



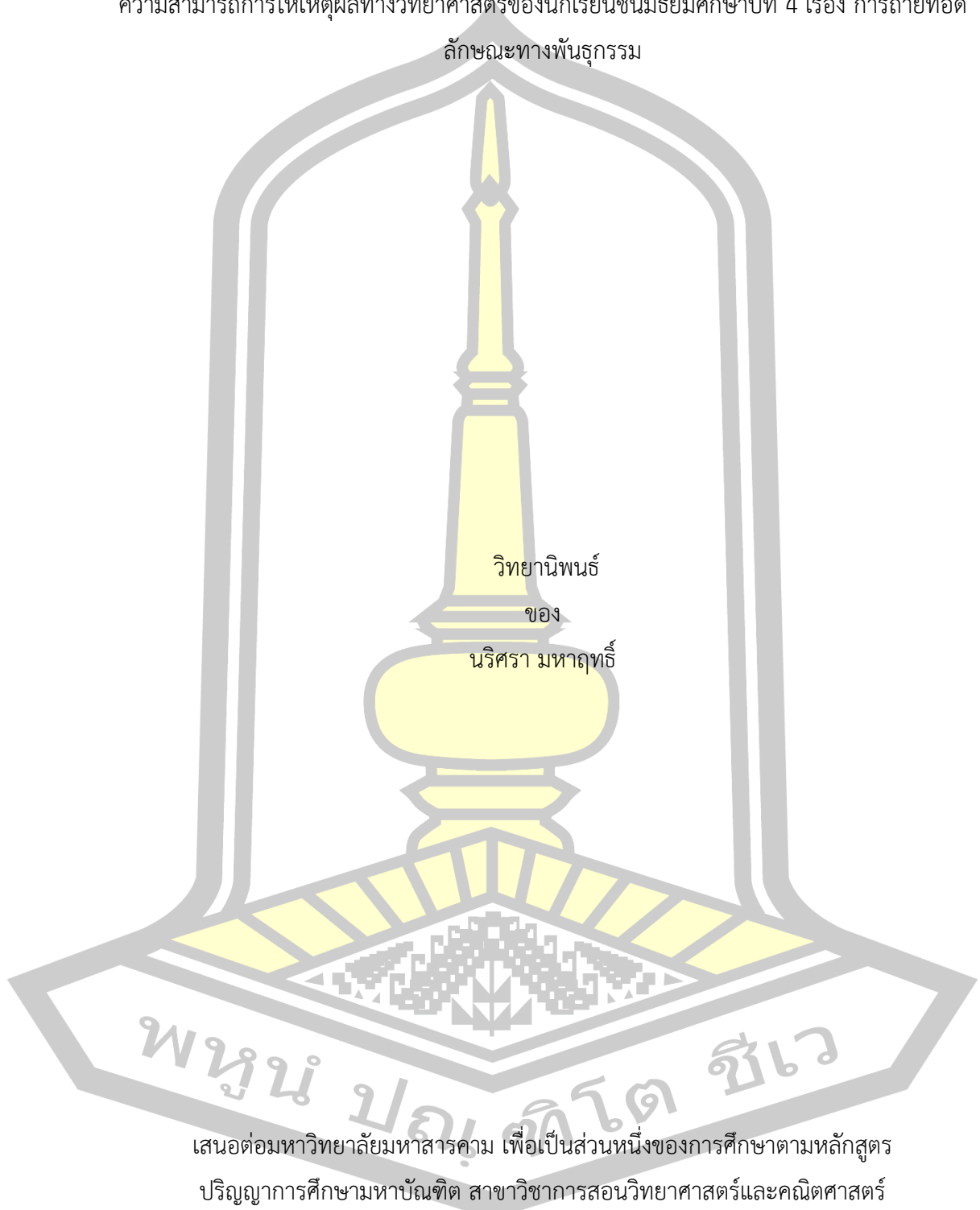
การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริม
ความสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอด
ลักษณะทางพันธุกรรม

วิทยานิพนธ์
ของ
นริศรา มหาฤทธิ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
กรกฎาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริม
ความสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอด
ลักษณะทางพันธุกรรม

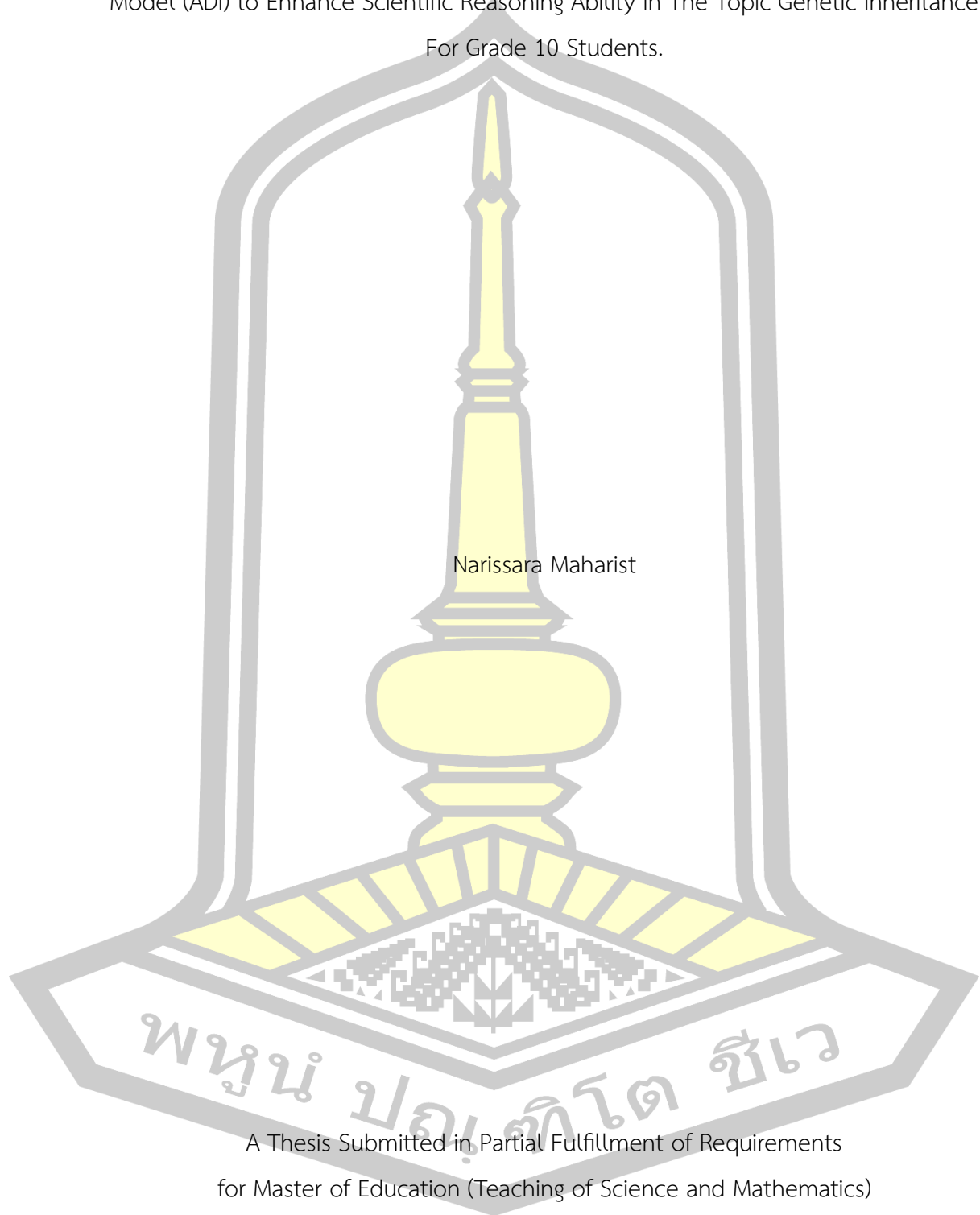


กรกฎาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development Of Learning Activities Using Argument-driven Inquiry Instruction
Model (ADI) to Enhance Scientific Reasoning Ability In The Topic Genetic Inheritance
For Grade 10 Students.

Narissara Maharist



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

July 2024

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวนริศรา มหาฤทธิ
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. ประเสริฐ เรือนนະการ)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแหง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม		
ผู้วิจัย	นริศรา มหาฤทธิ์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2567

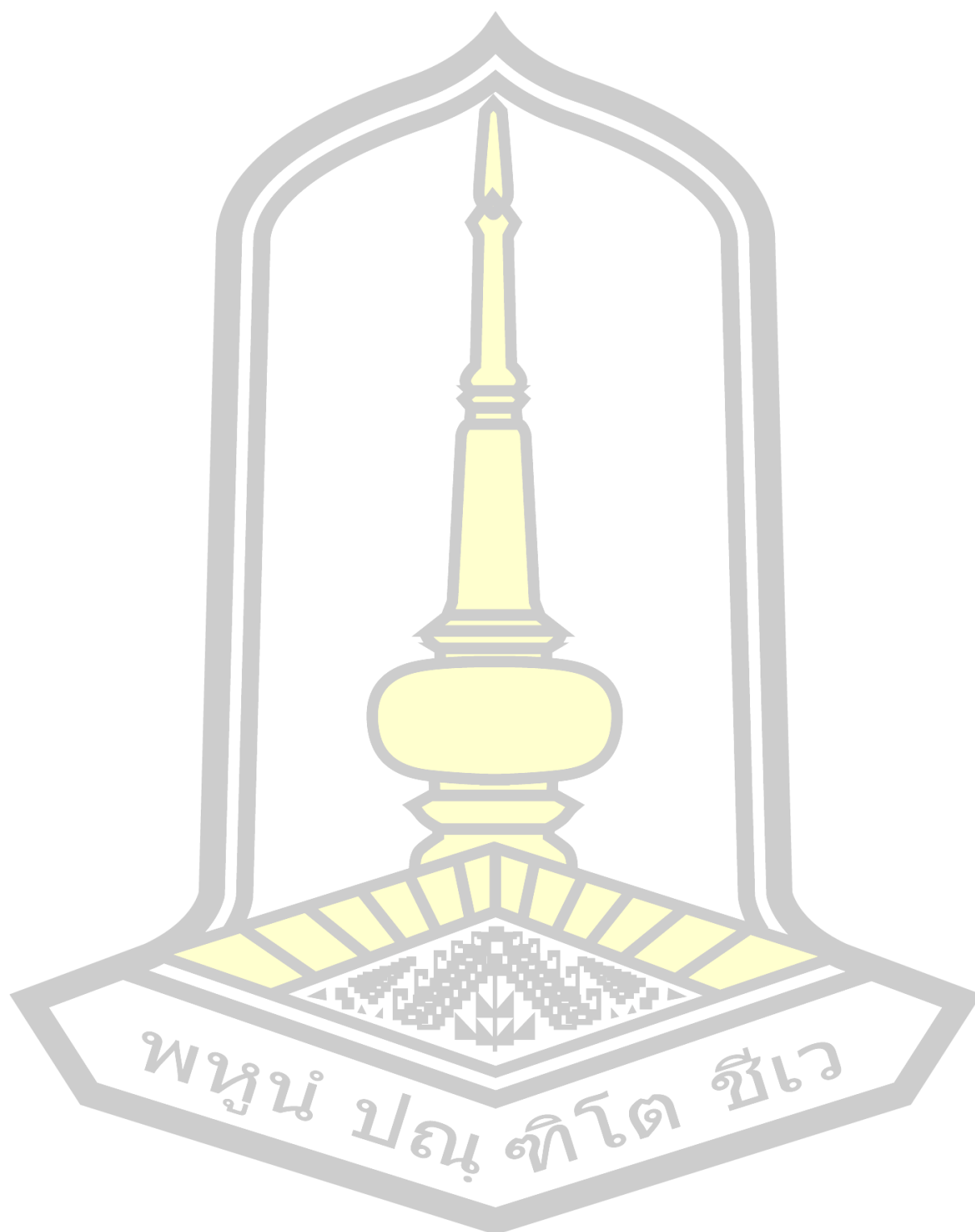
บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง วิวัฒนาการ 2) แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติการทดสอบที (One sample t-test)

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

- 1) การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 75.08/71.718
- 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบสืบเสาะ, กลวิธีการโต้แย้ง, ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์



TITLE	The Development Of Learning Activities Using Argument-driven InQuery Instruction Model (ADI) to Enhance Scientific Reasoning Ability In The Topic Genetic Inheritance For Grade 10 Students.		
AUTHOR	Narissara Maharist		
ADVISORS	Assistant Professor Kanyarat Sonsupap , Ed.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2024

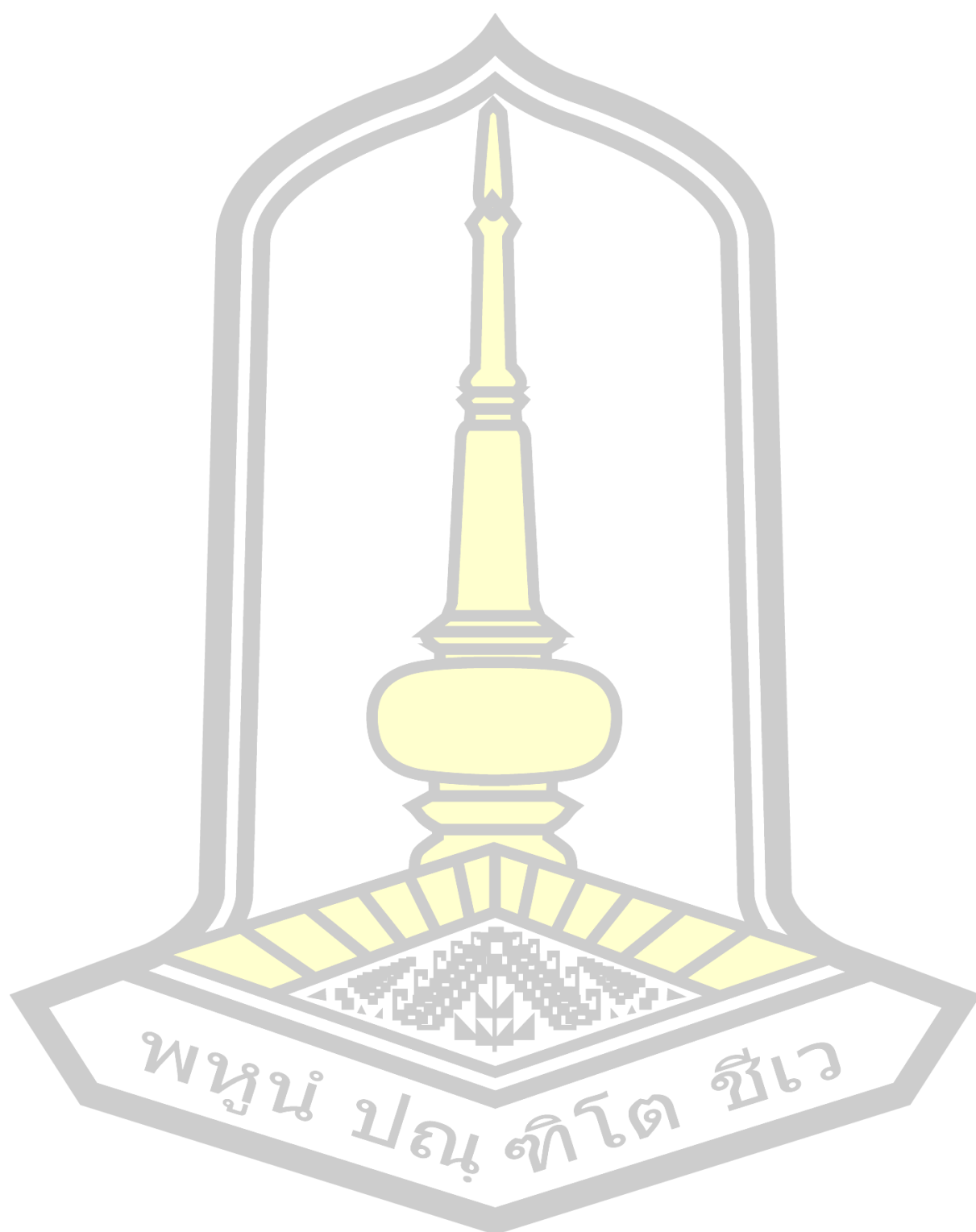
ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop learning activities based on Argument-Driven Inquiry with a required efficiency of 70/70 and 2) to compare student's scientific reasoning ability with 70 percent criteria. The sample used in this study were 39 students of grade 10 in the 2nd semester of academic year 2023 at Yangtaladwittayakarn School. The research instruments included 1) the lesson plans in the topic of Evolution 2) the scientific reasoning test and 3) the achievement test. Statistics used in this study consist of percentage, mean, standard deviation and t-test (One sample t-test).

The results were as follows:

- 1) The learning activities based on Argument-Driven Inquiry with a required efficiency (E1/E2) of 70/70 was 75.08/71.718
- 2) Students who had been learning using activities based on Argument-Driven Inquiry had higher scientific reasoning ability than 70 percent at a statistically significant of .05 level

Keyword : Inquiry-based Learning, Argument-Driven Inquiry, Scientific reasoning



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กันยารัตน์ สอนสุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์กัญญารัตน์ โคจร ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ประเสริฐ เรือนนະการ กรรมการสอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมทรง สิทธิ กรรมการสอบ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ เพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องส่วนต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการทำงานวิจัยและรู้ถึงคุณค่าของงานวิจัยที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในอนาคตต่อไป ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจเครื่องมือการทำวิจัย และได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลการวิจัย และ ขอขอบพระคุณคณะครูโรงเรียนยางตลาดวิทยาคารทุกท่านที่ให้ความสนใจส่งเสริมและช่วยให้ข้อมูลในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจสนับสนุนช่วยเหลือตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่พึงได้จากวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

นริศรา มหาฤทธิ์

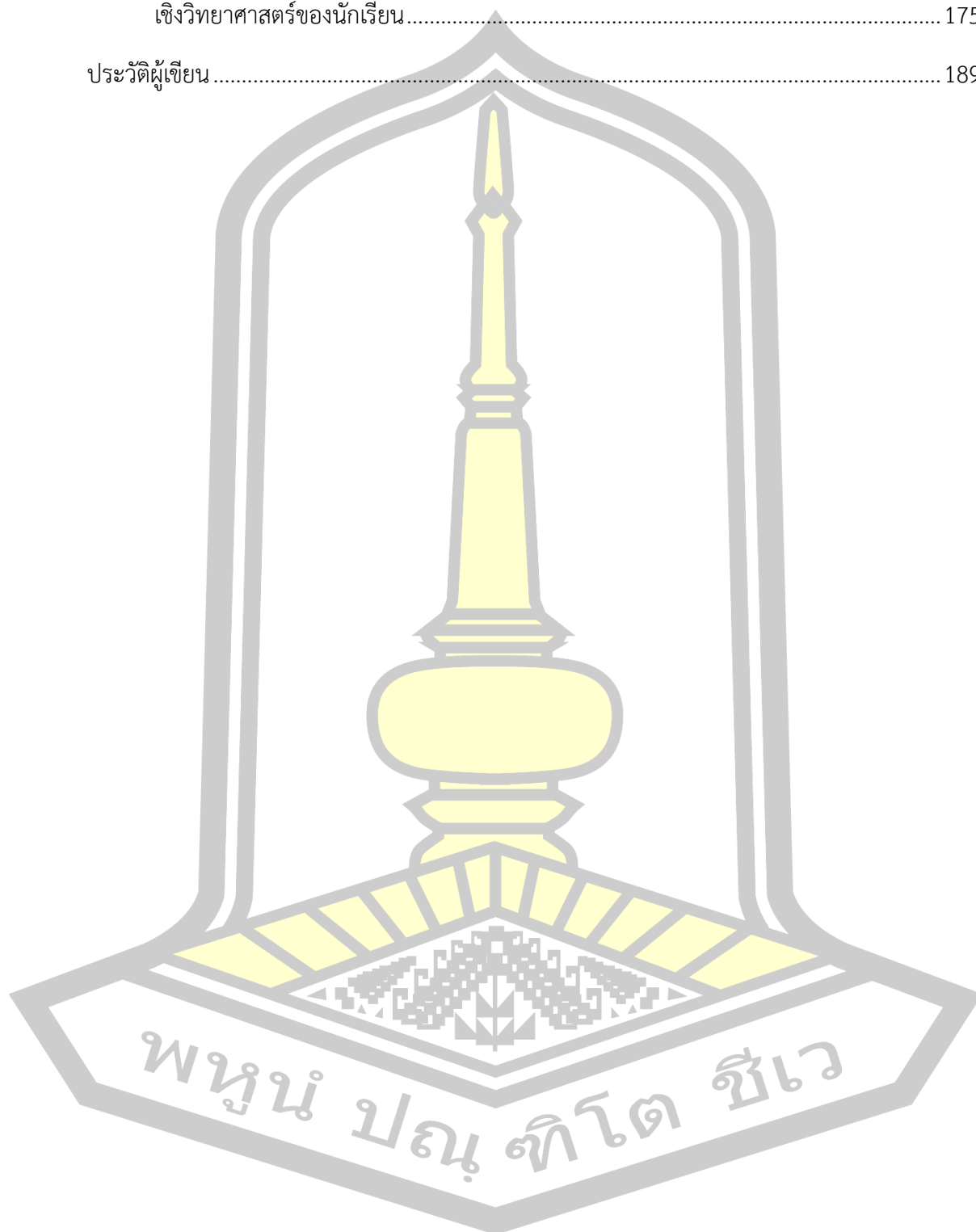
พูน ปณ จิตโต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ภูมิหลัง.....	1
2. ความมุ่งหมายการวิจัย.....	5
3. สมมติฐานของการวิจัย	6
4. ความสำคัญของการวิจัย.....	6
5. ขอบเขตการวิจัย.....	6
6. นิยามศัพท์เฉพาะ	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	11
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ.....	19
3. การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง	25
4. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา.....	39
5. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	45
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	69

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	81
8. กรอบแนวคิดในงานวิจัย.....	89
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	90
1. ประชากรและตัวอย่าง.....	90
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	91
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	91
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	110
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	111
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	111
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	115
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	115
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	115
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	116
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	120
1. ความมุ่งหมายการวิจัย.....	120
2. สรุปผล.....	120
3. อภิปรายผล.....	121
4. ข้อเสนอแนะ.....	125
บรรณานุกรม.....	126
ภาคผนวก.....	134
ภาคผนวก ก ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	135
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	137
ภาคผนวก ค วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ.....	167

ภาคผนวก ง ผลการตรวจคะแนน และตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน.....	175
ประวัติผู้เขียน.....	189



สารบัญตาราง

หน้า

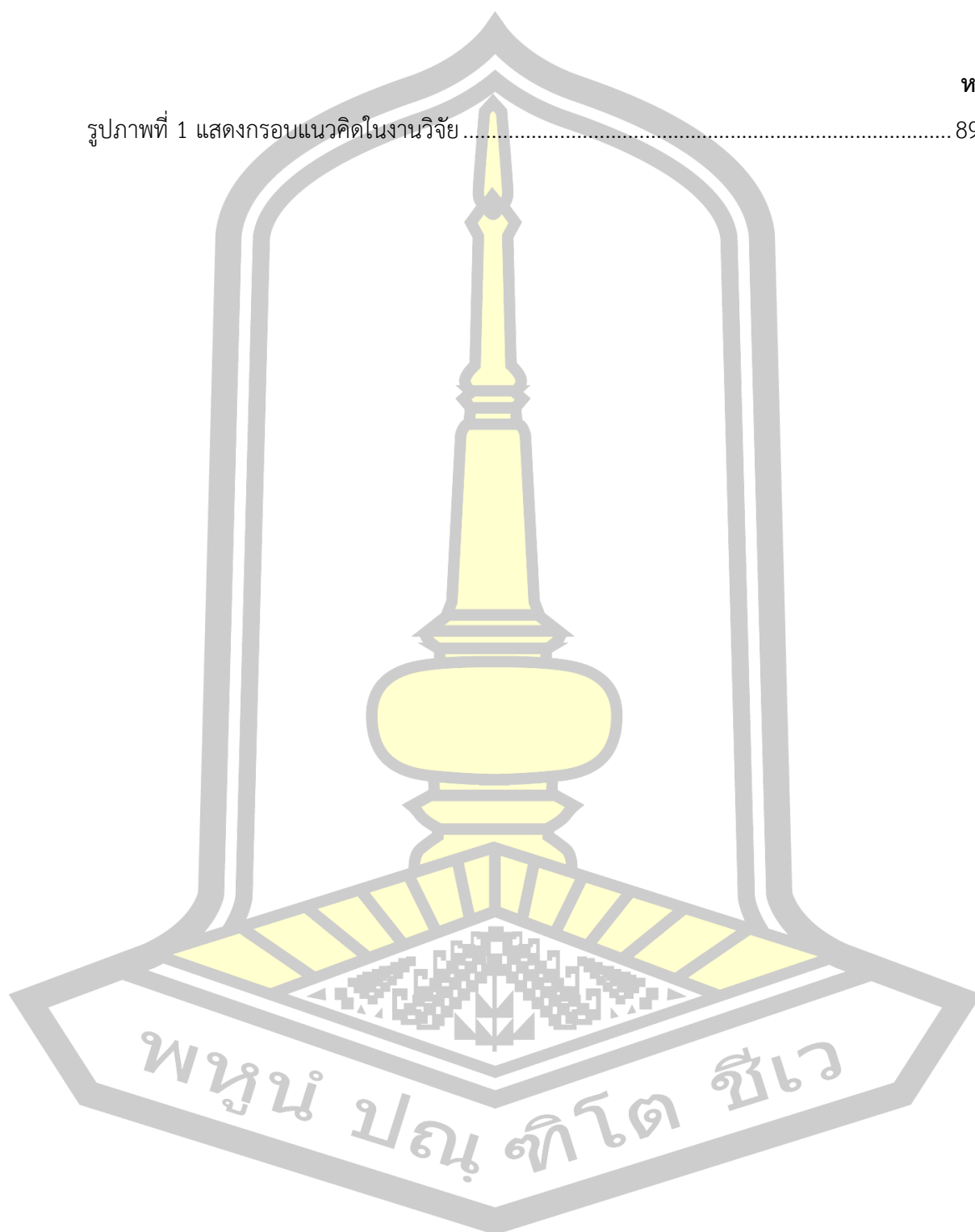
ตารางที่ 1 แสดงบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง.....	32
ตารางที่ 2 บทบาทในการเรียนการสอนของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบโต้แย้ง	35
ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความแตกต่างของประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 156 คน	90
ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	92
ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา	94
ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์และกำหนดจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	102
ตารางที่ 7 ตารางสรุปจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	103
ตารางที่ 8 เกณฑ์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	104
ตารางที่ 9 ตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	106
ตารางที่ 10 คะแนนระหว่างเรียน จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้และคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ	116
ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์หาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ.....	119
ตารางที่ 12 ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง รายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนที่ 1 - แผนที่ 9 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	168

ตารางที่ 13 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน.....	170
ตารางที่ 14 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	170
ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	171
ตารางที่ 16 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	172
ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	173
ตารางที่ 18 คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ	176
ตารางที่ 19 คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 – 9 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ	178
ตารางที่ 20 สัดส่วนคะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 9 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ.....	181
ตารางที่ 21 คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง.....	183

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในงานวิจัย 89



บทที่ 1

บทนำ

1. ภูมิหลัง

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การดำเนินชีวิตประจำวันมีการเปลี่ยนแปลงตามสังคมโลกที่มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ที่มีคนเป็นสื่อกลางที่สำคัญในการกระจายความรู้ โดยการสร้างความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นส่วนสำคัญกับคุณภาพชีวิตของคน โดยการพัฒนาความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งในแง่ของการพัฒนากระบวนการความคิด (Process Of Thinking) ทักษะการแสวงหาความรู้ ความจริง ความสามารถในการเชื่อมโยงสู่ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) หรือการเข้าใจการเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างเพียงพอที่จะตัดสินใจลงข้อสรุปจากเหตุการณ์นั้น ที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาการศึกษา เศรษฐกิจและสังคม เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์เพื่อให้การดำรงชีวิตดีขึ้นในสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based Society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม ตลอดจนการแก้ปัญหาจากเหตุการณ์หรือสถานการณ์ของบุคคล ของสังคมและประเทศชาติได้อย่างเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) คือ การเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอที่จะตัดสินใจลงข้อสรุปจากเหตุการณ์นั้น (NCREL, 2003) ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพราะเป็นความรอบรู้ที่จำเป็นและมีส่วนในการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ (Laugksch, 2000) สมรรถนะที่บ่งชี้ถึงการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ การประเมิน การออกแบบ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการแปลความหมายของข้อมูลและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (โครงการ PISA 2022 ประเทศไทย สสวท., 2562) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการรู้วิทยาศาสตร์ (Giere, 1991) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนกระบวนการคิดที่สัมพันธ์กับการค้นหาสาเหตุจนกระทั่งถึงการสร้างข้อสรุป โดยใช้กระบวนการให้เหตุผลเพื่อมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของแนวคิด ทฤษฎีกับหลักฐานเชิงประจักษ์ (Zeined and Khalick, 2010) ซึ่งจะเกิดแนวคิดที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นของการเริ่มศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้แนวทางในการศึกษาค้นคว้า ในการค้นหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการคิดที่หาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏตามธรรมชาติกับสิ่งที่มนุษย์

ต้องการรู้ โดยใช้เหตุผลและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิม(จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช, 2542) ดังนั้นการให้เหตุผลจึงเป็นทักษะขั้นสูงที่ต้องบูรณาการกับ สมรรถนะสำคัญในหลายด้าน เพื่อให้นักเรียนสามารถตัดสินใจด้วยเหตุผลได้อย่างถูกต้องบนพื้นฐานของการรู้วิทยาศาสตร์(Giere,1991) และผู้เรียนสามารถใช้หลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดตัดสินใจ หรือสามารถสนทนาโต้แย้งเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างฉลาดรอบรู้ เกิดประสบการณ์จากการเรียนรู้เข้าใจโลกและธรรมชาติ จะนำมาสู่การเพิ่มผลผลิตเชิงเศรษฐกิจของประเทศนั้น เป็นความมุ่งหวังของมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (The Nation Academy of Science) (Hassard, 2000)

ข้อมูลการประเมินระดับนานาชาติที่สะท้อนผลลัพธ์ของการจัดการศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คือ Programmed for International Student Assessment หรือ PISA โดยประเทศไทยเข้าร่วมการประเมิน PISA ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ประเมินทุกๆ 3 ปี จนมาถึงปี 2022 มีผลการประเมิน พบว่า นักเรียนไทยมีผลการเฉลี่ยคะแนนในส่วนของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ 409 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ ปี 2018 อยู่ 17 คะแนน และต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ที่ตั้งไว้ 485 คะแนน และอยู่ในระดับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพียงระดับที่ 2 จากทั้งหมด 6 ระดับ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2566) และจากในรายงานผลการประเมินของสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) PISA ประเมินการเรียนรู้ของรายวิชาวิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการประเมินความสามารถนักเรียนโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแนวทางที่จะช่วยยกระดับคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผลซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องรู้และใช้องค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามที่ PISA 2022 ให้นิยาม“ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์” ไว้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2566) และถึงแม้ว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต แต่ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยจากรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assesment Report : SAR) โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร เทอมต้นปีการศึกษา 2564 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยรวมต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ อีกทั้งจากรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งระดับมัธยมศึกษา

ตอนต้นและตอนปลายยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์ โดยมีผลการประเมินอยู่ที่ร้อยละ 30.09 และร้อยละ 25.28 ตามลำดับ (โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร, 2564) จึงควรมีการพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น จะส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นดังในแนวทางการพัฒนาของโรงเรียนยางตลาดวิทยาคารที่ต้องการพัฒนาให้ผู้เรียนเรียนรู้กระบวนการคิดต่าง ๆ ให้มากขึ้นและมีการประเมินความสามารถในด้านการคิดของนักเรียนเพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนที่โรงเรียนต้องการให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะด้านความสามารถในด้านการคิด คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร, 2564)

จากการที่ผู้วิจัยได้ฝึกประสบการณ์การสอนในรายวิชาชีววิทยา พบว่า จากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับสถานการณ์หรือบริบทที่ผู้สอนนำเสนอได้ เนื่องจากนักเรียนลงข้อสรุปหรือให้เหตุผลโดยอ้างอิงจากข้อมูลหลักฐานไม่ได้ และจากการทดสอบย่อยหลังแผนการเรียนรู้เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าจากสถานการณ์ในบทเรียนที่เกิดขึ้นคืออะไร แต่ไม่สามารถตอบได้ว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดสถานการณ์นั้นขึ้น และจากการสัมภาษณ์ครูที่เลี้ยง พบว่า การจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยาในเรื่องการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์นั้นยังเป็นตัวแปรหนึ่งที่ครูผู้สอนพยายามที่จะออกแบบการจัดการเรียนการสอนที่จะให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในบริบท สถานการณ์ หรือหัวข้อที่ผู้สอนนำเสนอมา และพยายามที่จะมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออกทางความคิดเห็น กล้าที่จะถาม มีปฏิริยาโต้ตอบระหว่างผู้สอนและผู้เรียนมากขึ้น เพื่อที่จะสร้างบรรยากาศให้เหมาะกับห้องเรียนวิทยาศาสตร์ที่จะเน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถหาคำตอบให้กับสถานการณ์นั้นๆ โดยอ้างอิงจากข้อมูลหลักฐานได้ แต่ก็ยังมีนักเรียนส่วนใหญ่ที่ยังไม่สามารถแสดงเหตุผลหรือที่มาของคำตอบได้ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่เน้นการท่องจำมากกว่าที่จะทำความเข้าใจด้วยตนเอง จึงทำให้คะแนนทดสอบย่อยหลังแผนการเรียนรู้ปลายเปิดที่ต้องการให้ผู้เรียนให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์หรือบริบทที่ผู้สอนนำเสนอมาอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง ดังนั้นจึงควรหาแนวทางที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลกับนักเรียน (ประภัสสรี ภูชมชิต, สัมภาษณ์ 7 กรกฎาคม 2566) ประกอบกับผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัย พบว่า เมื่อมีประเด็นคำถามจากสถานการณ์ที่ครูนำเสนอในชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มักแสดงความคิดเห็นโดยใช้ความรู้สึกหรือการคาดคะเนคำตอบโดยไม่ได้ทำการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม (อัศวิน ธนะปะต, 2558) เมื่อมีกิจกรรมการทดลองในชั้นเรียนนักเรียนในกลุ่มมีความคิดเห็นแตกต่างกันแต่ไม่สามารถให้เหตุผลตอบกลับได้ ในขณะที่นักเรียนบางคนให้เหตุผลเพื่ออธิบายความคิดเห็นของตนเองแต่คำอธิบายหรือ

เหตุผลนั้นความน่าเชื่อถือไม่มากพอ ขาดแหล่งที่มาของข้อมูลหรือหลักฐานที่น่าเชื่อถือ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้มักดำเนินกิจกรรมตามหนังสือเรียนหรือการนำเข้าสู่บทเรียนไม่น่าสนใจ ครูเป็นผู้ชี้ให้นักเรียนฟังอยู่ฝ่ายเดียวไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น จึงมีผลทำให้บรรยากาศของการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แอ่ง และครูไม่ได้เชื่อมโยงเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่จะให้นักเรียนได้ฝึกแสดงความคิดเห็น ตีความและให้เหตุผลในเหตุการณ์ต่างๆ (บุริรัตน์ สื่อพัฒนา, 2558) ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลให้แก่ นักเรียน ครูผู้สอนควรให้นักเรียนฝึกการสังเกต ฝึกการอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ โดยเน้นการใช้เหตุผล ฝึกการเปรียบเทียบและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ฝึกการวิพากษ์วิจารณ์ รวมไปถึงฝึกการสรุปความ กิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิดในหลายๆมิติ ใช้คำถามที่ท้าทายรวมทั้งจัดสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบและแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวได้อย่างมีวิจารณญาณ (พาสนา จุลรัตน์, 2561)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งทีพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา และการให้เหตุผล คือการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argument) สามารถช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากการโต้แย้งมักมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องอยู่เสมอ (Sampson et al., 2011) และเป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พยายามที่จะสร้างข้อสนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ (Scientific claim) เพื่อนำไปสู่การยืนยันความถูกต้องและการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือบนพื้นฐานข้อมูลและพยานหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาข้อมูล การลงมือทำหรือการทดลองด้วยตนเอง ร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูล และพยานหลักฐานเข้าด้วยกัน (Kuhn, 1993) อีกทั้งการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมความเข้าใจในโมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้ลงมือปฏิบัติจริงควบคู่กับปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (ทีศนา แฉมณี, 2545) ซึ่งการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ได้รับการยอมรับว่าเป็นกระบวนการหลักที่ใช้ในการสร้างความรู้ (Sampson and Clark, 2009) และเป็นกระบวนการที่ใช้ในการอธิบายโดยใช้หลักฐานและเหตุผลเชิงประจักษ์ในการกล่าวอ้าง การปฏิเสธหรือการยอมรับ เพื่อแสดงจุดยืนเกี่ยวกับมุมมองหรือความเข้าใจของตนเอง (ณัฐวรรณ ศิริธร, 2560) โดยนักวิจัย 5 ท่านจากประเทศสหรัฐอเมริกาได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยการนำเอาการโต้แย้งและการตรวจสอบโดยเพื่อนมาบูรณาการร่วมกับการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการพัฒนาวิธีการสร้างข้อมูล ปฏิบัติการตรวจสอบการใช้ข้อมูลเพื่อตอบข้อสงสัย การเขียนและสะท้อนผลการปฏิบัติงาน โดยมีการผสมผสานให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และทบทวนการให้เหตุผลโดยเพื่อน (Walker et al., 2010) ซึ่งต่อมาได้มีการบูรณาการและพัฒนา รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Model :

ADI) ขึ้นในปี ค.ศ. 2017 โดย Grooms, Enderle, and Sampson มีทั้งหมด 8 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นการระบุภาระงานและตอบคำถาม ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว สามารถพัฒนาการระบุหลักฐานและการให้เหตุผล (Hodson, 2008) และสามารถส่งเสริมการแปลข้อมูลและวิเคราะห์ แปลความข้อมูล นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (Walker, Sampson & Zimmerman, 2011) ขั้นที่ 4 ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ช่วยพัฒนาความสามารถการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้ง และการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน (Walker & Sampson, 2013) ขั้นที่ 5 ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ ขั้นที่ 6 ขั้นการเขียนรายงานการสำรวจการโต้แย้ง ขั้นที่ 7 ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน สามารถพัฒนาความสามารถเดียวกันกับขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และขั้นที่ 8 ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน จากองค์ประกอบ 8 ขั้นตอนนี้ เป็นการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง ซึ่งจะเป็นสะพานสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลและยังสนับสนุนการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ข้อกล่าวอ้างข้อโต้แย้งที่หลากหลายรูปแบบมาเชื่อมโยงกับหลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบายนั้น จนเกิดเป็นความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ เนื่องจากในขั้นการสอนมีการเสนอประเด็นโต้แย้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดการคาดคะเนคำตอบหรือตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ หากความรู้เดิมของนักเรียนไม่เหมาะสมกับการทำนายจะเป็นแนวทางให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลของการสร้างหลักฐานนั้นเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน เพื่อประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคารให้เป็นไปตามเกณฑ์ร้อยละ 70/70 และหากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึงระดับตามเกณฑ์แล้ว ก็จะสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นพร้อมทั้งเกิดแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้และเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2. ความมุ่งหมายการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. สมมติฐานของการวิจัย

ความสามารถความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

4. ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสำคัญดังนี้

1. เพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีศักยภาพที่ดีขึ้น

2. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่จะนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน

5. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นเป็นการวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre - Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One – Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2562)

5.1 ประชากรและตัวอย่าง

1.ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จังหวัดกาฬสินธุ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 ห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

2. ตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 39 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

5.2 เนื้อหาวิชา

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม ๒ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช

๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) บทที่ 7 เรื่องวิวัฒนาการ จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ ทั้งหมด 14 ชั่วโมง

5.3 ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาในการทำการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจำนวน 14 ชั่วโมง

5.4 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) หมายถึง การจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในการสืบเสาะหาความรู้ พิจารณาหลักฐานที่ได้จากการสืบค้นและใช้ความรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ ในการสำรวจตรวจสอบ เพื่อนำมาสู่การลงข้อสรุปและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวสำหรับใช้นำเสนอที่แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของข้อมูลหรือหลักฐานกับคำอธิบายปรากฏการณ์ที่นักเรียนศึกษาในกิจกรรมการโต้แย้งที่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่น พร้อมให้เหตุผลประกอบ ซึ่งมี 8 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการระบุภาระงานและข้อคำถาม คือ การนำเข้าสู่ภาวะของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ มีการถามคำถามเพื่อสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน โดยนำเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบและใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์

ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ขั้นที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 4-5 คน เพื่อออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ คัดคะแนคำตอบ คิดวางแผนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ และทำการสำรวจตรวจสอบ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ หรือจากการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ ขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการสืบเสาะหาความรู้ จากการทำการทดลอง หรือจากการสำรวจตรวจสอบ แล้วนำมาใช้สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล สำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยครูให้นักเรียนนำเสนอข้อโต้แย้งชั่วคราวของแต่ละกลุ่ม จากนั้นเพื่อกลุ่มอื่นสามารถถามคำถามและแสดง

ความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผล หลักฐาน ของกลุ่มที่นำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ขั้นที่ 5 ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ คือ นักเรียนแต่ละกลุ่ม อภิปรายกันจนได้ข้อสรุปสุดท้าย และครูเป็นผู้ช่วยในการกำหนดขอบเขตความรู้ให้แคบลง รวมไปถึง เชื่อมโยงและแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนจากขั้นที่ 4 จนได้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับ สถานการณ์หรือหัวข้อที่ศึกษา

ขั้นที่ 6 ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ ขั้นที่นักเรียนเขียนรายงาน ผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วยจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบ และ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยครูผู้สอนมอบหมายและชี้แจงรูปแบบการ เขียนรายงานและให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 7 ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน คือ ขั้นที่ครูเป็นผู้รวบรวมรายงานและแจกกลับ ให้นักเรียนอย่างสุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนเป็น รายบุคคลตามเกณฑ์การประเมินและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อสะท้อนสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขใน รายงานต่อไป

ขั้นที่ 8 ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน คือ การแก้ไขและปรับปรุงรายงานการ ตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้รับจากขั้นที่ 7 จากนั้นส่งรายงานให้ครู ประเมินเป็นคนสุดท้าย

6.2 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หมายถึง ระดับคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบอัตนัยวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 70/70 (E1/E2) โดยมีความหมายดังนี้

1. เกณฑ์ 70 ตัวแรก (E1) หมายถึง ค่าประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ได้แก่ ร้อยละ ของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้ ประเมินจาก 1) ใบกิจกรรมรายบุคคลและ 2) แบบทดสอบ ย่อยโดยทำการทดสอบย่อยในขั้นที่ 8 ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ สัดส่วน 60:40 ตามลำดับ ที่มีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2. เกณฑ์ 70 ตัวหลัง (E2) หมายถึง ค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้สามารถ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือ เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด คำนวณได้จากการรวมคะแนนจาก แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในสัดส่วน 60:40 หากค่าเฉลี่ยคะแนนรวมแล้วคิดเป็นร้อยละ 70

6.3 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นในทางชีววิทยา โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำหลักฐานนั้นไปสู่การลงข้อสรุป ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการวัดความสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน คือ การสร้างสมมติฐานที่จะใช้อธิบายเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สงสัย กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างเมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับวิวัฒนาการได้
2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย คือ เป็นการนำสมมติฐานมาทดสอบข้อกล่าวอ้าง เป็นลักษณะในการประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น คือ นักเรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่ได้
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย คือ การพยากรณ์อนาคตเพื่อให้ได้ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้ในการสนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบมีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ
4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ การสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุป กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับวิวัฒนาการได้

การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

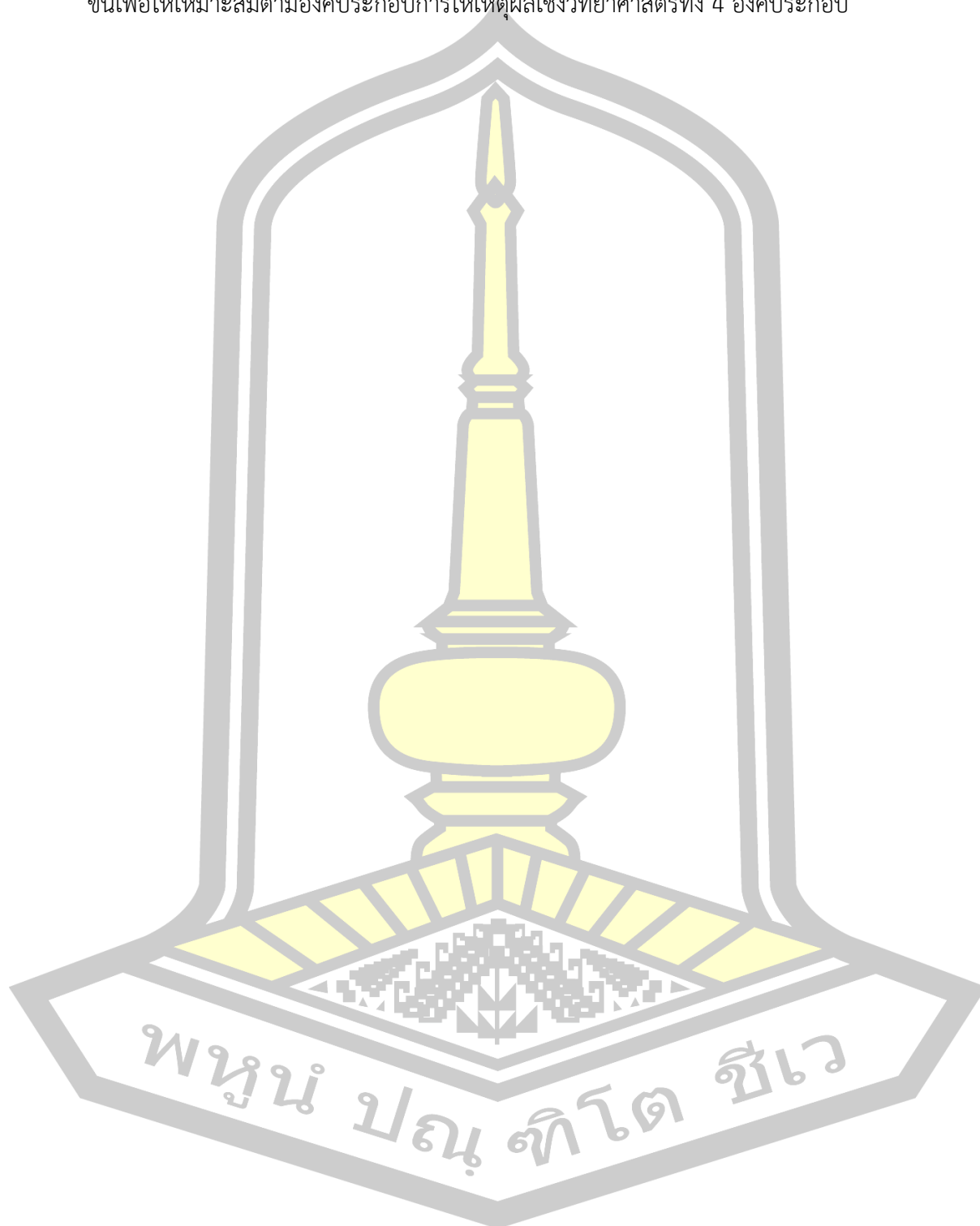
1. การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รายงานการโต้แย้งของนักเรียนรายบุคคลที่มีซึ่งประกอบด้วยจุดประสงค์ วิธีการสำรวจ ตรวจสอบ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษาที่ได้จากการทำกิจกรรมการโต้แย้ง โดยใช้เกณฑ์การประเมิน (Rubrics) ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น
2. การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยเป็นแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นโดยครอบคลุมการให้เหตุผลทั้ง 4 องค์ประกอบ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 8 ข้อ โดยมีลักษณะแบ่งคำถามออกเป็น 2 ตอน คือ คำถามแรกเป็นคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ ซึ่งนักเรียนเลือกตอบ คำถามส่วนที่ 2 เป็นคำถามให้นักเรียนเขียนเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 1 ซึ่งในตอนที่ 1 ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

0 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ผิด หรือไม่มีคำตอบในส่วนที่ 2

0.5 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้องบางประการ

1 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้องครบถ้วน

ในส่วนของเกณฑ์คะแนนในตอนี่ 2 เป็นเกณฑ์ระดับคุณภาพ (Rubrics) ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและสร้าง
ขึ้นเพื่อให้เหมาะสมตามองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าหลักการ แนวคิด และทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางการทำวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งมีรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง
4. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา
5. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. กรอบแนวคิดการวิจัย

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครูสื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล

1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การ

ทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนาระบบการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการ เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการ ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มี การทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายและเหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนด สาระสำคัญ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของ สิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทาง ชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของ สารการเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น
3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการ ดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ หมายถึง คุณภาพของผู้เรียนด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่กำหนดขึ้น โดยพิจารณาจากสภาพของสังคมและการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคปัจจุบันซึ่งทำให้มีความเป็นต้องเน้นและปลูกฝังลักษณะดังกล่าวให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนทุกคนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาในองค์รวมทั้งด้านสติปัญญาและคุณธรรมอันจะนำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าและความมั่นคงสงบสุขในสังคม

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

1.4 คุณภาพของผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีความคาดหวังคุณภาพของผู้เรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แล้ว ผู้เรียนควรมีคุณภาพดังนี้

1. เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์กลไกการรักษาคุณภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

3. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมีโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเขียนสมการเคมี

4. เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

5. เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สึกกับการมองเห็นสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

6. เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุกระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

7. เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรและผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

8. เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซีโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ความสัมพันธ์ระหว่างสปีดของดาวฤกษ์และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริเวณของดวงอาทิตย์ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

9. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

10. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวस्तุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

11. วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

12. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

13. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

14. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

15. ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

17. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบ สร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

18. ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่น มาประยุกต์ใช้สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

1. มาตรฐาน ว ๑.๑ เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. มาตรฐาน ว ๑.๒ เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๒ วิทยาศาสตร์กายภาพ

1. มาตรฐาน ว ๒.๑ เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์

ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. มาตรฐาน ว ๒.๓ เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ ๓ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

1. มาตรฐาน ว ๓.๑ เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2. มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ ๔ เทคโนโลยี

1. มาตรฐาน ว ๔.๑ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

1.6 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซม และสารพันธุกรรม โครงสร้างของ DNA การจำลอง DNA การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA มิวเทชันและการเกิดมิวเทชัน ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของเมนเดล การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมเพศ ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน ศึกษาเทคโนโลยีทาง DNA พันธุวิศวกรรมและการโคลนนิ่ง การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับเบสดีเอ็นเอ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA และเทคโนโลยีทาง DNA กับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ประชากร ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล และกำเนิดสปีชีส์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ความ

เข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลองของ DNA
2. อธิบายและสรุปขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
3. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน
4. สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล
5. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
6. อธิบายแลพสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์แบบต่างๆของรุ่น F1 และ F2
7. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล
8. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง
9. อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ
10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
11. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีดีเอ็นเอมาประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม และควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม
12. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
13. อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์ก และทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน

14. ระบุสาระสำคัญและอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

15. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายกระบวนการการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งหมด 15 ผลการเรียนรู้

ซึ่งผู้วิจัยได้ได้เลือกเนื้อหาในงานวิจัยเรื่อง วิวัฒนาการ มีหัวข้อในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 หัวข้อ ดังนี้ การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของเมนเดล และ ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน

ในการพัฒนาส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่หลากหลายตามคุณภาพผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา ที่เป็นวิชาอีกแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการสืบค้นข้อมูล ประเมินความน่าเชื่อถือ การแสดงความคิดเห็น และการสังเคราะห์ข้อมูล จะสามารถช่วยพัฒนานักเรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และเป็นผู้มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เพื่อจะสามารถช่วยพัฒนาประเทศต่อไปในอนาคต

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry learning) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

Good (1973) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสืบเสาะเป็นเทคนิคหรือกลวิธีเฉพาะประการหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้โดยใช้คำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่เกิดขึ้น (Problem-Solving) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วนเป็นระบบ ออกแบบการวัดที่ต้องการแยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุป ประดิษฐ์คิดค้นตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาดสามารถทดสอบได้และการสรุปอย่างมีเหตุผล

Simpson and Anderson (1981) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ว่า เป็นวิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดย

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นเพียงผู้คอยแนะนำ เป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียน บรรลุเป้าหมาย และเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ หรือความจริงทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ยั่วยุให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตัวนักเรียนเอง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อนจนสามารถออกแบบทดลองและ ทดสอบสมมติฐานได้

กองการวิจัยทางการศึกษา (2536) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็น การสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีแก้ปัญหาเองได้และสามารถนำแนวทางการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ภพ เลหาพิบูลย์ (2542) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้ นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูรายวิชาวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการ เตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครู ทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นใน การจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการ ทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการเป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหา ความรู้และใช้ความรู้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึง การจัดการ เรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ หรือสร้างความรู้ด้วยตัวเองโดยใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายวิธีสืบเสาะหาความรู้ จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ทิตนา แคมมณี (2546) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ถือว่าเป็น กระบวนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการนำเสนอ ยกตัวอย่าง ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่มีหลักการ แนวคิดที่ต้องการมอบให้

ผู้เรียนได้เกิดความคิดวิเคราะห์ จนสามารถดึงหลักการ แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมาเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2546) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการใช้กระบวนการคิดและทักษะต่าง ๆ เพื่อที่จะแก้ปัญหาและคำตอบ ทำให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

ชนันดร ชนะกุล (2559) ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ว่าการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการค้นหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเองเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของการเรียน

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองซึ่งนักเรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล โดยพิจารณาตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ โดยครูต้องเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ และทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยคอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

2.2 ขั้นตอนของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

นักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดรูปแบบหรือขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกัน ดังนี้

Morgan (2007) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะประกอบด้วย 5 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การกระตุ้นความสนใจ (Engagement) คือ ขั้นตอนที่ครูต้องสร้างความและกระตุ้นสนใจความอยากรู้อยากเห็นเพื่อนำไปสู่การกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษาและสร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เรียนรู้เดิมกับหัวข้อที่จะเรียน จากแนวคิดของทฤษฎีสรณนิยมนั้นขั้นตอนนี้เป็นเปิดโอกาสให้ครูกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ประเมินความรู้เดิมและแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับนักเรียนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่จะเรียน

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) คือ ขั้นตอนของการตรวจสอบปัญหา ตั้งสมมติฐานจาก ปัญหาที่ต้องการศึกษา เพื่อนำไปสู่การออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลและทดสอบสมมติฐานด้วยการสำรวจ ตรวจสอบการทดลอง ขั้นตอนนี้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการและทักษะที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาโดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนวิเคราะห์ จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาสู่การสรุปผลขั้นตอนนี้จึงเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ภาษาในการสื่อสารหรือแสดงทักษะและพฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเรื่องที่ได้ศึกษา จากนั้นครูมีหน้าที่เชื่อมโยงประสบการณ์เรียนรู้ของนักเรียนไปสู่ความรู้ความเข้าใจหรือโน้ตค้นเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เพราะข้อมูลที่นักเรียนจัดกระทำและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ครูเชื่อมโยงนั้นจะช่วยให้ นักเรียนได้ดูซึมและปรับโครงสร้างทางปัญญาและเกิดการสร้างความหมายใหม่ให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนเอง

4. การขยายความรู้ (Elaboration) คือ ขั้นตอนที่เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปประยุกต์เพื่ออธิบายหรือทำความเข้าใจกับสถานการณ์ใหม่ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ได้สำรวจและค้นหา ขั้นตอนนี้จึงเป็นการท้าทายให้นักเรียนใช้ความรู้ความเข้าใจ กระบวนการและทักษะที่สร้างขึ้นมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลุ่มลึกและขยายขอบเขตได้กว้างขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluation) คือ ขั้นตอนที่แสดงถึงการประเมินความรู้และความสามารถของนักเรียน และเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินผลนักเรียนตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ รวมทั้งอาจเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530) ได้แบ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียนและการตั้งสมมติฐาน (Orientation and Hypothesis) ปัญหาคือสิ่งที่จะต้องศึกษาเพื่อให้ได้คำตอบ เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่ต้องจัดสถานการณ์ กิจกรรมหรือเงื่อนไขที่ทำให้เกิดปัญหาข้อขัดใจ (Conceptual Conflicts) ขึ้นในตัวผู้เรียนซึ่งเป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนสืบเสาะต่อไปว่าอะไรคือปัญหา หรือปัญหานั้นจะอธิบายว่าอย่างไร ในขั้นนี้ต้องให้ผู้เรียนคิดพิจารณาหรือใช้ทักษะการสังเกตพิจารณาสภาพของปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาในเบื้องต้น

2. ขั้นสำรวจค้นคว้าหรือขั้นปฏิบัติการ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องค้นหาเหตุผลหาข้อมูล เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้วิธีการหลายวิธีรวมทั้งการสอบถามจากผู้สอนด้วย ครูต้องไม่ตอบปัญหาหรือบรรยายให้ฟัง หากจำเป็นต้องตอบปัญหาโดยไม่มีทางเลือกให้ใช้วิธีตั้งคำถามนำเพื่อให้นักเรียนได้ข้อคิดของตนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

3. ขั้นอภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion) เมื่อรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจค้นคว้าหรือปฏิบัติการแล้ว ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายถึงผลที่ได้เพื่อโยงไปสู่สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นความจริงมากน้อยเพียงใด หากสมมติฐานนั้นเป็นความจริงให้สรุปเป็นหลักการต่อไป

4. ขั้นการนำไปใช้ (Application) เมื่อสรุปเป็นมโนคติหรือหลักการต่าง ๆ แล้ว ผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดว่าสิ่งที่สืบทอดได้นั้นจะนำไปใช้ได้อย่างไรหรือนำไปผสมผสานกับ ความรู้อื่น ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วให้เป็นโครงสร้างของความรู้ใหม่ได้อย่างไร

กฤษณ์ เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2551) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งอาจเกิด ความสนใจ สงสัย จากเหตุการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้น เป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจใคร่รู้ นำไปสู่ประเด็นที่ จะศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการทำความเข้าใจในประเด็นที่จะศึกษา วิธีการศึกษาอาจเป็นการตรวจสอบ การทดลอง และการนำเสนอในรูปแบบของภาพวาด ตาราง แผนภูมิ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นการสนับสนุนหรือโต้แย้งสมมติฐานก็ได้ ผลที่ได้สามารถสร้าง ความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศที่ ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบของภาพวาด ตาราง แผนภูมิ การค้นพบในขั้น นี้ อาจเป็นการสนับสนุนหรือโต้แย้งสมมติฐานก็ได้ ผลที่ได้สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการ เรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับ ความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อมูลที่ได้มาสรุปไปอธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์ต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่ามีความรู้อะไรบ้าง มากหรือน้อยเพียงใดและนำสิ่งที่ได้ไปประยุกต์สู่ความรู้เรื่องอื่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) ได้กำหนดรูปแบบของการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสนใจหรืออาจเริ่มจากความสงสัยของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการ อภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่ เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอ ประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ จะใช้ศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลากหลายวิธี เช่น การทดลอง กิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลหรือข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รูปวาด หรือสร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อมูลที่สรุปได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้มีความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ทศธริน วรณเกตุศิริ (2561) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ขั้นซึ่งมีความละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่ผู้สอนสร้างความสนใจ และความอยากรู้อยากเห็นให้แก่ผู้เรียนโดยใช้คำถามสำคัญ และสร้างความท้าทายให้ผู้เรียนคิดในสถานการณ์ที่ผู้สอนนำเสนอ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามในประเด็นที่สนใจหรือสงสัยได้ ผู้เรียนจะเกิดความสนใจเกี่ยวกับเนื้อหา กระบวนการ หรือทักษะที่กำลังจะได้เรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสำรวจ ตรวจสอบ หรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมสำรวจและค้นหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ด้วยการลงมือปฏิบัติทดลอง การศึกษา หรือการใช้กิจกรรมที่จัดไว้ตามกำหนดเวลาที่เหมาะสม ผู้เรียนจะมีการรวบรวมข้อมูล บันทึกข้อมูล หรืออาจมีการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนนำข้อมูลมาลงหาข้อสรุป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนอธิบาย หรือตอบคำถามต่าง ๆ โดยนำข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจและการค้นหามาตอบคำถาม และอธิบายนำเสนอเพื่อ

ร่วมกันสร้างความเข้าใจในทศวรรษหรือทักษะที่ถูกต้องและสามารถนำความองค์ความรู้ไปใช้ต่อในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา และร่วมกันแก้ไขปัญหาที่ได้รับ โดยนำทักษะหรือความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องมาใช้กับ สถานการณ์ ใหม่หรือสถานการณ์จริง ผ่านกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางการ แก้ปัญหา เพื่อให้ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและครอบคลุมมากขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนประเมินตนเองระหว่างเรียน เพื่อให้ทราบว่าตนเองมีความรู้ความสามารถอยู่ในระดับใด นอกจากนี้ยังรวมถึงการที่ผู้สอนประเมิน และวัดความสามารถของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ของการเรียนด้วย

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สามารถสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะ ความรู้เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและประยุกต์ความรู้ที่ได้ให้เกิดประโยชน์ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) การ สร้างความสนใจเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลองค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการ สำรวจตรวจสอบ ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explanation) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา มาวิเคราะห์แปลผล สรุปและอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงาน ขั้นที่ 4. การขยายความรู้ (Elaboration) ขยายกรอบความคิด กว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ และขั้นที่5. การ ประเมินผล (Evaluation) ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต เพื่อเป็นการตรวจสอบความ ความถูกต้องของความรู้ที่ได้

3. การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง

3.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

Driver et al. (2000) กล่าวว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่เกิดจาก ขอบเขตของการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้าง และการอ้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ นำไปสู่ข้อสรุป

Stark et al. (2009) ให้ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การโต้แย้ง เชิงวิทยาศาสตร์ คือ การใช้กฎและการใช้หลักฐานสนับสนุนเพื่อเขียนข้อกล่าวอ้าง หรือหมายถึง กระบวนการสร้างข้อเสนอกจากข้อเท็จจริงหรือข้อมูล

Samson et al. (2011) กล่าวว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคล พยายามที่จะสร้างการสนับสนุน คัดค้านการปรับปรุงข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การ

ยืนยันความถูกต้องและการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของข้อมูลและพยายหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษานววิจัยที่เกี่ยวข้องหรือการลงมือทำการทดลองด้วยตนเองร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและพยายหลักฐาน

ณัฐวรรณ ศิริธร (2560) ให้ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบาย นำเสนอ โน้มน้าว โดยใช้หลักฐานและเหตุผลเชิงประจักษ์ในการกล่าวอ้าง เพื่อใช้ในการปฏิเสธ ยอมรับ หรือแสดงจุดยืนเกี่ยวกับมุมมองหรือความเข้าใจของตนเอง

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการแสดงทรรศนะที่แตกต่างกันระหว่าง 2 ฝ่าย เป็นกระบวนการที่แสดงถึงความพยายามในการสร้างความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ โดยการนำเสนอ ประเมิน และตรวจสอบความถูกต้องของข้อกล่าวอ้าง โดยการใช้หลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3.2 ที่มาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง

รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งพัฒนาโดยคณะนักวิจัย 5 ท่านของประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย Walker, J. P. และ Zimmerman, C. จาก Tallahassee Community College. Sampson, V., Grooms, J. และ Anderson, B. จาก The Florida State University ซึ่งเป็นการนำเอาการโต้แย้งและการตรวจสอบโดยเพื่อนบูรณาการร่วมกับการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ มีพื้นฐานของแนวคิดในการพัฒนาจากทฤษฎีการเรียนรู้สรคนิยมและแนวคิดโซเซียล คอน-สตรัคติวิสต์ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนนี้ออกแบบขึ้นเพื่อให้ นักเรียนมีโอกาสในการพัฒนาวิธีการสร้างข้อมูล ปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบการใช้ข้อมูลเพื่อตอบข้อสงสัย การเขียนและสะท้อนผลการปฏิบัติงาน โดยมีการผสมผสานให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และทบทวนการให้เหตุผลโดยเพื่อน (Walker et al., 2010)

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างข้อโต้แย้ง ถูกออกแบบมาเพื่อสร้างโอกาสให้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก ๆ ได้พัฒนาข้อกล่าวอ้าง(Claim) ซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาวิจัยที่ขึ้นอยู่กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในส่วนของกระบวนการกลุ่มจะมีการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวที่ได้มาจากข้อกล่าวอ้างและจากหลักฐาน (Evidence) ที่สนับสนุนข้อโต้แย้งนั้น ๆ เปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และเรียนรู้ที่จะสร้างข้อสรุป สร้างคำอธิบาย หรือข้อกล่าวอ้าง บนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์และจากกฎหรือทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับ แต่ละกลุ่มมีโอกาสในการแบ่งปันแนวคิดในระหว่างช่วงแห่งการโต้แย้ง โดยในส่วนนี้นั้นถูกออกแบบมาเพื่อสร้างการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความถูกต้อง หรือการยอมรับในข้อโต้แย้งที่หลากหลายของนักเรียนซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ปรากฏอยู่ โดยยึดถือผลลัพธ์ของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียนได้กลั่นกรองข้อกล่าวอ้างในการจัดเรียงคำอธิบายหรือบรรยายปรากฏการณ์ภายใต้การสืบเสาะ นักเรียนอภิปรายถึงความถูกต้องหรือการยอมรับข้อโต้แย้ง

ตามข้อมูลที่ปรากฏ แล้วปรับปรุงข้อสรุปจากการอภิปรายก่อนหน้านี้เพื่อสรุปกิจกรรม นักเรียนแต่ละคนจำเป็นต้องเขียนและเสนอข้อโต้แย้งสุดท้ายต่อครูผู้สอนเพื่อประเมินต่อไป (Samson and Grooms. 2010: 32-33)

โดยรูปแบบการสอนแบบนี้สร้างขึ้นเพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาจากพื้นฐานทางทฤษฎีเชิงประจักษ์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูดคุยถึงสิ่งที่พวกเขา รู้ ู้ได้อย่างไร และทำไมควรยอมรับข้อสรุปนั้น นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งด้านสาระปฏิบัติการ และคุณลักษณะ โดยการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และได้ความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ

3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง

Sampson et al. (2011) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task) คือ ขั้นที่ครูแนะนำหัวข้อสำคัญที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือสร้างความสนใจและให้นักเรียนรู้จักการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้น จากนั้นจึงนำเข้าสู่การระบุภาระงานให้นักเรียน พร้อมกับการกำหนดและชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำ

2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data) คือ ขั้นที่นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อยขนาดเล็กพร้อมกับใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยครูมีความสำคัญที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเขียนวิธีการสำรวจตรวจสอบโดยย่อเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้องแล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวนั้นในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่ม เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วเขียนลงในกระดาษ หรือกระดาน โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้ คือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่

3.1 ข้อกล่าวอ้าง คือ คำตอบของคำถามที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ

3.2 หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานนี้ได้มาจากการวัดหรือการสังเกตการทดลอง การอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.3 การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงว่าทำไมหลักฐานจึงสนับสนุนกับข้อกล่าวอ้าง

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation Session) คือ ขั้นที่โต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งที่สำรวจตรวจสอบ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญที่ครูจะได้ประเมินความก้าวหน้าและการคิดของนักเรียนโดยการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียนมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง 2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้ง และ 3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อและแสดงความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือข้อโต้แย้ง หลังจากกิจกรรมโต้แย้งมีการตั้งคำถามเพื่อให้ นักเรียนสามารถสรุปแนวคิดหรือทฤษฎีที่ถูกต้องได้ นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ครูประเมินความก้าวหน้าหรือการคิดของนักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาที่อาจถูกมองข้ามหรือเพิกเฉย

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up Investigation Report) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นรายงานที่ออกแบบมาเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่านักเรียนจะรู้อะไรบ้าง นักเรียนจะรู้ได้อย่างไร แล้วทำไมนักเรียนถึงเชื่อในสิ่งนั้น ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ว่าการเขียนเป็นส่วนหนึ่งในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

6. การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind Peer Review) คือ ขั้นที่ให้นักเรียนประเมินรายงาน ผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดให้พร้อมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้รวบรวมรายงานแล้วแจกจ่ายงานของนักเรียนทุกคนกลับให้กับเพื่อนในกลุ่ม

7. การปรับปรุงรายงาน (Revision of the Report) คือ การให้นักเรียนแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน

Walker et al., (2016) การทำปฏิบัติการทดลองที่อยู่บนพื้นฐานของวิธีการจัดการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน เป็นการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบ Guided inquiry ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลและลงมือทำการทดลองด้วยตนเองเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนดังนี้

1. การระบุภาระงาน (Identification of the task) ครูผู้สอนทำการสร้างความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะได้เรียนรู้และครูผู้สอนมีการเสนอคำถามนำเข้าสู่ภาระงาน ในขั้นนี้นักเรียนจะได้รับใบกิจกรรมที่ประกอบด้วยรายการภาระงานที่นักเรียนต้องทำ ข้อมูล หรือคำแนะนำต่างๆเพื่อช่วยนักเรียนในการเริ่มต้นการสืบเสาะ

2. การสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and analysis of data) ขั้นที่นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กประมาณ 3-4 คน ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนทำการ

ออกแบบวางแผนและลงมือทำตามทีกลุ่มตนได้วางแผนไว้ วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ พร้อมบันทึกและรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการตอบคำถามนำที่ครูเสนอในขั้นตอนที่ 1

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) ขั้นนี้ให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็นกลุ่ม เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ แล้วเขียนลงในกระดาษ หรือกระดาน โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง (2) หลักฐาน (3) การให้เหตุผล องค์ประกอบหลักฐานของการโต้แย้ง หมายถึง การวัดหรือการสังเกตที่รวบรวมโดยนักเรียนเพื่อใช้สนับสนุนความข้อกล่าวอ้าง โดยหลักฐานนี้สามารถมีได้หลายรูปแบบ ตั้งแต่ข้อมูลตัวเลข (เช่น pH มวล อุณหภูมิ) ไปจนถึงการสังเกต (เช่น สีขนาด)

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation session) การโต้แย้งระหว่างกลุ่มของนักเรียน โดยแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อกล่าวอ้างเหตุผลของข้อกล่าวอ้างพร้อมทั้งหลักฐานที่ได้ เมื่อมีข้อกล่าวอ้างที่ต่างกันนักเรียนมีหน้าที่ในการอภิปรายด้วยเหตุผลและหลักฐานของกลุ่มตนนำไปสู่การลงข้อสรุปร่วมกัน ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะสามารถศึกษาข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากตนและนักเรียนได้ฝึกประเมินว่าข้อกล่าวอ้างนั้นถูกต้องหรือไม่ และสามารถสะท้อนคำตอบของตนเพื่อแก้ไขคำตอบในตอนเริ่มต้น ซึ่งการสื่อสารกับบุคคลอื่นจะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดีขึ้นได้

5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up investigation report) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานสรุปผลการสำรวจตรวจสอบที่เป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สรุปว่ากิจกรรมการดังกล่าวนี้ นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดบ้างซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาหลักของปฏิบัติการและเรียนรู้ที่จะเขียนในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายคำตอบของตนโดยใช้หลักฐานที่น่าเชื่อถือในการสนับสนุนโดยการเขียนเป็นกระบวนการสำคัญในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากสามารถสะท้อนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้นคือการตรวจสอบและเข้าใจงานของตน ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญก่อนที่จะเผยแพร่งานนั้น ๆ สู่สาธารณะ

6. ขั้นการตรวจสอบการเขียนรายงานโดยเพื่อน (Double-blind peer-review) ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนร่วมชั้น โดยครูผู้สอนมอบคู่มือเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินให้นักเรียนแต่ละคนในการประเมินรายงานของเพื่อนร่วมชั้นหากพบว่ามีข้อผิดพลาดผู้ตรวจจะทำการเขียนแนะนำและส่งคืนรายงานให้แก่ผู้เขียนเพื่อให้รายงานได้รับการแก้ไขต่อไป ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทบทวนองค์ความรู้โดยการประเมินแนวความคิด หลักฐานของผู้อื่นอย่างมีเหตุมีผลเรียนรู้จุดเด่นและจุดด้อยในการเขียนทางวิทยาศาสตร์

7. การแก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน (Revision of the report) ผู้เขียนที่ได้รับข้อเสนอแนะจากเพื่อนร่วมชั้นในการแก้ไขรายงานผลการสำรวจและทำการส่งให้ครูผู้สอนเมื่อทำการปรับแก้เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาการเขียนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน การให้เหตุผลและสามารถเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น

Sampson et al. (2017) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะด้วย กลวิธีโต้แย้งซึ่งมี 8 ขั้นตอน

1. ขั้นการระบุภาระงานและคำถามสำคัญ คือ เป็นการนำเสนอสถานการณ์หรือ ประเด็นเพื่อสร้างความสนใจ และวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อเชื่อมโยงประสบการณ์ที่นักเรียนกำลัง ศึกษาประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของนักเรียน จนเกิดข้อสงสัย ข้อคำถาม จนนำไปสู่การ มออบหมายงาน

2. ขั้นการออกแบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ การแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ย่อย เพื่อออกแบบการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่กำลังศึกษา รวมถึงการ ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ การเก็บรวบรวม การจัดกระทำ วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเชิง ประจักษ์ และสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การให้นักเรียนสร้าง ข้อโต้แย้งกันภายในกลุ่ม เพื่อใช้ในการกิจกรรมการโต้แย้งของชั้นเรียน เป็นการสร้างข้อโต้แย้งเพื่ออธิบาย ผลการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ โดยข้อโต้แย้งต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

3.1 ข้อสรุปเบื้องต้น (The claim) เป็นข้อสรุปที่เกิดจากการคาดเดา การ อธิบาย หรือการตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา

3.2 หลักฐาน (Evidence) เป็นส่วนที่มาจากการวัดหรือการสังเกตที่แสดง แนวโน้มความแตกต่างระหว่างวัตถุประสงค์ และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สำคัญ หลักฐาน จะต้องเป็นที่น่าเชื่อถือและสามารถพิสูจน์ได้

3.3 การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการอธิบายโดยใช้หลักฐานมา สนับสนุนคำอธิบายและต้องแสดงถึงความสอดคล้องว่าหลักฐานนั้นสามารถสนับสนุนคำอธิบายได้ อย่างไร และเพราะเหตุใด

4. ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง คือ ขั้นการโต้แย้งระหว่างกลุ่มในห้องเรียน โดยมี 4 ขั้นตอน คือ ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง ครูนิยามคำสำคัญในการโต้แย้ง นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง และนักเรียนแสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อการนำเสนอของกลุ่มอื่น พร้อมให้เหตุผลประกอบ

5. ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ คือ ขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่ม อภิปรายจนได้ข้อสรุปสุดท้าย และครูเป็นผู้ช่วยเหลือในการปิดกรอบให้แคบลง และได้ความคิดรวบ ยอดตามทฤษฎี

6. ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ ขั้นตอนที่ครูแจกใบรายงานให้ นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบจากกิจกรรมการโต้แย้ง และจะต้องเขียนรายบุคคล

7. ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน คือ การให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

8. ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน คือ ขั้นที่นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงานแก้ไขปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน และนำรายงานที่แก้ไขแล้วส่งครู

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งข้างต้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ขั้นสอนโดย Sampson et al. (2017) ที่พัฒนาขึ้นในปี 2558 มาใช้ในการวิจัยการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการระบุภาระงานและข้อคำถาม คือ การนำเข้าสู่ภาวะของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ มีการถามคำถามเพื่อสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน โดยนำเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบและใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์

ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ขั้นที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 4-5 คน เพื่อกำหนดวิธีการสำรวจตรวจสอบ คัดค้านคำตอบ คิดวางแผนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ และทำการสำรวจตรวจสอบ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ หรือจากการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ ขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการสืบเสาะหาความรู้ จากการทำการทดลอง หรือจากการสำรวจตรวจสอบ แล้วนำมาใช้สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล สำหรับใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยครูให้นักเรียนนำเสนอข้อโต้แย้งชั่วคราวของแต่ละกลุ่ม จากนั้นเพื่อกลุ่มอื่นสามารถถามคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผล หลักฐาน ของกลุ่มที่นำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ขั้นที่ 5 ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันจนได้ข้อสรุปสุดท้าย และครูเป็นผู้ช่วยในการกำหนดขอบเขตความรู้ให้แคบลง รวมไปถึงเชื่อมโยงและแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนจากขั้นที่ 4 จนได้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสถานการณ์หรือหัวข้อที่ศึกษา

ขั้นที่ 6 ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ ขั้นที่นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วยจุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบ และ

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยครูผู้สอนมอบหมายและชี้แจงรูปแบบการเขียนรายงานและให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 7 ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน คือ ขั้นที่ครูเป็นผู้รวบรวมรายงานและแจกกลับให้นักเรียนอย่างสุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนเป็นรายบุคคลตามเกณฑ์การประเมินและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อสะท้อนสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในรายงานต่อไป

ขั้นที่ 8 ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน คือ การแก้ไขและปรับปรุงรายงานการตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้รับจากขั้นที่ 7 จากนั้นส่งรายงานให้ครูประเมินเป็นคนสุดท้าย

โดยในขั้นการสอนนั้นมีการนำเสนอประเด็นโต้แย้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ นักเรียนเกิดการคาดคะเนคำตอบหรือตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ และมีขั้นตอนการจัดการโต้แย้งในขั้นที่ 4 มีทั้งหมด 4 ขั้นตอนคือ 1) ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง 2) ครูนิยามคำสำคัญในการโต้แย้ง 3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง 4) นักเรียนแสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อการนำเสนอของกลุ่มอื่นพร้อมให้เหตุผลประกอบ และในขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวสามารถพัฒนาการระบุหลักฐานและการให้เหตุผลและส่งเสริมการแลกเปลี่ยนข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลที่ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล และยังสนับสนุนการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ข้อกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งที่หลากหลายรูปแบบมาเชื่อมโยงกับหลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบายนั้น จนเกิดเป็นความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

3.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง

Sampson et al. (2009) เสนอรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งมีรายละเอียดของบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. การระบุภาระงาน คือ การสร้างความสนใจ การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่ ศึกษา และระบุภาระงานให้กับ นักเรียน	1. กระตุ้นความสนใจในเรื่องหัวข้อหรือประเด็นปัญหา 2. เชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา 3. ระบุภาระงานให้กับนักเรียน	1. คิดจ้อกับหัวข้อหรือประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ 2. ระลึกถึงประสบการณ์หรือความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงกับเรื่องที่นำเสนอในปัจจุบัน

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง

	4. จัดทำคู่มือสำหรับแนะนำหัวข้อหรือประเด็นปัญหา	
2. การสรรสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล คือ การทำงานเป็นกลุ่มเพื่อเก็บรวบรวม จัดกระทำวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการ สังเกต ทดลองหรือ สำนวนตรวจสอบ	1. อำนวยความสะดวกในการจัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน 2. ให้คำแนะนำนักเรียนสำหรับการออกแบบการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 3. เป็นแหล่งข้อมูลประเภทบุคคลสำหรับนักเรียน 4. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดพิจารณาสิ่งที่ทำอย่างมีเหตุผล	1. คิด พิจารณา วางแผน และออกแบบวิธีดำเนินการสำรวจตรวจสอบ 2. ดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยการทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็ก 3. จัดกระทำ วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ
3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ ขั้นที่เป็นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล	1. ให้คำแนะนำในการสร้างข้อโต้แย้ง 2. ชี้ให้เห็นความสำคัญของหลักฐานและเหตุผลในการ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	1. สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และการให้เหตุผล 2. ร่วมกันเขียนข้อโต้แย้งลงในกระดาษหรือกระดาน
4. กิจกรรมการโต้แย้ง คือ การจัดให้มีการโต้แย้งทั้ง ห้องเรียน ด้วยการให้นักเรียน โต้แย้งระหว่างกลุ่ม	1. กำหนดประเด็นและนิยามคำสำคัญในการโต้แย้ง 2. เป็นผู้นำการอภิปราย จัดการและควบคุมเวลาสำหรับการ โต้แย้ง	1. นำเสนอข้อโต้แย้งต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน 2. แสดงทัศนะต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ
5. ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจน และสะท้อนกลับ คือ การที่อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับเนื้อหาวิธีการและผลของการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน	1. อภิปราย ให้ความรู้เพิ่มเติม 2. ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครั้งต่อไป	1. อภิปรายความรู้ร่วมกับครูและเพื่อนในห้อง 2. อภิปรายวิธีการสำรวจตรวจสอบในครั้งถัดไป
6. การเขียนรายงานผลการ สำนวนตรวจสอบ คือ การให้นักเรียนเขียนรายงาน ผลการสำรวจตรวจสอบเป็น รายบุคคล	1. กระตุ้นให้นักเรียนเขียนรายงานที่แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ และกระบวนการที่ได้ปฏิบัติ	1. เป็นผู้ประเมินความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง 2. เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองเพื่อ สื่อสารความคิดของตนเอง

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
7. การตรวจสอบโดยเพื่อน คือ การตรวจสอบและประเมิน รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ของเพื่อน ตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ	1. กำหนดเกณฑ์สำหรับการประเมินคุณภาพของรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 2. อำนวยความสะดวกในกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน เช่น การแจกจ่ายงานให้นักเรียน 3. ชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบโดยเพื่อนว่า เป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1. ประเมิน ตรวจสอบรายงานของเพื่อน ตามเกณฑ์ที่กำหนด 2. ให้ข้อมูลย้อนกลับ ในด้านคุณภาพของของรายงานที่ ควรปรับปรุง
8. การปรับปรุงรายงานคือ การแก้ไข ปรับปรุงรายงาน ตามคำแนะนำของเพื่อน	1. เป็นผู้นำในการอภิปรายและสะท้อนผลให้กับนักเรียน 2. ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน 3. แก่ไขข้อสงสัยที่ผิดของนักเรียน	1. ปรับปรุง แก้ไขรายงานตามคำแนะนำหรือการประเมินจากเพื่อน 2. เขียนรายงานใหม่ตามคำแนะนำหรือผลการประเมิน

ปณณพร จันชัยภูมิ (2563) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนในรูปแบบของการสืบเสาะหาแบบโต้แย้งในชั้นเรียนจะแตกต่างจากการเรียนการสอนแบบเดิม โดยครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยกระบวนการของตนเอง และไม่มี การให้คำแนะนำอย่างชัดเจน ซึ่งกระบวนการที่ครูใช้จะเน้นไปที่การใช้คำถามปลายเปิดที่ไม่เน้นคำตอบ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดถึงปัญหาหรือข้อมูลที่อาจถูกมองข้ามไป สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้และความ เข้าใจทางบริบทของสถานการณ์ได้ดีขึ้น เรียกได้ว่าเป็นความท้าทายสำหรับทั้งครูและนักเรียนเช่นกัน จากการศึกษารูปแบบการเรียนรู้สืบเสาะแบบโต้แย้ง สามารถจำแนกบทบาทในการเรียนการสอนของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

ตารางที่ 2 บทบาทในการเรียนการสอนของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้
สืบเสาะแบบโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนรู้	ลักษณะของกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	ลักษณะสำคัญของ ADI
1. การระบุนาภาระงาน	การนำเข้าสู่ภาระงานที่ต้องการให้ปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนด	(1) กำหนดและนำเสนอ สถานการณ์หรือประเด็นปัญหา (2) กระตุ้นความสนใจโดยใช้คำถามเพื่อวิเคราะห์ สถานการณ์จนเกิดข้อสงสัย นำไปสู่การระบุนาภาระงาน (3) ทบทวนประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่ศึกษา (4) กำหนดประเด็นการโต้แย้ง (5) จัดกลุ่มนักเรียน	(1) ศึกษา สถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ (2) ตอบคำถามที่แสดงถึงการวิเคราะห์ สถานการณ์และเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา (3) ระบุนาภาระงานและวัตถุประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ	-การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) -การร่วมมือ (Coordinate)
2. การสร้างและการวิเคราะห์ข้อมูล	นักเรียนร่วมกันออกแบบและดำเนินการตรวจสอบข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลและเรียนรู้วิธีจัดการกับความคลุมเครือของงานเชิงประจักษ์	(1) ให้คำแนะนำนักเรียนในการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ (2) ให้คำแนะนำนักเรียนในระหว่างการสำรวจตรวจสอบ (3) ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดพิจารณาข้อมูลอย่างมีเหตุผล (4) แนะนำการ	(1) ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ (2) ลงมือปฏิบัติกิจกรรม การสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล จัดบันทึก จัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล (3) เขียนสรุปผลการสำรวจตรวจสอบเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	-การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) -การร่วมมือ (Coordinate)

ตารางที่ 2 (ต่อ) บทบาทในการเรียนการสอนของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนรู้	ลักษณะของกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	ลักษณะสำคัญของ ADI
		เขียนสรุปผลการสำรวจ ตรวจสอบ เป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์		
3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	นักเรียนร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบ ข้อมูลที่ได้รับรวบรวมมาประกอบด้วยการอ้างหลักฐานและเหตุผลที่สามารถอภิปรายร่วมกับผู้อื่นได้	(1) ให้คำแนะนำในการสร้างข้อโต้แย้ง (2) กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ ประสบการณ์หลักฐานเชิงประจักษ์ สนับสนุนข้อสรุปเบื้องต้นอย่างมีเหตุผล	(1) สร้างข้อโต้แย้ง อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ ปรากฏการณ์ (2) เขียนข้อโต้แย้ง ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์และ เหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปเบื้องต้น (3) อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม	- การโต้แย้ง (Argumentation) - การร่วมมือ (Coordinate) - การสื่อสาร (Communication)
4. กิจกรรมการโต้แย้ง	การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดของ ปรากฏการณ์ที่สำรวจตรวจสอบกับกลุ่มอื่นๆและมีการโต้แย้งวิจารณ์ ผลงานของผู้อื่นเพื่อพิจารณาข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องและยอมรับได้มากที่สุด	(1) ชี้แจงขั้นตอนการโต้แย้ง นิยาม คำสำคัญให้เข้าใจตรงกัน และกำหนดเวลา การนำเสนอ และอภิปรายข้อโต้แย้ง (2) ดูแลชั้นเรียนในการนำเสนอ และอภิปรายข้อโต้แย้ง (3) กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความ	(1) นำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบ และข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน (2) แสดงความคิดเห็นและร่วมอภิปรายข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่นอย่างมีเหตุผล (3) นำแนวคิดจากการเขียนรายงานผลการสำรวจ	- การโต้แย้ง (Argumentation) - การร่วมมือ (Coordinate) - การสื่อสาร (Communication)

ตารางที่ 2 (ต่อ) บทบาทในการเรียนการสอนของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนรู้	ลักษณะของกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	ลักษณะสำคัญของ ADI
		คิดเห็นและอภิปรายข้อโต้แย้งอย่างมีเหตุผล (4) กล่าวคำชมเชยนักเรียนที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการโต้แย้ง	ตรวจสอบ	
5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล	(1) ชี้แจงแนวทางการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (2) แนะนำการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้นักเรียน	(1) เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบที่แสดงจุดประสงค์ วิธีการสำรวจ ตรวจสอบ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่ศึกษา	- การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) - การโต้แย้ง (Argumentation) - การสื่อสาร (Communication)
6.การทบทวนรายงานโดยเพื่อน	ครูรวบรวมรายงานแล้วแจกกลับแบบสุ่มให้เพื่อนประเมินเพื่อตรวจสอบคุณภาพของรายงานโดยเพื่อนอีกครั้ง	(1) กำหนดเกณฑ์การประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (2) อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติกิจกรรม เช่น จัดทำใบประเมินรายงานจัดทำเกณฑ์การประเมินรายงานเป็นต้น	(1) ประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลตามเกณฑ์การประเมิน (2) นำแนวทางการเขียนรายงานตามเกณฑ์การประเมินมาปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของตนเอง	- การโต้แย้ง (Argumentation) - การร่วมมือ (Coordinate) - การสื่อสาร (Communication)

ตารางที่2 (ต่อ) บทบาทในการเรียนการสอนของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนรู้	ลักษณะของกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	ลักษณะสำคัญของ ADI
7.การปรับปรุงรายงาน	นักเรียนแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง จากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อนและครู	(1) ตรวจสอบและแนะนำการแก้ไขรายงานผลการตรวจสอบ (2) แก้ไขข้อบกพร่องที่นักเรียน	(1) แก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	- การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) - การสื่อสาร (Communication)
8 การอภิปรายและสะท้อนกลับอย่างชัดเจน	นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อสะท้อนแนวคิดและวิธีการต่างๆ ในการลงข้อสรุปร่วมกัน	(1) ครูนำเข้าสู่การอภิปรายเพื่อสะท้อนการเรียนรู้และให้เกิดความกระจ่างชัดแก่นักเรียนเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบ	(1) นักเรียนร่วมอภิปรายกับครูถึงผลงานในชั้นเรียน ตลอดจนซักถามประเด็นปัญหาที่มีข้อสงสัยเพื่อให้เกิดความกระจ่างชัดในข้อมูล	- การโต้แย้ง (Argumentation) - การร่วมมือ (Coordinate) - การสื่อสาร (Communication)

รูปแบบการเรียนการสอนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่ส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ในชั้นเรียน ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้แนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนนี้จึงสามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจสาระสำคัญของบทเรียน และพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในทุก ๆ ด้าน อีกทั้งในระหว่างการจัดกระบวนการเรียนการสอนในทุก ๆ ขั้นตอนแสดงให้เห็นว่าการมีส่วนร่วมในกิจกรรมดังกล่าวสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์ ทักษะในการสื่อสารที่เหมาะสมจนเกิดเป็นความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย (Sampson,2009)

จากบทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งข้างต้น ในขั้นการสอนนั้นครูจะต้องมีการนำเสนอประเด็นโต้แย้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ นักเรียนเกิดการคาดคะเนคำตอบหรือตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลที่นำเสนอได้ ในขั้นกิจกรรมการโต้แย้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนข้อมูลที่นักเรียนได้ค้นหาเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง โดยผู้สอนพยายามสร้างขอบเขตการโต้แย้งแต่ละครั้งให้กระชับและตรงประเด็นเพื่อเป็นการกระชับเวลาในการจัดกิจกรรม โดยการสร้างบริบทในการโต้แย้งให้กับนักเรียนนั้นจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การสร้างหลักฐานประจักษ์ในการโต้แย้งและการให้เหตุผลที่เหมาะสม น่าเชื่อถือ จึงสามารถนำมาใช้จัดในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

4. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา

4.1 ความหมายของประสิทธิภาพของสื่อการสอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533) กล่าวถึงการประเมินสื่อการเรียนการสอน ว่าเป็นการพิจารณาหาประสิทธิภาพ และหาคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน ดังนั้นการประเมินสื่อจึงเริ่มด้วย การกำหนดปัญหา หรือคำถาม เช่นเดียวกับการวิจัย ด้วยเหตุนี้การประเมินสื่อจึงเป็นการวิจัยอีกแบบหนึ่งที่เรียกว่า การวิจัยประเมิน (Evaluation Research)

