อสรุปคือ คำตอบทางวิทยาศาสตร์ของประเด็นคำถามที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบร่วมกันภายในกลุ่ม 2) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปให้มีความน่าเชื่อถือ และ 3) การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่รองรับการสนับสนุนข้อสรุปนั้น ๆ

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (20 นาที)

1. ครูทบทวนประเด็นการโต้แย้งโดยกล่าวว่า ประเด็นการโต้แย้งคือ “ถ้าประเทศไทยไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียงพอต่อการใช้งาน พลังงานทดแทนแบบใดที่เหมาะสมสำหรับนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทยมากที่สุด เพราะเหตุใด” และให้นักเรียนศึกษาการสร้างข้อโต้แย้งจากผลการสำรวจตรวจสอบ

2. ครูแจกกระดาษให้นักเรียนคนละ 1 แผ่น แล้วให้นักเรียนแต่ละคนเขียนข้อโต้แย้งของตนเองลงบนกระดาษที่แจกให้ โดยกำหนดเวลาให้ 3 นาที เมื่อครบกำหนดครูจะแจ้ง “หมดเวลา” แล้วให้นักเรียนนำกระดาษของตนเองขึ้นวางบนโต๊ะพร้อมกัน และร่วมกันคัดเลือกแนวคิดของนักเรียนในกลุ่มที่ดีที่สุด

3. นักเรียนในกลุ่มอภิปรายแนวคิดที่เลือกจากข้อ 2 เพื่อพัฒนาเป็นข้อโต้แย้งของกลุ่ม และเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 7.2 แบบบันทึกข้อโต้แย้งชั่วคราว

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (50 นาที)

1. ครูนิยามคำสำคัญเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน ได้แก่คำว่า พลังงาน, พลังงานทดแทน, และเทคโนโลยีพลังงาน

2. ครูชี้แจงขั้นตอนการโต้แย้ง โดยกล่าวว่า ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนไปยังกลุ่มต่าง ๆ เพื่อนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง โดยครูกำหนดเวลาการนำเสนอกลุ่มละ 2 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาให้ผลัดกลุ่มต่อไปนำเสนอข้อโต้แย้งต่อจนครบทุกคนในกลุ่ม หลังจากนั้นร่วมกันวิพากษ์ข้อโต้แย้งของกลุ่มต่าง ๆ โดยใช้เทคนิค round robin เพื่อหาว่าข้อกล่าวอ้างใดน่าเชื่อถือและยอมรับได้ หรือ เพื่อปรับข้อกล่าวอ้างให้ดูน่าเชื่อถือจนยอมรับได้

3. เมื่ออภิปรายครบทุกกลุ่มแล้ว ครูกล่าวชมเชยนักเรียนที่ร่วมกันทำกิจกรรม

4. ครูใช้คำถามเพื่อสรุปการโต้แย้ง ดังนี้

4.1 ปัจจุบันประเทศไทยใช้พลังงานอะไรในการผลิตกระแสไฟฟ้า

4.2 ถ้าพลังงานไม่เพียงพอ นักเรียนจะมีแนวทางแก้ปัญหาอย่างไร

4.3 พลังงานทดแทนแบบใดเหมาะกับประเทศไทยในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพราะเหตุใด

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจ (20 นาที)

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล โดยครูชี้แจงว่ารายงานผลการสำรวจตรวจสอบต้องมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) จุดประสงค์ 2) วิธีการสำรวจตรวจสอบ และ 3) การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล ในใบกิจกรรมที่ 7.3 รายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยครูคอยให้คำแนะนำ

3. นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 7.4 ข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างของฉัน

ขั้นที่ 6 การทบทวนรายงานโดยเพื่อน (20 นาที)

1. เมื่อนักเรียนเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบเสร็จ ไม่ต้องระบุชื่อส่งให้ครูรวบรวม

2. ครูแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้แก่นักเรียน โดยไม่ทราบชื่อผู้ตรวจและผู้เขียน พร้อมแนบแบบประเมินในเอกสารสำหรับผู้ตรวจสอบ

3. นักเรียนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามเกณฑ์ที่ครูแจกให้ โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำ

4. เมื่อครบกำหนดเวลา ให้นักเรียนที่ตรวจรายงานของเพื่อสรุปว่ารายงานฉบับนั้นสมบูรณ์หรือไม่อย่างไร แล้วรวบรวมรายงานกลับคืนมาให้ครู และเมื่อครบแล้วจึงส่งรายงานพร้อมกับแนบประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบคืนให้แก่นักเรียน

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (10 นาที)

ครูมอบหมายให้นักเรียนพิจารณาผลการประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบแล้วทำการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของเพื่อน โดยครูคอยให้คำแนะนำและแก้ไขมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องของนักเรียน พร้อมทั้งนัดหมายให้นักเรียนส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบอีกครั้งในคาบถัดไป

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
- ใบกิจกรรมที่ 7.1 พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน
- ใบกิจกรรมที่ 7.2 แบบบันทึกข้อโต้แย้งชั่วคราว
- ใบกิจกรรมที่ 7.3 รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ
- ใบกิจกรรมที่ 7.4 ข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างของฉัน

9. การวัดและประเมินผล (K-P-A)

สิ่งที่วัด	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) : 1) นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 2) นักเรียนสามารถยกตัวอย่างเทคโนโลยี นำมาแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงา ได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 7.1	ใบกิจกรรมที่ 7.1	นักเรียนต้องมีคะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P) : 1) นักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยว กับพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงานได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 6.3	ใบกิจกรรมที่ 6.3	นักเรียนต้องมีคะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป

สิ่งที่วัด	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
2) นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน	ตรวจใบกิจกรรมที่ 6.4	ใบกิจกรรมที่ 6.4	นักเรียนต้องมีคะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A) : ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นได้	การสังเกต	แบบประเมินการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนต้องมีคะแนน 6 คะแนนขึ้นไป

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวประภัสสร โยมา)

ตำแหน่งครู

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ใบกิจกรรมที่ 7.1 พลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. พลังงานที่นำมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานหลักของประเทศ เรียกว่า _____

_____

2. ภาษาอังกฤษ คำว่า พลังงานแสงอาทิตย์ คือ _____

_____

3. เซลล์สุริยะ หรือ เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) ในทางวิทยาศาสตร์มีชื่อเรียกว่า _____

_____

4. เซลล์สุริยะที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุด คือ _____

เพราะเหตุใด_____

_____

5. เซลล์สุริยะที่ใช้ทั่วไปทำจาก _____

_____

6. เซลล์สุริยะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างไร _____

_____

7. พลังงานชีวมวล (biomass energy) คือ _____

_____

8. ชีวมวล หมายถึง _____

_____

9. ให้ยกตัวอย่างการนำชีวมวลมาหมักจนได้แก๊สชีวภาพ _____

_____

10. พลังงานลม (wind energy) คือ _____

11. พลังงานน้ำ (hydropower) คือ _____

12. พลังงานนิวเคลียร์ (nuclear power) คือ _____

13. ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ มีส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก คือ_____