เผชิญ กิจระการ (2544) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนว่า หมายถึงความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวังประสิทธิภาพที่วัดออกมาจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการปฏิสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การทำแบบทดสอบเมื่อจบบทเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึงสภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output)

สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนเป็นกระบวนการตรวจสอบ และพิจารณาคุณค่าของสื่ออย่างมีระบบก่อนที่ผู้สอนจะนำสื่อไปใช้งานจริงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

4.2 การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน

เผชิญ กิจระการ (2544) การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนมีกระบวนการสำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนของการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล

(Rational Approach) และขั้นตอนของการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ (Panel of Experts) เป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ (Usability)

2. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนที่วัดออกมาจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ในการทำแบบฝึกหัดหรือ กระบวนการปฏิสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การทำแบบทดสอบเมื่อจบบทเรียนแสดงค่าตัวเลข 2 ตัว E1/ E2 เช่น 80/80, 85/85, 90/90 โดยตัวแรกคือเปอร์เซ็นต์ของการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยถูกต้อง โดยถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และตัวเลขตัวหลังคือเปอร์เซ็นต์ของการทำแบบทดสอบถูกต้อง โดยถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

รัตน์ บัวสนธิ์ (2554) การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม การประเมินส่วนนี้เป็นการพิจารณาว่า เมื่อนำนวัตกรรมการศึกษาหลังจากผ่านการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะภูมิหลังคล้ายคลึงใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายแล้วผลจะเป็นประการใด

ท่อมกลาง และ จินตนา ท่อมกลาง (2555) กล่าวถึง การหาคุณภาพของนวัตกรรม โดยมีวิธีการดังนี้

1. การตรวจสอบเบื้องต้น เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องที่ำนวัตกรรมนั้นโดยตรงอย่างน้อย 3 คนตรวจสอบ ถ้าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มีความเห็นสอดคล้องกัน 2 หรือ 3 คน แสดงว่าเนื้อหาและรูปแบบมีความถูกต้องเที่ยงตรงและครอบคลุมจุดมุ่งหมายที่กำหนด ซึ่งการตรวจสอบที่สมบูรณ์ถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนที่จะนำไปทดลองใช้นั้น จะใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในการพิจารณาคุณภาพของนวัตกรรม

2. การทดลองและพัฒนาเป็นการตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมที่ใช้กันโดยทั่วไป และเชื่อว่ามาตรฐานจะมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การทดลองแบบ 1:1 เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน 3 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้ง เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการใช้นวัตกรรมและความสอดคล้องเหมาะสมในด้านต่างๆ อย่างละเอียดจากการสังเกตพฤติกรรมการใช้ของนักเรียนและนำมาแก้ไขข้อบกพร่องที่พบให้สมบูรณ์

2.2 การทดลองกลุ่มเล็ก เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน 5-10 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของนวัตกรรมที่สร้างหรือพัฒนาขึ้น และนำผลมาแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

2.3 การทดลองกลุ่มใหญ่ เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน ตั้งแต่ 20-30 คนขึ้นไป เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรม

ประสาธ เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนมีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational approach) และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical approach)

1. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของนวัตกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ ถ้าได้ค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไขนวัตกรรมการเรียนการสอนและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

2. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ ฯลฯ ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีการนี้

สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนเป็นกระบวนการตรวจสอบ และพิจารณาคุณค่าของสื่ออย่างมีระบบโดยมีกระบวนการสำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน คือ การหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล และการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะต้องมาจากผลลัพธ์การคำนวณ E1 และ E2 เป็นตัวแรกและตัวหลังตามลำดับ ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไรยิ่งถือว่ามีประสิทธิภาพมากเท่านั้น โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 ส่วนแนวคิดในการหาประสิทธิภาพที่ควรคำนึง มีดังนี้

1. สื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นต้องมีการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างชัดเจน และสามารถวัดได้

2. เนื้อหาของบทเรียนที่สร้างขึ้นต้องผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน

3. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบต้องมีการประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการสอนที่ได้วิเคราะห์ไว้ส่วนความยากและอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบควรมีการวิเคราะห์ เพื่อนำไปใช้กำหนดค่าน้ำหนักของคะแนนในแต่ละข้อคำถาม

4. จำนวนแบบฝึกหัดต้องสอดคล้องกับจำนวนของวัตถุประสงค์ และต้องมีแบบฝึกหัดและข้อคำถามในแบบทดสอบครอบคลุมทุกจุดประสงค์ของการสอน จำนวนแบบฝึกหัดและข้อคำถามในแบบทดสอบไม่ควรน้อยกว่าจำนวนวัตถุประสงค์ก่อนที่จะนำไปใช้งานจริงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

4.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

1. ความหมายของเกณฑ์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช (2544) กล่าวถึงเกณฑ์ประสิทธิภาพดังต่อไปนี้

1. เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จะพึงพอใจว่า หากแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วแผนการจัดการเรียนรู้นั้นก็จะมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

2. เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ กำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการทดสอบหลังเรียน นั่นคือ E1/E2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 70/70 หมายถึง เมื่อเรียนจากแผนการเรียนรู้แล้วผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 70 และทำการทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 70 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้นั้น เมื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ขึ้นเป็นต้นฉบับแล้วต้องนำไปหาประสิทธิภาพ เมื่อเสร็จแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.1 การทดลองแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียน 1 คน คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

2.2 การทดลองแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 6-10 คน คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

2.3 การทดลองแบบภาคสนาม (1:100) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 30-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555) อธิบายว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E1/E2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ โดยยกตัวอย่าง $E1/E2 = 80/80$ ดังนี้

1. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หาค่าเฉลี่ย E1 และ E2

2. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง(E2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยเทียบจากคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้แก่นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก และอธิบายว่าการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย(ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของนักเรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์(Product) ของนักเรียนโดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมการสอนหรือสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หากสื่อการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับที่ผู้สอนตั้งไว้แล้วสื่อการสอนนั้นก็จะมอบคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนได้ โดยที่เกณฑ์ของประสิทธิภาพมีความหมายที่แตกต่างกันหลายลักษณะ และการกำหนดเกณฑ์ทำได้โดยประเมินผลพฤติกรรม 2 ประเภท คือ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องซึ่งเป็นการประเมินผลของกระบวนการ และ ประเมินพฤติกรรมสุดท้ายเป็นการประเมินผลลัพธ์

4.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ดั่งนี้ ประสาท เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

$$1. \text{ สูตรที่ 1 คือ } E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 A แทน คะแนนเต็มของทุกส่วน

$$2. \text{ สูตรที่ 2 คือ } E_2 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 B แทน คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน

โดยการยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้

1. สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบที่เรียนสำเร็จรูปได้ 95/95
2. เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบที่เรียนสำเร็จรูปได้ 90/90
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) ได้กล่าวว่าการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม สามารถหาได้จากการคำนวณตามสูตรดังนี้

1. สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum (X)}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
 X แทน คะแนนที่ได้จากคุณลักษณะและการ

ทดสอบย่อยระหว่างเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของคุณลักษณะและการทดสอบย่อยระหว่างเรียน

2. สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E2)

$$E_2 = \frac{\sum \left(\frac{Y}{B} \right)}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนหลังเรียน

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมพิจารณาดังนี้

1. ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

2. ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 2.5 สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า การคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมหรือสื่อการสอนสามารถทำได้ โดยการการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการพบการใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็น ประสิทธิภาพด้านกระบวนการที่ได้จากการประเมินนักเรียนจากแบบฝึกหัด ใบกิจกรรม และแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียนของนักเรียน และ E_2 เป็นประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เป็นการประเมินผลลัพธ์สุดท้าย ซึ่งได้จากคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคน

5. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของการให้เหตุผล

Runes (2011) ให้ความหมายว่า การให้เหตุผลเป็นกระบวนการอนุมานซึ่งเป็นกระบวนการผ่านข้อเสนอกที่เป็นที่รู้จักดีหรือตั้งสมมติฐานว่าเป็นจริง ไปสู่ข้อเท็จจริงที่แยกออกมาจากข้อเสนอดังกล่าว อันเป็นการโต้แย้งที่อนุมานถึงข้อเสนอนี้ไปอีกข้อเสนอนี้ หรือจากกลุ่มอื่นที่มีลักษณะร่วมระหว่างกัน

วัชร น้อยมี (2551) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปของเราว่าเป็นจริง หรือเป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของ

แนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด กฎเกณฑ์หรือความจริงนั้นๆพร้อมทั้งสามารถที่จะยืนยันหรือคัดค้านข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

สุภาพร พองจันทร์ตา (2552) ได้กล่าวว่าการให้เหตุผลคือความสามารถในการแสดงแนวคิด โดยอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง อย่างสมเหตุสมผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. หรือ IPST) 2554 ให้ความหมายว่า เป็นกระบวนการที่นำข้อความหรือเหตุการณ์ที่เป็นตั้งแต่หนึ่งเหตุการณ์ที่เป็นเหตุหรือสมมติฐานมาวิเคราะห์แจกแจงและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดข้อความใหม่หรือปรากฏการณ์ใหม่ที่เรียกว่าผลสรุป หรือ ข้อยุติ (conclusion) ขบวนการนี้เรียกว่า การให้เหตุผล

การให้เหตุผล คือ การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันว่า “ข้อสรุป” ของเราเป็นความจริง การให้เหตุผลแต่ละครั้งจะมีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่เป็นข้ออ้าง ซึ่งหมายถึง หลักฐานหรือเหตุผล
2. ส่วนที่เป็นข้อสรุป ซึ่งหมายถึง สิ่งที่เราต้องบอกว่าเป็นจริง ข้ออ้างจะมีเพียงข้อเดียวหรือมากกว่านั้นก็ได้ แต่ข้อสรุปจะต้องมีเพียงข้อเดียว และในการอ้างเหตุผลแต่ละครั้ง อาจจะเขียนข้อสรุปขึ้นก่อนข้ออ้าง หรือเขียนข้ออ้างขึ้นก่อนก็ได้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการให้เหตุผล หมายถึง การคาดการณ์ที่เป็นกระบวนการสร้างข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุป ซึ่งเกิดจากการเชื่อมโยงหลักฐานหรือเหตุผลประกอบ เพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างนั้นได้อย่างสมเหตุสมผล

5.2 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Lawson (2000) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการให้เหตุผลที่เป็นแนวทางในการค้นหาและการประเมินหลักฐานเพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานเหล่านั้น ๆ โดยบุคคลสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา สร้างสมมติฐาน ทำการทดสอบสมมติฐานที่มีการระบุและควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการทดสอบ มีการเก็บรวบรวมข้อมูล และประเมินผลที่ได้จากข้อมูลหลักฐานเพื่อสร้างข้อสรุปหรือคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผล ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษา ค้นคว้า หรือทำการทดลอง เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

Mayer (2003) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทดสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบของบุคคล โดยผ่านการปฏิบัติการทดลอง เพื่อจะทดสอบความเป็นไปได้ของสมมติฐานและสร้างสมมติฐานใหม่เมื่อสมมติฐานเดิมถูกปฏิเสธ

Osborne (2007) การให้เหตุผลมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความสามารถและความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็น

องค์ประกอบสำคัญในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และถูกระบุอยู่ในมาตรฐานการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้ระบุเพื่อเน้นย้ำเกี่ยวกับการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลไว้ว่า “การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการนำเสนอความคิดเห็นและการอ้างเหตุผล ย่อมเกิดผลดีเพราะนอกจากการตั้งคำถาม ถกเถียงกันกับเนื้อหาวิชาการจะเป็นการฝึกความคิดแล้ว ยังเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้อีกด้วย” ดังนั้น การพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถให้เหตุผลได้จึงเป็นจุดประสงค์ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์

Bao (2009) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงทักษะทางปัญญาที่จำเป็นต่อการทำความเข้าใจและประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ที่มักจะรวมถึงความเข้าใจและการประเมินตามทฤษฎี การอนุมาน และการสร้างสมมติฐาน ได้มีการระบุไว้อย่างกว้างขวาง รวมถึงทักษะการคิด และทักษะการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการสืบสอบ การประเมินหลักฐาน การอ้างถึงและการโต้แย้ง ที่สนับสนุนการพัฒนาและการปรับเปลี่ยนแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโลกธรรมชาติและทางสังคมโลก

Davis (2009) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นชุดของกระบวนการคิดที่ถูกใช้ในการแก้ปัญหาและบริบททางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ที่มักจะใช้ในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Qunin et al., 2012 และ ลฎาภา สุทธกุล, 2555) และเป็นทักษะสำคัญที่ใช้ในการดำเนินการสืบเสาะเพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างจากหลักฐานที่สำรวจได้ และสามารถใช้ในการอธิบายได้ว่าหลักฐานนั้นมีความสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างอย่างไร (Lawson, 2010; Mcneill and Krajcik, 2008)

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้แนวคิดซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้วิธีการคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวทางในการค้นคว้าทดลองมาโดยตลอด การคิดหาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะรู้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้อยู่แล้วโดยการใช้เหตุผลใช้ความสัมพันธ์เชิงโยงระหว่างความรู้ที่มีอยู่

อารยา ปาละโชติ (2551) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์โดยอาศัยรูปแบบการคิดแบบสมมติฐานนिरนัย ที่นักเรียนสร้างความสัมพันธ์และใช้หลักฐานในการยืนยันถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเพื่อลงข้อสรุป

จุฬาลักษณ์ ยัมดี (2555) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการคิดของบุคคลในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิมที่มีอยู่อย่างสมเหตุสมผล ทำให้การดำเนินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างเรียบง่าย

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

ของปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น โดยใช้การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ ที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษา ค้นคว้า สืบค้น ตรวจสอบ หรือทำการทดลอง และนำหลักฐานนั้นไปสู่การลงข้อสรุปเป็นองค์ความรู้

5.3 องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

องค์การทางการศึกษาและนักการศึกษาควรได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นเทียบได้กับสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ตามนิยายของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ ปี 2565 หรือ PISA ปี 2022 ที่ประเมินสมรรถนะทางด้านการฉลาดรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์การแสดงออกถึงสมรรถนะนี้บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องสามารถระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดในชีวิตประจำวัน การบรรยายและการตีความปรากฏการณ์ การคาดการณ์หรือการทำนายการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น รวมถึงการให้นักเรียนระบุว่าการบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น

โดยสรุปผู้ที่มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์สามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลอง และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
3. สร้างและตรวจสอบความถูกต้องของการทำนายผลทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผล
4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
5. อธิบายถึงศักยภาพของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อประโยชน์ของสังคม

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ การ

แสดงออกถึงสมรรถนะด้านนี้ บุคคลต้องสามารถประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมี วิจารณ์ญาณ แยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบ ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร ต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ต้องค้นคว้าสารและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก และต้องทำอะไร อย่างไรจึง จะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้ นอกจากนี้ ยังต้องรู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ผ่านมาที่ส่งผล ต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป รวมถึงการเข้าใจถึงความสำคัญของการตั้งข้อสงสัย ในการรายงานที่ปรากฏในสื่อ หรือ ข้อค้นพบจากงานวิจัยต่าง ๆ ในแง่มุมมองว่า อาจมีความคลุมเครือ การสรุปไม่สมเหตุสมผลไม่มีข้อมูลมากพอ หรือมีความลำเอียงได้ เป็นต้น โดยสรุปผู้ที่มีสมรรถนะการ ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1. ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้
2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์
3. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
4. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
5. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความ น่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

บุคคลที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ ต้องแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ใน การสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ได้ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการ วิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล และใช้ความสามารถในการใช้วิธีการพื้นฐานในการแปลงข้อมูลเป็นการแสดง แทนในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้ เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยสรุปผู้ที่มีสมรรถนะการแปลความหมาย ข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์สามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1. แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อารมณ์แบบอื่น
2. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป
3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

4. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

5. ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์อินเทอร์เน็ต และวารสาร

องค์การทางการศึกษาและนักการศึกษาควรได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Brown et al. (2010) ได้เสนอกรอบแนวคิดการให้เหตุผลโดยอาศัยหลักฐาน (The Evidence – Base Reasoning Framework) กรอบนี้แสดงให้เห็นว่าสองปัจจัยนำเข้า หลักฐานและข้อมูลที่มีการประมวลผ่าน 3 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ การแปลความหมาย และการนำไปใช้ในการผลิตข้อกล่าวอ้างที่เป็นผลผลิต กรอบแนวคิดการให้เหตุผลโดยอาศัยหลักฐานมีองค์ประกอบดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (claim) คือ คำกล่าวเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่เฉพาะเจาะจงหรือวลีที่กล่าวแต่การทำนายของบางสิ่งบางอย่างที่จะทำในอนาคต เช่น กล้องจะจม การสังเกตบางสิ่งบางอย่างที่ผ่านไปไปแล้ว เช่น กล้องนี้จมไปแล้ว หรือข้อสรุปเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เช่น หล่องจมนั่นเป็นลักษณะเฉพาะที่เป็นชุดของสถานการณ์เดียวที่นิยามโดยใช้หลักฐาน

2. การเสนอสมมติฐาน (premise) ประกอบด้วยหนึ่งคำกล่าวหรือมากกว่าหนึ่งคำกล่าว ที่อธิบายสถานการณ์ที่เฉพาะเจาะจงที่ทำหน้าที่เป็นปัจจัยนำเข้าซึ่งจะเป็นผลในการบรรยายผลผลิตโดยข้อกล่าวอ้าง ตามที่สังเกตได้โดยทั่วไปในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มักจะระบุเป็นวัตถุและคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องหรือคุณสมบัติ เช่น กล้องนี้หนัก

3. กฎ (rule) คือ การเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง กฎ คือ คำกล่าวอ้างที่บรรยายความสัมพันธ์ทั่วไป เช่น สิ่งของที่หนักจะจม ความสัมพันธ์เหล่านี้โดยทั่วไปจะยึดถือในบริบทและสถานการณ์ที่ไม่ได้ตั้งข้อสังเกตก่อนหน้านี้ อาจเป็นวิทยาศาสตร์หรือสัญชาตญาณขึ้นอยู่กับกรณี กฎอาจจะเป็นกฎทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ เช่น หลักการของอาร์คิมิดีส หรือประเด็นของทฤษฎีสัญชาตญาณ เช่น แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับทุ่นลอยน้ำ ว่าสิ่งที่หนักต้องจมโดยทั่วไปกฎมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระทำหรือความคิด ความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจประกอบด้วยทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อเสนอ หรือแนวคิดทั้งที่เป็นวิทยาศาสตร์หรือประเด็นที่ไม่เป็นทางการ

4. หลักฐาน (evidence) ประกอบด้วยคำบรรยายที่กล่าวบรรยายการสังเกตความสัมพันธ์ เช่น กล้องที่หนักที่สุดจะจมน้ำ กล้องที่เบาจะลอย เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการจมและน้ำหนักของกล้อง กระบวนการของการแปลความหมายข้อมูลของหลักฐานเป็นไปตามกฎที่เป็นผลผลิตคือ จุดเริ่มต้นและกระบวนการก่อนเริ่มกระบวนการสร้าง ในการรวบรวมหลักฐาน ต้องแปลงไปสู่คำกล่าวที่ทั่วไปเพียงพอและสามารถที่จะประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

Kissiel et al. (2010) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการรวบรวมและใช้หลักฐานสำหรับการคิดและการสื่อสารเกี่ยวกับความคิด เช่น การสร้างข้อโต้แย้ง การเสนอกรณีหรือการระบุสาเหตุ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถ 2 ประการ คือ

1. ความสามารถในการค้นหาหรือการสร้างหลักฐาน เป็นการสำรวจตรวจสอบโดยการระบุและการสร้างหลักฐาน โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือระบุลักษณะข้อมูลที่อาจใช้เป็นหลักฐาน ซึ่งกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการได้รับข้อมูลและสร้างหลักฐาน ได้แก่ กระบวนการอภิปรายโดยการพิจารณาว่าจะทำอะไรเพื่อจะได้คำตอบ การควบคุมตัวแปร และการสังเกต

2. ความสามารถในการแปลความหมายจากหลักฐาน เป็นการอธิบายทางวิทยาศาสตร์หรือการแปลความหมายข้อมูลจากหลักฐานที่นักเรียนสำรวจตรวจสอบ โดยอาศัยการสังเกตของปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม หรือการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สาเหตุ และกลไกที่มีการสร้างข้อกล่าวอ้างด้วยหลักฐาน

กัญญวรา (2563) พฤติกรรมของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในแต่ละพฤติกรรมเป็นองค์ประกอบสำคัญของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การสำรวจปรากฏการณ์ เป็นการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน นักเรียนสร้างคำอธิบายที่เป็นไปได้ในการสำรวจตรวจสอบปัญหา

2. การสร้างสมมติฐาน เป็นการให้เหตุผลแบบอธิบาย นักเรียนอธิบายทางเลือกในการทดสอบสมมติฐาน

3. การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ เป็นการให้เหตุผลแบบนิรนัย นักเรียนวางแผนในการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเนเพื่อรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์

4. การลงข้อสรุป เป็นการให้เหตุผลแบบอุปนัย นักเรียนอธิบายข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์

จากข้างต้น กล่าวโดยสรุปของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจ ค้นหา ทดลอง หรือสังเคราะห์เอกสาร หรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้าง ข้อสรุป การพยากรณ์ หรือการคาดการณ์ล่วงหน้า

2. ความสามารถในการสร้างข้อสรุป หมายถึง การที่นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับหลักฐานที่มีอยู่หรือไม่

3. ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ การที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการบรรยาย ตีความหา หรือคาดการณ์ปรากฏการณ์โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

5.4 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Lawson (2010) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเอาไว้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning) เป็นการสร้างสมมติฐานจากกิจกรรมที่สร้างสรรค์และเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เนื่องจากการสังเกตพบปัญหานั้นจะกลายเป็นการอธิบายการสังเกตและองค์ความรู้ที่ได้รับการขัดเกลา
2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning) เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้าง ซึ่งสมมติฐานนี้เป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์ เพื่อให้สามารถอธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นลักษณะในการประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้น โดยนำความรู้พื้นฐานที่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปมาใช้อ้างอิงไปยังสมมติฐานหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น
4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุป

Hausman, et al. (2021) แบ่งการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) การอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริง เพราะการยอมรับข้ออ้าง (ว่าเป็นจริง) ซึ่งหมายความว่า ถ้าข้ออ้างของการอ้างเหตุผลเป็นจริงแล้ว ข้อสรุปต้องเป็นจริงด้วย หรือกล่าวได้ว่า เป็นการอ้างเหตุผลที่ข้อสรุปเป็นจริงตามเงื่อนไขของข้ออ้าง
2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) คือ การอ้างเหตุผลที่ข้ออ้างเป็นจริงทุกข้อ แต่ข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุปเพียงบางส่วน กล่าวได้ว่า ถ้าข้ออ้างทุกข้อเป็นจริง ข้อสรุปจึงมีโอกาสเป็นจริงสูง

จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช (2542) ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งได้ 3 แบบตามลักษณะของความรู้ที่ปรากฏและลักษณะของความรู้ใหม่ที่มนุษย์ต้องการศึกษา ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงจากความรู้ทั่วไป ไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจงหรือความรู้เฉพาะหน่วยโดยใช้หลักการทางตรรกะนั้นก็คือ การใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะหน่วย คำอธิบายหรือข้อสรุปที่ได้รับ คือ ความรู้ใหม่

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงเพื่อหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปจากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรงนั่นก็คือ การสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วยเพื่อให้ได้หลักการทั่วไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่กลับกันกับการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย-นิรนัย (inductive-deductive method) หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นกระบวนการคิดเพื่อหาข้อสรุปที่เริ่มจากการสังเกต แล้วสรุปความรู้จากการสังเกต นั่นก็คือ การคิดหรือให้เหตุผลเชิงอุปนัยแล้วตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปที่อุปนัยแล้วทำการทดสอบสมมติฐานโดยรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ นั่นก็คือถ้าสมมติฐานเป็นจริงเราจะพบอะไร เป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไปสู่เรื่องเฉพาะ ตัวสมมติฐานคือหลักการทั่วไปที่จะต้องทดสอบว่าจริงหรือไม่ ข้อสรุปที่รวบรวมไว้เพื่อทดสอบสมมติฐานคือ ข้อสรุปเฉพาะหน่วย นั่นก็คือ การให้เหตุผลเชิงนิรนัย

สมภาร พรหมทา (2551) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 2 แบบ คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นฐานความคิดของวิชาวิทยาศาสตร์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการทดลอง ซึ่งได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วสรุปเป็นกฎ

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการใช้ความคิดโดยไม่พิจารณาข้อเท็จจริงเป็นการค่อยๆคิดขยายออกไปทีละน้อย จึงเหมาะกับการวินิจฉัยบางสถานการณ์

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้แตกต่างกันออกไปตามเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แบ่งตามกระบวนการศึกษาเพื่ออธิบายข้อสรุปจำแนกได้ 2 ประเภท คือ 1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive) และ 2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive) (Ellis and Hunt,1989; Holyoak and Morrison,2005; Verlinden,2005)

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดในการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์โดยการตั้งสมมติฐานจากข้อมูลหรือกฎเกณฑ์ทั่วไป มีการใช้หลักการแนวคิด หลักการ ทฤษฎีหรือกฎแล้วทำการทดสอบสมมติฐานจนกระทั่งได้ข้อสรุปเพื่ออธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะโดยอาจมีข้อโต้แย้งที่นำมาให้เหตุผลเป็นความรู้ที่ทราบชัดเจนเสนอเพื่อสนับสนุนการสรุปสมมติฐานจนนำมาสู่ข้อสรุปที่มีความชัดเจน ตัวอย่างเช่น มีความสงสัยว่าเราควรรับประทานมะเขือดิบหรือมะเขือสุกมากกว่ากัน จึงไปศึกษาหลักการพบว่าวิตามินซีลดลงเมื่อได้รับความร้อน ดังนั้นเราจึงควรรับประทานมะเขือดิบเพราะมีปริมาณวิตามินซีมากกว่า

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning)เป็นกระบวนการคิดให้เหตุผลโดยใช้การสังเกตตามลำดับเหตุการณ์ที่เป็นความรู้จำเพาะ และมีการทดสอบผลจนกระทั่ง

ค้นพบเกิดเป็นกฎเกณฑ์นำไปสู่การสร้างเป็นทฤษฎีอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติตัวอย่างเช่นสังเกตพบว่าปริมาณวิตามินซีของมะเขือดิบลดลงเมื่อนำไปผัด จึงลองนำมะเขือดิบไปต้มบ้างและพบว่าปริมาณวิตามินซีก็ลดลงเช่นกัน จึงสรุปว่าปริมาณวิตามินซีของมะเขือดิบลดลงเมื่อได้รับความร้อน

กลุ่มที่ 2 แบ่งตามจุดประสงค์ของการให้เหตุผลจำแนกได้ 4 ประเภท คือ 1) สมมติ นัย (Abductive reasoning) 2) อธิบาย (Retrospective reasoning) 3) แบบนิรนัย (Deductive reasoning) และ 4) แบบอุปนัย (Inductive reasoning) (Lawson, 2010) ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบสมมติ นัย (Abductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลในสิ่งที่ได้จากการสังเกต ที่ได้มาจากระบวนการเปรียบเทียบสมมติฐานกับหลักฐานความรู้ที่สนับสนุนสมมติฐานนั้น (ถ้า, และ, ดังนั้น) ตัวอย่างเช่น ถ้า จุดสว่างที่มองเห็นบนท้องฟ้าตอน กลางคืนเกิดปรากฏให้เห็นในตำแหน่งเดิม และอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน ดังนั้น จุดสว่างที่มองเห็นบน ท้องฟ้าจะปรากฏให้เห็นในตำแหน่งเดิม หรือเรียกว่าตำแหน่งของดวงดาว

2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอธิบาย (Retrospective reasoning) คือการให้เหตุผลแบบ Abduction ก่อน แล้วจึงลงข้อสรุปหลังจากอนุมานเพิ่ม (ถ้า, และ, แต่, ดังนั้น, เพราะฉะนั้น) ตัวอย่างเช่น ถ้าจุดสว่างบนท้องฟ้าปรากฏให้เห็นในตำแหน่งเดิมบนท้องฟ้า และ ตำแหน่งดังกล่าวเกิดจากมุมมองที่เปรียบเทียบกับดวงดาวดวงอื่นบนท้องฟ้า ดังนั้น ตำแหน่งของจุด สว่างบนท้องฟ้าจึงไม่เป็นระเบียบแบบแผน แต่ตำแหน่งของจุดสว่างบนท้องฟ้าปรากฏในแนวทางคู่ ขนาบกับวงโคจรของ ดวงอาทิตย์ เพราะฉะนั้น ตำแหน่งของจุดสว่างบนท้องฟ้าไม่เป็นตำแหน่งที่ แน่นนอนของดวงดาว

3. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (Deductive reasoning) คือ การให้เหตุผลที่สามารถทำนายปรากฏการณ์ในอนาคตได้โดยเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ทั่วไปสู่ ความรู้ในเรื่องเฉพาะ (ถ้า, และ, ดังนั้น, สนับสนุน) ตัวอย่างเช่น ถ้า จุดสว่างสามจุดเป็นดวงจันทร์ของ ดาวพฤหัสบดี และสังเกตจุดสว่างดังกล่าวบนท้องฟ้าในเวลากลางคืนเป็นระยะเวลาหนึ่ง ดังนั้น บาง คื่นพบว่าจุดสว่างดังกล่าวอยู่ทางทิศตะวันออกของดาวพฤหัสบดี และบางคื่นพบว่าจุดสว่างดังกล่าว อยู่ทางทิศตะวันตกของดาวพฤหัสบดี สนับสนุน จุดสว่างที่ปรากฏมีแนวทางโคจรใกล้เคียงกับดาว พฤหัสบดี

4. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็น การให้เหตุผลที่ถูกใช้ในการสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุป ที่เกิดจากระบวนการคิดจากความรู้ที่มี ความเฉพาะไปสู่ความรู้ทั่วไป (ถ้า ดังนั้น) ตัวอย่างเช่นถ้า สมมติฐานเกี่ยวกับวงโคจรของดวงจันทร์ สอดคล้องกับผลการสังเกต ที่ว่าบางคื่นพบว่าจุดสว่างดังกล่าวอยู่ทางทิศตะวันออกของดาวพฤหัสบดี

และบางครั้งพบว่าจุดสว่างดังกล่าวอยู่ทางทิศตะวันตกของดาวพฤหัสบดี ดังนั้นสมมติฐานมีหลักฐานสนับสนุนและมีความน่าเชื่อถือ

สรุป การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ถ้าแบ่งตามกระบวนการศึกษาเพื่ออธิบายข้อสรุปแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ถ้าแบ่งตามจุดประสงค์ของการให้เหตุผลแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ซึ่งการให้เหตุผลที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 4 ประเภท คือ 1) การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย ตามแนวคิดของ Lawson (2009) ที่ครอบคลุมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านการสร้างสมมติฐานหรือคำกล่าวอ้าง ด้านการสร้างคำอธิบายสมมติฐานหรือคำกล่าวอ้าง ด้านการอธิบายข้อมูลที่สนับสนุนสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้าง และด้านการประเมินข้อมูลและสร้างข้อสรุป มีรายละเอียดดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน คือ การสร้างสมมติฐานที่จะใช้อธิบายเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สงสัย กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างเมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย คือ เป็นการนำสมมติฐานมาทดสอบข้อกล่าวอ้าง เป็นลักษณะในการประเมินค่าการอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น คือ นักเรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่ได้

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย คือ การพยากรณ์อนาคตเพื่อให้ได้ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้ในการสนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบมีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ การสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุป กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

5.5 ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปเป็นสิ่งสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ของนักเรียน เพื่อการประสบความสำเร็จกับอาชีพในอนาคตและสามารถรองรับการทำงานในโลกแห่งความเป็นจริงได้อย่างกว้างขวาง โดยที่เป้าหมายของการเรียนการสอนในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM Education) รวมถึงสนับสนุนองค์ความรู้ด้านเนื้อหาและพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป อาทิ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning Ability) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถทางพุทธิปัญญาหรือความสามารถที่เกี่ยวกับการคิด (Cognitive Abilities) เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) และการใช้เหตุผล (Reasoning) เป็นต้น ทักษะการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้ผ่านการ

ฝึกอบรมและยังสามารถถ่ายโอนได้ นอกจากนั้นการฝึกอบรมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของนักเรียนในระยะยาวได้ (Bao, 2009)

กระบวนการมีความสำคัญต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ การใช้เหตุผล การคิด การเปลี่ยนสัญลักษณ์ การสร้างคำอธิบาย และการสื่อสาร ซึ่งสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนที่จะแสดงออกถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และเป็นองค์ประกอบของการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของ PISA นอกจากนี้สมรรถนะ ยังอาจรวมถึงการเลือกข้อสรุปจากหลายๆตัวเลือก การให้เหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุป การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่นำไปสู่ข้อสรุป และการสะท้อนถึงสำคัญของพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม (สสวท, 2554) จุดประสงค์หนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การเตรียมนักเรียนให้มีความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหาการสร้างคำอธิบายและการขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ รวมถึงนักเรียนต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ (สสวท, 2553)

นักการศึกษาได้ให้มุมมองของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ โดยเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริงและหลักฐานเชิงประจักษ์ และยังเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เป็นสาเหตุและสิ่งที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ของปรากฏการณ์ รวมถึงนำไปใช้ในกระบวนการทดสอบสมมติฐาน การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์อย่างมีเหตุผลเพื่อใช้ในการสร้างหลักการทางวิทยาศาสตร์และใช้ในทุกขั้นตอนของการแสวงหาข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นสิ่งสำคัญต่อการนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน โดยกล่าวถึงประโยชน์ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ในชีวิตประจำวันการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) ของบุคคลเป็นการ คิดเชื่อมโยงระหว่างหลักการโดยทั่วไปกับความเป็นรูปธรรม และยังถูกนำมาใช้ในกระบวนการค้นพบองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ซึ่งลักษณะกิจกรรมของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะต้องให้โอกาสนักเรียนได้มีการสร้างสมมติฐานจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และให้เหตุผลเดียวกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการปฏิบัติการทดลอง จนกระทั่งได้มาซึ่งข้อมูลการพยากรณ์ลักษณะ กิจกรรมนี้จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถประเมินข้อมูลข่าวสารอย่างมีวิจารณญาณ อีกทั้งให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีส่วนในการช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จนสามารถนำไปสู่การเป็นบุคคลผู้มีความรู้วิทยาศาสตร์ (Gerer, 1991)

5.6 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นเป็นทักษะส่วนหนึ่งในองค์ประกอบด้านการคิดหรือการใช้สติปัญญาของมนุษย์ (Cognitive Domain) ซึ่งตามนิยามของ TIMSS (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วยความสามารถหลายรูปแบบ ได้แก่ การรู้ (Knowing) การประยุกต์ (Applying) การให้เหตุผล (Reasoning) หรือการวิเคราะห์ (Analyzing) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce and Weil (1996) ที่กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในองค์ประกอบด้านการคิด และการจะพัฒนาให้เกิดขึ้นต้องเริ่มจากการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) แล้วจึงตีความหมายข้อมูลและสรุป (Interpretation of Data) หลังจากนั้นนำข้อสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้ (Application of Principles) ซึ่งวิธีการที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเกิดการให้เหตุผลได้คือ วิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และวิธีการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning)

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎี มีวิชาการหลายท่านได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

McNeil and Krajcik (2008) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมควรเน้นย้ำและส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลที่หลากหลายและประเมินความน่าเชื่อถือของการให้เหตุผลจากหลักฐาน โดยนักเรียนควรทราบในเบื้องต้นว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบอย่างไรบ้าง และองค์ประกอบนั้นสัมพันธ์กันอย่างไร

Lawson (2009) ได้เสนอการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติและใช้กระบวนการคิด การแปลความหมายข้อมูล โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดลอง แล้วนำมาตรวจสอบสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล

Weld, Stier and Birren (2011) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้ด้วยการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ การวางแผนไปสู่คำตอบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลลัพธ์

ทิศนา แฉมมณี (2552) ได้นำเสนอวิธีการสอนแบบนิรนัย (Deduction) เป็นกระบวนการที่ครูใช้ในการช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หลักการ กฎ ทฤษฎี และช่วยให้นักเรียนสามารถนำหลักการ กฎ ทฤษฎีไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์ใหม่ได้ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ครูนำเสนอความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆ

2. ครูนำเสนอตัวอย่างสถานการณ์ที่หลากหลาย ที่นักเรียนจะสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ได้

3. ครูให้นักเรียนฝึกนำความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
4. ครูให้นักเรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น
5. ครูวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ทิสนา แคมณี (2560) วิธีการสอนแบบอุปนัย (Induction) คือเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการนำตัวอย่างข้อมูล เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ที่สอดคล้องกับแนวคิดหรือหลักการที่ต้องการสอนแก่ผู้เรียน จนผู้เรียนสามารถสรุปเป็นข้อสรุปหรือหลักการ หรือแนวคิดและสามารถนำข้อสรุปนั้นไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่นได้ ซึ่งมี ขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้สอนนำตัวอย่างของข้อมูลสถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ที่เป็นลักษณะย่อยของสิ่งที่จะเรียนรู้
2. ผู้เรียนศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาหลักการที่แฝงอยู่ในตัวอย่างนั้น
3. ผู้เรียนสรุปหลักการ แนวคิด ที่ได้จากการยกตัวอย่างนั้น
4. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ปิ่นพร (2563) แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ๆ คือกลุ่มที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เฉพาะ และกลุ่มที่ใช้เทคนิคการสอนเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง สามารถวางแผนและกำหนดวิธีค้นหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดได้ด้วยตนเอง (Good,1973) ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของมัลยานิ (Mulyani, 2017) ได้ใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าหลังเรียนนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นถึง 69.77%

1.2 การจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based learning: PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่โดยใช้ปัญหาจากบริบทจริงผนวกกับสาระของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิด

การเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนฝึกให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง และฝึกการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกัน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลักที่ผู้เรียนจะต้องเอาไปใช้จริงในอนาคต ซึ่งแสดงว่าผู้เรียนจะเกิดการ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะกระบวนการคิด แก้ปัญหาด้วยเหตุผลโดยผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่จะแสวงหาเอง ดังนั้นจะพบว่าจุดมุ่งหมายในการใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานในการจัดการเรียนการสอนจะสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียน

1.3 การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน การเรียนรู้วิธีการทำโครงงาน เป็นกิจกรรมหนึ่งที่สามารถพัฒนาส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพ เป็นการเรียนรู้ในสิ่งที่ผู้เรียนเกิดความคิดความสงสัย อยากรู้ สนใจ และต้องการหาคำตอบ โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของการทดลองและวิจัยวิทยาศาสตร์ เพราะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยกระบวนการวิจัยและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการศึกษาและแก้ปัญหา มีการวางแผนที่จะศึกษาภายในขอบเขตของระดับความรู้ เวลา และอุปกรณ์ที่จำกัด และลงมือศึกษาสำรวจ ทดลอง เพื่อเก็บข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์ผลจนได้ข้อสรุป ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สามารถสรุปขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ 5 ขั้นตอน คือ 1) การคิดและเลือกหัวเรื่องที่สนใจจะศึกษา 2) การวางแผนในการทำโครงงาน 3) การลงมือทำโครงงาน 4) การเขียนรายงาน และ 5) การแสดงผลงาน เมื่อวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานแล้วพบว่า มีทักษะที่สำคัญในกระบวนการจัดการเรียนรู้ คือ การค้นคว้าหาความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบเพื่อประเมินค่าข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ที่รวบรวมมาได้ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญที่จะทำให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2. เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.1 เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆ โดยในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่ความสามารถและมีบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรมอย่างเท่าเทียมกัน กิจกรรมการเรียนรู้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เกิดการอภิปราย การช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันและมีความรับผิดชอบร่วมกัน

2.2 เทคนิคการใช้คำถามระดับสูง การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนในการกระตุ้นให้เกิดประเด็นในการค้นหาคำตอบ ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้คำถามนี้ครูจะป้อนคำถามให้นักเรียนตอบ ซึ่งการตอบอาจใช้วิธีพูด การเขียน ฯลฯ และนักเรียนจะตอบเป็นรายบุคคลหรือเป็นรายกลุ่มย่อย หรือตอบทั้งชั้นเรียนก็ได้ซึ่งผู้สอนจะพิจารณาคำตอบแล้วให้ข้อมูลสะท้อนกลับจนกว่าจะได้คำตอบที่สมบูรณ์

2.3 เทคนิคการโต้แย้ง คือ การสร้างข้อกล่าวอ้างเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้าน การสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับร่วมกันโดยอาศัยข้อมูล หรือหลักการ หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ร่วมกับการให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเข้าด้วยกัน โดยความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจและทักษะการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คือ

1. บุคคลต้องใช้ความรู้หรือโครงสร้างมโนทัศน์ ได้แก่ ทฤษฎีกฎ การรวมมโนทัศน์ (Conceptual structure) เข้าด้วยกัน และใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) มาให้เหตุผลเกี่ยวกับประเด็นปัญหาต่าง ๆ
2. บุคคลต้องรู้และใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีธรรมชาติและการสร้างองค์ความรู้ของวิทยาศาสตร์เพื่อประเมินข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น
3. บุคคลต้องมีส่วนร่วมในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางสังคมในรูปแบบการสื่อสาร การอธิบาย การโต้แย้ง และการอภิปรายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ร่วมกับเทคนิคการโต้แย้ง จึงมีความสำคัญในการนำนักเรียนไปสู่จุดประสงค์ที่ต้องการทั้งด้านความรู้ ด้านคุณลักษณะ และด้านทักษะกระบวนการ รวมไปถึงการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.4 การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific argumentation) การโต้แย้งและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งสองประเด็นนี้คล้ายกัน คือ เป็นความพยายามในการยืนยันหรือหักล้างข้อกล่าวอ้างบนพื้นฐานของเหตุผล

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของนักการศึกษาหลายๆท่าน ได้มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน แต่มีความคล้ายคลึงในขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแต่ละขั้นของรูปแบบการสอนนั้น ๆ คือมีเป้าหมายให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล เพื่อสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์พยานในการลงข้อสรุป และสามารถสื่อสารข้อมูลต่าง ๆ ออกมาให้ผู้รับสารเข้าใจได้อย่างถูกต้องตลอดจนสามารถพยากรณ์ผลการเปลี่ยนแปลงในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างสมเหตุสมผล โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะพหุสัจจะการโต้แย้ง (ADI: Argument driven inquiry) มีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นพัฒนาองค์ประกอบหลักของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน

โดยสรุป จัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จะมีรูปแบบและลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่คล้ายคลึงกัน แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ส่วนแรก คือ การจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ส่วนที่สอง คือ

การจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้อภิปรายข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกันโดยใช้หลักฐานและเหตุผลในการหาข้อสรุปของสถานการณ์หรือคำถามนั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จึงโดดเด่นในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ทำการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกัน พิจารณาหลักฐานที่ได้จากการสืบค้น และทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อนำมาลงข้อสรุป และสร้างข้อโต้แย้ง (ADI: Argument driven inquiry) เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.7 การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Lawson (1995) ได้เสนอแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ซึ่งแบบวัดแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามเชิงเนื้อหาที่ใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จัดเป็นสถานการณ์หรือรูปภาพประกอบ เพื่อให้วิเคราะห์ประเด็น คาดคะเนคำพยากรณ์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากประเด็นที่กำหนดให้โดยข้อสอบตอนนี้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือประเภทเลือกตอบ และข้อสอบเขียนตอบ

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1 โดยในแต่ละข้อคำถามมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนที่พิจารณาจากคำตอบในแต่ละข้อซึ่งครูจะพิจารณาจากความสมเหตุสมผลและสามารถให้คะแนนได้ถูกต้อง

Norris (1988) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลด้วยการเขียนอธิบายข้อความเพื่อแสดงความคิดเห็นสามารถอ้างอิงเหตุผลได้ดีกว่า การทดสอบด้วยการเลือกตอบ เพราะการที่ผู้เรียนได้เขียนอธิบายจะเป็นการเปิดกว้างให้ผู้เรียนได้แสดงเหตุผลหรือความคิดอย่างเต็มที่อีกด้วย

จากการศึกษาแนวทางการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบของ PISA เปรียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเทียบเท่ากับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Science competencies) ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ตามนิยามของ PISA โดยอธิบายตามปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบดังนี้ คือ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อคำอธิบายที่สมเหตุสมผลกับประจักษ์พยาน สามารถบรรยายและพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ และสามารถระบุ และบอกเล่าได้ว่าข้อมูลใดสมเหตุสมผลส่วนการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องมีความรู้และทักษะ 4 ด้าน คือ

1. รู้การใช้ประจักษ์พยานแสดงความเข้าใจว่ามีข้อมูลหลักฐานรองรับ
2. การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลเชิงประจักษ์ รวมถึงประเมินข้อสรุปที่ถูกสร้างขึ้นว่าคล้อยตามหลักฐานหรือไม่
3. การสื่อสารข้อสรุปหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้ง โดยสื่อสารออกมาอย่างชัดเจนให้ผู้รับข่าวเข้าใจได้อย่างถูกต้อง
4. การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิด โดยนำแนวคิดนั้น ๆ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ และอธิบายถึงความสัมพันธ์และสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง ตลอดจนคาดคะเนผลการเปลี่ยนแปลงจากตัวแปรอื่น ๆ ได้

โดยโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติปีพ.ศ. 2565 หรือ PISA 2022 เน้นการประเมินการฉลาดรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มากกว่าการประเมินเนื้อหาสาระของวิชา โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) และนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการทำสิ่งต่อไปนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

โดยทั้งนี้ได้เสนอแนวทางการวัดและประเมิน โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท คือ

1. ข้อสอบประเภทอัตนัย ที่ใช้การอธิบายเป็นคำถามที่เป็นปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ ที่ประกอบด้วยชุดคำถามให้เขียนตอบอธิบาย
2. ข้อสอบประเภทปรนัย ที่มีตัวเลือกถูกผิด เป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ มีรูปแบบสถานการณ์เป็นข้อความ ตาราง หรือกราฟ โดยเลือกใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

Bao et al., (2009) ได้ศึกษาการเรียนรู้และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (Grade 12) โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ซึ่งอ้างอิงมา

จากแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR)) โดยแบบวัดนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ตอน (Lawson, 1995) ได้แก่

ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ต่างๆ พร้อมกับข้อมูล และรูปภาพประกอบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมถึงการวิเคราะห์สถานการณ์ สร้างคำพยากรณ์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อสอบในส่วนนี้สามารถเลือกใช้ได้ 2 ประเภท คือ

1. ข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือก ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือก ตั้งแต่ 2-4 ตัวเลือก

2. ข้อสอบประเภทเขียนตอบ ที่ให้นักเรียนเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้นๆ

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามที่จะให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1 โดยในแต่ละข้อคำถามจะมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนที่พิจารณาจากคำตอบ ซึ่งจะได้คะแนนเต็มเมื่อตอบถูกทุกคำตอบและอาจได้คะแนนบางส่วนหากตอบถูกไม่ครบทั้งหมด ดังนั้นนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมกับให้คำอธิบายที่สมเหตุสมผล โดยที่คำอธิบายอื่นๆ ที่นอกเหนือไปจากที่นักเรียนระบุ ครูจะพิจารณาจากความสมเหตุสมผลและอาจให้คะแนนความถูกต้องได้บางส่วน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่สามารถวัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้ดังนี้ (Lawson, 1995)

1. ได้คะแนน 0-4 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking)

2. ได้คะแนน 6-8 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดอยู่ระหว่างแผนเชิงประจักษ์ อุปนัย (empirical-inductive thinking) และแบบสมมติฐาน-อุปนัย (hypothetical Inductive level thinking)

3. ได้คะแนน 9-12 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบสมมติฐาน-อุปนัย (hypothetical Inductive level thinking)

Lawson (2010) ได้นำเสนอเครื่องมือสำหรับวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีชื่อว่า Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบตัวเลือกสองลำดับชั้น (two-tier diagnostic test) ประกอบด้วยคำถามสองส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ 2-4 ตัวเลือก หรือแบบเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้น ข้อคำถามเกี่ยวข้องกับความรู้และเนื้อหา มีลักษณะเป็นสถานการณ์ประกอบด้วยข้อมูลและรูปภาพ สำหรับวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์สถานการณ์ การคาดการณ์ และการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ส่วนที่ 2 เป็นคำถามที่เกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนแรกทำให้ประเมินความสามารถผู้เรียนได้มากกว่าความจำ โดยสามารถประเมินได้ถึงความเข้าใจของผู้เรียน การให้คะแนนแบบทดสอบเป็นการให้คะแนนแบบจับคู่หากนักเรียนตอบถูกทั้งสองส่วนจะได้รับ 1 คะแนน

โดยแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson มีทั้งหมด 24 ส่วน จึงคิดเป็น 12 คะแนน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินที่ระบุระดับความสามารถของนักเรียนทั้งหมด 3 ระดับ (Moore, 2012) ดังนี้

1. ต่ำกว่าร้อยละ 25 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีระดับการคิดขั้นปฏิบัติการคิดรูปธรรม (concrete operational level) นักเรียนสามารถใช้ตรรกะได้อย่างเหมาะสม มีรูปแบบการคิดที่สามารถเข้าใจโมทัศน์ที่ใช้อ้างอิงถึงการกระทำที่คล้ายคลึงกันหรืออ้างอิงถึงวัตถุที่สามารถสังเกตเห็นได้สามารถอธิบายในรูปแบบของการเชื่อมโยงอย่างง่ายได้สามารถคิดตามขั้นตอน วิธีการอย่างเป็นลำดับและสามารถเชื่อมโยงความคิดตนเองกับหลักฐานที่คล้ายกันได้ แต่ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่อยู่นอกเหนือบริบทที่เป็นรูปธรรมทำให้การสร้างมโนทัศน์และสมมุติฐานเป็นไปได้ยาก ไม่สามารถจำแนกหรือวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแบบเป็นขั้นตอน รวมถึงการให้เหตุผลยังไม่คงที่หรือมีความขัดแย้งในข้อเท็จจริงของนักเรียนเอง

2. อยู่ในช่วงร้อยละ 25 – 58 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีระดับการคิดระหว่างรูปธรรมและนามธรรม (transitional level) เช่น การให้เหตุผลแบบสัดส่วน (prepositional reasoning) นักเรียนที่มีความคิดในระดับรูปธรรม (concrete operational level) นักเรียนจะไม่นำถึงผลของอัตราส่วน และหาคำตอบจากการคาดเดา ขณะที่นักเรียนผู้มีระดับการคิดระหว่างรูปธรรมและนามธรรมจะคำนึงถึงผลของอัตราส่วน แต่จะมีสมมุติฐานว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งก็จะมีการเปลี่ยนแปลงเท่านั้น นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถสร้างสมมุติฐานและแก้ปัญหาได้ในบางสถานการณ์

3. เกินร้อยละ 58 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดแบบนามธรรม (formal operational level) นักเรียนสามารถคิดในเชิงนามธรรม ให้เหตุผลเชิงตรรกะ แสดงความคิดเห็นเชิงนามธรรม โดยไม่ต้องอาศัยของจริงประกอบ และเขียนข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานเชิงสาเหตุที่เป็นไปได้ สามารถให้เหตุผลเชิงนิรนัยเพื่อทดสอบสมมุติฐานหรือสามารถบอกปัจจัยเชิงสาเหตุ แสดงการให้เหตุผลแบบนิรนัยอย่างเป็นลำดับ อีกทั้งสามารถประยุกต์ใช้ตรรกะในสถานการณ์สมมุติในบริบทส่วนใหญ่ได้ เริ่มมีความคิดใกล้เคียงกับนักวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาการให้เหตุผลแบบสมมุติฐานนิรนัย (hypothetic-deductive reasoning) โดยสามารถตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง พิสูจน์แปลงข้อมูล ลงข้อสรุป อนุมานผลจากข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้ รวมถึงมีความสามารถในการอนุรักษ์เรื่องปริมาณได้

โครงการ TIMSS ได้เสนอแนวทางในการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554)

1. แบบทดสอบแบบเขียนคำตอบ โดยการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาแล้วถามคำถามโดยให้นักเรียนเขียนตอบเติมคำ เขียนตอบแบบอธิบาย หรือวาดรูปอธิบาย เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. แบบทดสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก โดยมีข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ และตัวเลือก 4 ตัวเลือก

ลฎาภา สุทธกุล และลือชา ลดาชาติ (2556) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นคำถามจำนวน 4 ข้อ ซึ่งถูกดัดแปลงมาจากคำถามในแบบทดสอบ Science: Thinking with Evidence ของ New Zealand Council of Education Research โดยวิเคราะห์คำตอบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ข้อสรุป หลักฐาน และการชี้แจง

จากการศึกษาค้นคว้า พบว่ามีแนวทางในการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินมีการใช้เครื่องมือ 2 แบบ ได้แก่

1. แบบทดสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่ตัวคำถาม (Stem) มีเครื่องมือสื่อความหมาย เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในคำถามเพื่อให้คำถามมีความชัดเจนและมีสภาพจริงที่ต้องการให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ต่างๆ โดยมีการใช้ ตาราง กราฟ แผนภาพ บทความ ในการสื่อความหมายโดยข้อสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ต้องการให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เป็นการสรุปแนวความคิดของนักเรียน และตอนที่ 2 ต้องการให้นักเรียนใช้การคิดเพื่อให้เหตุผล เช่น ข้อสอบ Scientific Reasoning Test (SRT) แบบประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีฐานมาจากรูปแบบการให้เหตุผลที่สัมพันธ์กับการทดสอบสมมติฐาน

2. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ (Essay) มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบที่มีตัวคำถาม (Stem) มีเครื่องมือสื่อความหมาย เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในคำถามเพื่อให้คำถามมีความชัดเจนและมีสภาพจริงที่ต้องการให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ต่างๆ โดยมีการใช้ตาราง กราฟ แผนภาพ บทความ ในการสื่อความหมาย เช่น ข้อสอบประเมินผลวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ PISA

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556) ได้ออกแบบการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนโดยใช้กรอบแนวคิดของ Lawson (1978) (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning; LCTSR) เป็นแบบการวัดแบบเลือกตอบสองทาง โดยแต่ละข้อคำถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อคำถามเชิงเนื้อหาสถานการณ์ พร้อมกับมีข้อมูลรูปภาพประกอบ เพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นวมถึงวิเคราะห์สถานการณ์ สร้างคำพยากรณ์ และแก้ปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยข้อสอบสามารถเลือกใช้ได้ 2 ประเภท คือ ข้อสอบคำตอบแบบเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้นๆ

ตอนที่ 2 ข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบจากตอนที่ 1 โดยในแต่ละข้อคำถามมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนน ที่พิจารณาจากคำตอบในแต่ละข้อซึ่งควรจะได้คะแนนทั้งคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องทั้งหมดก็ตาม เมื่อครูพิจารณาถึงคำตอบที่ถูกต้อง นักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมกับให้คำอธิบายอื่น ๆ เพิ่มเติมจากคำตอบที่นักเรียนระบุ ครูจะพิจารณาจากความสมเหตุสมผลและสามารถให้คะแนนถูกต้องได้

ทศพล สุวรรณพุด (2562) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยได้ใช้แบบทดสอบที่อ้างอิงตาม Lawson (2000) (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning; LCTSR) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็น 2 ตอน ตอนแรกเป็นคำถามเชิงเนื้อหาสถานการณ์ ที่เป็นข้อความ ตารางข้อมูล แผนภาพ ซึ่งนักเรียนเขียนตอบอย่างสั้นๆหรือเลือกตอบ และตอนที่ 2 เป็นคำถามที่ให้นักเรียนเขียนเหตุผลของคำตอบในตอนแรก โดยแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีการวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่สร้างขึ้นซึ่งอ้างอิงตามนิยามศัพท์เฉพาะของการให้เหตุผลแต่ละประเภท โดยแต่ละข้อจะแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ผิด หรือไม่มีคำตอบในส่วนที่ 2 0.5 หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้องบางประการ 1 หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้องครบถ้วน โดยในแต่ละองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้จำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน

กลุ่ม A นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ หรือสร้างข้อกล่าวอ้างเมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูนำเสนอได้ครบถ้วนทุกประเด็นพร้อมทั้งขยายความคำตอบ

กลุ่ม B นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ หรือสร้างข้อกล่าวอ้างเมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูนำเสนอได้ครบถ้วนทุกประเด็นแต่ไม่มีการขยายความคำตอบ

กลุ่ม C นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบ หรือสร้างข้อกล่าวอ้างเมื่อพบคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูนำเสนอได้บางประเด็น

การให้เหตุผลแบบอธิบาย

กลุ่ม A นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้ของข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบและมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการเป็นขั้นตอนอย่างละเอียด

กลุ่ม B นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้ของข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบและมีการแสดงให้เห็นถึงหลักการหรือวิธีการหลัก

กลุ่ม C นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้ของข้อมูลที่มีอยู่ได้บางคำตอบ

การให้เหตุผลแบบนินัย

กลุ่ม A นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็น พร้อมทั้งให้รายละเอียดของวิธีการ สาเหตุที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

กลุ่ม B นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็น เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

กลุ่ม C B นักเรียนสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้บางประเด็น เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

การให้เหตุผลแบบอุปนัย

กลุ่ม A นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มี เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูนำเสนอได้ครบถ้วนทุกประเด็น และแสดงถึงรายละเอียดที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง

กลุ่ม B นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มี เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูนำเสนอได้ครบถ้วนทุกประเด็น แต่ขาดรายละเอียดที่ในการแสดงการเชื่อมโยงของข้อสรุป

กลุ่ม C นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มี เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมในเรื่องที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูนำเสนอได้บางประเด็น

ธนพร คลังพหล (2562) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบที่อ้างอิงตาม Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning; LCTSR อ้างอิงใน ณัฐมน สุขชัยรัตน์ (2558) ซึ่งเป็นแบบทดสอบ Two-tier test จะประกอบไปด้วยคำถาม 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นตัวเลือกคำตอบเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาและส่วนที่ 2 จะถามนักเรียนเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนแรก โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนินัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยมีเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ระดับคุณภาพ (Rubrics) ที่ได้ปรับปรุงจาก Lawson (2009) ดังนี้

การให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน		
	2 คะแนน (ดีมาก)	1 คะแนน (พอใช้)	0 คะแนน (ปรับปรุง)
การให้เหตุผล แบบสมมติฐาน	นักเรียนให้เหตุผลของการ คาดคะเนคำตอบได้อย่าง ถูกต้องและสมเหตุ สมผล สามารถนำไปใช้ในการลง ข้อสรุปได้และครบถ้วน	นักเรียนให้เหตุผลของ การคาดคะเนคำตอบ ได้อย่างถูกต้องและ สมเหตุสมผล สามารถ นำไปใช้ในการลง ข้อสรุปได้ แต่ไม่ ครบถ้วน	นักเรียนให้เหตุผลของ การคาดคะเนคำตอบ ไม่ถูกต้องและไม่สม เหตุ สมผล ไม่สามารถ นำไปใช้ในการลง ข้อสรุปได้
การให้เหตุผล แบบอธิบาย	นักเรียนลงข้อสรุปได้ ถูกต้อง และอธิบายการลง ข้อสรุปโดยอ้างถึงเหตุผลที่ ถูกต้องสมเหตุสมผล	นักเรียนลงข้อสรุปไม่ ถูกต้อง แต่อธิบายการ ลงข้อสรุปโดยอ้างถึง เหตุผลที่ถูกต้อง สมเหตุสมผล	นักเรียนลงข้อสรุปโดย ไม่อ้างถึงเหตุผลที่ ถูกต้องสมเหตุสมผล
การให้เหตุผล แบบนิรนัย	นักเรียนระบุวิธีการสำรวจ ตรวจสอบปรากฏการณ์ อย่างน้อย 2 วิธีขึ้นไป และ ให้เหตุผลอย่างเหตุผลได้อย่าง ถูกต้อง และครบถ้วน	นักเรียนระบุวิธีการ สำรวจตรวจสอบ ปรากฏการณ์อย่าง น้อย 1 วิธี และให้เหตุ อย่างเหตุผลได้อย่าง ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่ระบุวิธีการ สำรวจตรวจสอบ ปรากฏการณ์ และให้ เหตุผลอย่างเหตุผลไม่ อย่างถูกต้อง และไม่ ครบถ้วน
การให้เหตุผล แบบอุปนัย	นักเรียนสามารถระบุ หลักฐานและเหตุผลของ การใช้หลักฐานดังกล่าวใน การสรุปได้ถูกต้องและ ครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุ หลักฐานและเหตุผล ของการใช้หลักฐาน ดังกล่าวในการสรุปได้ ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุ หลักฐานและเหตุผล ของการใช้หลักฐาน ดังกล่าวในการสรุปไม่ ถูกต้อง และไม่ ครบถ้วน

โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง
วิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็น 2 ตอน ตอนแรกเป็นคำถามเชิงเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ในรูปของ

ข้อความ ภาพ หรือแผนภาพ ซึ่งนักเรียนเลือกตอบเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหา โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนในตอนต้นที่ 1 แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ผิด หรือไม่ มีคำตอบในส่วนที่ 2 0.5 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ผิด หรือ คำตอบส่วนที่ 1 ผิด และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้องบางประการ 1 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้องครบถ้วน และตอนที่ 2 เป็นคำถามที่ให้นักเรียนเขียนเหตุผลของคำตอบที่นักเรียนได้เลือกตอบไปแล้วในตอนต้นที่ 1 ตามกรอบแนวคิดขอ Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning; LCTSR โดยมีเกณฑ์การประเมินการความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ระดับคุณภาพ (Rubrics) ที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Eysenck, Arnold and Meili (1972) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนโดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวของบุคคล โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้จากการทดสอบ เช่น การสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรือเกรดของการเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและ ระยะเวลา หรืออาจวัดด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

Good (1973) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ครูผู้สอนให้ หรือคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้การศึกษาค้นคว้าอบรม การสั่งสอน หรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับจากทางโรงเรียน บ้านและแหล่งอื่น ๆ

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และ เพียรวิทย์ ยืนดีสุข (2548) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ปราณี กองจินดา (2549) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์

เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

กัลยาภรณ์ ศิริวรประสาธ (2555) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถ ทักษะ และความรู้ที่เกิดขึ้น ภายหลังจากที่บุคคลได้รับประสบการณ์ ทั้งที่ครูกำหนดให้ และจากการเรียนรู้ด้วยตนเองในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความสามารถทางด้านร่างกายและสมองเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล ซึ่งวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ให้คำจำกัดความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คือคุณลักษณะ รวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือ มวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าไร ตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากการเรียน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่างๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกฝนด้วย

สมนึก ภัททิยธนี (2558) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมี 2 ประเภทคือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐานล้วน

สุดา มากบุญ (2559) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถที่บุคคลจะพัฒนาให้ดีขึ้น อันเกิดจากกระบวนการแสวงหาความรู้โดยวิธีการสอนและอบรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้ทักษะ ความรู้สึก ค่านิยมต่างๆ

โชติกา ภาษีผล (2559) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถอันเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพสมองต่างๆของผู้เรียน ผลสำเร็จที่เกิดขึ้นที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้และสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

6.2 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ (2553) ได้อธิบายถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด โดยมักจะ เป็นข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบ กับให้นักเรียนปฏิบัติจริงซึ่งมี 2 แบบ คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ดำเนินการสอบแบบมาตรฐานการแปลคะแนนก็เป็นมาตรฐาน สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา และยอมรับในคุณภาพที่สามารถยoyoอิงสู่ประชากรได้ กรดำเนินการในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนี้ต้องทำตามคู่มือทุกอย่างไม่ว่าการแจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจ และการแปลคะแนนของข้อสอบ

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบจำลองสร้างตามจุดประสงค์ของครูที่สอนเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องในส่วนใดจะได้ซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดความรู้เพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อน กลุ่มตัวอย่างไม่คลุมประชากร การดำเนินการสอบจึงยังไม่ได้มาตรฐานแก้ไขได้ทุกระยะ ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐานแบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น จะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกันเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้านเหมือนกัน ดังนี้ 1) วัดด้านการนำไปใช้ 2) วัดด้านการวิเคราะห์ 3) วัดด้านการสังเคราะห์ 4) วัดด้านการประเมินค่า

บุญชม ศรีสะอาด (2556) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ ((Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนตามโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

โชติกา ภาชีผล (2558) ได้กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีเพื่อตรวจสอบว่า ผู้เรียนมีความรู้ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ วิธีการวัดผลและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายชนิด ดังนี้

1. แบบอัตนัย (subjective test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามและให้ผู้ตอบแสวงหาความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตามที่โจทย์กำหนดภายในเวลาที่กำหนด

2. แบบปรนัย (objective test) คือ แบบทดสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้วโดยให้ผู้ตอบเลือกข้อที่ต้องการหรือพิจารณาข้อความที่ให้อ้างอิงหรือผิด ได้แก่ แบบจับคู่ แบบถูกผิด แบบเติมคำ หรือตอบสั้น แบบจัดลำดับ และแบบเลือกตอบ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเขียนตอบ แบ่งเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการสร้าง คือ

2.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเฉพาะคราวเพื่อใช้ทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถของนักเรียน มีใช้กันทั่วไปในโรงเรียน แบบทดสอบประเภทนี้สอบเสร็จแล้วทิ้ง เมื่อสอบใหม่ก็จัดทำขึ้นมาใหม่หรือนำของเก่ามาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ไม่มีการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ

2.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการที่ซับซ้อน เมื่อสร้างเสร็จมีการนำไปทดสอบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติหลายครั้งเพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพดี มีความเป็นมาตรฐาน

ไพศาล วรคำ (2562) ได้กล่าวถึงการจำแนกแบบทดสอบตามการตรวจให้คะแนน สามารถจำแนกได้ 3 ประเภทดังนี้

1. แบบทดสอบปรนัย (Objective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยสูง กล่าวคือ ไม่ว่าจะให้บุคคลใดเป็นผู้ตรวจก็จะสามารถให้คะแนนได้ถูกต้องตรงกันเสมอ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบจับคู่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด เป็นต้น

2. แบบทดสอบอัตนัย (Subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำหรือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน เช่น แบบทดสอบความเรียง แบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

3. แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified subjective test) หมายถึงแบบทดสอบที่ทำการปรับปรุงมาจากแบบทดสอบอัตนัย โดยการปรับวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีความเป็นปรนัยมากขึ้น

จากข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งได้หลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบปรนัย แบบทดสอบอัตนัย และแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ ซึ่งในแต่ละประเภทจะมีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น การให้คะแนนแบบอิงเกณฑ์ และการให้คะแนนแบบอิงกลุ่ม ซึ่งหมายถึงคะแนนที่สามารถแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบแบบทดสอบที่ใช้การตรวจแบบอิงเกณฑ์ และอิงกลุ่มได้แก่ แบบทดสอบปรนัย ผู้สอนจะเป็นคนตรวจและคะแนนจะขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ตรวจเอง

6.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลประเมินผลเป็นภารกิจหนึ่งที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ ผลที่ได้จากการประเมินจะช่วยให้อาจารย์ผู้สอนได้ทราบถึงความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ การใช้หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน รวมทั้งใช้ผลที่ได้จากการประเมินเป็นแนวทางให้อาจารย์ผู้สอนนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนมากยิ่งขึ้นตามหลักการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาและในชั้นเรียนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยการประเมินด้านกระบวนการคิด การจัดการ การประยุกต์ความรู้ การมีคุณธรรม ค่านิยมที่ดี และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ รวมทั้งต้องประเมินให้ครอบคลุมตามเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

Klopfe (1985) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดว่านักเรียนมีพฤติกรรมต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งเป็นผลจากการฝึกฝนอบรมในช่วงที่ผ่านมา การวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย

1.1 พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำในเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการศึกษาค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นภาคความรู้จากการอ่านหนังสือและการฟังการบรรยาย

1.2 พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่สูงกว่าความรู้และความจำ

1.3 พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการดำเนินการโดยอาศัยวิธีการทาง ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4 พฤติกรรมการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี รวมถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านจิตพิสัย การพิจารณาด้านจิตพิสัยของผู้เรียนรายวิชา

วิทยาศาสตร์นั้น พิจารณาจากพฤติกรรมด้านความรู้สึกและอารมณ์ และระดับการยอมรับหรือปฏิเสธ อย่างไรก็ตามมิได้รวมถึงพฤติกรรมด้านความรู้สึกทั้งหมดที่ควรจะเกิดขึ้นในตัวนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติงานและการดำเนินงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึง จุดประสงค์ของการ วัดผลประเมินผลว่าจะช่วยให้ครูได้ทราบถึงความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้การใช้หลักสูตรและ กระบวนการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งมีหลักในการประเมินที่สำคัญคือ

1. การประเมินเพื่อการปรับปรุงการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องได้
2. การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้เป็นการประเมินเพื่อสรุปความสามารถในด้าน ต่างๆของนักเรียน ซึ่งการตรวจสอบหรือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะสามารถนำไป เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมและพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

ชวลิต ชูกำแหง (2550) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ว่า การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัดและการ เรียนรู้ในภาพรวม การประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงประกอบด้วย การประเมิน ความเข้าใจกระบวนการวิทยาศาสตร์ เจตคติวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้ห้องปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์และความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ซึ่งความก้าวหน้าด้านต่าง ๆ ของ ผู้เรียนจะส่งผลต่อจุดประสงค์ของรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมาตรฐานการเรียนรู้ที่ สถานศึกษากำหนดไว้ การวัดและประเมินผล ตัวผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงวัดและ ประเมิน 2 แนวทางคือการวัดและประเมินผลตามคู่มือ Taxonomy of educational objectives ของ Bloom และการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) พฤติกรรมที่ต้องการทำการ วัดประเมินผู้เรียน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออก โดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึก ข้อสรุปได้ การวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำลักษณะของข้อสอบจะถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่ เกินร้อยละยี่สิบของข้อสอบทั้งหมด

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ความสามารถในการแปล ความ การตีความสร้างข้อสรุป และการขยายความ นักเรียนมีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดย สามารถเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์การอธิบายชี้แนะ การจำแนกเข้าหมวดหมู่ การยกตัวอย่าง การให้เหตุผล การจับใจความเขียนภาพประกอบ การตัดสินใจและการแสดงความเห็น รวมไปถึงการ อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้

3. ด้านการนำไปใช้ เป็นการวัดความสามารถด้านการนำเอาความรู้ความเข้าใจมาประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม การเขียนคำถามในระดับนี้อาจจะเขียนคำถามความสอดคล้องระหว่างวิชาและการปฏิบัติถามให้อธิบายหลักวิชา หรือถามให้แก้ปัญหาตามเหตุผลของภาคปฏิบัติ

4. ด้านการวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะ หรือความสามารถในการแจกแจงรายละเอียดของเรื่องราว ความคิด การปฏิบัติออกเป็นระดับย่อย ๆ โดยอาศัยหลักการหรืออาศัยกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อค้นพบข้อเท็จจริงและคุณสมบัติบางประการ คำถามระดับการวิเคราะห์แบ่งออก 3 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5. ด้านการสังเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการรวบรวมและผสมผสานในด้านรายละเอียดหรือเรื่องราวปลีกย่อยของข้อมูลสร้างเป็นสิ่งที่แตกต่างจากเดิมความสามารถดังกล่าวเป็นพื้นฐานของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คำถามระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การสังเคราะห์ข้อความ การสังเคราะห์แผนงาน การสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6. ด้านการวัดและประเมินค่า เป็นการวัดความสามารถในการสรุปค่าหรือการตีราคาเกี่ยวกับเรื่องราว ความคิด พฤติกรรมว่าดี-เลว เหมาะสม-ไม่เหมาะสม เพื่อหาจุดประสงค์บางประการมาอ้างอิงโดยใช้เกณฑ์ภายในและการประเมินโดยใช้เกณฑ์ภายนอก

ภพ เลหาไฟบุรณ์ (2557) ได้แบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Klopfe ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 6 ประเภท คือ

1. ความรู้และความจำ
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ
5. เจตคติและความสนใจ
6. การมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่าตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัดผลด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัยที่ตั้งไว้หรือไม่ เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงในการเรียนการสอนและการวัดผล โดยการวัดความสามารถทางด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และด้านการนำไปใช้

6.4 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

ขวลิต ศรีคำ (2552) กล่าวว่า บลูม และคณะได้จัดพฤติกรรมการเรียนรู้ซึ่งได้

พัฒนาขึ้นในช่วงศตวรรษที่ 6 ของศตวรรษที่ 20 โดยใช้หลักการจำแนกที่แยกพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า
2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective domain) ได้แก่ การรับรู้ การตอบสนอง การเห็นคุณค่า การจัดระบบหรือการสร้างกรอบความคิด และการสร้างลักษณะนิสัย
3. พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ได้แก่ การเรียนแบบ การทำตาม การร่ายอย่างถูกต้อง ความชัดเจนในการปฏิบัติ และทำอย่างธรรมชาติหรืออัตโนมัติ

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงถึงความสามารถในการคิดหรือกระบวนการทางปัญญา คือ พฤติกรรมการเรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย เนื่องจากพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย หรือ Cognitive Domain เป็นสมรรถภาพทางสติปัญญาหรือทางสมองของผู้เรียนในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่ผู้เรียนจะต้องอาศัยความสามารถทางสมองเป็นที่ยึดของการคิดในระดับต่าง ๆ รวมทั้งจดจำ เช่น การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การเขียนเรียงความ การทำความเข้าใจในการอ่าน การคิดสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ เป็นต้น

ซึ่งในปี 1956 บลุ่ม และคณะได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการรับรู้หรือพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ว่ามีลักษณะเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เป็นลำดับขั้น (Benjamin Bloom's Taxonomy of Educational Objective) และต่อมาในปี 2001 แอนเดอร์สัน และ แครทวอลท์ (Anderson and Krathwohl) ได้ทบทวนและปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมโดยใช้ชื่อว่า อนุกรมวิธานการเรียนรู้การสอน และการประเมิน หรืออีกชื่อหนึ่งคือ อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยการเปลี่ยนแต่ละระดับของบลูมจากคำนามให้เป็นคำกริยาเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัย ซึ่งได้ปรับปรุงและแบ่งออกเป็น 6 ระดับ

1. ระดับการจำ (remembering) เป็นระดับพื้นฐานของการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการนำเอาหรือดึงเอาความรู้ การสืบค้น การเตือนความจำ จากความจำระยะยาวของผู้เรียนออกมาเพื่อกำหนดการเรียนรู้ให้พัฒนาต่อไปในระดับที่สูงขึ้น
2. ระดับการเข้าใจ (understanding) เป็นกระบวนการสร้างความรู้อย่างมีความหมาย จากสื่อจากการอธิบาย การพูด การเขียน การแยกแยะ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ หรือการอธิบายที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียนรู้เข้าใจและกำหนดความหมายของสิ่งที่เรียนจากการเขียนหรือจากสื่อ
3. ระดับการประยุกต์ใช้ (applying) เป็นการนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ หรือนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ด้วยกระบวนการหรือวิธีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นเป็นตอน

4. ระดับการวิเคราะห์ (analyzing) เป็นกระบวนการนำส่วนต่าง ๆ ของการเรียนรู้มาประกอบเป็นโครงสร้างใหม่ ด้วยการพิจารณาว่ามีส่วนใดสัมพันธ์กับส่วนอื่นอย่างไร พิจารณาโครงสร้างโดยรวมของสิ่งที่เรียนรู้แยกแยะวัตถุประสงค์ที่แตกต่างผ่านการกระบวนการอย่างเป็นระบบ

5. ระดับการประเมินผล (evaluating) เป็นกระบวนการตัดสินใจ การเลือกการตรวจสอบ สิ่งที่ได้จากการเรียน สู้บริบทของตนเอง ที่สามารถวัดได้ และตัดสินใจว่าอะไรถูกหรือผิดบนเงื่อนไขและมาตรฐานที่สามารถตรวจสอบได้บนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่แน่ชัด

6. ระดับการสร้างสรรค์ (creating) เป็นกระบวนการเพื่อให้ได้องค์ประกอบของสิ่งที่เรียนรู้ร่วมกัน ด้วยการสังเคราะห์ เพื่อเชื่อมโยง ให้รูปแบบใหม่ของสิ่งที่เรียนรู้หรือโครงสร้างของความรู้ที่ผ่านการวางแผน และการสร้างหรือการผลิตอย่างเหมาะสม

พิศิษฐ์ ตัณทวนิช (2558) ได้อธิบายรายละเอียดของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยไว้ 6 พฤติกรรม ดังนี้

1. การจำ (remembering) หมายถึงการที่ผู้เรียนสามารถจดจำสาระต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาไว้ในสมอง พฤติกรรมการเรียนรู้ในส่วนนี้มาวัดความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลความรู้ (retention) ไว้ในตัวผู้เรียน สามารถแยกย่อยได้เป็น 2 ส่วน คือ

1.1 การจำได้ (recognizing) หมายถึงการที่ผู้เรียนสามารถจดจำสาระต่าง ๆ ในลักษณะของการระบุแยกได้ว่า สิ่งเร้าที่เข้ามากระตุ้นนั้น หมายถึงหรือมีความหมายว่าอย่างไร

1.2 การระลึกได้ (recalling) หมายถึงการที่บุคคลสามารถย้อนระลึกนึกไปถึงสาระต่าง ๆ ที่ตนเคยประสบมา โดยไม่มีสิ่งเร้าใด ๆ มาเป็นตัวช่วยกระตุ้นความจำทันทีในขณะนั้น เป็นส่วนความจำระยะยาวในสมองของนักเรียน

2. ความเข้าใจ (understanding) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการสื่อสารข้อมูลความรู้ที่ตนได้รับรู้มาให้บุคคลอื่นได้รับทราบถึงข้อความรู้นั้น ด้วยวิธีการสื่อสารที่เป็นของตนเอง โดยอาจนำเสนอเป็นถ้อยคำ ภาษาเขียน ท่าทาง สัญลักษณ์ รูปภาพหรือวิธีการอื่นใดด้วยวิธีการที่เป็นของตนเองความเข้าใจถือได้ว่าเป็นจุดตั้งต้นของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่กระบวนการจัดการศึกษาคาดหวังว่าควรเกิดขึ้นกับผู้เรียน พฤติกรรมของความเข้าใจนั้นตรงการที่ผู้เรียนต้องสามารถสื่อความหมายของสาระบทเรียนที่ตนได้รับรู้มา ให้ปรากฏออกในลักษณะของการสื่อสารในลักษณะต่าง ๆ เพื่อถ่ายทอดสาระที่ตนรับรู้ได้ไปยังบุคคลซึ่งเป็นผู้รับสาร ให้สามารถรับสารดังกล่าวได้อย่างถูกต้องตรงตามความหมายของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจ แบ่งออกได้เป็น 7 ส่วนย่อย คือ

2.1 การตีความ (interpreting) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการสื่อความหมายเรื่องใดเรื่องหนึ่งในรูปแบบใหม่ที่ต่างออกไปจากเดิมแต่ความหมายเท่าเดิม เช่น อาจ

เปลี่ยนแปลงจากถ้อยคำเดิมเป็นถ้อยคำใหม่ หรือเปลี่ยนแปลง ถ้อยคำ ภาพ เป็นสัญลักษณ์ สัญลักษณ์เป็นถ้อยคำ หรือรูปภาพ เป็นต้น

2.2 การยกตัวอย่าง (exemplifying) หมายถึงความสามารถที่บุคคล ยกตัวอย่างหรือกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับสิ่งที่เรารู้มาเพื่อให้บุคคลอื่นรับรู้ได้

2.3 การจัดประเภท (classifying) หมายถึงการที่ผู้เรียนสามารถจัด ประเภทสิ่งของปรากฏการณ์ใด ๆ ตามเกณฑ์การจัดประเภทที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

2.4 การสรุปความ (summarizing) หมายถึงการที่ผู้เรียนสามารถจัดทำ ข้อมูลสั้นๆเพื่อแทนถ้อยคำหรือสาระเรื่องราวใด ๆ ที่มีเป็นจำนวนมาก ๆ โดยคงไว้ซึ่งเนื้อหาเดิมที่สำคัญไว้ได้

2.5 การอ้างพาดพิง (inferring) หมายถึงการที่ผู้เรียนสามารถจับรูปแบบ หรือแบบแผนการเปลี่ยนแปลงของสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้และใช้รูปแบบหรือแบบแผนดังกล่าวในการอธิบาย ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นการเพิ่มเติม

2.6 การเปรียบเทียบ (comparing) หมายถึงการที่บุคคลสามารถจับ ประเด็นเทียบเคียงความเหมือน และความแตกต่างของวัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ หรือพฤติกรรม ใด ๆ จากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง ซึ่งอยู่ในภาวะสามารถเทียบเคียงกันได้

2.7 การอธิบาย (explaining) หมายถึงความสามารถของบุคคลที่จะ ถ่ายทอดเรื่องราว ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ หรือความเห็นใด ๆ ให้บุคคลอื่นได้รับรู้โดยวิธีการสื่อสาร ทางใดทางหนึ่ง เช่น การพูด การเขียน การใช้ท่าทาง หรือภาษาสัญลักษณ์ โดยการนำเสนอถ่ายทอด ดังกล่าวนั้นโดยผู้นำเสนอใช้วิธีการถ่ายทอดที่เป็นของตนเอง

3. การปรับใช้ (applying) หมายถึงความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่ตน ได้เรียนรู้ไปใช้ แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ตนต้องเผชิญ หรือในชีวิตจริง ทั้งนี้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นนั้น จะต้องเป็นสถานการณ์ที่มีความใหม่หรือต่างไปจากเดิม การปรับใช้แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนย่อย ดังนี้

3.1 การลงมือกระทำการตามขั้นตอน (executing) หมายถึงการกระทำที่ บุคคลลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาใด ๆ ไปตามขั้นตอนการดำเนินการที่ตนเรารู้มา โดยมีลักษณะบางส่วน ของปัญหาที่ผู้เรียนคุ้นเคย (familiar task) มาก่อน ลักษณะการดำเนินการมุ่งเน้นไปในทางด้านทักษะ และโครงสร้างขั้น ตอนการดำเนินการ (skills and algorithms) เป็นสำคัญ

3.2 การประยุกต์ (implementing) หมายถึงความสามารถของบุคคลที่คิด ดำเนินการแก้ปัญหาที่ตนต้องประสบ โดยปัญหานั้นเป็นปัญหาที่ตนไม่คุ้นเคย (unfamiliar tasks) หรือมีลักษณะบางส่วนแตกต่างไปจากสภาพบทเรียนที่ตนเคยเรารู้มา และสภาพการแก้ปัญหา ดังกล่าวไม่มีแบบแผนของคำตอบที่แน่นอนตายตัวหรือ อาจมีแบบแผนการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่ง

แบบ แต่วิธีการที่เลือกนำเสนอสมควรจะต้องเป็นวิธีการที่มีประสิทธิผล ประสิทธิภาพ และสามารถดำเนินการได้จริง (effectiveness, efficiency, and affordability)

4. การวิเคราะห์ (analyzing) เป็นความสามารถของบุคคลในการที่จะพิจารณา แยกแยะเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ใด ๆ แล้วสามารถหยั่งถึงเบื้องหลังความเป็นมาเป็นไป หรือ ส่วนประกอบที่เป็นรายละเอียดที่ประกอบด้วยกันเข้าเป็นสังขันธ์นั้น โดยการพิจารณาดังกล่าวเกิดจาก บุคคลใช้ปัญญาของตนคิดหาเหตุผลหรือคำตอบด้วยตนเอง โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานที่ตนสามารถรับรู้ ได้ การวิเคราะห์เป็นความสามารถด้านสมองที่มีความจำเป็นอย่างมากในกรณีที่ต้องการสอนให้คนรู้จักคิด รู้จักหาเหตุผลมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์สามารถแยกย่อยได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

4.1 การชี้ระบุลักษณะสำคัญ (differentiating) หมายถึง การที่บุคคล สามารถระบุเรื่องราวหรือ ปรากฏการณ์ใด ๆ ที่มุ่งศึกษานั้นว่ามีสาระใดบ้างเป็นส่วนสำคัญ หรือการชี้ ระบุประเด็นที่สำคัญของสังขันธ์นั้นให้เห็นได้ชัด

4.2 การชี้ระบุระบบความสัมพันธ์(organizing) หมายถึงการที่บุคคล สามารถมองเห็นความเชื่อมโยงความต่อเนื่องของเรื่องราว ปรากฏการณ์หรือการใช้เหตุผลใด ๆ ว่าสัง ขันธ์นั้น มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร

4.3 การชี้ระบุคุณสมบัติภายใน (attributing) หมายถึงการที่บุคคลสามารถ หยั่งเห็นถึงแนวคิด ข้อคิด เจตนา หรือความตั้งใจที่ซ่อนอยู่ภายในของปรากฏการณ์ใด ๆ ที่เกิดขึ้น

5. การประเมิน (evaluating) หมายถึง การลงข้อตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่า ให้กับกิจกรรมสิ่งของการกระทำ หรือปรากฏการณ์ใด ๆ ไปตามเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้ การประเมินจะเกิดขึ้นนั้นต้องเป็นการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าการประเมินสามารถแบ่งออกได้ เป็น 2 ส่วนย่อย คือ

5.1 การตรวจสอบ (checking) หมายถึงการพิจารณาว่าขั้นตอนการดำเนิน กิจกรรมใด ๆ กับผลลัพธ์ที่ได้หรือขั้นตอนการดำเนินงานนั้น ๆ มีความสอดคล้องคงที่ภายในหรือไม่ รวมทั้งมีคุณสมบัติหรือเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

5.2 การลงข้อตัดสิน (critiquing or judging) หมายถึง การลงข้อประเมิน ให้กับผลผลิตหรือกระบวนการใด ๆ ว่าเป็นไปตามเกณฑ์และมาตรฐานภายนอกที่ได้รับการกำหนด ล่วงหน้าหรือไม่อย่างไร

6. การสร้างสรรค์ (creating) เป็นความสามารถของบุคคลในการที่จะคิด พัฒนา ประดิษฐ์สร้างหรือจัดกระทำสิ่งใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้น โดยผลงานดังกล่าวนี้ เกิดจากความคิดของตัว ผู้สร้างเอง โดยมิได้ลอกเลียนงานของบุคคลใด ๆ มาในลักษณะของการลอกทั้งชิ้นงานหรือการ สร้างสรรค์หมายถึงการนำเอาสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นส่วนย่อยมาผูกพันประสานให้เกิดขึ้นเป็น

ผลงานชิ้นใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม การสร้างสรรค์เป็นความคาดหวังของการจัดการศึกษาในประเด็นที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแต่ละคนมีความเป็นตัวของตัวเอง มีความสามารถในการคิด ประดิษฐ์สร้าง หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อคนในสังคม โดยปรากฏผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อเขียนหรือบทความ ชิ้นงาน ผลงานประดิษฐ์โครงการ ภาพวาด ตาราง หรือทฤษฎี ฯลฯ เป็นต้นโดยมีขั้นตอนในการสร้างสรรค์ดังนี้ ก.) พบหรือเผชิญกับภาวะที่มีปัญหา ข.) วางแผนนำเสนอแนวทางการพัฒนา ค.) สร้างสรรค์ผลที่วางหรือคิดไว้ให้เกิดเป็นชิ้นงาน การสร้างสรรค์สามารถแยกย่อยออกได้เป็น 3 ส่วนย่อย คือ

6.1 การจัดกระทำใหม่ (generating or hypothesizing) หมายถึง การที่บุคคลสามารถให้ข้อเสนอแนะชี้แนะในแนวทางการพัฒนา สร้างสรรค์หรือเห็นแนวทาง ขั้นตอนในการจัดกระทำใหม่ให้กับปัญหาหรือขั้นตอนการดำเนินการใด ๆ ที่มีอยู่โดยอาศัยแนวทางพื้นฐานวิธีการเดิมที่มีอยู่เป็นฐานและแนวคิดในการแก้ไขพัฒนาต่อยอดเพื่อให้ได้สิ่งใหม่ต่างออกไปจากเดิม

6.2 การวางแผน (planning) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการจัดลำดับขั้นตอนหรือสามารถกำหนดสิ่งที่จะต้องดำเนินการ เพื่อแก้ปัญหาหรือกระทำการบางอย่างให้ลุล่วงไป เพื่อให้เกิดผลตามที่ต้องการในกาลข้างหน้า

6.3 การสร้างและพัฒนา (producing) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการที่ใช้ความสามารถทางสมองของตนในการคิดค้น เขียน สร้าง วาด หรือพัฒนาสิ่งใหม่ให้เกิดขึ้นโดยการกระทำดังกล่าว ผู้สร้างใช้ความสามารถความคิดของตนเองเป็นสำคัญ มิได้เกิดจากการลอก หรือเลียนแบบผลงานของบุคคลอื่นมาทั้งหมดหรือลอกมาแทบทุกส่วน

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยมี 6 ระดับ ดังนี้

1. ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการที่ผู้เรียนจะจดจำข้อเท็จจริงหรือเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นหรือได้ประสบมา สามารถที่จะบอก เขียน หรือเล่าเป็นการระลึกถึงข้อเท็จจริงเหล่านั้นออกมาได้ ตัวอย่างเพื่อประเมินความรู้ความจำ

2. ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบาย สื่อสาร หรือแสดงให้เห็นความเข้าใจในข้อเท็จจริง แสดงให้เห็นถึงแนวคิดหรือความรู้ที่ได้ ซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การอธิบาย การจำแนก การเปรียบเทียบ การสร้างแผนภูมิหรือแผนผังตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการเข้าใจ

3. ระดับประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถนำหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีการต่าง ๆ ของเรื่องที่ได้เรียนรู้แล้วนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ ตัวอย่างเพื่อการประเมินการประยุกต์ใช้

4. ระดับการวิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถแจกแจง แยะแยะสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อยและพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องระหว่างส่วนย่อยกับวัตถุ สิ่งของ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ตัวอย่างเพื่อประเมินการวิเคราะห์

5. ระดับการประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานซึ่งอาจทำได้ด้วยการวิพากษ์ การตรวจสอบ ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินค่า

6. ระดับการสร้างสรรค์ (Create) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถนำส่วนย่อยต่าง ๆ หรือองค์ประกอบย่อยเข้ามาเชื่อมโยงกันเป็นภาพรวมของสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยผ่านการออกแบบ การวางแผน การผลิต การก่อให้เกิด ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสร้างสรรค์

กล่าวโดยสรุปคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมองขึ้นอยู่กับความสามารถทักษะและประสบการณ์ของผู้เรียนแต่ละบุคคลซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้ ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งเน้นในด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ ดังนั้นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการวิจัยครั้งนี้จึงหมายถึงความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคล วัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวัดความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ และการนำไปใช้เพื่อให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

อรยา แจ่มใจ (2557) พัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเพื่อศึกษารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 37 คน ผลการวิจัยพบว่าหลังผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงการใช้คำถามและสื่อที่มีความหลากหลาย 2) ขั้นตอนการสร้างสรรค์และการวิเคราะห์ข้อมูลครูต้องให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มและควรมีเทคนิคในการจัดกลุ่มที่มีความหลากหลาย 3) ขั้นตอนการสร้างข้อ