_____

_____

14. เซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) คือ _____

_____

15. แบตเตอรี่เปลี่ยนพลังงานชนิดใดเป็นพลังงานไฟฟ้า คือ _____

_____

16. จงยกตัวอย่างเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงานได้

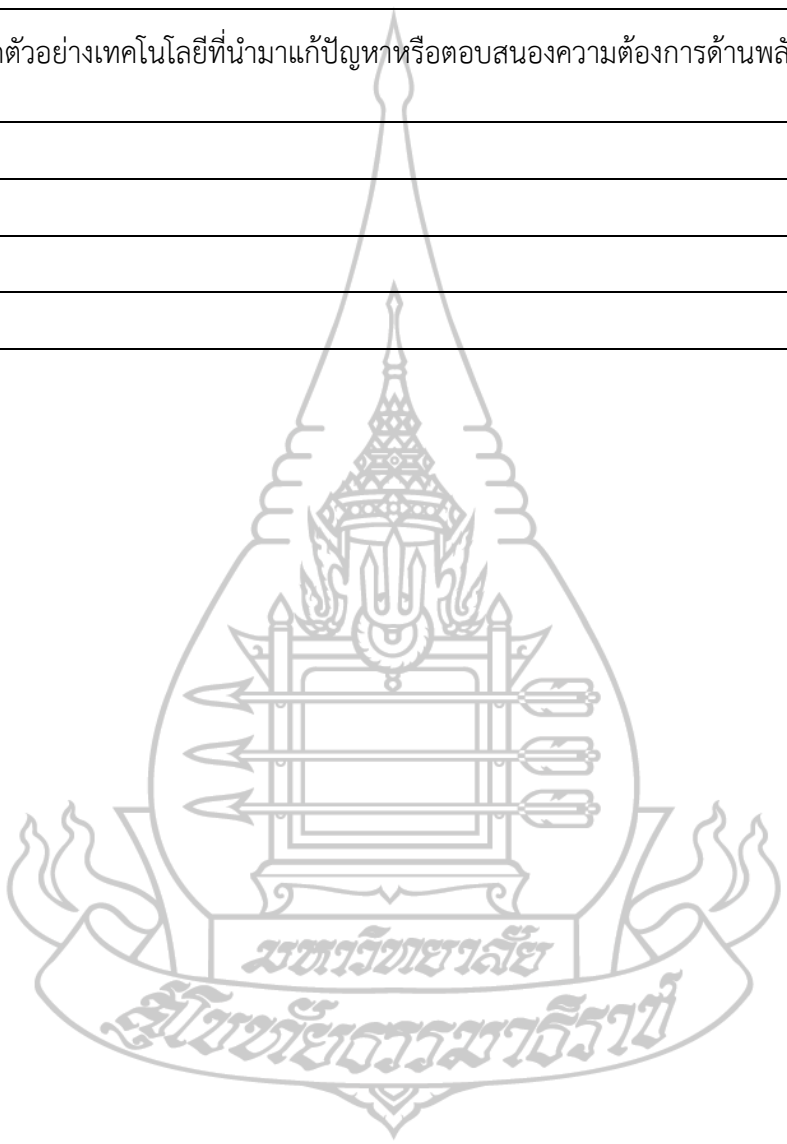
_____

_____

_____

_____

_____



ใบกิจกรรมที่ 7.2 แบบบันทึกข้อโต้แย้งชั่วคราว

ปัญหา/สถานการณ์

คุณครูอลิซาเบธ และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 กำลังนั่งเรียนวิชาฟิสิกส์อยู่ จู่ ๆ เกิดไฟดับ พลังงานไฟฟ้าไม่เพียงพอ เพราะมีการใช้งานมากเกินไป นักเรียนทั้งห้องจึงเกิดความสงสัยว่าจะทำอย่างไรได้บ้าง และถ้าประเทศไทยของเราไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียงพอต่อการใช้งานแบบนี้อีก เราจะมีพลังงานทดแทนอะไรที่เหมาะสมสำหรับนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทยมากที่สุด เพราะเหตุใด

ข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม

ปัญหา/สถานการณ์	**สมาชิกกลุ่ม**
ข้อสรุป	**หลักฐาน/ข้อมูลที่สนับสนุนข้อสรุป**

ใบกิจกรรมที่ 7.3 รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ส่วนที่ 1 นักเรียนทำอะไรและทำไปเพื่ออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 2 สิ่งที่นักเรียนได้ทำและทำไมจึงทำเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 ข้อโต้แย้งของนักเรียนคืออะไรพร้อมแนวคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน

เกณฑ์	ไม่ผ่าน	พอใช้	ดี	ดีมาก
ส่วนที่ 1 เป้าหมาย				
1.1 ผู้เขียนได้อ้างถึงปัญหาหรือสถานการณ์ที่ได้สำรวจตรวจสอบ				
1.2 ผู้เขียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบครบถ้วนครอบคลุมหรือไม่				
1.3 ผู้เขียนได้อธิบายถึงวิธีการสำรวจตรวจสอบว่ามีประโยชน์หรือทำให้ค้นพบสิ่งใดหรือไม่				
1.4 อธิบายถึงสาเหตุที่นักเรียนประเมินให้รายงานนี้ไม่ผ่านหรือพอใช้				
ส่วนที่ 2 การสำรวจตรวจสอบ				
2.1 ผู้เขียนมีการอธิบายถึงวิธีการทำงานของเขาหรือไม่				
2.2 ผู้เขียนใช้วิธีการหรือกระบวนการสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจนเหมาะสมต่อการใช้ข้อมูลที่แสดงหรือไม่				
2.3 อธิบายถึงสาเหตุที่นักเรียนประเมินให้รายงานนี้ไม่ผ่านหรือพอใช้				
ส่วนที่ 3 ข้อโต้แย้ง				
3.1 ผู้เขียนได้แสดงคำอธิบายที่ชัดเจนและเพียงพอในการตอบประเด็นคำถามหรือสถานการณ์หรือไม่				
3.2 คำอธิบายข้อกล่าวอ้างของผู้เขียนสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับผลการสำรวจตรวจสอบหรือไม่				
3.3 ผู้เขียนใช้หลักฐานหรือข้อมูลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือไม่				
3.4 ผู้เขียนมีหลักฐานเพียงพอในการสนับสนุนคำอธิบายของข้อกล่าวอ้างหรือไม่				
3.5 หลักฐานของผู้เขียนมีความน่าเชื่อถือ ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่				

เกณฑ์	ไม่ผ่าน	พอใช้	ดี	ดีมาก
3.6 คำอธิบายของผู้เขียนมีความเหมาะสมต่อหลักฐานหรือข้อมูลทั้งหมดหรือไม่				
3.7 การให้เหตุผลของผู้เขียนเหมาะสมและเพียงพอหรือไม่				
3.8 คำอธิบายของผู้เขียนสอดคล้องกับข้อมูลการวิพากษ์ในชั้นเรียนครบถ้วนหรือไม่				
3.9 ผู้เขียนได้แสดงข้อความในเชิงลบหรือไม่เหมาะสมออกมาหรือไม่				
3.10 อธิบายถึงสาเหตุที่นักเรียนประเมินให้รายงานนี้ไม่ผ่านหรือพอใช้				
ส่วนที่ 4 การเขียนรายงาน				
4.1 เนื้อหาของรายงานแสดงความคิดของผู้เขียน และให้ข้อมูลเชิงลึกหรือไม่				
4.2 รายงานมีข้อมูลตามองค์ประกอบที่กำหนดครบถ้วนหรือไม่				
4.3 ผู้เขียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง เข้าใจง่ายเหมาะสมต่อรายงานหรือไม่				

ที่มา: Walker, Sampson Zimmerman (2011)

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ใบกิจกรรมที่ 7.4 ข้ออ้างและเหตุผลสนับสนุนข้ออ้างของฉัน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งของนักเรียนหลังจากอภิปรายภายในชั้นเรียน เรื่องพลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์

หัวข้อโต้แย้ง : ถ้าประเทศไทยไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียงพอต่อการใช้งาน พลังงานทดแทนแบบใดที่เหมาะสมสำหรับนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทยมากที่สุด เพราะเหตุใด

องค์ประกอบการโต้แย้งของฉัน	คำตอบ
1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น	
2. เหตุผลที่สนับสนันแนวคิดของฉัน	
3. หลักฐานที่ฉันจะนำมาใช้โน้มน้าวเพื่อ	
4. ข้อโต้แย้งที่ขัดกับความคิดเห็นของฉัน	
5. เหตุผลที่ฉันจะทำการโน้มน้าวเพื่อนที่ไม่เห็นด้วยกับฉัน	