โต้แย้งชั่วคราวครูต้องกำหนดเวลาในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวให้เหมาะสม กับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และครูมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 4) ขั้นตอนกิจกรรมการโต้แย้งครูต้องกำหนดประเด็นการโต้แย้งและกำหนดเวลาในการโต้แย้งให้ชัดเจน 5) ขั้นตอนการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบครูต้องตรวจสอบอย่างละเอียดโดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ในแต่ ละแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบกลับคืนนักเรียนทันที เพื่อให้ นักเรียนได้รับทราบว่ามีข้อปรับปรุงอะไรบ้างวิทยาศาสตร์ในระดับดีมากซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีดังนี้ 1) ขั้นตอนการระบุภาระงาน ครูต้องมีเทคนิค

จิรารัตน์ แสงสร (2559) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง และเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ส่งผลให้นักเรียนได้ระบุข้อสันนิษฐานแปลงข้อมูลวิเคราะห์ และแปลความข้อมูล และระบุเหตุผลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5

พาอิม๊ะ เจาะสา (2561) ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเดชะปัตตานยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานีที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2560 จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การระบุภาระงาน เป็นการนำเสนอสถานการณ์ เพื่อสร้างความสนใจและวิเคราะห์สถานการณ์เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม (2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูล เป็นการออกแบบและดำเนินการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ที่ศึกษา เก็บรวบรวม จัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล จนสามารถสรุปเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเป็น

การสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม เพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ (4) กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน อภิปรายและ วิเคราะห์เพื่อมุ่งหาคำตอบของสถานการณ์ที่มีเหตุผลสนับสนุนและเป็นที่ยอมรับ (5) การเขียนรายงาน ผลการสำรวจตรวจสอบ (6) การตรวจสอบโดยเพื่อนและ (7) การปรับปรุงรายงาน เป็นการแก้ไขและ ปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการ เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม จำนวน 18 ชั่วโมง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาแบบวัดการคิดวิเคราะห์ แบบวัดความพึงพอใจต่อ การจัดการเรียนรู้และแบบบันทึกภาคสนาม โดยดำเนินการทดลองกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน (The One-Group Pretest-Posttest Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ.01 2) การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะ แบบมีการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนมีความ พึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งอยู่ในระดับมาก

ณัฐวรรณ ศิริธร (2562) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ โต้แย้งและศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องแรง มวลและกฎการ เคลื่อนที่ของนิวตัน กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน ในโครงการ ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ บันทึกหลังการสอนของครูอนุทินของนักเรียน วิดีทัศน์ บันทึกการสอนวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย และแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนรายข้อในแต่ละองค์ประกอบ ของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากนั้นหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก เพื่อทำการแบ่งอันดับภาคชั้น ตามหลักการทางสถิติออกเป็น 3 ระดับ (คะแนนเต็ม 2 คะแนน) ผลการวิจัยพบว่าแนวปฏิบัติที่ดีขั้นที่ 1 การกำหนดประเด็นที่ศึกษาควรยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ทำนายและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ขั้น ที่ 2 การสร้างสรรค์และวิเคราะห์ข้อมูลควรตั้งคำถามขึ้นในลักษณะคำถามปลายเปิด และเปิดโอกาส ให้นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ขั้นที่ 3 การสร้างข้อ โต้แย้งชั่วคราว รูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ควรกำหนดองค์ประกอบอย่างชัดเจน ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ควรส่งเสริมให้นักเรียนทุกกลุ่มมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเน้นให้นักเรียนแสดง ความคิดเห็นบนพื้นฐานของตรรกะและเหตุผล ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานส่วนบุคคล ควรให้การ ช่วยเหลือแนะนำให้นักเรียนเข้าใจกรอบแนวคิดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และขั้นที่ 6 การอภิปราย

สะท้อนผลและการปรับปรุงรายงาน ควรกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบรายงานของเพื่อนและอภิปรายถึงปัญหาและแนวทางที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม และผลจากการวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี(1.75 คะแนน)

ทศพล สุวรรณพุด (2562) การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ที่ได้มา โดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัด การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ โดยรูปแบบของข้อสอบเป็นแบบเขียนตอบมี 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบ 3) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยวัดจาก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และ ด้านการสร้างข้อสรุป เท่ากับ 26.70 จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า มีคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก ($X = 4.16$, $S.D. = 0.65$)

พิมพ์ภา คำอาจ (2563) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนหนองกุงศรี

วิทยาการ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test (One samples t-test) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยวิธีการโต้แย้ง มีขั้นตอนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถาม 2) ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง 5) ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ 6) ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 7) ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน และ 8) ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน แผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับเหมาะสมมากและกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 71.03/72.42 และ 2) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไอลดา สมภาร (2563) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์ปัญหาทางชีววิทยานักเรียนนี้มีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิดจากสถานการณ์ปัญหาทางชีววิทยาจำนวน 6 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ (1) แบบสมมติฐาน (2) แบบนิรนัย (3) แบบอุปนัย และ (4) การตั้งสมมติฐานนิรนัย จากนั้นวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ ไม่มีความสามารถ มีความสามารถบางส่วน และมีความสามารถสมบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถระบุและควบคุมตัวแปรได้มากที่สุด (46.06%) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลแบบนิรนัย แต่กลับพบว่านักเรียนเกินกว่าครึ่งหนึ่งไม่มีความสามารถในการสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบและการตั้งสมมติฐานนิรนัย (55.88% และ 61.76% ตามลำดับ) ในขณะที่ด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐานพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถบางส่วน (58.82%)

พรณทิวา อินทญาติ (2564) ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง และ 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง ผลการวิจัย คือ 1) นักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 62.71 สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสาร

ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 25.80 โดยเพิ่มขึ้น 36.91 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.26 ของคะแนนพัฒนาการ 2) นักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 25.51 สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.09 โดยเพิ่มขึ้น 20.43 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.07 ของคะแนนพัฒนาการ

รัตนวลี สราญบุรุษ (2565) ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีผลต่อการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส 2) แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test ผลการวิจัยสรุปว่า ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพกิจกรรม $(E1/E2) = 78.95/79.85$ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Lawson (2009) ได้ทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 4 แบบ คือ Abduction Reproduction Deduction และ Induction โดยทำการศึกษาและสังเคราะห์ กรณีศึกษาจากประวัตินักวิทยาศาสตร์ที่มีการใช้การให้เหตุผลดังกล่าว ซึ่ง พบว่าในแต่ละกรณีนั้นมีรูปแบบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ใน

รูปแบบของ If/Then/Therefore ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจะนำไปประยุกต์ในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

Sampson et al. (2010) ทำวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน สืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Instructional Model) ที่มีต่อความสามารถในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาวิชาเคมีจำนวน 18 คน จัดการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีด้วย รูปแบบดังกล่าวจำนวน 6 ครั้ง รวมระยะเวลาทดลอง 15 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ผลการวิจัยสรุปว่า (1) คะแนนของรายงานปฏิบัติการเคมีหลังจากเรียนสูงกว่ารายงานแต่ละครั้งระหว่างเรียนจำนวน 5 เล่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 แสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ (2) รายงานที่มีการปรับปรุงแล้วเล่มสุดท้ายมีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของรายงานที่มีการปรับปรุงแล้วจำนวน 4 เล่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการให้คะแนนรายงานของนักศึกษาด้วยกันเองจากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน (Peer Review) สรุปว่ามีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 และคะแนนรายงานของนักศึกษามีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนครั้งของการแก้ไขรายงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

Acar and Patton (2012) ทำการวิจัยเรื่อง การโต้แย้งและทักษะการให้เหตุผลเชิงรูปนัยในการโต้แย้งที่อยู่บนฐานของการสืบสอบแบบชี้แนะแนวทาง (Argumentation and Formal Reasoning skills in argumentation based guided inquiry course) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประเภทของทักษะการโต้แย้งที่พัฒนาระหว่างการเรียนการสอนการโต้แย้งที่อยู่บนฐานของการสืบสอบมีส่วนช่วยในการพัฒนาส่งเสริมโน้ตทัศน์ และระหว่างการเรียนการสอนด้วยการโต้แย้งทำให้พัฒนาการด้านทักษะการให้เหตุผลของนักเรียนดีขึ้นด้วย

Sampson, Enderle, Grooms, and Witte (2013) ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทักษะในการเขียนทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 2 แห่ง เมื่อเรียนผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะร่วมกับกลโต้แย้งในปฏิบัติการทดลองใน 1 ภาคการศึกษา โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวเน้นการได้ลงมือทำการทดลองของนักเรียนและการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ทำการประเมินความเข้าใจในเนื้อหาโดยใช้แบบวัดความรู้และประเมินการเขียนทางวิทยาศาสตร์จากแบบบันทึกการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาและสามารถพัฒนาการเขียนทางวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้การจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบร่วมกับกลวิธีโต้แย้งสามารถส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการเรียนปฏิบัติการได้จากการศึกษางานวิจัยที่

เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศข้างต้น พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ กลวิธีโต้แย้ง สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ นอกจากนี้ยังพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์ พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย

Cetin, & Eymur (2017) ได้ทำการศึกษาใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อทักษะการ เขียนและการนำเสนอเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด เพราะบทบาทในการโต้แย้งและการ สืบเสาะสามารถพัฒนาทักษะความสามารถหลาย ๆ ด้านได้ เก็บข้อมูลโดยใช้การทดสอบการเขียน โต้แย้ง การประเมินโปสเตอร์ และแบบวัดการเรียนรู้ของนักเรียน จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียน สามารถพัฒนาการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ โครงสร้าง ข้อโต้แย้ง เนื้อหาของข้อโต้แย้ง และโครงสร้างการเขียน โดยที่องค์ประกอบที่พัฒนามากที่สุดคือ เนื้อหาของข้อ โต้แย้ง ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี จึงจะสามารถที่จะเขียนข้อโต้แย้งที่ดีได้ เนื่องจากองค์ประกอบของข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Pinar and Eymur (2018) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ การสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) เพื่อนำเสนอในการเรียนผ่านการสืบเสาะของนักศึกษาฝึก ประสบการณ์วิชาชีพครูในด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัยภายหลังการเข้าร่วมกลุ่มของวิชาปฏิบัติการ พบว่านักศึกษามีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายผ่านการจัดการเรียนรู้ แบบ ADI เช่น การออกแบบการสืบค้น การโต้แย้งที่มีหลักฐาน การเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ และการประเมินรายงานของเพื่อน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้น สามารถ สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งสามารถ พัฒนาทักษะความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ นอกจากนี้ยังพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้อีก ด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง มาใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ และนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

8. กรอบแนวคิดในงานวิจัย

จากการสังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีตลอดจนการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ และยังช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สร้างความสนใจและแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ โดยแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุคำถามนำ ซึ่งครูนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการ นำเข้าสู่บทเรียนจากนั้นใช้คำถามนำที่สอดคล้องกับสถานการณ์ 2) การออกแบบและเก็บข้อมูลนักเรียนสืบค้นข้อมูล ร่วมกันระบุปัญหา ออกแบบการทดลองและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องวิวัฒนาการ 3) นักเรียนวิเคราะห์ผล แล้วนำข้อมูลมาสร้างข้อโต้แย้ง 4) กิจกรรมโต้แย้ง นักเรียนมีการโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับเรื่องวิวัฒนาการ จากนั้นให้นักเรียนกลุ่มอื่นถามคำถามและแสดงความคิดเห็นแก่กลุ่มที่นำเสนอโดยให้เหตุผลประกอบ 5) การอภิปรายครูและนักเรียนนำวิธีการตรวจสอบอภิปรายร่วมกับโน้ตส่น 6) นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบ 7) นักเรียนตรวจสอบและประเมินรายงานผลของเพื่อน และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 8) นักเรียนแก้ไขปรับปรุงรายงานและส่งคืนครู จากการพัฒนาให้นักเรียนได้ฝึกการระบุปัญหา ออกแบบการทดลอง เก็บข้อมูลและนำผลการทดลองมาสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์ ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ โดยการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ด้วยความสมเหตุสมผลเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาและตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถาม
- ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล
- ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว
- ขั้นที่ 4 ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง
- ขั้นที่ 5 ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ
- ขั้นที่ 6 ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจกิจกรรมการโต้แย้ง
- ขั้นที่ 7 ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน
- ขั้นที่ 8 ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน



ความสามารถ
ในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

รูปภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในงานวิจัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ โดยมีการดำเนินการวิจัยโดยมีประเด็นหัวข้อนำเสนอ ดังนี้

1. ประชากรและตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและตัวอย่าง

1.1 ประชากรในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ห้องเรียน จากโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร โดยประชากรทั้งหมดเป็นห้องเรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จากผลการใช้เกรดเฉลี่ยรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยสถิติทดสอบ One-way ANOVA พบว่า ประชากรมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาชีววิทยาไม่แตกต่างกัน รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความแตกต่างของประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 156 คน

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9.94	3	3.31	7.51	0.0001
Within Groups	67.459	153	0.44		
Total	77.436	156			

1.2 ตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 39 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ ทั้งหมด 14 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ชากดักดำบรรพ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กายวิภาคเปรียบเทียบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 วิวัฒนาการของชีวิต สิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของลามาร์ก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของดาร์วิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พันธุศาสตร์ประชากร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของ แอลลีล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การกำเนิดสปีชีส์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 การกำเนิดสปีชีส์ใหม่

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดที่เป็นลักษณะเป็น 2 ตอน โดยตอนที่ 1 เป็นคำถามที่ให้นักเรียนเลือกตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ และตอนที่ 2 เป็นคำถามที่ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 1 โดยแบบวัดมีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ โดยครอบคลุมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2 ข้อ การให้เหตุผลแบบอธิบาย 2 ข้อ การให้เหตุผลแบบนิรนัย 2 ข้อ และการให้เหตุผลแบบอุปนัย 2 ข้อ

2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ใช้จริง 20 ข้อ

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ ทั้งหมด 14 ชั่วโมง ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 2 และหนังสือคู่มือครู

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง และศึกษาเอกสารการวิจัย ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง ผลการเรียนรู้ และขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัยเพื่อกำหนดแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง

3.1.3 กำหนดรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งในแต่ละแผนรายละเอียดจะประกอบไปด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดการประเมิน เอกสารอ้างอิง และแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	กิจกรรมการเรียนรู้	การส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 1 ขั้นการระบุภาระงานและข้อคำถาม	การนำเข้าสู่ภาวะของเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ มีการถามคำถามเพื่อสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมก่อนที่จะมีการระบุภาระงาน โดยนำเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ต้องการให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบและใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน
ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล	คือ ขั้นที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 4-5 คน เพื่อกำหนดวิธีการสำรวจตรวจสอบ คาดคะเนคำตอบ คิดวางแผนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ และทำการสำรวจตรวจสอบ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ หรือจากการทดลอง	1. การให้เหตุผลแบบอธิบาย 2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย

ตารางที่ 4 (ต่อ) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	กิจกรรมการเรียนรู้	การส่งเสริมการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างข้อโต้แย้ง ชั่วคราว	ขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการ สืบเสาะหาความรู้ จากการทำการ ทดลอง หรือจากการสำรวจตรวจสอบ แล้วนำมาใช้สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดย มี 3 องค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล สำหรับใช้ ในกิจกรรมการโต้แย้ง	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย
ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดย ครูให้นักเรียนนำเสนอข้อโต้แย้งเบื้องต้น ของแต่ละกลุ่ม จากนั้นเพื่อกลุ่มอื่น สามารถถามคำถามและแสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง การให้ เหตุผล หลักฐาน ของกลุ่มที่นำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย
ขั้นที่ 5 ขั้นการอภิปรายอย่างชัดเจน และสะท้อนกลับ	นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันจนได้ ข้อสรุปสุดท้าย และครูเป็นผู้ช่วยในการ กำหนดขอบเขตความรู้ให้แคบลง รวมไปถึง ถึงเชื่อมโยงและแก้ไขข้อบกพร่องที่ คลาดเคลื่อนจากขั้นที่ 4 จนได้เป็นโม ทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสถานการณ์หรือ หัวข้อที่ศึกษา	1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย 2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย
ขั้นที่ 6 ขั้นการเขียนรายงานผลการ สำรวจตรวจสอบ	ขั้นที่นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วย จุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ ปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยครูผู้สอน มอบหมายและชี้แจงรูปแบบการเขียน รายงานและให้คำแนะนำ	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย

ตารางที่ 4 (ต่อ) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	กิจกรรมการเรียนรู้	การส่งเสริมการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 7 ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน	ขั้นที่ครูเป็นผู้รวบรวมรายงานและ แจกกลับให้นักเรียนอย่างสุ่ม โดย นักเรียนแต่ละคนประเมินรายงาน ผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน เป็นรายบุคคลตามเกณฑ์การ ประเมินและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อสะท้อนสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข ในรายงานต่อไป	1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย 2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย
ขั้นที่ 8 ขั้นการปรับปรุงและส่ง รายงาน	การแก้ไขและปรับปรุงรายงานการ ตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน จากผลการประเมินที่ได้รับจากขั้นที่ 7 จากนั้นส่งรายงานให้ครูประเมิน เป็นคนสุดท้าย	1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย

3.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการ
เรียนรู้ และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ กับสาระการ
เรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
12. สืบค้นข้อมูลและ อธิบายเกี่ยวกับ หลักฐานที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้ในการ อธิบายการเกิด วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต	1. หลักฐานและ ข้อมูลที่ใช้ใน การศึกษา วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต 1.1 ซากดึกดำ บรรพ์	ซากดึกดำบรรพ์ คือ ซาก หรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิตที่ ตายไปแล้วเป็นเวลานาน และถูกรักษาสภาพไว้ใน หลายลักษณะ และเป็น หลักฐานสนับสนุนว่าใน อดีตเคยมีสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ อยู่ แต่ในปัจจุบันอาจสูญ พันธุ์ไปหรืออาจมีลักษณะที่ เปลี่ยนแปลงไป โดยซากดึก	1. นักเรียนสามารถ อธิบายการศึกษาซากดึก ดำบรรพ์ที่เป็นหลักฐาน ในการเกิดวิวัฒนาการได้ 2. นักเรียนสามารถให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ ที่เป็นหลักฐานในการ เกิดวิวัฒนาการได้ 3. นักเรียนให้ความ	2

ตารางที่ 5 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ กับสาระการเรียนรู้จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลา

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
		ด้าบรรพ์ที่มีอายุมากกว่าจะอยู่ในหินชั้นล่างที่มีอายุน้อยกว่า ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยกว่าจะอยู่ในหินชั้นบนที่มีอายุน้อยกว่าและมีโครงสร้างซับซ้อน มีลักษณะใกล้เคียงกับสิ่งมีชีวิตปัจจุบันมากที่สุด	ร่วมมือกับกิจกรรม	
12. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	1.2 กายวิภาคเปรียบเทียบ	การศึกษาโครงสร้างภายในของสิ่งมีชีวิตเพื่อบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ เช่น การเปรียบเทียบร่างกายคู่หน้าของสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างกำเนิดเดียวกัน (Homologous structure) และโครงสร้างกำเนิดต่างกัน (Analogous structure)	1. นักเรียนสามารถอธิบายการศึกษาทางวิภาคเปรียบเทียบที่เป็นหลักฐานในการเกิดวิวัฒนาการได้ 2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกายวิภาคเปรียบเทียบที่เป็นหลักฐานในการเกิดวิวัฒนาการได้ 3. นักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม	1
12. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	1.3 วิทยาเอ็มบริโอ ชีววิทยาโมเลกุล การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์	การศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการบางกรณีศึกษาจากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตในระยะเอ็มบริโอ ลำดับกรดอะมิโนในสิ่งมีชีวิตที่มี DNA เป็นสารพันธุกรรม ศึกษาจากลักษณะการกระจายทางภูมิศาสตร์ ความแตกต่างของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	1. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบการศึกษาวิทยาเอ็มบริโอ ชีววิทยาโมเลกุล การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ที่เป็นหลักฐานสนับสนุนให้เกิดวิวัฒนาการได้ 2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	2

ตารางที่ 5 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ กับสาระการเรียนรู้จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลา

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			เกี่ยวกับวิทยาเอ็มบริโอ ชีววิทยาโมเลกุล การ แพร่กระจายของ สิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ที่ เป็นหลักฐานสนับสนุน ให้เกิดวิวัฒนาการได้ 3. นักเรียนให้ความ ร่วมมือกับกิจกรรม	
13. อธิบายและ เปรียบเทียบแนวคิด เกี่ยวกับวิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิตของ มอง ลามาร์ก และ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับ วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิตของชาร์ลส์ ดาร์วิน	2. แนวคิด เกี่ยวกับ วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต 2.1 แนวคิด เกี่ยวกับ วิวัฒนาการของ ลามาร์ก	โครงสร้างใดที่มีการใช้งาน มากจะมีขนาดใหญ่และแข็งแรง ขึ้น ขณะที่โครงสร้างใดที่ไม่ได้ใช้ งานจะอ่อนแอลงและเสื่อมไป แนวคิดดังกล่าวนี้เรียกว่า กฎ การใช้และไม่ใช้ (Law of use and disuse) โครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงซึ่ง เกิดขึ้นภายในชั่วรุ่นสามารถ ถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ แนวคิดนี้ เรียกว่า (Law of inheritance of acquired characteristics)	1. นักเรียนสามารถ อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของของลา มาร์กได้ 2. นักเรียนสามารถให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของลามาร์ก ได้ 3. นักเรียนให้ความ ร่วมมือกับกิจกรรม	1
13. อธิบายและ เปรียบเทียบแนวคิด เกี่ยวกับวิวัฒนาการ ของสิ่งมีชีวิตของ มอง ลามาร์ก และ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับ วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิตของชาร์ลส์ ดาร์วิน	2.1 แนวคิด เกี่ยวกับ วิวัฒนาการของ ดาร์วิน	สิ่งมีชีวิตในปัจจุบันนี้ เป็นรุ่น ลูกหลานที่มีลักษณะแตกต่าง จากสิ่งมีชีวิตที่มีมาในอดีต โดย ลักษณะที่เหมาะสมเท่านั้นจะถูก คัดเลือกให้คงอยู่ใน สภาพแวดล้อมนั้น การที่ สิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่เหมาะสม กับสภาพแวดล้อมนี้เป็นการ ปรับตัวเชิงวิวัฒนาการซึ่งอาจ นำไปสู่การเกิดสปีชีส์ใหม่ขึ้นได้	1. นักเรียนสามารถ อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของดาร์วิน ได้ 2. นักเรียนสามารถให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของดาร์วิน ได้ 3. นักเรียนให้ความ ร่วมมือกับกิจกรรม	2

ตารางที่ 5 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ กับสาระการเรียนรู้จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลา

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
		แนวคิดดังกล่าวของดาร์วิน เรียกว่า การคัดเลือกโดยธรรมชาติ (Natural selection)	ร่วมมือกับกิจกรรม	
14. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	3. พันธุศาสตร์ประชากร	สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันอาศัยอยู่รวมกันในพื้นที่เดียวกันในช่วงเวลาได้เวลาหนึ่ง และสามารถผสมระหว่างกันได้ จนเกิดเป็นการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลและความถี่ของจีโนไทป์ที่เป็นองค์ประกอบทางพันธุกรรมของประชากร รวมทั้งปัจจัยที่ทำให้ความถี่ของแอลลีลและความถี่ของจีโนไทป์ของประชากรคงที่ตามหลักการของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงจนนำไปสู่การเกิดวิวัฒนาการ	1. นักเรียนสามารถคำนวณความถี่ของประชากรโดยใช้หลักฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กได้ 2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับแนวคิดพันธุศาสตร์ประชากรโดยใช้หลักฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กได้ 3. นักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม	1
14. ระบุสาระสำคัญ และอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	4. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล	ปัจจัยที่ทำให้ความถี่ของแอลลีลในประชากรเปลี่ยนแปลงและเกิดวิวัฒนาการจุลภาคได้แก่ เจเนติกดริฟต์แบบสุ่ม การถ่ายเทยีน การผสมพันธุ์แบบสุ่ม มิวเทชัน และการคัดเลือกโดยธรรมชาติ โดยปัจจัยดังกล่าวทำให้ยีนพูลในประชากรเปลี่ยนแปลงหรือเกิดวิวัฒนาการ	1. นักเรียนสามารถระบุเงื่อนไขที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลได้ 2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลได้	2

ตารางที่ 5 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ กับสาระการเรียนรู้จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลา

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
			3. นักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม	
15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และ อธิบาย กระบวนการการเกิดสปีชีส์ใหม่	5. การกำเนิดสปีชีส์ 5.1 การแยกเหตุการณ์สืบพันธุ์	สปีชีส์ทางด้านสัณฐานวิทยา หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันในลักษณะทางสัณฐานและโครงสร้างทางกายวิภาคของสิ่งมีชีวิต ใช้เป็นแนวคิด ในการศึกษาอนุกรมวิธาน สปีชีส์ทางด้านชีววิทยา หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถผสมพันธุ์กันได้ในธรรมชาติ ให้กำเนิดลูกที่ไม่เป็นหมันแต่ถ้าเป็นสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กัน ก็อาจให้กำเนิดลูกได้เช่นกันแต่เป็นหมัน	1. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการแยกเหตุการณ์สืบพันธุ์ได้ 2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแยกเหตุการณ์สืบพันธุ์ได้ 3. นักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม	1
15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย กระบวนการการเกิดสปีชีส์ใหม่	5.2 การกำเนิดสปีชีส์ใหม่	กำเนิดสปีชีส์แบบแอลโลพาทริกหรือการแยกแขนงสปีชีส์ตามสภาพภูมิศาสตร์ (Geographical Speciation) คือ การเกิดสปีชีส์แบบนี้เกิดจากการที่ประชากรแยกกันอยู่ตามสภาพภูมิศาสตร์ จนขาดการติดต่อกันเป็นเวลานานเนื่องจากมีสิ่งกีดขวางทางภูมิศาสตร์ทำให้ประชากรย่อยไม่มีโอกาสแลกเปลี่ยนยีนซึ่งกันและกันทำให้เกิดความแตกต่างทางพันธุกรรมมากขึ้น กำเนิดสปีชีส์แบบซิมพาทริก (sympatric speciation) เป็นการเกิดสปีชีส์ใหม่ในถิ่นอาศัยเดียวกับบรรพบุรุษ โดยมีกลไกมาป้องกัน	1. นักเรียนสามารถจำแนกสิ่งมีชีวิตในกระบวนการกำเนิดสปีชีส์ใหม่ได้ 2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการกำเนิดสปีชีส์ใหม่ได้ 3. นักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม	2

ตารางที่ 5 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ กับสาระการเรียนรู้จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลา

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
		ทำให้ไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ แม้ว่าจะอยู่ในพื้นที่เดียวกันก็ตาม การเกิดสปีชีส์ใหม่ลักษณะนี้เห็นได้ ชัดเจนในวิวัฒนาการของพืช		

3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และสาระสำคัญ

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดการประเมิน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ โดยจากคำแนะนำของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ควรปรับปรุงในเรื่องของหัวข้อที่จะใช้โต้แย้งในแต่ละแผนการเรียนรู้ ที่สถานการณ์บางส่วนยังไม่ตรงประเด็นกับสาระสำคัญของเรื่องที่นักเรียนควรจะได้รับ

3.1.7 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.1.8 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีรายชื่อดังนี้

1. รองศาสตราจารย์.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต การวิจัยและพัฒนา
ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือการวิจัย หลักสูตร
อาจารย์สังกัดภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสงค์ สายหงส์ ปริญญาเอก Ph.D. Early Intervention/Early
ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือการวิจัย Childhood Special University of Oregon
อาจารย์สังกัดภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3. รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน
ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือการวิจัย
การศึกษาดุซงึ่บัณฑิต วิจัยและประเมินผล
การศึกษา
อาจารย์สังกัดภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
4. รองศาสตราจารย์ ดร.คมสร เล่าห์ประเสริฐ
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
วิทยาศาสตร์ดุซงึ่บัณฑิต วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
อาจารย์สังกัดภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
5. คุณครูประภัสศรี ภูชมชิต
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้
ครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยา โรงเรียนยางตลาด
วิทยาการ

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน

เหมาะสมมากที่สุด

5

เหมาะสมมาก

4

เหมาะสมปานกลาง

3

เหมาะสมน้อย

2

เหมาะสมน้อยที่สุด

1

3.1.9 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2543) เป็นแบบประเมินมาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating scale) มีทั้งหมด 5 ระดับ โดยเกณฑ์คุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 2.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 9 แผนการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.29-4.46 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะต่าง โดยข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่จะเป็นการปรับการใช้คำถามในสถานการณ์ที่ครูผู้สอนยกมาใช้ในชั้นกิจกรรมการโต้แย้งให้ไม่กำกวม และปรับเนื้อหาในสถานการณ์

ให้ตรงประเด็นและอยู่ในกรอบความรู้ในเนื้อหานั้น ๆ จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4/4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 44 คน โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตาม ข้อบกพร่องที่พบก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง โดยประเด็นแก้ไขที่พบเป็นในส่วนของ การตั้งคำถามนำเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการโต้แย้งในชั้น ที่ 4 มากยิ่งขึ้น เพื่อสร้างบรรยากาศการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในห้องเรียน หลังจาก ปรับปรุงแก้ไขในข้อบกพร่องแล้ว จากนั้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ ความเหมาะสมอีกครั้ง

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้ในการวัดและประเมินผล ความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังจากที่ใช้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ ด้วยรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยมี รายละเอียดในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ศึกษาตำรา งานวิจัย และบทความที่เกี่ยวกับความหมายและประเภทของการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้

3.2.2 ศึกษาตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการวัดและประเมินการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในเนื้อหา เฉพาะสาขาชีววิทยา ตลอดจนกำหนดลักษณะการเขียนข้อคำถาม และเกณฑ์การให้คะแนน

3.2.3 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่ง ประกอบด้วยโจทย์เป็นสถานการณ์ที่มีลักษณะเป็นข้อความ ข่าว ภาพ หรือแผนภาพ โดยเนื้อหาของ สถานการณ์ดังกล่าวเป็นเรื่องราวที่เกิดขึ้นจริงและสามารถพบเจอในชีวิตประจำวัน ที่ครอบคลุมการ ให้เหตุผลทั้ง 4 ประเภท เป็นแบบอัตนัยหรือการเขียนบรรยาย โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผลแบบสมมติ นัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย

ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์และกำหนดจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

สถานการณ์	ประเภทการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ
สถานการณ์ที่ 1	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ✓ 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย - 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย - 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย -	1
สถานการณ์ที่ 2	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน - 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย ✓ 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย - 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย -	1
สถานการณ์ที่ 3	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน - 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย - 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย - 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย ✓	1
สถานการณ์ที่ 4	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน - 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย - 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย ✓ 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย -	1
สถานการณ์ที่ 5	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน - 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย ✓ 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย - 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย -	1
สถานการณ์ที่ 7	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน - 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย - 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย ✓ 4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย -	1
สถานการณ์ที่ 8	1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ✓ 2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย - 3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย -	1

ตารางที่ 6 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์และกำหนดจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

สถานการณ์	ประเภทการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ
	4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย -	

โดยแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดที่เป็นลักษณะข้อสอบอัตนัยหรือการเขียนบรรยาย จำนวน 8 ข้อ 8 สถานการณ์การโต้แย้ง โดยครอบคลุมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผลแบบสมมติ การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย

ตารางที่ 7 ตารางสรุปจำนวนข้อสอบให้สอดคล้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ประเภทการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนสถานการณ์		จำนวนข้อสอบ
	สร้าง	ใช้จริง	
1. การให้เหตุผลแบบสมมติ	3	2	2
2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย	3	2	2
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย	3	2	2
4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย	3	2	2
รวม	12	8	8

นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยข้อสอบแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นตัวเลือกคำตอบที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และตอนที่ 2 เป็นการอธิบายเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนผู้วิจัยได้ปรับปรุงจาก Lawson (2009) และทศพล (2562) เพื่อให้เหมาะสมตามองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

0 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ผิด หรือไม่มีคำตอบในส่วนที่ 2

0.5 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ผิด

หรือ คำตอบส่วนที่ 1 ผิด และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้องบางประการ

1 คะแนน หมายถึง คำตอบในส่วนที่ 1 ถูกต้อง และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้องครบถ้วน

ในส่วนที่ 2 เกณฑ์ระดับคุณภาพความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน
การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน	นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบหรือสร้างข้อกล่าวอ้างเมื่อเจอสถานการณ์การเกี่ยวกับการถ่ายวิวัฒนาการได้ครบถ้วนทุกประเด็น พร้อมทั้งขยายความคำตอบ
การให้เหตุผลแบบอธิบาย	นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโอเออาศัยความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบ และมีการแสดงถึงหลักการ วิธีการ และขั้นตอนอย่างละเอียด
การให้เหตุผลแบบนิรนัย	นักเรียนสามารถระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็นและมีการแสดงถึงรายละเอียด วิธีการ สาเหตุที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือ
การให้เหตุผลแบบอุปนัย	นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลที่มี เพื่อสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสถานการณ์วิวัฒนาการได้ครบทุกประเด็น และแสดงรายละเอียดถึงการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง

3.2.4 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วพร้อมกับแบบเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และนิยามเชิงปฏิบัติการของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบรูปภาพที่ใช้ในข้อคำถามในแบบวัด โดยปรับปรุงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสาระสำคัญ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถาม และเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความสอดคล้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3.2.5 นำแบบวัดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและนิยามเชิงปฏิบัติการของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับความถูกต้องของข้อคำถาม เกณฑ์การให้คะแนน ความถูกต้อง

เหมาะสมของภาษาที่ใช้ และพิจารณาข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 และปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ดังนี้ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา สถานการณ์ที่ใช้ในแบบทดสอบแต่ละข้อ เพิ่มเติมและปรับข้อมูลในบางสถานการณ์เพื่อให้นักเรียน เข้าใจสถานการณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น

เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรม ที่ชี้วัดถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

ให้คะแนน	+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น วัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น วัดไม่ได้ตรงตามจุดประสงค์

โดยจากผลการประเมินข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 12 ข้อพบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) เท่ากับ 0.8-1 มีความสอดคล้องระหว่าง ข้อคำถามและนิยามเชิงปฏิบัติการของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการเลือกข้อสอบ จำนวน 8 ข้อและปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ เกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2556) เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน
เหมาะสมมากที่สุด	5
เหมาะสมมาก	4
เหมาะสมปานกลาง	3
เหมาะสมน้อย	2
เหมาะสมน้อยที่สุด	1

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก หรือ 4 คะแนนขึ้นไปถือว่าเป็นเกณฑ์การให้คะแนน ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ จาก ผลการประเมินพบว่ามีค่าดัชนีความเหมาะสมระดับคะแนนในช่วง 4-5 คะแนนซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์การ ประเมินระดับเหมาะสมมาก-ระดับเหมาะสมมากที่สุด

3.2.6 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวน 44 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ด้วยหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดเพื่อหาความค่าความยาก คำนวณค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่น ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ก่อนที่จะนำแบบวัดความสามารถไปใช้ทดสอบจริงกับกลุ่มตัวอย่าง และจากผลการวิเคราะห์เลือกข้อสอบจำนวน 8 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.53 – 0.76 และอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.21 – 0.36 ค่าความเชื่อมั่น (α) ทั้งฉบับของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.96

3.2.7 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้ในการวิจัย

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.1 ศึกษาหลักการ เอกสารการวัดและประเมินผล กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา สารการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.3.3 วิเคราะห์หลักสูตร โดยวิเคราะห์ตัวชี้วัดในหลักสูตร สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาตามวิธีการสร้างข้อสอบปรนัย โดยสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา (Test Blueprint) ที่วัดพฤติกรรม 4 ด้านได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ จากนั้นกำหนดสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะวัดในแต่ละระดับ

ตารางที่ 9 ตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม								รวม	
		ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ซากดึกดำบรรพ์	นักเรียนสามารถอธิบายการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นหลักฐานในการเกิดวิวัฒนาการได้	3	2	-	-	-	-	-	-	3	2

ตารางที่ 9 (ต่อ) ตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม								รวม	
		ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
ซากดึกดำบรรพ์	นักเรียนสามารถอธิบายการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นหลักฐานในการเกิดวิวัฒนาการได้	3	2	-	-	-	-	-	-	3	2
กายวิภาคเปรียบเทียบ	นักเรียนสามารถอธิบายการศึกษา กาย วิ ภ า ค เปรียบเทียบที่เป็นหลักฐานในการเกิดวิวัฒนาการได้	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1
วิทยาเอ็มบริโอ ชีววิทยาโมเลกุล การแพร่กระจาย ของสิ่งมีชีวิตทาง ภูมิศาสตร์	นักเรียนสามารถเปรียบเทียบการศึกษาวิทยาเอ็มบริโอ ชีววิทยาโมเลกุล การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ที่เป็นหลักฐานสนับสนุนให้ การ เกิดวิวัฒนาการได้	3	2	-	-	2	1	-	-	5	3
แนวคิดเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของ ลามาร์ก	นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของลามาร์กได้	3	2	-	-	2	1	-	-	5	3

ตารางที่ 9 (ต่อ) ตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม								รวม	
		ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		วิเคราะห์			
		สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของดาร์วิน	นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของดาร์วินได้	-	-	3	2	2	1	-	-	5	3
พันธุศาสตร์ประชากร	นักเรียนสามารถระบุเงื่อนไขเกี่ยวกับแนวคิดพันธุศาสตร์ประชากรโดยใช้หลักฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กได้	2	1	2	1	-	-	2	1	6	3
ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล	นักเรียนสามารถระบุเงื่อนไขที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลได้	2	1	-	-	-	-	2	1	4	2
การแยกเหตุการณ์สืบพันธุ์	นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการแยกเหตุการณ์สืบพันธุ์ได้	-	-	2	1	2	1	-	-	4	2
การกำเนิดสปีชีส์ใหม่	นักเรียนสามารถจำแนกสิ่งมีชีวิตในกระบวนการกำเนิดสปีชีส์ใหม่ได้	-	-	-	-	2	1	-	-	2	1
รวม		8	5	12	7	12	6	4	2	36	20

3.3.4 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปี 4 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ใช้จริง 20 ข้อ

3.3.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ดังนี้ ปรับข้อคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และสอดคล้องกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

3.3.6 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญโดยให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมกับที่ประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้นไป มีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

3.3.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์ของพฤติกรรมการเรียนรู้ คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC 0.5 – 1.00 สามารถนำไปใช้ได้ โดยจากผลการประเมินข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิวัฒนาการทั้งหมดจำนวน 36 ข้อพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) เท่ากับ 0.8-1 มีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3.8 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงข้อคำถามของแบบทดสอบให้มีความชัดเจนและตรงประเด็นมากขึ้น ข้อสอบควรหลีกเลี่ยงการใช้คำที่ทำให้เกิดความกำกวม ปรับรูปแบบตัวเลือกให้เข้าใจง่าย เมื่อแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วพิมพ์เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์แล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจหาคุณภาพของแบบทดสอบก่อนที่จะนำแบบวัดความสามารถไปใช้ทดสอบจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.9 นำผลการสอบที่ใช้วิเคราะห์หาค่าความยาก (P) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์รายข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (B-index) รายข้อของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 สามารถใช้ได้ ผลปรากฏว่า เลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.48 – 0.75 และอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.22 – 0.87

3.3.10 นำข้อสอบที่เลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2562) แล้วนำแบบทดสอบมาจัดพิมพ์

เป็นฉบับที่สมบูรณ์ จากนั้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร โดยจากผลการวิเคราะห์พบว่ามีความเชื่อมั่น (r) ทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มีค่าเท่ากับ 0.85

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre – Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลังเรียน (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2562)

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	-	X	O

จากแบบแผนการวิจัย สัญลักษณ์ที่ใช้

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

X หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง

O หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

4.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยการนำเครื่องมือวิจัยที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้วมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 39 คน โดยการดำเนินการมีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 เตรียมความพร้อมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการทดลอง

4.2.2 นำแผนการเรียนรู้ที่ทำการทดลองใช้และปรับปรุงสมบูรณ์ผ่านการประเมินแล้วมาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2.3 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่สร้างขึ้นจำนวน 9 แผน ทั้งหมด 14 ชั่วโมง โดยปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง

4.2.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนแล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 8 ข้อที่ครอบคลุมทั้งการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย

4.2.5 รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โดยวัดหลังจากที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่องวิวัฒนาการ เสร็จสิ้นทั้งหมด 9 แผนการจัดการเรียนรู้ และนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

4.2.6 วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตรวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ E1/E2 ประสิทธิภาพด้านกระบวนการได้จากคะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมการโต้แย้งรายบุคคลและแบบทดสอบย่อยในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ ในสัดส่วน 60 : 40 และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ได้จากการรวมคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสัดส่วน 60:40 หาค่าเฉลี่ยคะแนนรวมแล้วคิดเป็นร้อยละ 70

5.2 ทดสอบและวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ โดยใช้สถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป เพื่อประเมินว่านักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถได้ถึงเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติพื้นฐาน

6.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2549)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน คะแนนรวม

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

6.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2549)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนน

$(\sum X^2)$ แทน กำลังสองของคะแนนรวม

N แทน จำนวนนักเรียน

X แทน ผลคะแนนของนักเรียนรายบุคคล

6.3.1 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

6.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

6.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

6.2.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

$$r = \frac{R_U \cdot R_L}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_U แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

6.2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

(บุญใจ ศรีสถิตยัณรากุล: 236)

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

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด
 n แทน จำนวนคำถามของแบบวัด
 $\sum S_i^2$ แทน ผลรวมค่าความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
 $\sum S_t^2$ แทน ผลรวมค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

6.2.4 ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E1/E2)

1. การหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562) มี

ดังนี้

$$E1 = \frac{\sum \left(\frac{X}{A} \right)}{N} \times 100$$

เมื่อ $E1$ แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
 X แทน คะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย
 ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 A แทน คะแนนเต็มที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบ

ย่อท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน

2. สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E2) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562)

$$E2 = \frac{\sum \left(\frac{Y}{B} \right)}{N} \times 100$$

เมื่อ	E2	แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์
	Y	แทน คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน
	N	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

6.3.1 สมมติฐานของการวิจัย

ความสามารถความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

คำนวณโดยใช้ One sample t-test ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555 หน้า 67)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ t แทน การทดสอบค่า t-test

X แทน ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

n แทน จำนวนตัวอย่าง

μ แทน คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ มีความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้ 1. เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย โดยมีผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกันดังนี้

n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

E1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

E2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

t แทน ค่าสถิติทดสอบที แบบ One Sample

2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ ให้เป็นไปตามเกณฑ์ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1) ตอนที่ 1 การวิเคราะห์กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้เป็นไปตามเกณฑ์ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า E1 จากคะแนนใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผน สัดส่วนคะแนน 60:40 ตามลำดับ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ และคำนวณค่า E2 ได้จากคะแนนของการทำแบบทดสอบความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ในสัดส่วนคะแนน 60:40 ปรากฏดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 คะแนนระหว่างเรียน จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้และคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง รายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วน 60:40		รวม (100)	คะแนนหลังเรียน		สัดส่วน 60:40		รวม (100)
	ใบกิจกรรมรายบุคคล (81)	แบบทดสอบย่อย (45)	ใบกิจกรรมรายบุคคล (60)	แบบทดสอบย่อย (40)		ความสามารถในการให้เหตุผลเชิง	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(20)	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิง	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40)	
1	59	29	43.70	25.77	69.47	5	12	37.5	24	61.5
2	62	30	45.92	26.66	72.58	6	15	45	23	68
3	52	27	38.51	24.00	62.51	5	13	37.5	26	63.5
4	58	30	42.96	26.66	69.62	5.5	11	41.25	22	63.25
5	67	43	49.62	30.22	79.84	7	14	52.5	28	80.5
6	63	32	46.66	28.44	75.10	5.5	12	41.25	24	65.25
7	69	35	51.11	31.11	82.22	6	16	45	32	77
8	63	32	46.66	28.44	75.10	5	14	37.5	28	65.5
9	65	36	48.14	32.00	80.14	6.5	14	48.75	28	76.75
10	65	31	48.14	27.55	75.96	6	13	45	26	71

ตารางที่ 10 (ต่อ) คะแนนระหว่างเรียน จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้และคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วน 60:40		รวม (100)	คะแนนหลังเรียน		สัดส่วน 60:40		รวม (100)
	ใบกิจกรรมรายบุคคล (81)	แบบทดสอบย่อย (45)	ใบกิจกรรมรายบุคคล (60)	แบบทดสอบย่อย (40)		ความสามารถในการให้เหตุผลเชิง	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(20)	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิง	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40)	
11	59	34	43.70	30.22	73.92	5.5	11	41.25	22	63.25
12	67	37	49.62	32.88	82.5	6	16	45	32	77
13	60	39	44.44	34.66	79.10	5	14	37.5	28	65.5
14	71	32	52.59	28.44	81.03	6	18	45	36	81
15	71	36	52.39	32.00	84.59	6	17	45	34	79
16	70	40	51.85	35.55	87.40	6.5	16	48.75	32	80.75
17	68	29	50.37	25.77	76.64	5.5	16	41.25	32	73.25
18	72	38	53.33	33.77	87.10	6.5	17	48.75	34	82.75
19	59	30	43.70	26.66	70.36	6	12	45	24	69
20	66	32	48.88	28.44	77.32	6	14	45	28	73
21	65	36	48.14	32.00	80.14	6.5	16	48.75	32	80.75
22	54	26	40.00	23.11	63.11	6	13	45	26	71
23	62	34	45.92	30.22	76.14	5	14	37.5	28	65.5
24	59	31	43.70	27.55	71.25	5.5	12	41.25	24	65.25
25	58	32	42.96	28.44	71.40	5.5	11	41.25	22	63.25
26	62	30	45.92	26.66	72.58	6	17	45	34	79
27	66	33	48.88	29.33	78.21	6.5	13	48.75	26	74.75
28	56	30	41.48	26.66	68.10	5	13	37.5	26	63.5
29	68	32	50.37	28.44	78.81	5.5	16	41.25	32	73.25
30	60	30	44.44	26.66	71.1	6.5	14	48.75	28	76.75
31	63	31	46.66	27.55	74.21	6	15	45	30	75
32	64	37	47.40	32.88	80.28	6.5	12	48.75	24	72.75
33	55	29	40.74	25.77	66.51	5.5	14	41.25	28	69.25
34	58	26	42.96	23.11	66.08	4.5	11	33.75	22	55.75