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
และการให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในห้องประชุมของโรงแรมแห่งหนึ่ง บนเพดานถูกประดับไปด้วยหลอดไฟจำนวน 20 หลอด

1.1 ถ้าหากเลือกต่อวงจรไฟฟ้านักเรียนจะเลือกต่อวงจรไฟฟ้าแบบใด

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพการต่อวงจรไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 ให้นักเรียนระบุเหตุผลหรือวาดภาพประกอบคำอธิบายที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 1

องค์ประกอบ	ระดับ		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	ระบุการต่อวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้อง ซึ่งก็คือการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	ระบุการต่อวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้อง แต่อาจจะยังไม่ชัดเจนหรือผิดบางส่วน	ระบุการต่อวงจรไฟฟ้าไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ
หลักฐาน	เขียนแผนภาพการต่อวงจร ไฟฟ้าแบบขนานได้ถูกต้องและเหมาะสม	เขียนแผนภาพการต่อวงจรไฟฟ้าได้บางส่วนหรือผิดบางส่วน	เขียนแผนภาพการต่อวงจรไฟฟ้าไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ
เหตุผล	ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและครบถ้วน หรือสามารถวาดภาพ ประกอบคำอธิบายได้ถูกต้อง เมื่อนำหลอดไฟทั้ง 20 ดวงมาต่อกันแบบขนานเนื่องจากเมื่อนำหลอดไฟมาต่อคร่อมกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เมื่อต่อเรียบร้อยแล้วจะกลายเป็นวงจรย่อย กระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้หลายทาง ถ้าเกิดในวงจรมีหลอดตัวหนึ่งขาด หลอดไฟที่เหลือก็ยังคงทำงานได้ปกติ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการต่อวงจรไฟฟ้า	ระบุเหตุผลเหตุผลได้เพียงบางส่วนหรือผิดบางส่วน หรือสามารถวาดภาพประกอบคำอธิบายได้บางส่วน แต่ไม่ได้กล่าว ถึงทฤษฎีการต่อวงจรไฟฟ้า เช่นเมื่อหลอดไฟหลอดหนึ่งขาด หลอดอื่นๆ ยังคงทำงานได้ปกติ	ไม่สามารถระบุเหตุผลได้ หรือระบุเหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

ภาคผนวก ช

ตัวอย่างแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการให้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u> แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นบทความสำหรับให้นักเรียนอ่านประกอบ

ตอนที่ 2 เป็นคำถามสำหรับการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดทักษะการโต้แย้ง ข้อที่ 1

ตอนที่ 1

สำหรับการรีดผ้า เป็นงานที่หนักเอาการสำหรับแม่บ้าน ยิ่งผ้าเยอะก็ทำให้เหนื่อยมาก ที่สำคัญอากาศบ้านเราร้อนมากการรีดผ้าทำให้ร้อนจนไม่อยากจะรีด ปัจจุบันการรีดผ้านั้นสามารถที่จะจ้างหรือว่าทำเองก็ได้และมีอุปกรณ์รีดผ้าที่ช่วยทุ่นแรงในการรีดผ้าทำให้สะดวกและเบาแรงได้มาก ถึงแม้ปัจจุบันเรามีการค้นพบเส้นใยของผ้าที่สามารถสังเคราะห์ได้ตามต้องการโดยที่ไม่ต้องรีดแล้วก็ตามแต่ก็ยังไม่สามารถทดแทนเส้นใยธรรมชาติ และต้องการชุดที่รีดแล้วเป็นตรงที่ต้องการนั้นเอง บางคนในการรีดผ้าต้องมีอุปกรณ์ให้ครบอย่างเช่นน้ำยารีดผ้า โต๊ะที่รีดผ้ารองรีดที่สามารถสะท้อนความร้อนได้ดี เตารีดไอน้ำ ช่วยให้รีดได้รวดเร็วขึ้น แต่การรีดให้ถูกวิธีนั้นต้องใช้ให้ถูกวิธีทั้งหมดจะทำให้ประหยัดไฟและเวลาได้ดี