ตารางที่ 10 (ต่อ) คะแนนระหว่างเรียน จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้และคะแนนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วน 60:40		รวม (100)	คะแนนหลังเรียน		สัดส่วน 60:40		รวม (100)
	ใบกิจกรรมรายบุคคล (81)	แบบทดสอบย่อย (45)	ใบกิจกรรมรายบุคคล (60)	แบบทดสอบย่อย (40)		ความสามารถในการให้เหตุผลเชิง	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิง	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40)	
35	52	22	38.51	19.55	58.06	6	11	45	22	67
36	59	26	43.70	23.11	66.81	5.5	12	41.25	24	65.25
37	63	36	46.66	32.00	78.66	6.5	14	48.75	28	76.75
38	69	32	51.11	28.40	79.55	6	16	45	32	77
39	71	36	52.59	32.00	84.59	7	18	52.5	36	88.5
$\bar{X}$	62.82	32.33	46.52	28.53	75.08	5.8462	14.026	43.846	27.872	71.718
S.D.	5.42	4.29	4.00	3.49	6.89	0.5977	2.0709	4.483	4.2064	7.2991
ร้อยละ	77.55	71.84	77.53	71.32	75.08	73.077	70.15	73.077	69.679	71.718
ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E1/E2)=75.08/71.718										

จากตารางที่ 10 พบว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ เท่ากับ 75.08 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เท่ากับ 71.718 แสดงว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 75.08/71.718 ซึ่งมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

3.2) ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

โดยผู้วิจัยได้หาคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 หลังเรียน จากแบบแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ข้อ โดยแบ่งออกตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) การให้เหตุผลแบบสมมติ 2)

การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย และ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย ดังตารางต่อไป

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์หาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วัฒนาการ

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$ (n=39)	S.D.	μ_0	t	df	p
1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน	2	1.76	0.25	5.6	8.79		
2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย	2	1.45	0.15	5.6	1.98		
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย	2	1.40	0.26	5.6	-0.1		
4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย	2	1.24	0.25	5.6	-3.9		
รวม	8	5.85	0.5977	22.4	2.57	38	0.014*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 12 พบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบพบว่า ในด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนในการให้เหตุผลแบบการให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบการอุปนัย มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ สามารถสรุปผลได้ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

1. ความมุ่งหมายการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง วิวัฒนาการ เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม

2. สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมายดังนี้

1. การจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 75.08/71.41
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พูน ปณ จิต ชีเว

3. อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง วิวัฒนาการ พบว่า มีประเด็นที่จะนำมาอภิปราย ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 75.08/71.718 หมายความว่า คะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคล และแบบทดสอบย่อยหลังแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 9 แผนการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.08 และคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รวมไปถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิวัฒนาการ หลังการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 71.718 จะเห็นได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วิวัฒนาการ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ที่ปรากฏผลเช่นนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นทีมในการสืบเสาะหาความรู้จากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนนำเสนอ โดยการนำเอาเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องหรือพบเจอได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนมาเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับสิ่งที่กำลังจะศึกษา ประกอบกับการใช้คำถามช่วยกระตุ้นความสนใจผู้เรียนให้กำหนดประเด็นที่ต้องการศึกษา ส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยการสร้างสมมติฐาน วางแผนออกแบบวิธีการเก็บข้อมูล การสืบค้น หรือบันทึกข้อมูลด้วยตนเองเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มตนเองไว้สำหรับการอภิปรายโต้แย้งกับกลุ่มอื่น ๆ โดยการอภิปรายมีการแสดงถึงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผลและข้อสรุป ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการโต้แย้งระหว่างกลุ่มซึ่งถ้านักเรียนมีความคิดเห็นที่ขัดแย้งกันครูจะให้นักเรียนแต่ละฝ่ายนำเสนอความคิดเห็นของฝ่ายตนเองพร้อมระบุเหตุผลและหลักฐานที่มีที่มาของข้อมูลและความน่าเชื่อถือจนนำไปสู่การลงข้อสรุปที่เป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกฝ่าย ครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายเพื่อปรับโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนอีกครั้งก่อนร่วมกันสรุปข้อมูลที่ถูกต้องตามทฤษฎี และในขั้นสุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ที่จะเขียนรายงานและปรับปรุงรายงานการสำรวจตรวจสอบของตนเองด้วยข้อสรุปที่มีเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์แปลผลข้อมูลเพื่อนำมาสร้างข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับ Duschl & J. Osborne, 2002 ที่ได้กล่าวไว้ว่า การโต้แย้งนั้นเปรียบเสมือนหัวใจสำคัญของกระบวนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เริ่มจากขั้นระบุภาระงานและถามคำถาม ผู้สอนสร้างความสนใจโดยการกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งเกี่ยวข้องกับเรื่องในชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับสิ่งที่

ศึกษา โดยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่น่าสนใจและคำถามในประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ Walker and Sampson (2013) ได้กล่าวว่า การที่ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์และตั้งคำถาม จะทำให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งและสืบเสาะหาหลักฐานนำมาสู่การสรุปที่เหมาะสมและถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sampson, Groom and Walker (2009) ที่กล่าวว่า นักเรียนเรียนรู้ได้มากขึ้นหากได้แสดงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น มีการตอบสนองต่อคำถามของเพื่อน ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนได้ และสอดคล้องกับ Lawson & Brossart, 2013 ที่ได้กล่าวว่า หลังจากกิจกรรมการโต้แย้งนั้นการเขียนรายงานหลังซึ่งรายงานประกอบไปด้วย จุดประสงค์ของการศึกษา วิธีการสำรวจตรวจสอบ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จะนำไปสู่ข้อสรุปที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้สอดคล้องกับ Lawson & Brossart, 2013 ที่ได้กล่าวว่า หลังจากกิจกรรมการโต้แย้งนั้นการเขียนรายงานหลังซึ่งรายงานประกอบไปด้วย จุดประสงค์ของการศึกษา วิธีการสำรวจตรวจสอบ และคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จะนำไปสู่ข้อสรุปที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ จากนั้นเพื่อนประเมินรายงานพร้อมกับเขียนข้อเสนอและเพื่อสะท้อนสิ่งที่บกพร่องไป สอดคล้องกับที่ Sampson & Clark, 2009 กล่าวว่า การสะท้อนผลกลับโดยเพื่อนนั้นทำให้นักเรียนได้ทบทวนข้อสรุปของตนเอง ได้เข้าใจเนื้อหาในแง่มุมอื่น แล้วส่งกลับให้เพื่อนเพื่อนำไปแก้ไขให้มีความถูกต้อง และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ขั้นตอนการเรียนการสอนที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ ยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยกระตุ้นการพัฒนาระบวนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพราะนักเรียนต้องสืบเสาะหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งการสืบเสาะนั้นจะต้องมีการวิเคราะห์ การวางแผน การออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาสู่การหาคำตอบในปรากฏการณ์ที่ศึกษา การเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะจึงมีส่วนทำให้นักเรียนมีคะแนนกระบวนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระดับดี สอดคล้องกับการประยุกต์ทฤษฎีสรณนิยมาใช้เป็นแนวปฏิบัติ ดังที่ ศศิธร วิทยะสิรินันท์ ทิศนา แฉมมณี และพิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ (2544) สรุปว่า การเรียนด้วยการสืบเสาะเป็นหนึ่งวิธีหรือแนวทางปฏิบัติที่ประสบความสำเร็จในการเรียนการสอน นอกจากนี้ จีราวัฒน์ แสงสร (2559) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ส่งผลให้นักเรียนได้ระบุข้อสันนิษฐานแปลงข้อมูลวิเคราะห์ และแปลความข้อมูล และระบุเหตุผลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทราวรรณ ไชยมงคล (2560) การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ธนาพร คลังพล (2562) การจัด

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ มีประสิทธิภาพ 76.88/78.47

2. . การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อพิจารณาแยกตามการให้เหตุผลทั้ง 4 แบบ คือ 1) การให้เหตุผลแบบสมมติ 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย และ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย พบว่า นักเรียนมีคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 73.07 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 32 คน โดยคิดเป็นร้อยละ 82.05 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด 39 คน ทั้งนี้เนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น โดยเน้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของข้อมูลและการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 แบบตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

โดยเมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลแต่ละแบบที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในบทเรียนเรื่อง วิวัฒนาการ ที่นักเรียนได้คะแนนมากที่สุดคือ การให้เหตุผลแบบสมมติ คิดเป็น 1.76 จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.8 เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งใช้สถานการณ์ ปรากฏการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ โดยมีการแสดงถึงปัญหาและคำถามนำ ซึ่งในขั้นตอนก่อนการสำรวจตรวจสอบนั้น นักเรียนต้องได้คาดคะเนคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างของตนก่อนเสมอ และข้อกล่าวอ้างนั้นต้องสามารถใช้เป็นแนวทางในการสำรวจตรวจสอบได้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการกำหนดสถานการณ์เพื่อเริ่มต้นกิจกรรมในขั้นต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Cetin, & Eymur (2017) ที่กล่าวว่า การสร้างข้อกล่าวอ้างที่เป็นแนวทางในการทำการทดลองหรือการสำรวจเพื่ออธิบายคำตอบนั้นจะส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lawson (2009, p.338) ที่กล่าวว่า การให้เหตุผลแบบสมมติจะเกิดขึ้นเมื่อนักวิทยาศาสตร์สังเกตพบปรากฏการณ์หรือปัญหา บางอย่างที่มีความน่าสนใจ และพยายามหาคำตอบของปัญหานั้นโดยใช้ความรู้เดิมที่ตนเองมีอยู่ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนรองลงมาคือการให้เหตุผลแบบอธิบาย คิดเป็น 1.45 จากคะแนนเต็ม 2 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 72.40 ซึ่งเป็นเช่นนี้เพราะในชั้นสอนนักเรียนได้ฝึกฝนการอธิบายหรือการนำเสนอสิ่งที่นักเรียนสืบค้นมาทั้งจากกิจกรรมภายในกลุ่มและการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียน

มีช่วงเวลาในการทำความเข้าใจรายละเอียดของข้อมูลที่มีอยู่ให้สามารถนำมาสร้างเป็นคำอธิบายโดยใช้ความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่เพื่อเชื่อมโยงไปยังคำตอบของคำถามสำคัญได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Grooms, Enderle and Sampson (2015) ที่กล่าวว่า นักเรียนได้รับการฝึกเพื่อให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ หรือเหตุการณ์จากทฤษฎี หรือพยานหลักฐานที่สนับสนุนและชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างคำอธิบายและหลักฐาน รองลงมาคือการให้เหตุผลแบบนิรนัย คิดเป็น 1.40 จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 70 เป็นเช่นนี้เนื่องจากในขั้นการทำกิจกรรมนักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ เช่น หนังสือเรียน ใบความรู้ หรือเว็บไซต์ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากการสำรวจโดยครูผู้สอนนั้น พบว่านักเรียนส่วนมากเลือกใช้ข้อมูลที่ได้จากเว็บไซต์เป็นส่วนมากมาใช้เป็นหลักฐาน ส่งผลให้นักเรียนมีการคัดกรองและเลือกข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ไม่หลากหลายจึงทำให้ไม่เกิดการเปรียบเทียบข้อมูลจากหลายๆแหล่งทำให้ในการระบุข้อมูลที่ใช้นับสนุนคำตอบนั้นไม่ครบทุกประเด็น ดังในงานวิจัยของ ชนัญธิดา (2562) ที่กล่าวว่า การสืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่งที่มาบวกกับการได้เห็นข้อมูลที่หลากหลายจากเพื่อนคนอื่นๆ ในกิจกรรมการเรียนรู้ จะทำให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบและระบุได้ว่าข้อมูลใดมีความเหมาะสม และน่าเชื่อถือมากกว่ากัน สอดคล้องกับ Lawson (2009) ที่อธิบายว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัยนั้น จำเป็นจะต้องมีการสร้างการทดลองหรือหาหลักฐานที่น่าเชื่อถือมาใช้อืนยันคำตอบ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุดคือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย คิดเป็น 1.24 จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 62.2 เนื่องจากนักเรียนยังขาดการประเมินข้อมูลที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปที่แสดงถึงรายละเอียดการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับสถานการณ์ได้ บวกกับนักเรียนไม่ค่อยเคยกับการจัดกิจกรรมเกี่ยวกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ในกิจกรรมการโต้แย้งน้อย สอดคล้องกับงานวิจัย ทศพล สุวรรณพุ่ม (2562) การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องเทคโนโลยี ดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า ส่วนมากนักเรียนจะได้รับการบรรยายเนื้อหาที่มากพร้อมกับแนวทาง หรือหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีในเนื้อหาอยู่แล้ว ทำให้เมื่อนักเรียนต้องประเมินหรือระบุข้อมูลที่จะต้องนำมาใช้นับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบนั้น ยังต้องคอยขอคำแนะนำในการประเมินข้อมูลที่ได้อาจมาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ซึ่งจากเหตุการณ์ดังส่งผลให้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนได้คะแนนน้อย สอดคล้องกับงานวิจัย ชนัญธิดา (2562) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนหลายคนที่จะทบทวนความรู้และยังขาดการประมวลความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจึงไม่สามารถเขียนสรุปข้อมูลได้ด้วยตนเอง ทำให้การพัฒนาการให้เหตุผลแบบอุปนัยเกิดขึ้นน้อยกว่าการให้เหตุผลแบบอื่นๆ

4. ข้อเสนอแนะ

4.1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

4.1.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 8 ขั้นตอน ครูผู้สอนควรจัดสรรเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาในชั่วโมงเรียน

4.1.2 ครูผู้สอนควรมีแหล่งข้อมูลให้นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล เพื่อให้ นักเรียนสามารถหาข้อมูลมาสนับสนุนข้ออ้างและหลักฐานของตนเองได้อย่างหลากหลาย และนักเรียนควรมีความพร้อมในการใช้อินเทอร์เน็ต

4.1.3 ในขั้นกิจกรรมการโต้แย้งเป็นขั้นที่ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง เนื่องจากนักเรียนไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นเพราะไม่มั่นใจในข้อมูลของตนเอง ฉะนั้นครูอาจจะเพิ่มเทคนิคเพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น

4.1.4 เนื้อหาในสถานการณ์ควรเป็นเนื้อหาที่ไม่ต้องใช้วิธีการหรืออุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนมากเกินไปและควรเป็นสถานการณ์ที่มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาอื่น

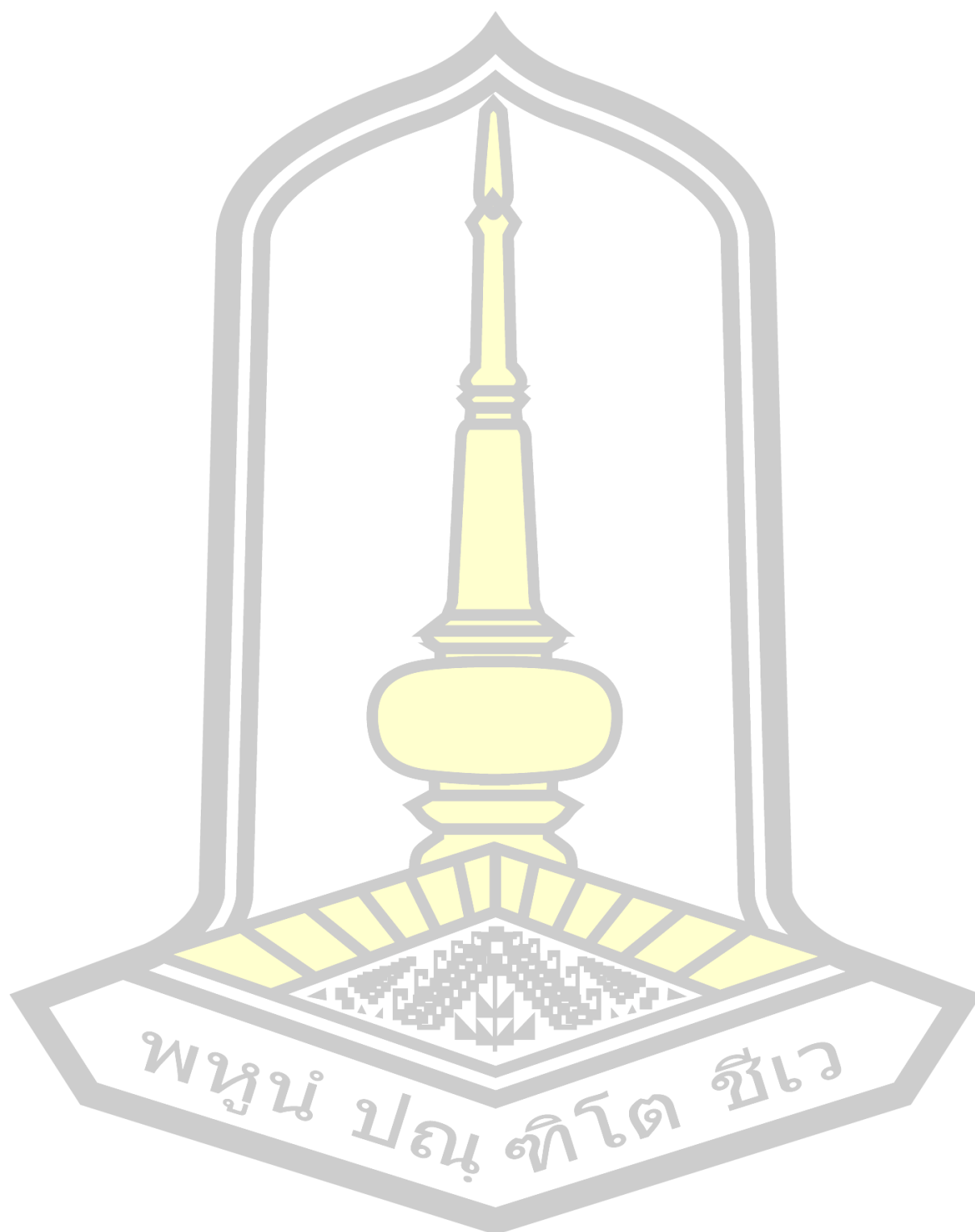
4.2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

4.2.1 กิจกรรมการโต้แย้งอาจมีการผนวกกับกรอบแนวคิดหรือวิธีการสอนใหม่ ๆ ที่สัมพันธ์กัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างจนสามารถนำมาสร้างเป็นข้อสรุปได้ และเกิดความหลากหลายในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์

4.2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง สามารถศึกษาทักษะในด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการเขียนทางวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นต้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2564). นวัตกรรมการบริหารจัดการของสถานศึกษาในประเทศไทยและประเทศที่คัดสรรเพื่อพัฒนาผู้เรียนสู่ศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: กลุ่มมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
- กัลยาภรณ์ ศิริวรประสาธ. (2555). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 (ช่วงชั้นที่ 2) โรงเรียนบ้านตลาด (ค่านายครุราชสุวรรณรังสรรค์). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กীরติ บุญเจือ. (2547). ตรรกวิทยาและตรรกวิทยาลัทธิลักษณ์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฤติยา จงรักษ์. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อสังคมออนไลน์ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ, 9(2), 96-106.
- เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนिरยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ : กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย. ในประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิรารัตน์ แสงสร. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร

- จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2556). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ : วิธีปฏิบัติสู่การพัฒนาตนเอง*.
กรุงเทพฯ : จริยสุนิทวงศ์การพิมพ์.
- ชนัญธิดา สุริโย. (2562). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้
เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย
ราชภัฏมหาสารคาม*.
- โชติกา ภาชีผล. (2559). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชาวลิต ชูกำแพง. (2550). *การประเมินการเรียนรู้*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชวลิต ศรีคำ และชัยศักดิ์ ลีลาจรสกุล. (2552). *การอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และประเมินค่า*.
กรุงเทพมหานคร: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2551). *การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการ
ศึกษาศาสตร์*.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). *การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่1)*. มหาสารคาม: ตักสิลา
การพิมพ์.
- ทวีพงศ์ ศรีสุวรรณ. (2553). *การจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานบนเครือข่ายสังคม
ออนไลน์วิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*.
- ทิตนา แคมมณี. (2545). *14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
(พิมพ์ครั้งที่21)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศพล สุวรรณพุด. (2562). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง
เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการ
สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. (หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขา
วิทยาศาสตร์ศึกษา), มหาวิทยาลัยนเรศวร*.
- ธนพร คลังพล. (2561). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็น
ฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวง
จันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร*.
- นภสร จุ้ยอินทร์ และสุทธิดาญจน์ ทิพย์เกษร. (2559). *ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนแบบพีโอพี. วารสารบัณฑิตวิจัย*.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: สุริยสาส์น.

- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2554). *รูปแบบการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2560). *วิจัยการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิ่นนพร จันชัยภูมิ. (2563). *ผลของหน่วยการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พาอีหะมะ เจาะสา. (2561). *ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2556). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิยะธิดา ปัญญา. (2562). *การประเมินหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เพชฌัญญู กิจระการ. (2544). *การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1/E2)*. การวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 7, 44-52.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- พิมพ์ภา คำอาจ. (2565). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องพอลิเมอร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไพศาล วรคำ. (2562). *การวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร. (2563). *รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assessment Report : SAR)*. กาฬสินธุ์ : โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร.
- ลือชา ลดาชาติ และลลภา สุธะกุล. (2013). *การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. Naresuan University Journal, 21(3), 37-45.

ภพ เลหาไฟบูลย์. (2557). *แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา. (2555) *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 6. มหาสารคาม: ประสานการพิมพ์, กาฬสินธุ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพแนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุดา มากบุญ. (2559). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยการใช้ชุดปฏิบัติการจากสื่อประสม. ปริญญานิพนธ์ วท.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2542.

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์. (2555). *ผลกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิด เรื่อง ปรัชญาการดำรงชีวิตพื้นฐาน ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2564). *นวัตกรรมการบริหารจัดการสถานศึกษาในประเทศไทย และประเทศที่คัดสรรเพื่อพัฒนาผู้เรียนสู่ศตวรรษที่ 21*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : กลุ่มมาตรฐานการศึกษาสำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา

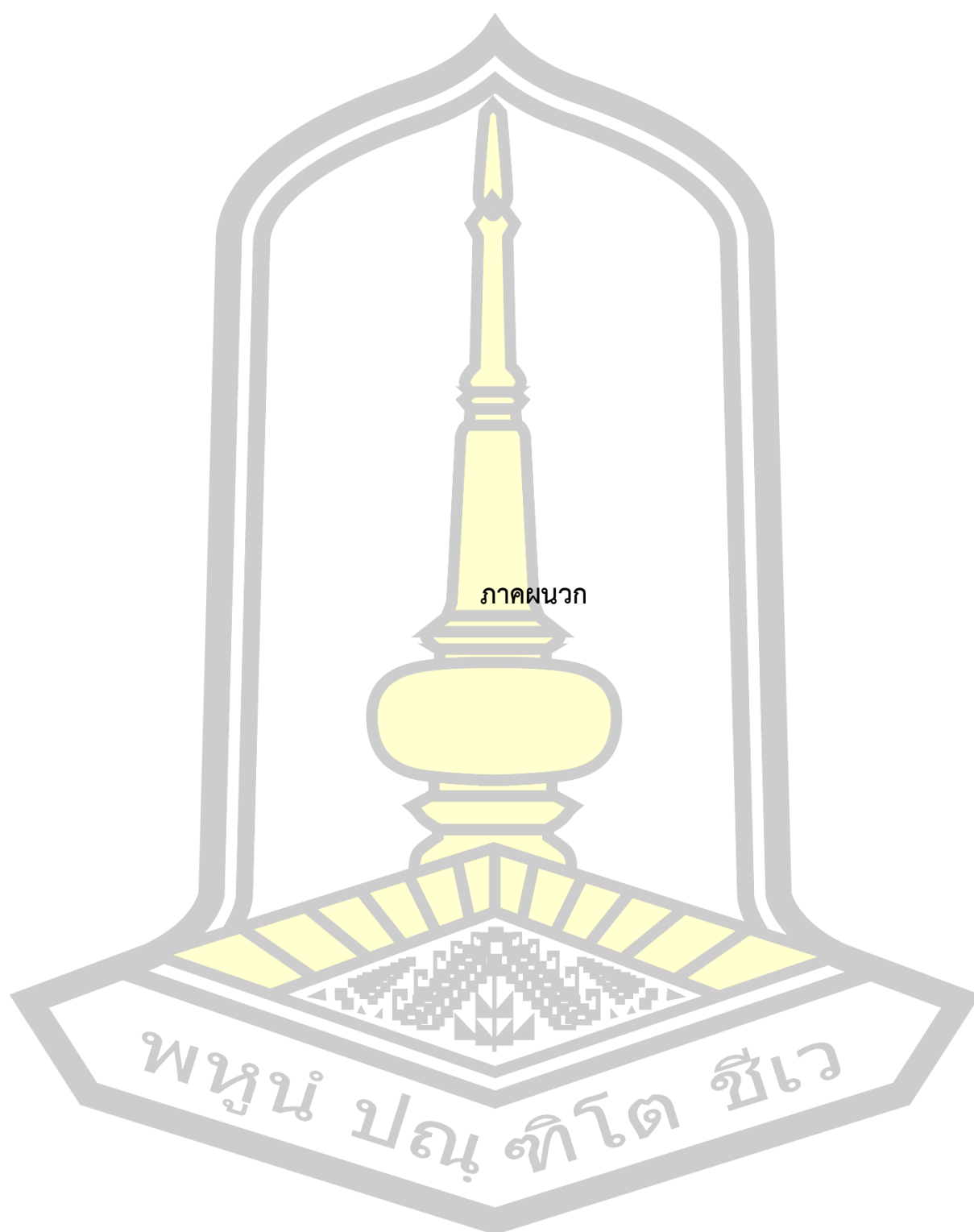
Anderson, L W, and Krathwohl D R. (2001). *A Taxonomy for learning Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Education Objectives*. New York: Longman

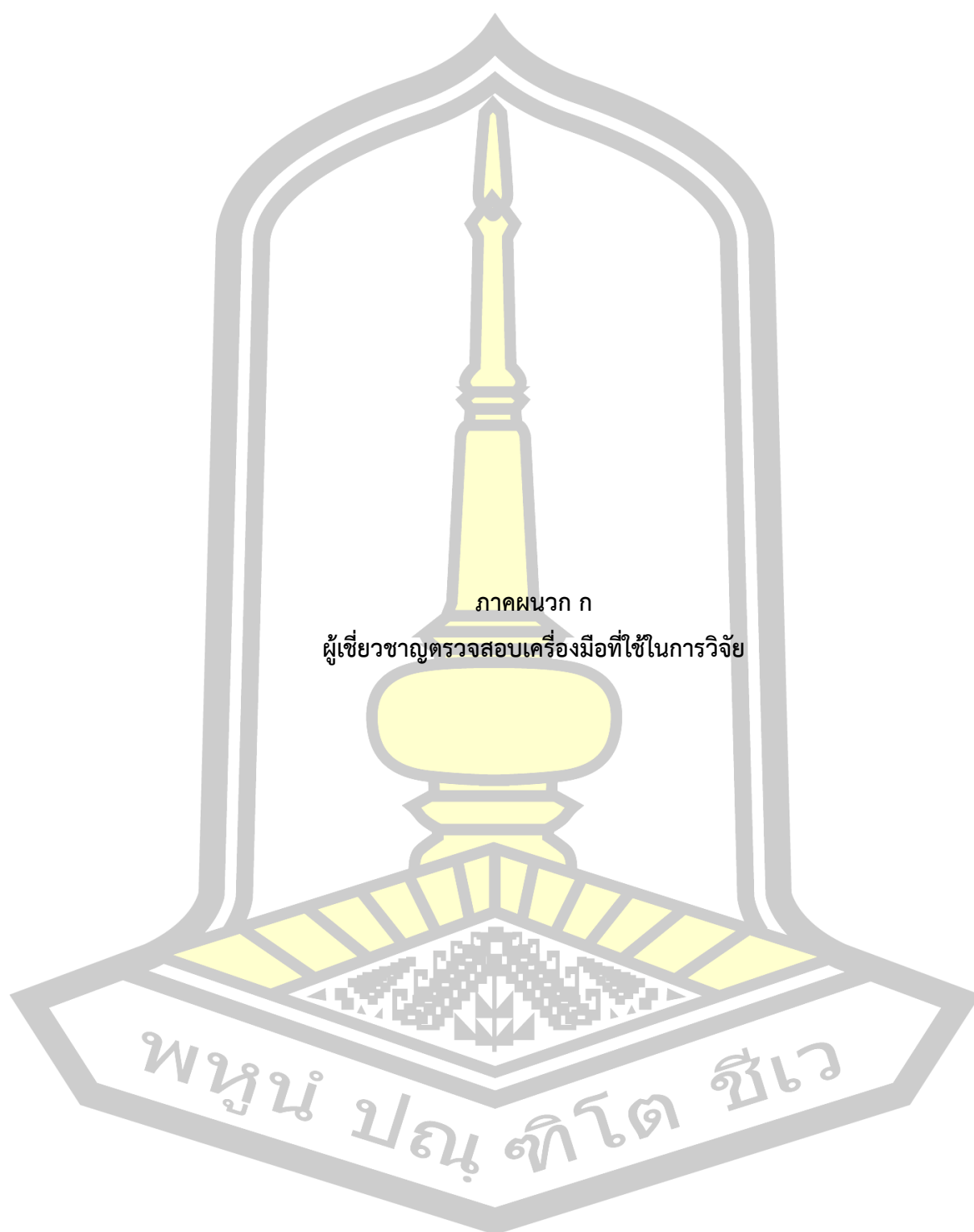
Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., and Liu, Q. (2009). Learning and scientific reasoning. *Science Magazine*, 323(5914), 586-587.

- Beyer, C.J. and E.A. Davis. (2008). Fostering Second Graders 'Scientific Explanations: A beginning Elementary Teacher's knowledge, Beliefs, and Practice. *The Journal of the Learning Science* 17:381 - 414.
- Bell, P. and M. C. Linn. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education* 22(8): 797-817.
- Brandon, A. F., and All, A. C. (2010). Constructivism theory analysis and application to curricula. *Nursing Education Perspective*, 31(2), 89-92.
- Brown, N. J. S., Furtak, E. M., Timms, M., Nagashima, S. O., & Wilson, M. (2010). The Evidence-Based Reasoning Framework: Assessing Scientific Reasoning. *Educational Assessment*, 15(3-4), 123-141. doi: 10.1080/10627197.2010.530551
- Chris, B. (2017) . The effect size in education research: What is it & How to use it? *Illuminate education*. Retrieved from <http://www.illuminateed.com/blog/2017/06/effcet-size-educational-research-use/>.
- Cetin, P.S., & Eymur, G. (2017). Developing students' scientific writing and presentation skill through argument driven inquiry: An exploratory atudy. *Journal of Chemical Education*, 94(7), 837-843
- Dawson, V.M. and G. Venville. (2010). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. *Research in Science Education* 40: 133 - 148.
- Driver, R. , P. Newton and J. Osborne. (2000) . Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. *Science Education* 84(3): 287-312.
- Enderle, P. et al. (2010). Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom: An Observation Protocol. Paper presented at the 2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST). Philadelphia, PA, March 22, 2010.
- Giere, R. N. (1991) . Understanding scientific reasoning. Florida: Holt: Rinehart andWinston, Inc.

- Grooms, J., Enderle, P, & Sampson, V. (2015). Coordinating Scientific Argumentation and the Next Generation Science Standards through Argument Driven Inquiry. *Science Educator*, 24(1), 45-50.
- Kisiel, J., Rowe, S., Vartabedian, M. A., & Kopczak, C. (2012). Evidence For Family Engagement In Scientific Reasoning At Interactive Animal Exhibits. *Science Education*, 96(6), 1047-1070.
- Klopper, L. E. (1971) . Evaluation of learning in science. In handbook of formative and summative evaluation of student learning. New York: McGraw Hill.
- Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, 96, 674-689.
- Lawson, A. E. (1982). The reality of general cognitive operations. *Science Education*, 66, 229-241.
- Lawson, A. E. (1995) . Science teaching and Development of Thinking. California: Wadsworth.
- Lawson, A. E. (2003). The nature and development of hypothetic-predictive argumentation with implication for science teaching. *International Journal of Science Education*, 25, 1387-1408.
- Lawson, A. E. (2005) . What is the role of induction and deduction in reasoning and scientific in Thai. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 71.
- Lawson, A. E. (2009) . Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Journal of Research in Science Teaching*, 94, 336-364.
- Lawson, A. E., Banks, D. L., and Logvin, M. (2007). Self-efficacy, reasoning ability, and achievement in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 706-724.
- Laughsch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84,71-94.
- Mayer, R. E. (2003). Learning and instruction. USA: Pearson Education, Inc.
- National Research Council. (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- Osborne, J. (2007) . Science education for the twenty first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 173-184.

- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Pinar, S., C. & Eymur, G. (2018). Beyond the writing aspect of Argument-Driven Inquiry: Investigating students' cognitive and affective expectations. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 7(1): 94-110.
- Sampson, V. (2009). Argument-driven inquiry: Way to promote Learning during laboratory activities. *The Science Teacher*, 42-47.
- Sampson, V. , and et al. (2010) . Learning to Write in Undergraduate Chemistry: The Impact of Argument-Driven Inquiry. Paper presented at the 2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST). Philadelphia: PA.
- Sampson, V. , Grooms, J. , and Walker, J. (2009) . Argument-Driven Inquiry to promote learning and interdisciplinary work in science classrooms. *The Science Teacher*, 76(8), 42-47.
- Sampson, V., Grooms, J., and Walker, J. P. (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(217-257).
- Walker, J. P., and et al. (2010). Argument-Driven Inquiry: An Instruction Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs. Paper presented at the 2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching (NARST). Philadelphia: PA.
- Walker, J., and Sampson, V. (2013). Learning to argue and arguing to learn in science: Argument-Driven Inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct argument and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(50), 561-596.
- Zeineddin, A., and Abd-El-Khalick, F. (2010) . Scientific Reasoning and Epistemological Commitments: Coordination of Theory and Evidence among College ScienceStudent. *Journal of Research in science Theaching*, 47(9), 1064-1093.

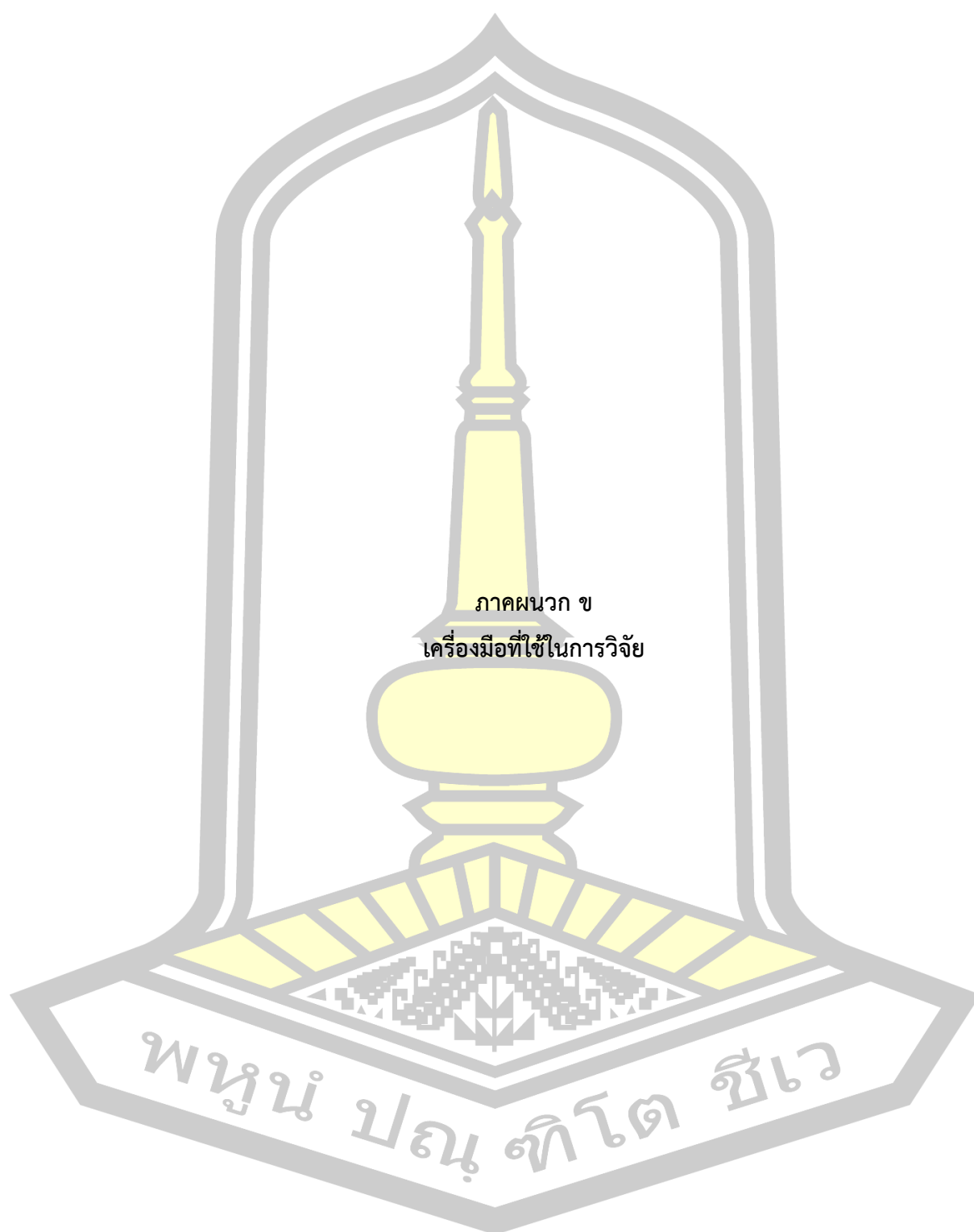




รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รองศาสตราจารย์.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน
ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือการวิจัย
การศึกษาพิเศษบัณฑิต การวิจัยและพัฒนา
หลักสูตร
อาจารย์สังกัดภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสงค์ สายหงส์
ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือการวิจัย
ปริญญาเอก Ph.D. Early Intervention/Early
Childhood Special University of Oregon
อาจารย์สังกัดภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน
ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือการวิจัย
การศึกษาพิเศษบัณฑิต วิจัยและประเมินผล
การศึกษา
อาจารย์สังกัดภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
4. รองศาสตราจารย์ ดร.คมสร เล่าห์ประเสริฐ
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
วิทยาศาสตร์สุขภาพบัณฑิต วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
อาจารย์สังกัดภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
5. คุณครูประภัสศรี ภูชมชิต
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
ครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยา โรงเรียนยางตลาด
วิทยาคาร





แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ วิวัฒนาการ

เวลา 14 ชั่วโมง

เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์

จำนวน 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้สอน นางสาวนริศรา มหาฤทธิ์

1. ผลการเรียนรู้

12. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. สาระสำคัญ

ซากดึกดำบรรพ์ คือ ซากหรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิตที่ตายไปแล้วเป็นเวลานาน และถูกรักษาสภาพไว้ในหลายลักษณะ และเป็นหลักฐานสนับสนุนว่าในอดีตเคยมีสิ่งมีชีวิตเหล่านี้อยู่ แต่ในปัจจุบันอาจสูญพันธุ์ไปหรืออาจมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไป โดยซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุมากกว่าจะอยู่ในหินชั้นล่างที่มีอายุมากกว่า ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยกว่าจะอยู่ในหินชั้นบนที่มีอายุน้อยกว่าและมีโครงสร้างซับซ้อน มีลักษณะใกล้เคียงกับสิ่งมีชีวิตปัจจุบันมากที่สุด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 นักเรียนสามารถอธิบายการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นหลักฐานในการเกิดวิวัฒนาการได้

3.2 นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นหลักฐานในการเกิดวิวัฒนาการได้

3.3 นักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม

4. สาระการเรียนรู้

4.1 หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

4.1.1 ซากดึกดำบรรพ์

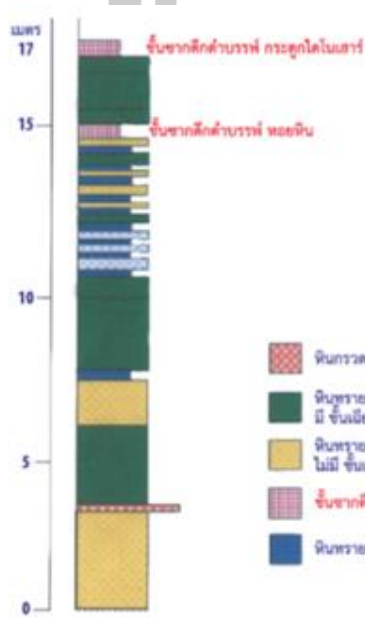
5. กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุภาระงานและถามคำถาม

1. ครูแจกใบกิจกรรมเรื่อง “ซากดึกดำบรรพ์” ให้นักเรียนแต่ละคนใน Google Classroom ก่อนถึงชั่วโมงเรียนและในชั่วโมงเรียนครูทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียนในเรื่องวิวัฒนาการ โดยครูใช้คำถามถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่ามนุษย์เราในปัจจุบันกับมนุษย์เมื่อราว ๆ 50,000 ปีที่ผ่านมา เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่” นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบ จากนั้นครูถามต่อ “ถ้าเหมือนเราดูได้จากสิ่งใด ถ้าแตกต่าง เราดูได้จากสิ่งใด” นักเรียนร่วมกันอภิปราย

2. ครูใช้แสดงภาพของการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนดู แล้วถามนักเรียนว่า “ซากดึกดำบรรพ์ที่นักเรียนเคยเห็นเป็นของสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้าง และมีลักษณะเป็นแบบใด” นักเรียนร่วมกันอภิปราย

3. นำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องซากดึกดำบรรพ์ โดยครูนำเสนอสถานการณ์ ดังนี้ “ในปี พ.ศ. 2537 ได้มีการค้นพบของชาวบ้านที่เข้าไปเก็บของป่าในบริเวณภูเขาลูกเล็กของจังหวัดนิงในภาคอีสานและได้เจอกับหินที่แปลกตาและมีลักษณะคล้ายหอย 2 ฟา จึงได้นำออกมาวางขาย และได้รับความสนใจจนมีผู้เชี่ยวชาญและนักธรณีวิทยาเข้ามาศึกษาจนพบว่า เป็นซากดึกดำบรรพ์ของหอยสองฝาที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด จากการศึกษาและสำรวจลึกลงไปอีก 17 เมตร พบว่ามีเศษชิ้นส่วนคล้ายกระดูกจำนวนหลายชิ้น ต่อมาพบว่าเป็นซากดึกดำบรรพ์ของโครงกระดูกไดโนเสาร์



จากการค้นพบข้างต้น ชาวบ้านสันนิษฐานว่าในอดีตนั้นยุคของไดโนเสาร์ได้เกิดขึ้นภายหลังจากยุคของหอย เพราะมีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ของหอยก่อนพบซากดึกดำบรรพ์ของไดโนเสาร์” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสันนิษฐานของชาวบ้านหรือไม่

4. ครูสุ่มให้นักเรียนให้ตอบคำถาม 5 - 6 คน โดยนักเรียนตอบคำถามแบบปากเปล่า โดยที่แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระและไม่มีถูกหรือผิด

ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ครูจัดกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน และมอบหมายภาระงานให้นักเรียนทำใบกิจกรรม ที่ 1 เรื่อง ซากดึกดำบรรพ์

2. ครูชี้แจงการบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนทราบว่า ใบกิจกรรมจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบของการโต้แย้ง ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล โดยในการ

เขียนข้อกล่าวอ้างซึ่งเป็นคำตอบของสถานการณ์ที่กำหนดให้ต้องประกอบไปด้วยหลักฐานซึ่งเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และเหตุผลที่เป็นการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง โดยนักเรียนจะต้องระบุข้อมูลดังกล่าวลงในใบกิจกรรม

3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเห็นโดยมีการปรึกษาระหว่างสมาชิกในกลุ่มเพื่อตัดสินใจว่านักเรียนจะเลือกเป็นฝ่ายสนับสนุนหรือฝ่ายค้านในข้อสันนิษฐานของชาวบ้าน โดยการสอบถามความเห็นจากสมาชิกในกลุ่ม และการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น จากอินเทอร์เน็ต หนังสือเรียน หรือจากงานวิจัยต่าง ๆ และร่วมกันทำใบกิจกรรม

2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้ามานำมาบันทึกลงในใบกิจกรรมเพื่อสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่ม โดยในใบกิจกรรมนักเรียนต้องเขียนระบุข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลว่าทำไมจึงเลือกเช่นนี้ แสดงหลักฐานที่สนับสนุนเหตุผลดังกล่าว พร้อมอ้างอิงที่มาของหลักฐาน

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับการนำเสนอหน้าชั้นเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งชั่วคราวของตนเองหน้าชั้นเรียนกลุ่มละ 3 นาที โดยให้นำเสนอถึงข้อกล่าวอ้าง สรุปผลการสำรวจตรวจสอบ หลักฐานที่เก็บมาได้ รวมถึงการให้เหตุผลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้างที่สนับสนุนกัน และจะมีเวลาให้ 3 นาทีหลังจากกลุ่มนำเสนอเสร็จเพื่อให้ นักเรียนกลุ่มอื่นซักถามและวิจารณ์ข้อโต้แย้ง หรือความเห็นที่ต่างกัน (ทั้งหมด 6 กลุ่มใช้เวลา 30 นาที)

2. นักเรียนทำกิจกรรมเช่นนี้ ไปจนครบทุกกลุ่ม

ขั้นที่ 5 ขั้น การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ

1. เมื่อจบกิจกรรมโต้แย้งของทุกกลุ่มแล้ว ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนประเด็นที่นักเรียนสรุปได้จากการแสดงความคิดเห็นของเพื่อนดังนี้

1.1 ประเด็นการนำเสนอที่ทุกกลุ่มเห็นตรงกันคืออะไร

1.2 ประเด็นการนำเสนอที่ทุกกลุ่มเห็นขัดแย้งกันคืออะไร

2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปเรื่อง ชากดิกดำบรรพ์ และเชื่อมโยงเข้าสู่สถานการณ์การโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมการสู้ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยครูใช้คำถามดังนี้

2.1 ความลึกของชั้นหินมีความสัมพันธ์อย่างไรกับชากดิกดำบรรพ์

2.2 ชากดิกดำบรรพ์ที่พบสามารถบอกอะไรได้บ้าง

2.3 นักเรียนคิดว่าระหว่างซากดึกดำบรรพ์ของหอยและซากดึกดำบรรพ์ของไดโนเสาร์ สิ่งมีชีวิตใดที่มีลักษณะใกล้เคียงกับปัจจุบันมากที่สุด

3. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 โดยใช้เวลา 10 นาที

4. จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบปรนัยเรื่อง ซากดึกดำบรรพ์ จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 5 นาที

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลในใบกิจกรรมที่ 3 โดยครูชี้แจงว่ารายงานผลการสำรวจตรวจสอบมีองค์ประกอบใดบ้าง

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน

1. ครูทำการรวบรวมใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนแต่ละคน และทำการสุ่มเลขที่เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบและประเมินใบกิจกรรมให้กับเพื่อน โดยนักเรียนแต่ละคนจะไม่ได้ตรวจสอบใบกิจกรรมของตนเอง

2. ครูทำการแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้แก่ นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบและประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน

1. นักเรียนรับใบกิจกรรมคืนจากเพื่อนที่ทำการตรวจสอบและประเมินให้ จากนั้นให้ผู้เรียนแก้ไขและปรับปรุงใบกิจกรรมการโต้แย้งของตนเอง เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้เรียนส่งใบกิจกรรมการโต้แย้งของตนเอง เพื่อที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ประเมินคนสุดท้ายอีกรอบ

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	จุดประสงค์	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้		
		วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
1. ด้านความรู้ ความเข้าใจ	นักเรียนสามารถอธิบายการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นหลักฐานในการเกิดวิวัฒนาการได้	ใบกิจกรรมที่ 2 และแบบทดสอบ	แบบประเมินการทำกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 70%
2. ด้านทักษะ กระบวนการ	นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นหลักฐานในการเกิดวิวัฒนาการได้	ใบกิจกรรมที่ 3	แบบประเมินการทำกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์อย่างน้อย 70%
3. ด้าน คุณลักษณะ	นักเรียนให้ความร่วมมือกับกิจกรรม	การสังเกต	แบบประเมินคุณลักษณะ	ระดับดีขึ้นไป

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 แบบบันทึกการโต้แย้งชั่วคราว เรื่อง ชากดักดำบรรพ์
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ชากดักดำบรรพ์
3. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง แบบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ
3. หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

8. เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
2. มิวเซียมไทยแลนด์ พิพิธภัณฑ์หอยหิน 150 ล้านปีและไดโนเสาร์โนนทัน

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ครูผู้สอน

(นางสาวนริศรา มหาฤทธิ์)

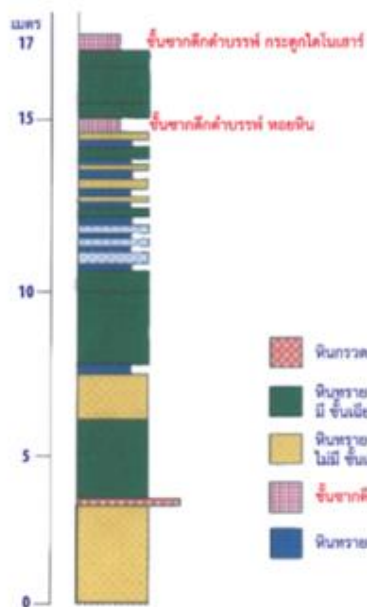
...../...../.....