หากนาวาเปิดร้านซักรีดอยู่ที่จังหวัดสุราษฎร์ พบว่าในวันที่ 1 ธันวาคม 2565 มีลูกค้านำผ้ามาส่งรีดจำนวนมาก นาวาต้องการรีดเสื้อผ้าจำนวนหนึ่งของลูกค้าด้วยเตารีดไฟฟ้า ถ้านาวารีดเสื้อผ้าต่อเนื่องจนครบจำนวนในช่วงเวลาเดียวกัน กับแบ่งรีดหลายครั้ง (ไม่ต่อเนื่อง) จนครบจำนวน การรีดเสื้อผ้าทั้งสองรูปแบบจะใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอนที่ 2

1.1 นักเรียนมีคิดว่าการรีดเสื้อผ้าต่อเนื่องจนครบจำนวนในช่วงเวลาเดียวกัน กับแบ่งรีดหลายครั้ง (ไม่ต่อเนื่อง) จนครบจำนวน การรีดเสื้อผ้าทั้งสองรูปแบบจะใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกันหรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 นักเรียนมีเหตุผลอะไรที่จะนำมาสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 นักเรียนมีหลักฐานหรือข้อมูลอื่น ๆ เพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนและยืนยันเหตุผลของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 หากมีเพื่อนของนักเรียนที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกับนักเรียนในข้อที่ 1.1 นักเรียนคิดว่าเหตุผลของเพื่อนที่มีความคิดเห็นขัดแย้งกับนักเรียนคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

1.5 นักเรียนจะใช้เหตุผลอะไรในการโต้แย้งกลับเพื่อให้เหตุผลของเพื่อนักเรียนที่เห็นต่างกับนักเรียนมีความน่าเชื่อถือน้อยลงและตกลงไปในที่สุด

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับ		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น และชัดเจน	แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นที่กำลังพิจารณาตรงประเด็น แต่ไม่ชัดเจนในคำตอบ	แสดงความคิดเห็นแต่ไม่ตรงประเด็นที่พิจารณา หรือไม่ตอบ
เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง	ให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยใช้แนวคิววิทยาศาสตร์	ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นแสดงอารมณ์ความรู้สึกในการตอบ	ให้เหตุผลโดยไม่เกี่ยวกับประเด็นที่กำลังพิจารณา หรือไม่ตอบ
หลักฐานประกอบเหตุผล	แสดงหลักฐานในการอธิบายเหตุผลหรือให้ข้อมูลสนับสนุนเหตุผลให้น่าเชื่อถือและหลักฐานมีแหล่งข้อมูลชัดเจน	แสดงหลักฐานได้ แต่หลักฐานนั้นเป็นหลักฐานที่เกิดจากการแสดงความรู้สึก	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่หลักฐาน หรือไม่ตอบ
ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองและให้เหตุผลสนับสนุนได้	สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเองได้ แต่ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้	ไม่สามารถบอกข้ออ้างที่ต่างจากของตนเอง หรือให้เหตุผลสนับสนุนได้ แต่ไม่น่าเชื่อถือ หรือไม่ตอบ
เหตุผลเสริม	โต้แย้งกลับได้และให้เหตุผลได้โดยที่เหตุผลนั้นไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้	โต้แย้งกลับได้แต่ให้เหตุผลโดยเหตุผลนั้นเป็นการแสดงอารมณ์ความรู้สึกและไม่ทำให้ข้อโต้แย้งนั้นมีความน่าเชื่อถือลดลงได้	ตอบสิ่งที่ไม่ใช่การโต้แย้งกลับ ซึ่งอาจจะเป็นข้ออ้างหรือเหตุผล หรือไม่ตอบ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวประภัสสร โยมา

วัน เดือน ปี เกิด 30 พฤศจิกายน 2538

สถานที่เกิด อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง

ประวัติการศึกษา การศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) วิชาเอกวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์
มหาวิทยาลัยทักษิณ พ.ศ. 2562

สถานที่ทำงาน โรงเรียนท่าอุแทพิทยา อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ตำแหน่ง ครู คศ.1