ใบกิจกรรมที่ 1 แบบบันทึกการโต้แย้งชั่วคราว

เรื่อง ชากดึกดำบรรพ์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในกรอบด้านล่างให้ครบถ้วนสมบูรณ์

ในปีพ.ศ. 2537 ได้มีการค้นพบของชาวบ้านที่เข้าไปเก็บของป่าในบริเวณภูเขาลูกเล็กของจังหวัดนิงในภาคอีสานและได้เจอกับหินที่แปลกตาและมีลักษณะคล้ายหอย 2 ฝา จึงได้นำออกมาวางขาย และได้รับความสนใจจนมีผู้เชี่ยวชาญและนักธรณีวิทยาเข้ามาศึกษาจนพบว่าเป็นชากดึกดำบรรพ์ของหอยสองฝาที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด จากการศึกษาและสำรวจลึกลงไปอีก 17 เมตร พบว่ามีเศษชิ้นส่วนคล้ายกระดูกจำนวนมากหลายชิ้น ต่อมาพบว่าเป็นชากดึกดำบรรพ์ของโครงกระดูกไดโนเสาร์

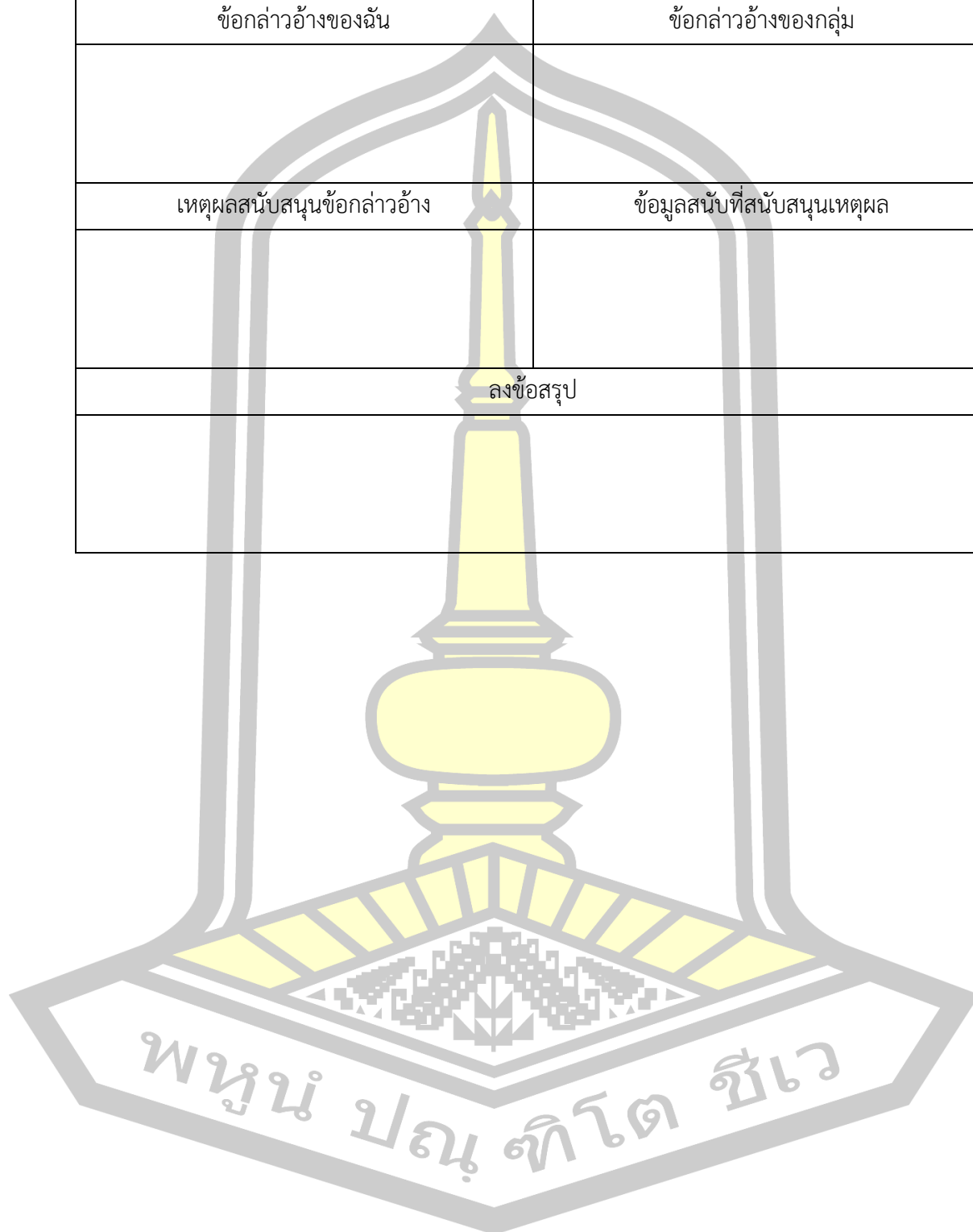


จากการค้นพบข้างต้น ชาวบ้านสันนิษฐานว่าในอดีตนั้นยุคของไดโนเสาร์ได้เกิดขึ้นหลังจากยุคของหอย เพราะมีการค้นพบชากดึกดำบรรพ์ของหอยก่อนพบชากดึกดำบรรพ์ของไดโนเสาร์

นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสันนิษฐานของชาวบ้านหรือไม่

สมาชิกในกลุ่ม

ข้อกล่าวอ้างของฉัน	ข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม
เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ข้อมูลสนับสนุนที่สนับสนุนเหตุผล
ลงข้อสรุป	



ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ชากตีกดำบรรพ์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ชากตีกดำบรรพ์เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

2. จากการค้นพบชากตีกดำบรรพ์ในพื้นที่จังหวัดหนองบัวลำภูนั้น สามารถบ่งบอกสิ่งใดเราได้บ้าง

.....

.....

.....

3. จากภาพการค้นพบชากตีกดำบรรพ์ของหอยและไดโนเสาร์นั้น ชากตีกดำบรรพ์ที่พบปรากฏอยู่ในลักษณะใดบ้าง

.....

.....

.....

4. ชากตีกดำบรรพ์นี้สนับสนุนการเกิดวิวัฒนาการได้อย่างไร

.....

.....

.....

5. ชากตีกดำบรรพ์ที่ค้นพบเป็นหลักฐานที่เพียงพอที่จะบ่งบอกสายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นได้เลยหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

แบบทดสอบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกต้อง

1. ข้อใดต่อไปนี้อาจกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับกระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์
 - ก. เกิดจากการจมอยู่ในน้ำ และมีโคลนตมหรือตะกอนทับถมอย่างรวดเร็ว
 - ข. เกิดจากเป็นรอยประทับอยู่บนชั้นตะกอน
 - ค. เกิดจากถูกเก็บรักษาสภาพไว้ในยางไม้
 - ง. เกิดจากรอยขีดเขียนบนผนังถ้ำ
2. ซากดึกดำบรรพ์ของหอยและไดโนเสาร์ที่ถูกค้นพบ จัดเป็นซากดึกดำบรรพ์ที่เกิดขึ้นจากลักษณะใด
 - ก. เกิดจากการจมอยู่ในน้ำ และมีโคลนตมหรือตะกอนทับถมอย่างรวดเร็ว
 - ข. เป็นรอยประทับอยู่บนชั้นตะกอน
 - ค. ถูกเก็บรักษาสภาพไว้ในยางไม้
 - ง. รอยขีดเขียนบนผนังถ้ำ
3. ข้อใดต่อไปนี้อาจกล่าวถูกต้อง
 - ก. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยจะอยู่ในชั้นหินล่างที่มีอายุมากกว่า
 - ข. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยจะอยู่ในชั้นหินบนที่มีอายุมากกว่า
 - ค. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุมากจะอยู่ในชั้นหินล่างที่มีอายุมากกว่า
 - ง. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุมากจะอยู่ในชั้นหินบนที่มีอายุน้อยกว่า
4. ซากดึกดำบรรพ์ที่ค้นพบในสุสานหอยหิน 150 ล้านปี ที่จังหวัดหนองบัวลำภู สามารถบ่งบอกสิ่งใดได้บ้าง
 - ก. เป็นหลักฐานที่สนับสนุนว่าในอดีตเคยมีสิ่งมีชีวิตเหล่านี้
 - ข. เป็นหลักฐานที่บ่งบอกได้ว่าพื้นที่นั้นเคยเป็นทะเลมาก่อน
 - ค. เป็นหลักฐานที่บอกได้ว่ายุคของหอยเกิดมาก่อนยุคของไดโนเสาร์
 - ง. ถูกทุกข้อ
5. ข้อใดจัดอยู่ในสิ่งมีชีวิตคงสภาพดึกดำบรรพ์
 - ก. รอยตีนไดโนเสาร์
 - ข. แมมมอธ
 - ค. แมงดาทะเล
 - ง. ถูกทุกข้อ

เฉลย แบบทดสอบ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกต้อง

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นกล่าวผิดเกี่ยวกับกระบวนการเกิดซากดึกดำบรรพ์
 - ก. เกิดจากการจมอยู่ในน้ำ และมีโคลนตมหรือตะกอนทับถมอย่างรวดเร็ว
 - ข. เป็นรอยประทับอยู่บนชั้นตะกอน
 - ค. ถูกเก็บรักษาสภาพไว้ในยางไม้
 - ง. รอยขีดเขียนบนผนังถ้ำ
2. ซากดึกดำบรรพ์ของหอยและไดโนเสาร์ที่ถูกค้นพบ จัดเป็นซากดึกดำบรรพ์ที่เกิดขึ้นจากลักษณะใด
 - ก. เกิดจากการจมอยู่ในน้ำ และมีโคลนตมหรือตะกอนทับถมอย่างรวดเร็ว
 - ข. เป็นรอยประทับอยู่บนชั้นตะกอน
 - ค. ถูกเก็บรักษาสภาพไว้ในยางไม้
 - ง. รอยขีดเขียนบนผนังถ้ำ
3. ข้อใดต่อไปนี้เป็นกล่าวถูกต้อง
 - ก. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยจะอยู่ในชั้นหินล่างที่มีอายุมากกว่า
 - ข. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยจะอยู่ในชั้นหินบนที่มีอายุมากกว่า
 - ค. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุมากจะอยู่ในชั้นหินล่างที่มีอายุมากกว่า
 - ง. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุมากจะอยู่ในชั้นหินบนที่มีอายุน้อยกว่า
4. ซากดึกดำบรรพ์ที่ค้นพบในสุสานหอยหิน 150 ล้านปี ที่จังหวัดหนองบัวลำภู สามารถบ่งบอกสิ่งใดได้บ้าง
 - ก. เป็นหลักฐานที่สนับสนุนว่าในอดีตเคยมีสิ่งมีชีวิตเหล่านี้
 - ข. เป็นหลักฐานที่บ่งบอกได้ว่าพื้นที่นั้นเคยเป็นทะเลมาก่อน
 - ค. เป็นหลักฐานที่บอกได้ว่ายุคของหอยเกิดมาก่อนยุคของไดโนเสาร์
 - ง. ถูกทุกข้อ
5. ข้อใดจัดอยู่ในสิ่งมีชีวิตคงสภาพดึกดำบรรพ์
 - ก. รอยตีนไดโนเสาร์
 - ข. แมมมอธ
 - ค. แมงดาทะเล
 - ง. ถูกทุกข้อ

แบบประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

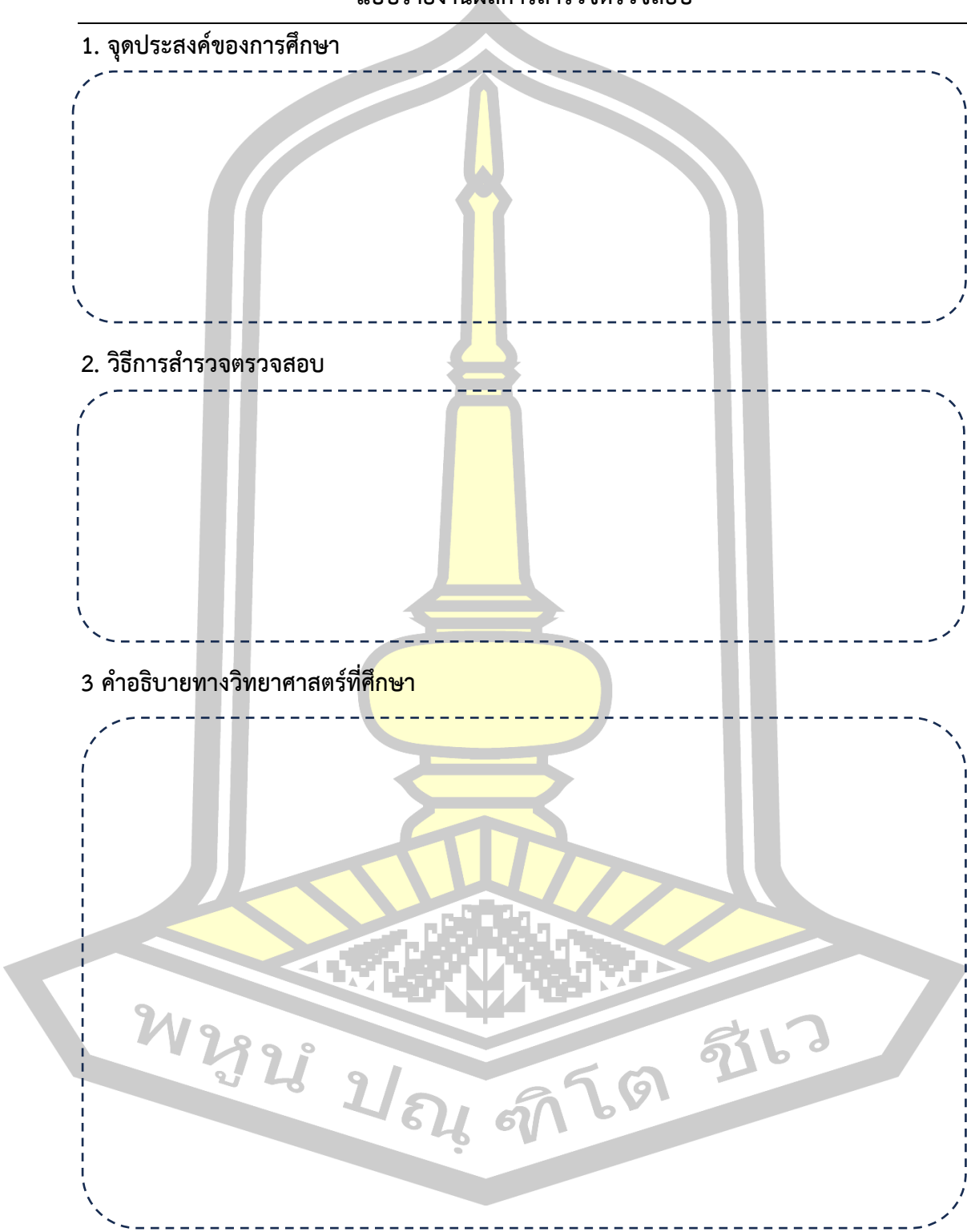
หัวข้อการประเมิน : นักเรียนสามารถอธิบายการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ที่เป็นหลักฐานในการเกิดวิวัฒนาการได้

เลขที่	คะแนน		รวม
	กิจกรรมที่ 2 (5)	แบบทดสอบ (5)	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			

ใบกิจกรรมที่ 3

แบบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

1. จุดประสงค์ของการศึกษา



2. วิธีการสำรวจตรวจสอบ

3 คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา

พูน ปณ จิโต ชีเว

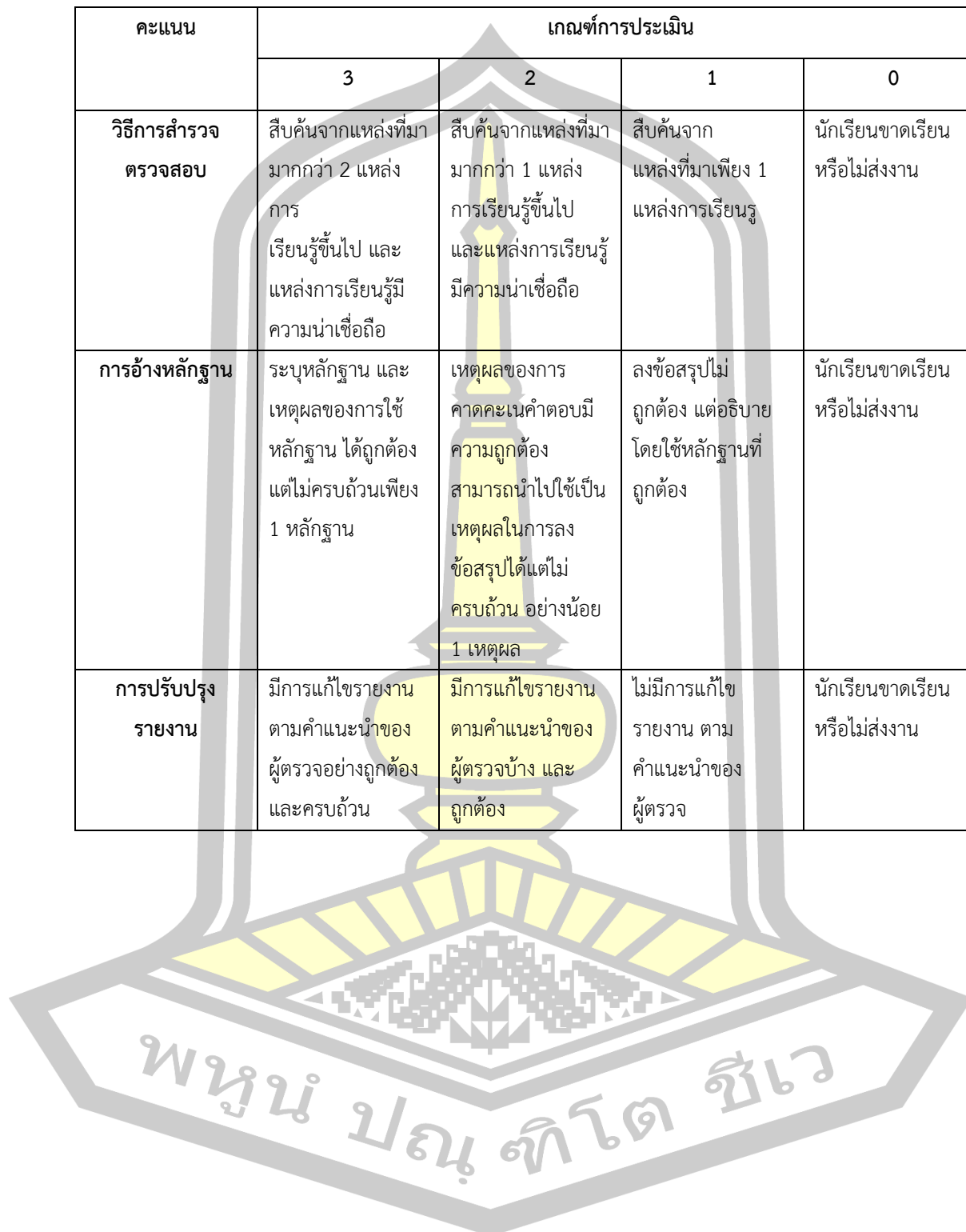
แบบการประเมินใบกิจกรรมที่ 3 แบบรายงานผลการตรวจสอบ

คำชี้แจง : ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการที่นักเรียนปฏิบัติ

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ระดับคะแนน			รวม คะแนน (เต็ม 9 คะแนน)	ผ่านเกณฑ์ 70% (ผ่าน 7 คะแนน)	
		วิธีการสำรวจ ตรวจสอบ	การอ้าง หลักฐาน	การปรับปรุง รายงาน		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							

เกณฑ์การประเมินผลใบกิจกรรมที่ 3 แบบรายงานผลการตรวจสอบ

คะแนน	เกณฑ์การประเมิน			
	3	2	1	0
วิธีการสำรวจ ตรวจสอบ	สืบค้นจากแหล่งที่มา มากกว่า 2 แหล่ง การเรียนรู้ขึ้นไป และ แหล่งการเรียนรู้มี ความน่าเชื่อถือ	สืบค้นจากแหล่งที่มา มากกว่า 1 แหล่ง การเรียนรู้ขึ้นไป และแหล่งการเรียนรู้ มีความน่าเชื่อถือ	สืบค้นจาก แหล่งที่มาเพียง 1 แหล่งการเรียนรู้	นักเรียนขาดเรียน หรือไม่ส่งงาน
การอ้างหลักฐาน	ระบุหลักฐาน และ เหตุผลของการใช้ หลักฐาน ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนเพียง 1 หลักฐาน	เหตุผลของการ คาดคะเนคำตอบมี ความถูกต้อง สามารถนำไปใช้เป็น เหตุผลในการลง ข้อสรุปได้แต่ไม่ ครบถ้วน อย่างน้อย 1 เหตุผล	ลงข้อสรุปไม่ ถูกต้อง แต่อธิบาย โดยใช้หลักฐานที่ ถูกต้อง	นักเรียนขาดเรียน หรือไม่ส่งงาน
การปรับปรุง รายงาน	มีการแก้ไขรายงาน ตามคำแนะนำของ ผู้ตรวจอย่างถูกต้อง และครบถ้วน	มีการแก้ไขรายงาน ตามคำแนะนำของ ผู้ตรวจบ้าง และ ถูกต้อง	ไม่มีการแก้ไข รายงาน ตาม คำแนะนำของ ผู้ตรวจ	นักเรียนขาดเรียน หรือไม่ส่งงาน



เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะของนักเรียน

รายการประเมิน	3	2	1	0
1.มีความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม	ไม่เล่นโทรศัพท์ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมตลอดทั้งคาบเรียน	เล่นโทรศัพท์ 1 ครั้ง และมีส่วนร่วมในกิจกรรม	เล่นโทรศัพท์ ตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป และมีส่วนร่วมในกิจกรรม	ไม่สนใจในการทำกิจกรรม
2. มีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มตลอดทั้งคาบเรียน ออกความเห็นและช่วยเพื่อนทำงานจนงานสำเร็จทันเวลา	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ออกความเห็นและช่วยเพื่อนทำงาน แต่งานไม่สำเร็จทันเวลา (ช้าเกิน 5 นาที)	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ออกความเห็นแต่ไม่ช่วยเพื่อนทำงาน	ไม่มีการทำงานร่วมกัน
3. ส่งงานตามเวลาที่กำหนด	นักเรียนมีความรับผิดชอบ และส่งงานตามที่ได้รับมอบหมายตรงตามเวลาที่ครูกำหนด (ภายในคาบ)	นักเรียนมีความรับผิดชอบ และส่งงานตามที่ได้รับมอบหมาย แต่ส่งงานช้ากว่าที่ครูกำหนด (ส่งภายในวันที่เรียน)	นักเรียนมีความรับผิดชอบ และส่งงานตามที่ได้รับมอบหมาย แต่ส่งงานช้ากว่าที่ครูกำหนด 1-2 วัน	นักเรียนไม่ส่งงาน

เกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ (คะแนนเต็ม 9 คะแนน, ผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป)

คะแนน 8-9 คะแนน หมายถึง ดีมาก

คะแนน 5-7 คะแนน หมายถึง ดี

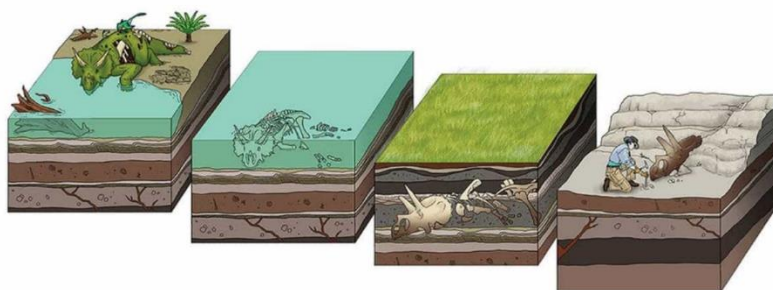
คะแนน 3-4 คะแนน หมายถึง พอใช้

คะแนน 0-2 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

แบบวัดความสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิวัฒนาการ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อ 1 การเกิดฟอสซิลไดโนเสาร์ที่เราเรียกกันว่าซากดึกดำบรรพ์นั้น มีกระบวนการเกิดที่ไม่ใช่เรื่องง่าย เรียกได้ว่าเป็นความบังเอิญเลยก็ว่าได้ เพราะจะต้องเกิดกระบวนการรักษาสากนั้นทันทีหลังจากที่สิ่งมีชีวิตตายลงและใช้ระยะเวลาดังแต่ 10,000 ปี ขึ้นไป จากภาพนักเรียนคิดว่า การคาดคะเนในข้อใดน่าจะเหมาะสมที่สุดที่จะบอกได้ว่ากระบวนการเกิดฟอสซิลในภาพเป็นกระบวนการในลักษณะใด



- ก. เกิดในลักษณะที่เป็นรอยประทับบนชั้นหินตะกอน
- ข. เกิดในลักษณะที่ถูกเก็บรักษาสภาพที่สมบูรณ์ไว้ในน้ำ
- ค. เกิดในลักษณะที่จมอยู่ในน้ำและมีโคลนตะกอนทับถมอย่างรวดเร็ว
- ง. เกิดในลักษณะที่จมอยู่ในน้ำและแทรกตัวลงไปอยู่ตามชั้นหิน

ข้อ 1.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกเช่นนั้น

.....

.....

.....

พูน ปณ จิต ชเว

ข้อ 2 ค้างคาวเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีความพิสดาร ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการบิน การออกหากินในเวลากลางคืน และพฤติกรรมการนอนห้อยหัว ซึ่งความแปลกประหลาดเหล่านี้มักมีที่มาที่ไป ถึงแม้ว่าค้างคาวที่คนส่วนมากมีความเห็นตรงกันว่าหน้าตาเหมือนหนูแต่มีปีก แต่จากการศึกษานั้น ค้างคาวมีสายสัมพันธ์วิวัฒนาการใกล้ชิดกับวาฬและโลมา มากกว่าหนูจริงๆ เสียอีก โดยนักวิทยาศาสตร์ยุคตัวอย่างหลักฐานทางพฤติกรรมที่สอดคล้องกันคือการนำทางและออกหากินด้วยคลื่นเสียงนั่นเอง ซึ่งในพฤติกรรมเหล่านี้เป็นผลมาจาก Prestin Protein ที่พบในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่งผลให้ประสิทธิภาพการรับฟังคลื่นเสียงได้ดีกว่าสัตว์ชนิดอื่นๆ

หากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะใช้หลักฐานและข้อมูลใดมาอธิบายความใกล้ชิดทางสายวิวัฒนาการระหว่างค้างคาวกับวาฬหรือโลมาถึงจะเหมาะสมที่สุด

ก. วิทยาเอ็มบริโอ เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสัตว์มีกระดูกสันหลังในระยะต้นของค้ำคาวและวาฬ

ข. กายวิภาคเปรียบเทียบ สัตว์ที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายกันจะจัดให้อยู่กลุ่มเดียวกันของค้ำคาวและวาฬ

ค. ซีโมเลกุล การศึกษาระดับสารพันธุกรรมเปรียบเทียบลำดับกรดอะมิโนที่เหมือนกันในสายอีโมโลบิน

ง. การแพร่กระจายทางภูมิศาสตร์ ความแตกต่างของสภาพแวดล้อมที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการต่างออกไป

ข้อ 2.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกเช่นนี้



ข้อ 4. กระทั่งกับวัวเป็นสัตว์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก ๆ เมื่อผสมพันธุ์กันจะให้ลูกรุ่น F1 ออกมา และพบว่ายังสามารถให้ลูกในรุ่น F2 ได้อีกด้วย แต่ทว่ารุ่น F2 นี้เริ่มมีสภาวะร่างกายอ่อนแอและเป็นหมันถึง 90% และเป็นเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนถึงรุ่น F5 ที่พบว่าเป็นหมัน 100% โดยนักวิทยาศาสตร์กล่าวว่าสภาวะร่างกายอ่อนแอ หรือเป็นหมันที่มีมาตั้งแต่ในรุ่น F2 นั้นเป็นการป้องกันการสืบพันธุ์ข้ามสปีชีส์ นักเรียนคิดว่าหลักฐานในข้อใดที่ถูกต้องและสามารถสนับสนุนคำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์ได้มากที่สุด

ก. การแยกเหตุทางการสืบพันธุ์ก่อนระยะไซโกต ป้องกันไม่ให้เซลล์สืบพันธุ์จากสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันมาผสมพันธุ์กัน

ข. การแยกเหตุการสืบพันธุ์หลังระยะไซโกตประเภทลูกผสมตายก่อนวัยเจริญพันธุ์

ค. การแยกเหตุการสืบพันธุ์หลังระยะไซโกตประเภทลูกผสมเป็นหมัน

ง. การแยกเหตุการสืบพันธุ์หลังระยะไซโกตประเภทลูกผสมล้มเหลว

ข้อ 4.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกเช่นนี้



ข้อ 5 วิเทศเกอร์ ครอบครัวที่ 'เลือดชิด' ที่สุดในอเมริกา

ถอยย้อนกลับไปหลายปีก่อนหน้าของครอบครัว วิเทศเกอร์ นั้น อลิซา กับ แมรี เป็นพี่น้องกัน พวกเขาแยกย้ายกันไปแต่งงานกับคนรัก ตัวเอลิซาให้กำเนิดลูกชายฝาแฝดคือ เฮนรี กับ จอห์น ขณะที่แมรีให้กำเนิดลูกสาวคือ เอดา ซึ่งเมื่อเติบโตขึ้นมา เอดาแต่งงานกับจอห์นซึ่งถือเป็นญาติสนิท และว่ากันว่านั่นเมื่อจอห์นกับเอดาให้กำเนิดบุตรสาว ซึ่งเติบโตไปแต่งงานกับลูกชายของเฮนรี ผู้เป็นฝาแฝดของพ่อหรือคือลุงของเธอเอง จากนั้น หนุ่มสาวทั้งคู่ก็ให้กำเนิดบุตรหลานวิเทศเกอร์รุ่นต่อมา คือลอเรนและเรย์ พร้อมพี่น้องอีกร่วมสิบชีวิต -ขณะที่ทิมมีเป็นลูกของลอเรนเมื่อครั้งที่เธอถูกข่มขืนโดยชายไม่ทราบชื่อในปี 1979 ซึ่งนักวิทยาศาสตร์เตือน การกระทำเช่นนี้เป็นผลเสียต่อการอยู่รอดของสมาชิกในครอบครัว หากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์นักเรียนจะใช้เวลาในข้อใดที่จะเหมาะสมที่สุดในการอธิบายสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์เตือน

- ก. เจเนติกดริฟแบบสุ่ม
- ข. การถ่ายเทยีน
- ค. การผสมพันธุ์แบบไม่สุ่ม
- ง. การมิวเทชัน

5.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกเช่นนั้น

พูน ปณ จิต ชีเว

ข้อ 6 เหตุใดชาวเอเชียจึงมีสมองขนาดใหญ่กว่าชาวยุโรป และแอฟริกัน?

การสำรวจขนาดสมองของผู้คนทั่วโลก ดำเนินการโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน เมื่อ 30 ปีก่อน โดยทำการสำรวจกะโหลกศีรษะของมนุษย์สมัยใหม่ จากหลากหลายประเทศทั่วโลกกว่า 20,000 หัวกะโหลก ผลการสำรวจได้สรุปค่าเฉลี่ยออกมาว่า ชาวเอเชียนั้นมีขนาดของกะโหลกอยู่ที่ 1,451 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งใหญ่กว่าเมื่อเทียบกับ ชาวยุโรปที่มีขนาด 1,362 ลูกบาศก์เซนติเมตร และชาวแอฟริกันอยู่ที่ 1,268 ลูกบาศก์เซนติเมตร

และจากการศึกษาเพิ่มเติม เมื่อปีที่ผ่านมา ด้วยการสำรวจพบว่า บรรดาชาวเอเชียตะวันออกมักมีกะโหลกศีรษะที่มีขนาดสูงกว่า ซึ่งช่วยบรรจุสมองที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งแต่เดิมนักวิจัยเชื่อว่าสภาพอากาศที่หนาวเย็นเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว การมีสมองที่ใหญ่ขึ้น ช่วยให้ร่างกายสามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่มากขึ้น

ศาสตราจารย์ Su Bing นักวิจัยด้านวิทยาศาสตร์จากสถาบันสัตววิทยาในคุนหมิง ได้ทำการเปรียบเทียบการกลายพันธุ์ของยีน CASC5 ในมนุษย์เป็นครั้งแรก ผลการศึกษาพบว่า ในบรรดาชาวเอเชียตะวันออกอย่างจีน, ญี่ปุ่น และมองโกเลียนั้นมีความถี่สูงที่ยีนดังกล่าวจะกลายพันธุ์ เมื่อเทียบกับชาวยุโรป และชาวแอฟริกาที่การกลายพันธุ์นี้กลับไม่ค่อยเกิดขึ้น ซึ่งยีนดังกล่าวจะส่งผลให้สมองมีเนื้อสีเทามากขึ้น ในขณะที่สาเหตุของการกลายพันธุ์นี้ยังคงเป็นปริศนา

อย่างไรก็ตามศาสตราจารย์ Su ระบุว่า การค้นพบดังกล่าวไม่ได้สนับสนุนว่าชาวเอเชียจะมีความเฉลียวฉลาดมากกว่าชาติพันธุ์อื่น ทั้งนี้ศาสตราจารย์ระบุว่า การที่ใครคนใดคนหนึ่งมีขนาดของสมองที่ใหญ่กว่าเดิมนั้น จำต้องแลกมาด้วยสิ่งอื่น เช่น สมองและกะโหลกศีรษะที่ใหญ่ขึ้นส่งผลให้การคลอดเป็นไปอย่างยากลำบากมากขึ้น และกินทรัพยากรอื่นๆของร่างกาย เช่น มวลความแข็งแรงของร่างกายจะลดลง นั่นเป็นเหตุผลว่าทำไมชาวยุโรปจึงมีความแข็งแรงมากกว่าชาวเอเชีย

นักเรียนคิดว่าผลของการศึกษานี้ควรจะเป็นไปตามแนวคิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของนักวิทยาศาสตร์ท่านใด

ก. ลามาร์ก (Jean Lamarck)

ข. ชาลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin)

6.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกเช่นนั้น

7.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกเช่นนั้น



ข้อ 8. “สาวสกลนครมันใจ หมาและแมวที่เลี้ยงไว้ผสมพันธุ์กัน ได้ลูก 11 ตัว”

สาวสกลนครมันใจ หมาและแมวที่เลี้ยงไว้ผสมพันธุ์กันเองจนมีลูกแมวด้วยกันถึง 11 ตัว ในจำนวนนั้น มี 4 ตัวที่มีลักษณะเหมือนพ่อหรือเหมือนหมา ส่วนที่เหลือมีลักษณะเหมือนแม่หรือเหมือนแมว เจ้าตัวกล่าวว่า ตั้งแต่เลี้ยงลูกแมวทั้ง 11 ตัวมานั้นตนเองมีโชคลาภมาตลอด ขณะที่สัตว์แพทย์เผย กรณีนี้หมาและแมวผสมพันธุ์กันไม่ได้ นักเรียนคิดว่าสัตว์แพทย์จะมีการนำเอาหลักฐานใดมาอธิบายเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว จึงจะเหมาะสมที่สุด

- ก. หมาและแมวผสมพันธุ์กันไม่ได้ เพราะหมาและแมวมีแหล่งที่อยู่อาศัยต่างกัน
- ข. หมาและแมวผสมพันธุ์กันไม่ได้ เพราะหมาและแมวมีพฤติกรรมที่ต่างกัน
- ค. หมาและแมวผสมพันธุ์กันไม่ได้ เพราะหมาและแมวมีช่วงเวลาการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน
- ง. หมาและแมวผสมพันธุ์กันไม่ได้ เพราะหมาและแมวมีอวัยวะสืบพันธุ์ที่ต่างกัน

8.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกเช่นนั้น



ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง วิวัฒนาการ

1. ข้อใดจัดอยู่ในสิ่งมีชีวิตคงสภาพดึกดำบรรพ์
 - ก. รอยตีนไดโนเสาร์
 - ข. แมมมอธ
 - ค. แมงดาทะเล
 - ง. ถูกทุกข้อ
2. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง
 - ก. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยจะอยู่ในชั้นหินล่างที่มีอายุมากกว่า
 - ข. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยจะอยู่ในชั้นหินบนที่มีอายุมากกว่า
 - ค. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุมากจะอยู่ในชั้นหินล่างที่มีอายุมากกว่า
 - ง. ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุมากจะอยู่ในชั้นหินบนที่มีอายุน้อยกว่า
3. ปีกนกกับปีกแมลงปอ ซึ่งพัฒนามาเพื่อทำหน้าที่ในการบินเหมือนกัน แต่พบว่ามีโครงสร้างทางกายวิภาคที่ต่างกัน เรียกว่าอะไร
 - ก. Analogous structure
 - ข. Homologous structure
 - ค. Convergent evolution
 - ง. Microevolution
4. เมื่อทำการเปรียบเทียบลำดับของกรดอะมิโนในโปรตีนฮีโมโกลบินจะพบว่าข้อใดเป็นจริง
 - ก. ลำดับของกรดอะมิโนในโปรตีนฮีโมโกลบินในสัตว์ทุกชนิดมีจำนวนเท่ากัน แต่การจัดเรียงตัวต่างกัน
 - ข. ความแตกต่างของลำดับกรดอะมิโนในโปรตีน ฮีโมโกลบินระหว่างมนุษย์และลิงมีน้อยกว่าระหว่าง มนุษย์และหนู
 - ค. ฮีโมโกลบินที่พบในมนุษย์มีความก้าวหน้าและซับซ้อนจนไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบกับฮีโมโกลบินของสัตว์อื่นได้
 - ง. เราพบฮีโมโกลบินในมนุษย์เท่านั้น ซึ่งวิวัฒนาการมาจากกรงควัตถุอื่นๆ ที่สัตว์ใช้ในการลำเลียงออกซิเจน ในเลือด
5. หลักฐานของวิวัฒนาการในข้อใดใช้สนับสนุนว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายต่างก็มีกำเนิดมาจากบรรพบุรุษแรกเริ่มชนิดเดียวกันได้ดีที่สุด
 1. หลักฐานจากข้อมูลด้านชีววิทยาเชิงโมเลกุล

2. หลักฐานจากการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ

3. หลักฐานจากการเปรียบเทียบโครงสร้าง

4. หลักฐานจากการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์

ก. 1

ข. 2

ค. 1 และ 3

ง. 2 และ 4

6. ถ้านกฟินช์บนหมู่เกาะกาลาปากอสมีหลายสปีชีส์ กลไกใดจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดนกฟินช์สปีชีส์ต่างๆบนหมู่เกาะเหล่านั้นเป็นสำคัญเริ่มแรก

ก. กลไกการแบ่งแยกโดยสภาพภูมิศาสตร์

ข. กลไกการแบ่งแยกทางการสืบพันธุ์

ค. กลไกการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม

ง. กลไกการอพยพย้ายถิ่นเข้ามาถิ่นฐานใหม่

7. หลักฐานในข้อใดสนับสนุนกฎการใช้และไม่ใช้ของลามาร์ก

ก. ผู้ชายไม่ต้องให้นมลูกจึงไม่มีต่อมน้ำนม

ข. กิ้งกือเดินเร็วกว่าตะขาบจึงมีขาจำนวนมากกว่า

ค. ค้างคาวรับฟังเสียงด้วยระบบโซนาร์จึงไม่มีใบหู

ง. คนที่ฝึกว่ายน้ำมาตั้งแต่เด็กเมื่อโตขึ้นจะมีไหล่กว้าง

8. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับทฤษฎี use and disuse ของ Jean Lamarck

ก. สิ่งมีชีวิตต้องดิ้นรนต่อสู้เพื่อเอาชีวิตรอด และสืบพันธุ์ต่อไป

ข. ลักษณะใดๆที่เกิดขึ้นในรุ่นพ่อแม่ จะสามารถถูกถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้

ค. เมื่อมีการใช้งานอวัยวะใดมาก อวัยวะนั้นก็จะใหญ่ และแข็งแรงขึ้น เช่นกล้ามเนื้ออวัยวะใดหากไม่ได้ใช้งานก็จะหดเล็กลง เช่นไส้ติ่ง

ง. สิ่งมีชีวิตสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ แต่จะไม่ส่งผ่านสู่ไปไหน

9. ทฤษฎีวิวัฒนาการของ Lamarck อ้างถึงหลักการใดมากที่สุด

ก. การแปรผันตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป

ข. การแปรผันที่บังเอิญเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป

ค. การแปรผันที่เกิดจากมิวเทชัน

ง. การแปรผันที่จะถูกคัดเลือกโดยธรรมชาติ

10. ข้อใดเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกันระหว่างทฤษฎีวิวัฒนาการของลามาร์ก กับดาร์วิน

ก. การปรับตัวเป็นผลมาจากความสำเร็จในการสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน

ข. วิวัฒนาการเป็นแรงขับให้สิ่งมีชีวิตมีโครงสร้างที่ซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น

ค. การปรับตัวทางวิวัฒนาการเป็นผลมาจากการมีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ง. หลักฐานของซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตสนับสนุนแนวคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ

11. ทฤษฎี natural selection ของชาร์ล ดาร์วิน หมายถึง

ก. ธรรมชาติมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนในการคัดเลือกเผ่าพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต

ข. ลักษณะผันแปรของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมหนึ่งๆ จะถูกคัดเลือกเอาไว้และสะสมเพิ่มมากขึ้น

ค. สิ่งมีชีวิตมีทิศทางของการเปลี่ยนแปลงตามความต้องการของธรรมชาติ

ง. เป็นการต่อสู้ดิ้นรนของสิ่งมีชีวิตที่จะปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติ

12. ข้อใดต่อไปนี้ ไม่ใช่ การคัดเลือกโดยธรรมชาติ

ก. แบคทีเรียดื้อต่อยาปฏิชีวนะ

ข. แมลงทนทานต่อยาฆ่าแมลงยิ่งขึ้น

ค. คนคัดเลือกเพาะพันธุ์แฮมสเตอร์

ง. นักเพาะผู้บางชนิดกำลังพัฒนาชนที่มีสีขนสวยงามเพื่อดึงดูดเพศเมีย

13. หากประชากรอยู่ในสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กแล้วข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง

ก. การคัดเลือกโดยธรรมชาตินี้จะเกิดขึ้น สิ่งมีชีวิตที่แข็งแรงกว่าจะอยู่รอด

ข. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความถี่แอลลีลจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง

ค. จำนวนสิ่งมีชีวิตที่อพยพออกเท่ากับจำนวนสิ่งมีชีวิตที่อพยพเข้า

ง. ประชากรมีขนาดเล็ก และขนาดของประชากรไม่เปลี่ยนแปลง

14. ผีเสื้อกลางคืนลักษณะสีเทาถูกควบคุมโดยยีน b ลักษณะสีดำถูกควบคุมโดยยีน B ในการสำรวจผีเสื้อกลางคืนในบริเวณหนึ่ง พบสีเทา 360 ตัว สีดำ 640 ตัว ถ้าประชากรอยู่ในสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก จำนวนผีเสื้อกลางคืนสีดำที่เป็นheterozygous มีเท่าใด

ก. 180 ตัว

ข. 320 ตัว

ค. 360 ตัว

ง. 480 ตัว

15. ข้อใดถูกต้อง

ก. การอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตเพื่อการสืบพันธุ์เป็น กระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม

ข. มิวเทชันทำให้เกิดแอลลีลใหม่ ซึ่งทุกแอลลีลสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้

ค. การคัดเลือกทางธรรมชาติเป็นกระบวนการคัดเลือก จีโนไทป์ที่เหมาะสมของสิ่งมีชีวิตในประชากรหนึ่ง ๆ

ง. วิวัฒนาการเป็นการเปลี่ยนแปลงความถี่ของ แอลลีลในกลุ่มประชากรใดๆเมื่อเวลาผ่านไป

16. การเกิดสึนามิ ทำให้อัตราส่วนแอลลีลในยีนพูลของประชากรปูเสฉวนริมชายหาดไม่เหมือนเดิม ทั้งนี้เป็นเพราะเกิดจาก

ก. การสูญพันธุ์

ข. ผลกระทบจากผู้ก่อตัว

ค. ปรากฏการณ์คอขวด

ง. การถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีน

17. ข้อใดไม่ใช่ตัวอย่างการคัดเลือกพันธุ์โดยธรรมชาติ

ก. การพัฒนาพฤติกรรมของสุนัขพันธุ์สแปเนียล

ข. การต้านยาปฏิชีวนะ ของเชื้อแบคทีเรีย

ค. ผีเสื้อกลางคืนมีสีดำในเมืองอุตสาหกรรม

ง. การอยู่รอดของเหาแม้ว่าจะใช้ DDT

18. กลไกการแบ่งแยกก่อนระยะไซโกตจะป้องกันมิให้ กระบวนการใดเกิดขึ้น

ก. การปฏิสนธิ

ข. การผลิตเซลล์สืบพันธุ์

ค. การเจริญเติบโตของไซโกต

ง. การสืบพันธุ์ของลูกผสม

19. หิ้งห้อยกระพริบแสง เพื่อดึงดูดตัวเมียมาผสมพันธุ์หิ้งห้อยแต่ละ species จะมีโค้ดัลการกระพริบเพียงแบบเดียวที่ไม่ซ้ำกับ species อื่น ป้องกันการผสมข้าม species ที่กล่าวมานี้เป็นกลไกแยกกันทางการสืบพันธุ์แบบใด

ก. ช่วงเวลาในการผสมพันธุ์

ข. พฤติกรรมการผสมพันธุ์

ค. โครงสร้างของอวัยวะสืบพันธุ์

ง. ถิ่นที่อยู่อาศัย

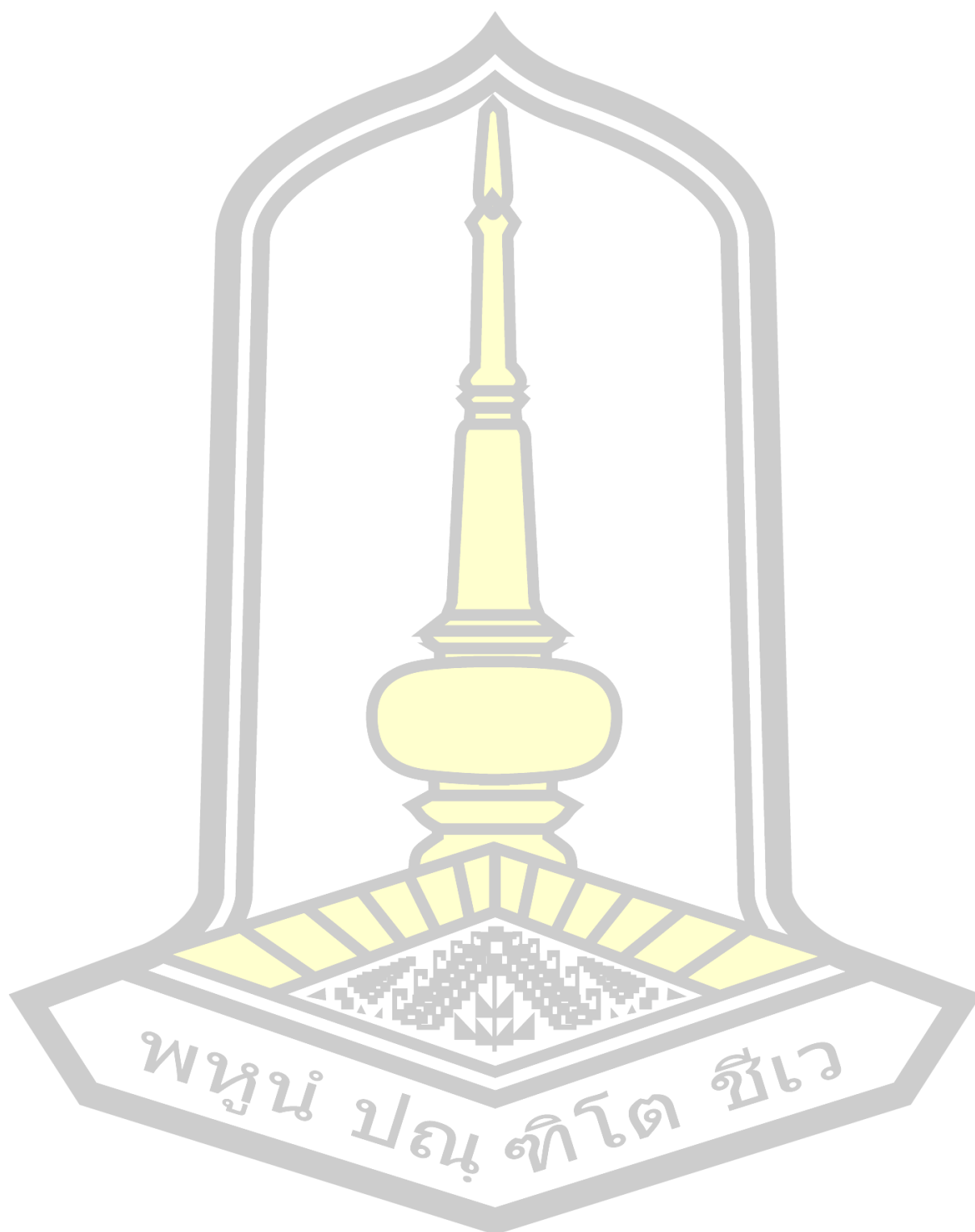
20. การเกิดสปีชีส์มีกี่ประเภท อะไรบ้าง

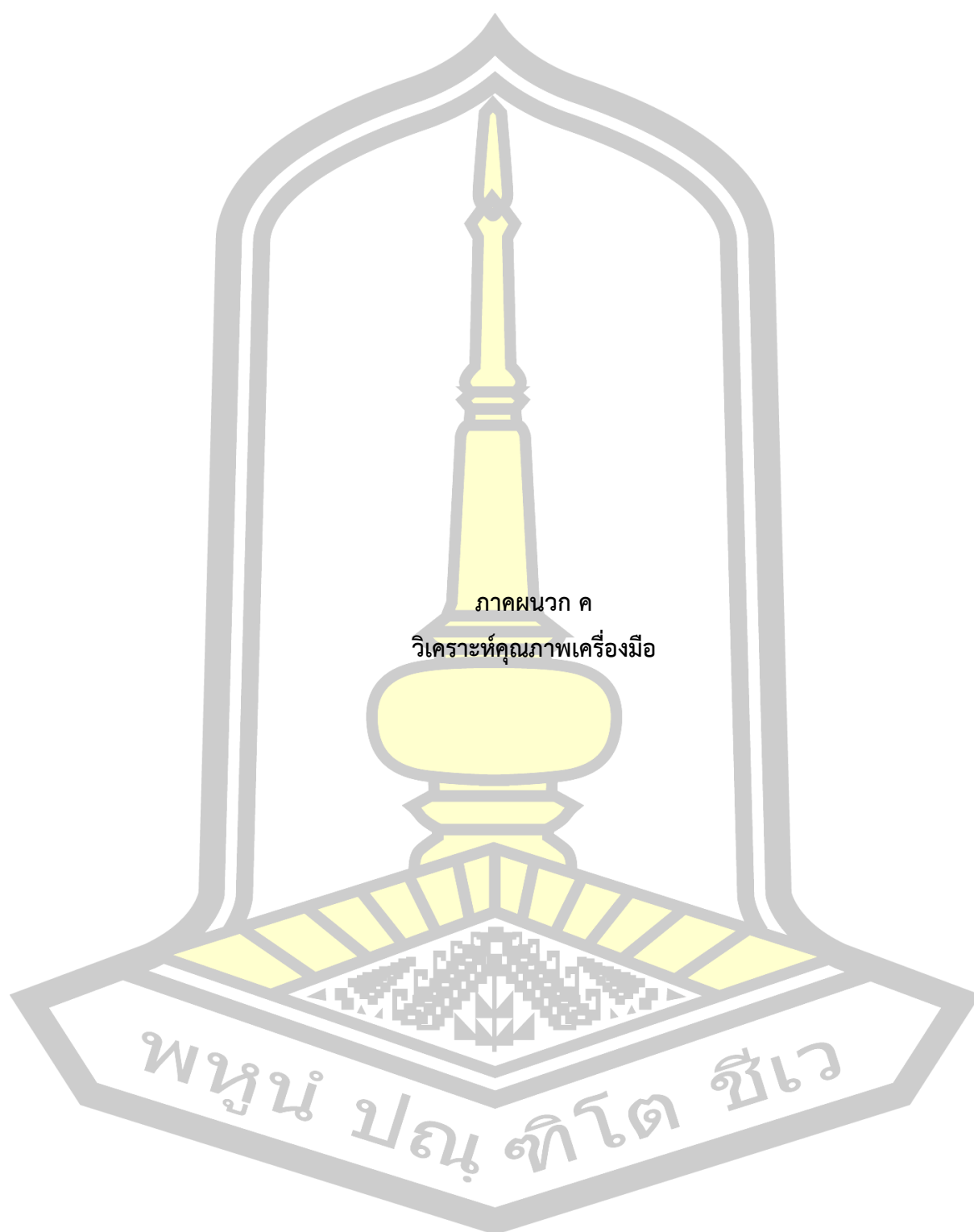
ก. 3 ประเภท การเกิดใหม่จากการแบ่งแยกภูมิศาสตร์ การเกิดใหม่ในภูมิศาสตร์เดียวกัน การเกิดใหม่ในหลายภูมิศาสตร์

ข. 2 ประเภท การเกิดใหม่จากการแบ่งแยกภูมิศาสตร์ การเกิดใหม่ในหลายภูมิศาสตร์

ค. 2 ประเภท การเกิดใหม่จากการแบ่งแยกภูมิศาสตร์ การเกิดใหม่ในภูมิศาสตร์เดียวกัน

ง. 1 ประเภท การเกิดใหม่ในการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์





ตารางที่ 12 ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง รายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนที่ 1 - แผนที่ 9 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน		ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ แผนการจัดการเรียนรู้									รวม	สรุป
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1. สารการเรียนรู้												
1.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การ เรียนรู้	4.80	4.80	4.80	4.60	4.60	4.80	4.60	4.80	4.60	4.20	มาก	
1.2 เหมาะสมกับ วัยของนักเรียน	4.60	4.20	4.60	4.20	4.20	4.20	4.20	4.60	4.40	4.33	มาก	
2. จุดประสงค์การเรียนรู้												
2.1 สอดคล้องกับ เนื้อหา	5.00	5.00	4.80	5.00	4.60	4.80	5.00	5.00	5.00	4.91	มากที่สุด	
2.2 เหมาะสมกับ วัยของนักเรียน	4.20	4.20	4.00	4.20	4.20	4.00	4.60	4.60	4.20	3.80	มาก	
2.3 สามารถใช้วัด พฤติกรรมของ ผู้เรียนได้จริง	4.00	4.00	3.80	3.80	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.95	มาก	
3. เนื้อหา												
3.1 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การ เรียนรู้	4.20	4.40	4.20	4.40	4.40	4.20	4.40	4.40	4.40	4.33	มาก	
3.2 เหมาะสมกับ ระดับชั้นของ นักเรียน	4.20	4.20	4.20	4.00	4.00	4.20	4.40	4.40	4.20	4.20	มาก	

ตารางที่ 12 (ต่อ) ผลการประเมินความเหมาะสมกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง รายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนที่ 1 - แผนที่ 9 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน		ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ แผนการจัดการเรียนรู้									รวม	สรุป
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้												
4.1 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4.60	4.60	4.40	4.40	4.60	4.60	4.60	4.80	4.40	4.56	มากที่สุด	
4.2 กิจกรรมของแผนเร้าความสนใจได้ดี	4.60	4.40	4.00	4.20	4.20	4.40	4.60	4.60	4.40	4.38	มาก	
5. สื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้												
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	4.40	4.40	4.40	4.60	4.60	4.40	4.40	4.40	4.47	มาก	
5.2 สื่อน่าสนใจและเอื้อต่อการเรียนรู้	4.60	4.40	4.40	4.40	4.60	4.40	4.60	4.40	4.40	4.47	มาก	
6. การวัดและประเมินผล												
6.1 สามารถวัดได้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	4.20	4.00	4.00	4.20	4.20	4.40	4.40	4.00	4.16	มาก	
6.2 การวัดที่ระบุความสามารถประเมินได้	4.00	3.80	4.00	4.20	4.00	4.20	4.20	4.00	4.20	4.07	มาก	
6.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.40	4.20	4.40	4.40	4.20	4.00	4.20	4.00	4.20	4.2	มาก	
ค่าเฉลี่ย	4.41	4.34	4.29	4.3	4.31	4.33	4.44	4.46	4.34	4.30	มาก	

ตารางที่ 13 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยแยกตามรายด้าน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
สาระการเรียนรู้	4.27	0.09	มาก
จุดประสงค์การเรียนรู้	4.22	0.60	มาก
เนื้อหา	4.27	0.09	มาก
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.47	0.13	มาก
สื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.47	0.00	มาก
การวัดและประเมินผล	4.14	0.07	มาก
รวม	25.84	0.98	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.30	0.16	

ตารางที่ 14 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5)	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	0	+1	3	0.8	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปรผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	สรุปผล
1	0.76	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.56	ใช้ได้	0.21	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.55	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.57	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.53	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.56	ใช้ได้	0.21	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.54	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.70	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.56	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.55	ใช้ได้	0.18	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้
11	0.57	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.63	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมี ค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.53 – 0.76 และอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.21 – 0.36 ค่าความเชื่อมั่น (α) ทั้งฉบับของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.96



ตารางที่ 16 แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
ชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5)	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	สรุปผลการ ประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
13	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 16 (ต่อ) แสดงผลประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม (5)	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง	สรุปผลการ ประเมิน
	1	2	3	4	5			
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

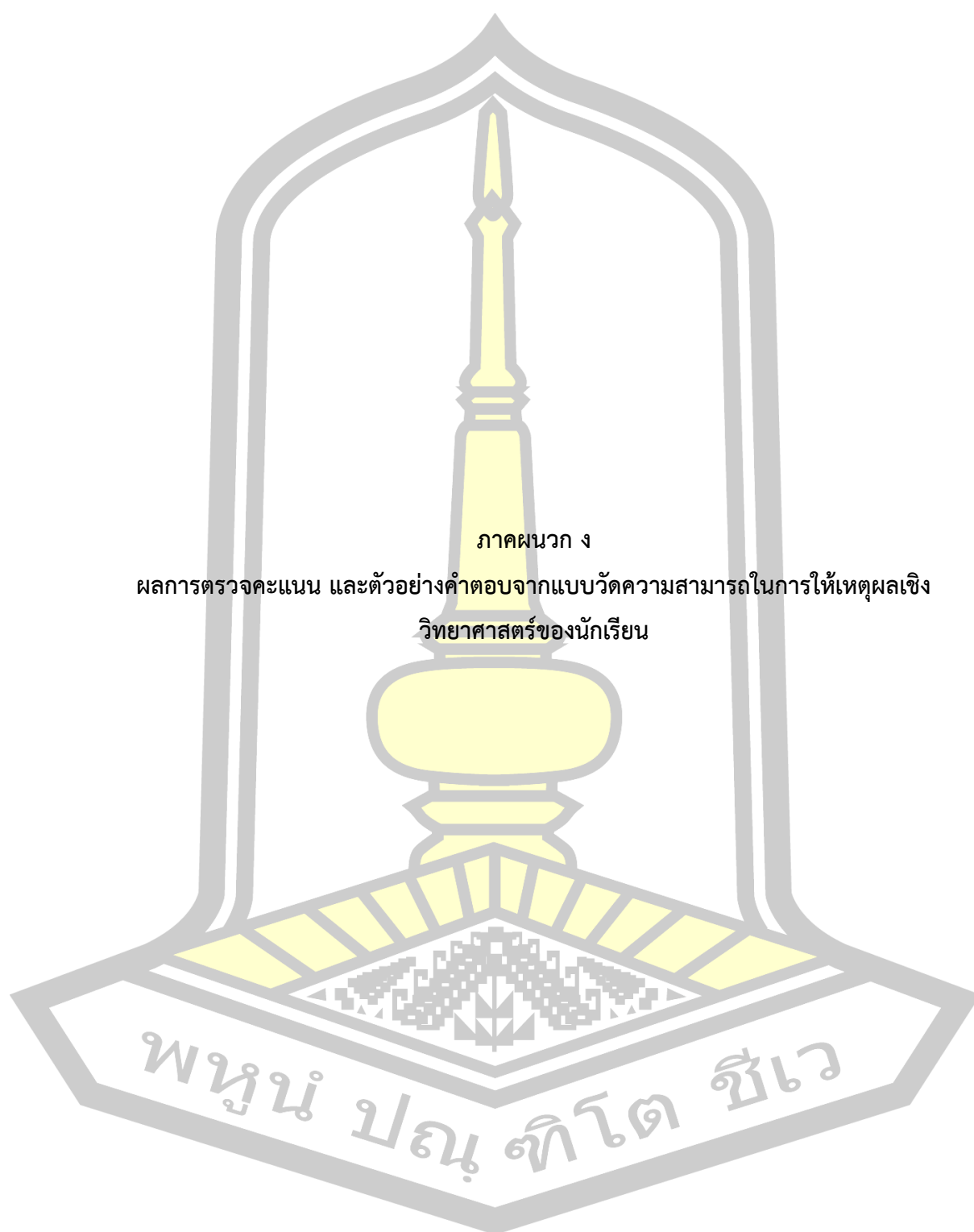
ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปรผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	สรุปผล
1	0.70	ใช้ได้	0.25	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.75	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.54	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.59	ใช้ได้	0.10	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
5	0.61	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.56	ใช้ได้	0.10	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
7	0.52	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.55	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.59	ใช้ได้	0.18	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
10	0.52	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
11	0.55	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.61	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง

ตารางที่ 17 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	แปรผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปรผล	สรุปผล
13	0.48	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
14	0.50	ใช้ได้	0.18	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
15	0.48	ใช้ได้	0.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
16	0.61	ใช้ได้	0.18	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
17	0.64	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.64	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.55	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.59	ใช้ได้	0.18	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
21	0.50	ใช้ได้	0.19	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
22	0.57	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.69	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.59	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.52	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.48	ใช้ได้	0.87	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.70	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
28	0.52	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.59	ใช้ได้	0.19	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
30	0.64	ใช้ได้	0.17	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
31	0.66	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.43	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
33	0.59	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.70	ใช้ได้	0.14	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
35	0.61	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.68	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้

เลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อไปใช้จริง ซึ่งมีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.48 – 0.75 และอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.22 – 0.87 ค่าความเชื่อมั่น (r) ทั้งฉบับของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มีค่าเท่ากับ 0.85



ภาคผนวก ง
ผลการตรวจคะแนน และตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ตารางที่ 18 คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

คน ร.น.	คะแนนระหว่างเรียน									
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5	
	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)
1	5	3	7	3	8	3	5	3	6	2
2	6	4	7	3	7	3	8	4	6	3
3	5	3	6	4	5	3	7	3	5	3
4	6	3	5	4	8	3	5	2	8	4
5	8	5	8	4	5	4	8	5	8	5
6	7	3	8	3	7	4	8	4	6	3
7	6	5	8	3	8	3	8	5	8	3
8	7	4	8	3	6	3	7	4	8	3
9	7	5	7	3	8	4	8	4	6	3
10	8	4	8	3	7	4	7	4	6	3
11	6	3	6	4	6	4	8	3	7	4
12	8	5	6	4	8	4	7	3	8	4
13	7	5	7	5	6	4	6	3	8	4
14	8	5	7	4	8	3	8	3	7	3
15	8	4	9	4	8	4	7	5	8	5
16	8	5	9	4	8	4	7	5	8	4
17	8	4	7	2	7	3	8	3	7	2
18	8	4	8	4	8	4	7	5	8	5
19	7	3	6	4	6	3	7	3	8	3
20	8	5	7	3	8	3	6	3	7	4

ตารางที่ 18 (ต่อ) คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

คน ร.น.	คะแนนระหว่างเรียน									
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5	
	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)
21	7	4	8	3	6	4	8	4	8	4
22	6	3	7	3	6	2	6	3	6	3
23	8	4	6	4	7	3	6	4	7	3
24	6	3	6	3	7	5	7	3	7	3
25	7	4	7	3	6	3	6	3	7	3
26	7	4	8	3	7	3	6	3	6	4
27	7	4	8	5	7	5	8	4	6	3
28	6	3	7	3	6	3	6	3	7	3
29	8	4	8	3	8	3	7	3	6	3
30	6	5	7	3	6	3	6	3	6	3
31	8	3	7	4	6	5	6	3	7	3
32	7	5	6	5	6	5	8	4	8	3
33	6	3	6	2	6	4	6	4	5	3
34	7	3	6	3	6	2	7	2	6	4
35	6	3	6	2	6	2	6	2	6	3
36	6	3	7	2	6	3	8	3	6	3
37	7	5	8	4	6	4	6	5	6	3
38	8	3	8	4	8	3	7	3	6	3
39	8	5	9	5	8	4	8	3	8	3

ตารางที่ 18 (ต่อ) คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

คน ที่	คะแนนระหว่างเรียน									
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		แผนที่ 5	
	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)
Σx	272	153	279	135	266	136	270	136	267	130
$\bar{X}$	6.97	3.92	7.15	3.46	6.82	3.49	6.92	3.49	6.84	3.33
S.D.	0.93	0.84	0.98	0.82	0.97	0.79	0.92	0.85	0.96	0.7
ร้อยละ	77.49	43.6	79.4	38.5	75.78	38.7	76.92	38.7	76.07	37

ตารางที่ 19 คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 – 9 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน							
	แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		แผนที่ 9	
	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	ใบกิจกรรม (9)
1	8	4	9	4	5	3	6	4
2	7	3	6	4	7	3	8	3
3	8	3	5	2	6	3	5	3
4	6	4	7	3	6	3	7	4
5	7	5	8	5	7	5	8	5
6	7	3	7	4	6	4	7	4

ตารางที่ 19 (ต่อ) คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 – 9 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน							
	แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		แผนที่ 9	
	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	ใบกิจกรรม (9)
7	6	4	8	3	8	5	8	4
8	6	3	6	4	7	3	8	5
9	7	5	7	5	7	3	8	4
10	8	3	7	4	6	3	8	3
11	6	4	7	5	6	3	7	4
12	7	5	8	3	8	4	7	5
13	7	4	6	4	7	5	6	5
14	8	3	8	4	8	3	9	4
15	8	3	8	3	7	4	8	4
16	7	4	8	5	7	4	8	5
17	8	4	7	4	8	3	8	4
18	9	4	8	4	8	4	8	4
19	7	5	6	3	6	3	6	3
20	7	4	7	3	8	3	8	4
21	7	5	7	4	6	4	8	4
22	5	3	6	2	6	4	6	3
23	7	3	6	4	7	5	8	4
24	6	3	8	4	6	4	6	3
25	6	4	7	5	6	3	6	4
26	7	4	8	3	6	3	7	3
27	8	3	6	3	8	3	8	3

ตารางที่ 19 (ต่อ) คะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 – 9 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน							
	แผนที่ 6		แผนที่ 7		แผนที่ 8		แผนที่ 9	
	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	แบบทดสอบย่อย (5)	ใบกิจกรรม (9)	ใบกิจกรรม (9)
30	7	4	7	3	8	3	7	3
31	8	3	7	3	7	3	7	4
32	8	3	7	3	8	4	6	5
33	7	4	6	3	6	3	7	3
34	7	3	6	4	6	3	7	2
35	6	2	5	2	5	3	6	3
36	6	3	7	3	6	4	7	3
37	7	4	8	3	8	3	7	5
38	8	4	9	4	7	3	8	5
39	7	5	8	3	8	4	7	4
Σx	275	145	275	138	265	139	280	150
$\bar{X}$	7.05	3.72	7.05	3.54	6.79	3.56	7.17	3.85
S.D.	0.85	0.79	0.99	0.82	0.92	0.72	0.91	0.81
ร้อยละ	78.35	41.3	78.35	39.3	75.5	39.6	79.77	42.7

ตารางที่ 20 สัดส่วนคะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้
ที่ 1 – 9 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อน
ด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

คนที่	สัดส่วนคะแนน (แผนที่ 1-9)		รวม
1	43.7	25.77	69.47
2	45.92	26.66	72.58
3	38.51	24	62.51
4	42.96	26.66	69.62
5	49.62	30.22	79.84
6	46.66	28.44	75.1
7	51.11	31.11	82.22
8	46.66	28.44	75.1
9	43.7	25.77	69.47
10	45.92	26.66	72.58
11	43.7	30.22	73.92
12	49.62	32.88	82.5
13	44.44	34.66	79.1
14	52.59	28.44	81.03
15	52.39	32	84.59
16	51.85	35.55	87.4
17	50.37	25.77	76.64
18	53.33	33.77	87.1
19	43.7	26.66	70.36
20	48.88	28.44	77.32
21	48.14	32	80.14
22	40	23.11	63.11
23	45.92	30.22	76.14
24	43.7	27.55	71.25
25	42.96	28.44	71.4
26	45.92	26.66	72.58

ตารางที่ 20 (ต่อ) สัดส่วนคะแนนระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 9 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ

คนที่	สัดส่วนคะแนน (แผนที่ 1-9)		รวม
27	48.88	29.33	78.21
28	41.48	26.66	68.1
29	50.37	28.44	78.81
30	44.44	26.66	71.1
31	46.66	27.55	74.21
32	47.4	32.88	80.28
33	40.74	25.77	66.51
34	42.96	23.11	66.08
35	38.51	19.55	58.06
36	43.7	23.11	66.81
37	46.66	32	78.66
39	51.11	28.4	79.55
39	52.59	32	84.59
Σx	1814.43	1086.91	2928.09
$\bar{X}$	46.52	28.53	75.08
S.D.	4	3.49	6.89
ร้อยละ	77.53	71.32	75.08



ตารางที่ 21 คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

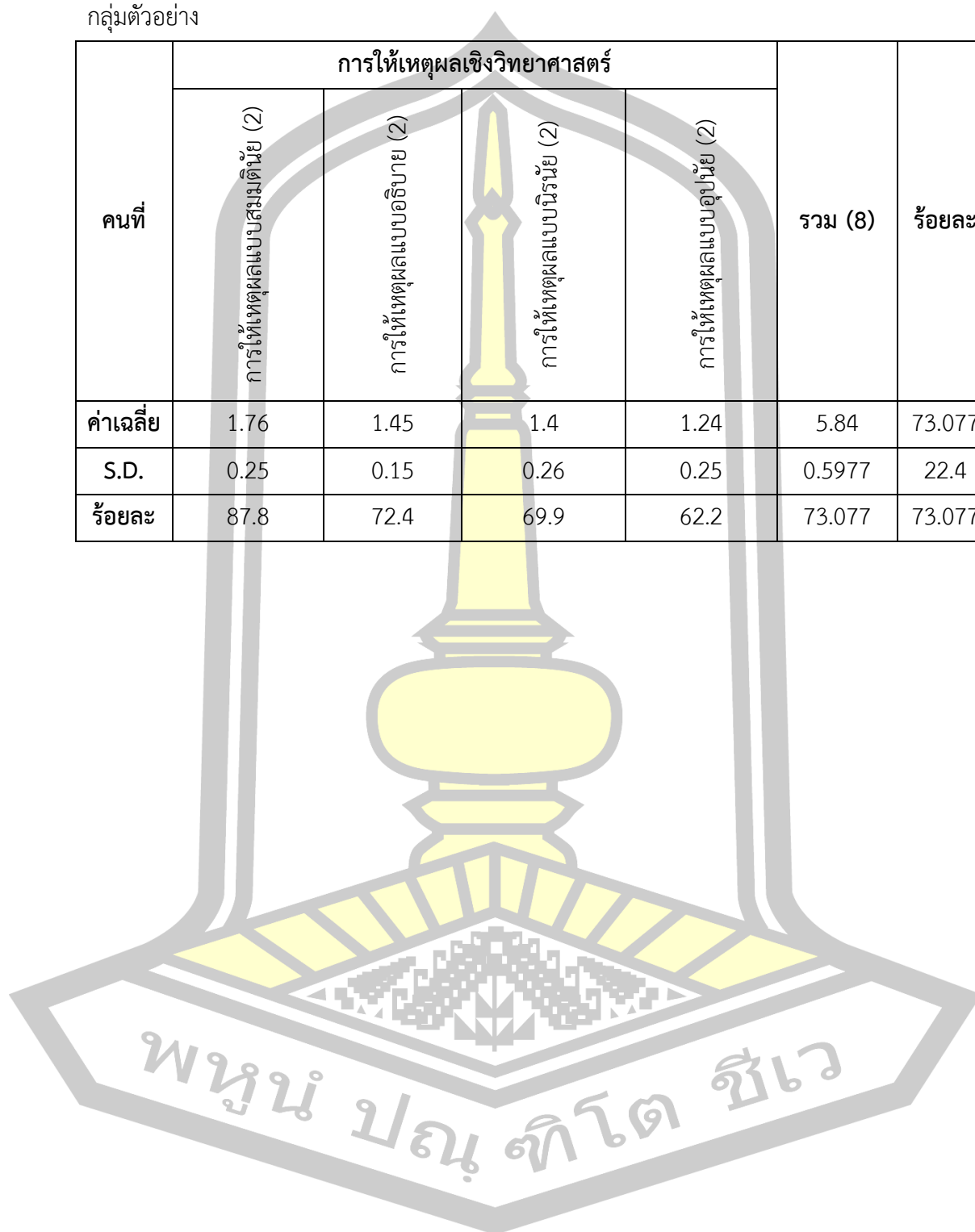
คนที่	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์				รวม (8)	ร้อยละ
	การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (2)	การให้เหตุผลแบบอธิบาย (2)	การให้เหตุผลแบบนิรนัย (2)	การให้เหตุผลแบบอุปนัย (2)		
1	1.5	1	1.5	1	5	62.5
2	2	1.5	1.5	1	6	75
3	1.5	1	1.5	1	5	62.5
4	2	1.5	1	1	5.5	68.75
5	2	1.5	2	1.5	7	87.5
6	1.5	1.5	1	1.5	5.5	68.75
7	1.5	1.5	1.5	1.5	6	75
8	1.5	1.5	1	1	5	62.5
9	2	1.5	1.5	1.5	6.5	81.25
10	2	1.5	1.5	1	6	75
11	1.5	1.5	1	1.5	5.5	68.75
12	1.5	1.5	1.5	1.5	6	75
13	1.5	1.5	1	1	5	62.5
14	2	1.5	1.5	1	6	75
15	2	1.5	1.5	1	6	75
16	2	1.5	1.5	1.5	6.5	81.25
17	1.5	1.5	1	1.5	5.5	68.75
18	2	1.5	1.5	1.5	6.5	81.25
19	2	1.5	1	1.5	6	75
20	2	1.5	1.5	1	6	75

ตารางที่ 21 (ต่อ) คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่าง

คนที่	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์				รวม (8)	ร้อยละ
	การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (2)	การให้เหตุผลแบบอธิบาย (2)	การให้เหตุผลแบบนิรนัย (2)	การให้เหตุผลแบบอุปนัย (2)		
21	2	1.5	1.5	1.5	6.5	81.25
22	2	1.5	1	1.5	6	75
23	1.5	1.5	1	1	5	62.5
24	1.5	1.5	1.5	1	5.5	68.75
25	1.5	1.5	1.5	1	5.5	68.75
26	2	1.5	1.5	1	6	75
27	2	1.5	1.5	1.5	6.5	81.25
28	1.5	1	1.5	1	5	62.5
29	1.5	1.5	1.5	1	5.5	68.75
30	2	1.5	1.5	1.5	6.5	81.25
31	1.5	1.5	1.5	1.5	6	75
32	2	1.5	1.5	1.5	6.5	81.25
32	1.5	1.5	1.5	1	5.5	68.75
34	1.5	1	1	1	4.5	56.25
35	1.5	1.5	1.5	1.5	6	75
36	1.5	1.5	1.5	1	5.5	68.75
37	2	1.5	1.5	1.5	6.5	81.25
38	2	1.5	1.5	1	6	75
39	2	1.5	2	1.5	7	87.5

ตารางที่ 21 (ต่อ) คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่าง

คนที่	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์				รวม (8)	ร้อยละ
	การให้เหตุผลแบบสมมติ (2)	การให้เหตุผลแบบอธิบาย (2)	การให้เหตุผลแบบนิรนัย (2)	การให้เหตุผลแบบอุปนัย (2)		
ค่าเฉลี่ย	1.76	1.45	1.4	1.24	5.84	73.077
S.D.	0.25	0.15	0.26	0.25	0.5977	22.4
ร้อยละ	87.8	72.4	69.9	62.2	73.077	73.077



ตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ข้อ 2 ค้างคาวเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีความพิศวง ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการบิน การออกหากินในเวลา กลางคืน และพฤติกรรมการนอนห้อยหัว ซึ่งความแปลกประหลาดเหล่านี้มักมีที่มาที่ไป ถึงแม้ว่าค้างคาวที่คน ส่วนมากมีความเห็นตรงกันว่าหน้าตาเหมือนหมูมีปีก แต่จากการศึกษานั้น ค้างคาวมีสายสัมพันธ์วิวัฒนาการ ใกล้ชิดกับวาฬและโลมา มากกว่าหนูจริงๆ เสียอีกโดยนักวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างหลักฐานทางพฤติกรรมที่ สอดคล้องกันคือการนำทางและออกหากินด้วยคลื่นเสียงนั่นเอง ซึ่งในพฤติกรรมเหล่านี้เป็นผลมาจาก Prestin Protein ที่ส่งผลให้ประสาทการรับฟังคลื่นเสียงได้ดีกว่าสัตว์ชนิดอื่นๆ

หากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะใช้หลักฐานและข้อมูลใดมาอธิบายความใกล้ชิดทางสาย วิวัฒนาการระหว่างค้างคาวกับวาฬหรือโลมาที่จะเหมาะสมที่สุด

ก. วิทยาเอ็มบริโอ เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสัตว์มีกระดูกสันหลังในระยะต้นของค้างคาวและ วาฬ

ข. กายวิภาคเปรียบเทียบ สัตว์ที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายกันจะจัดให้อยู่กลุ่มเดียวกันของค้างคาวและ วาฬ

☒ ค. ชีวโมเลกุล การศึกษาระดับสารพันธุกรรมเปรียบเทียบลำดับกรดอะมิโนที่เหมือนกันในสาย ฮีโมโกลบิน

ง. การแพร่กระจายทางภูมิศาสตร์ ความแตกต่างของสภาพแวดล้อมที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการต่าง ออกไป

ข้อ 2.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกเช่นนี้

เพราะ Prestin Protein ที่พบในวาฬใกล้เคียงกับ Prestin Protein ที่พบในค้างคาว ซึ่งมีความสำคัญต่อการใช้คลื่นเสียงที่ละเอียดอ่อนในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมด้วยกัน จึงใช้หลักฐานทางชีวโมเลกุลมาอธิบายความใกล้ชิดทางสายวิวัฒนาการระหว่าง ค้างคาวกับ วาฬ จึงจะเหมาะสมที่สุด และแม่นยำที่สุด

จากกระดาษคำตอบข้างต้นแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 นักเรียนได้ 1 คะแนนเนื่องจาก คำตอบในส่วนที่ 1 ถูก และคำตอบในส่วนที่ 2

ถูกต้อง

ตอนที่ 2 (ข้อ 2.1) นักเรียนได้ 3 คะแนน เนื่องจาก นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือ คำตอบที่มีโยยอาศัยความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วนทุกคำตอบ และมีการแสดงถึงหลักการ วิธีการ และขั้นตอนอย่างละเอียด

ข้อ 7. ในอดีตช่วงสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 เกิดการระบาดของโรคมาลาเลียที่มีุงเป็นพาหะนำโรค จัดได้ว่า เป็นภัยคุกคามสุขภาพครั้งยิ่งใหญ่ โดยมีรายงานว่ามียาหารสหรัฐอเมริกาติดเชื้อมากกว่า 500,000 นาย และเสียชีวิตจากโรคนี้นับล้านนาย ต่อมา Herman Muller ได้ค้นพบสาร DDT ที่สามารถระบับการระบาดของยุงลายที่เป็นพาหะนำโรคนี้ได้จึงนำมาใช้เพื่อกำจัดยุงพาหะในพื้นที่ดังกล่าว แต่ในอีกหลายปีต่อมา ยุงตามบ้านเรือนในบริเวณนั้นและในพื้นที่ใกล้เคียงกันสามารถต้านทานสารฆ่าแมลง DDT นี้ได้ดี ทำให้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการกำจัดยุงแบบใหม่ โดยนักวิทยาศาสตร์ได้กล่าวว่าประชากรของยุงบริเวณนี้มียีนที่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลงเพิ่มขึ้นจากแต่ก่อนมากนักเรียนคิดว่าปัจจัยในข้อใดเป็นเหตุผลที่ถูกต้องและสามารถนำมาใช้เป็นหลักฐานในการชี้แจงของนักวิทยาศาสตร์มากที่สุด

ก. เกิดจากปัจจัยการเกิดเจเนติกดริฟแบบสุ่ม เป็นการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากรยุงทั้ง 2 บริเวณและทำให้เกิดวิวัฒนาการ

ข. เกิดจากปัจจัยการเกิดการถ่ายยีน เป็นการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากรยุงทั้ง 2 บริเวณและทำให้เกิดวิวัฒนาการ

ค. เกิดจากปัจจัยการเกิดการผสมพันธุ์แบบไม่สุ่ม เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากรยุงทั้ง 2 บริเวณและทำให้เกิดวิวัฒนาการ

ง. เกิดจากปัจจัยการเกิดปรากฏการณ์คอขวด ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากรยุงทั้ง 2 บริเวณและทำให้เกิดวิวัฒนาการ

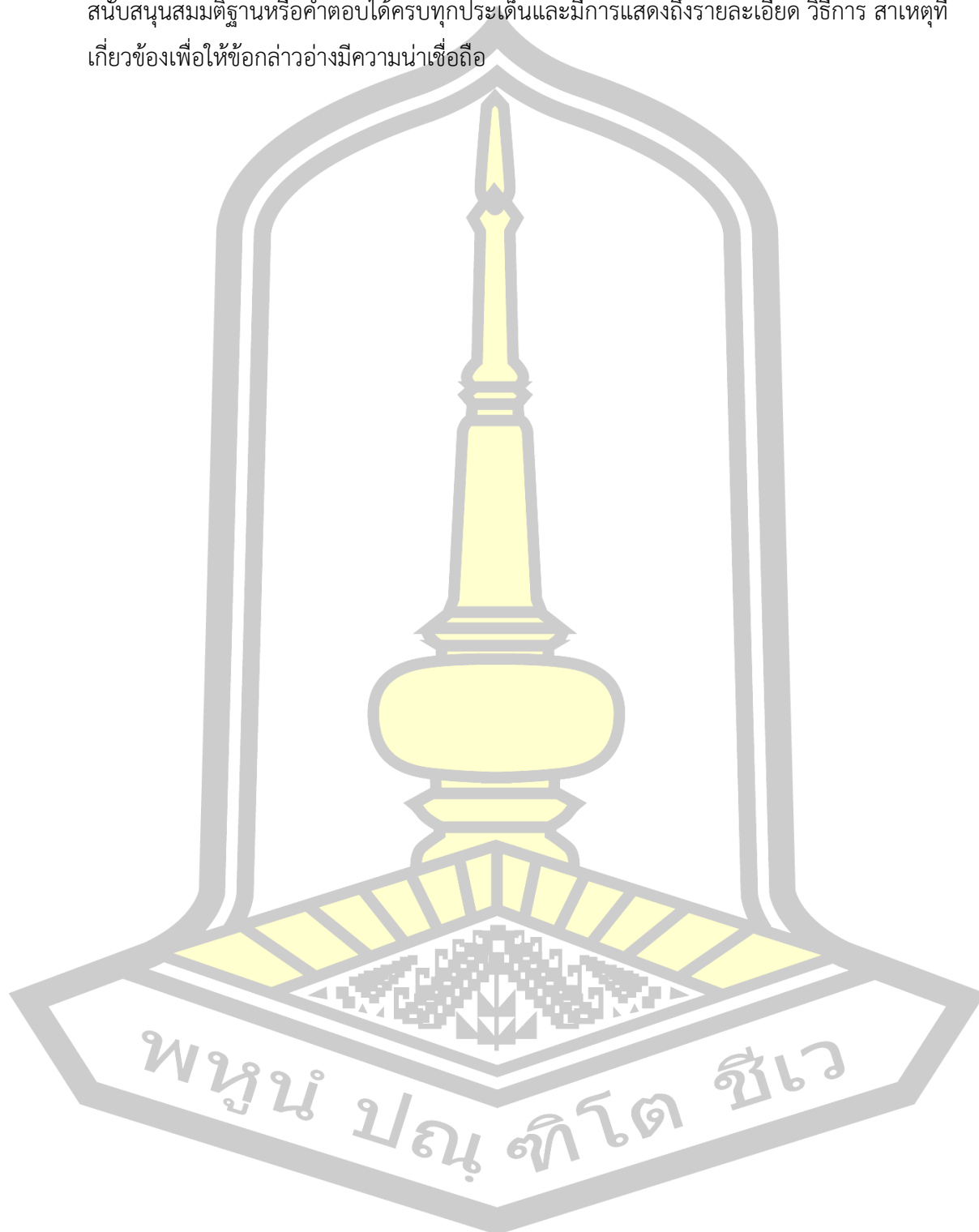
7.1 เพราะเหตุใดจึงเลือกเช่นนั้น

ยุงที่รบกวนบริเวณที่มีการใช้สารเคมี DDT เมื่อเวลานานไปอาจมีรุ่น ๆ บริเวณนี้มีการปรับตัวเพื่อให้สามารถอยู่รอด ต่อต้านสาร DDT ได้ และ นานๆ ต่อมา ยุงที่กลายพันธุ์นี้ สามารถต้านทาน DDT ได้ ไม่ยุง บริเวณใกล้เคียง ทำให้ประชากรยุงทั้ง 2 บริเวณ ยุงนี้ก็สามารถต่อต้านสาร DDT นี้ได้

จากกระดาษคำตอบข้างต้นแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 นักเรียนได้ 1 คะแนนเนื่องจาก คำตอบในส่วนที่ 1 ถูก และคำตอบในส่วนที่ 2 ถูกต้อง

ตอนที่ 2 (ข้อ 2.1) นักเรียนได้ 3 คะแนน เนื่องจาก นักเรียนสามารถระบุได้ว่าข้อมูลใดที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบได้ครบทุกประเด็นและมีการแสดงถึงรายละเอียด วิธีการ สาเหตุที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างมีความน่าเชื่อถือ



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นริศรา มหาฤทธิ์
วันเกิด	6 มีนาคม 2540
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	54 หมู่ 4 บ้านหนองกุง ต.นาคำไฮ อ.เมือง จ.หนองบัวลำภู 39000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2551 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนบ้านหนองกุง พ.ศ. 2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร พ.ศ. 2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ บัณฑิต (วท.บ.) สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2567 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-

พูน ปณ ภิโต ชีเว