



การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อ
ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาครุศาสตร์

THE DEVELOPMENT OF A LEARNING MODEL BASED ON THE PROBLEM-BASED
LEARNING AND SCIENTIFIC ARGUMENTATION TO PROMOTE SCIENTIFIC
REASONING OF STUDENT TEACHERS

สุวิมล นาเพีย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อ
ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาคณะครุศาสตร์



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE DEVELOPMENT OF A LEARNING MODEL BASED ON THE PROBLEM-BASED
LEARNING AND SCIENTIFIC ARGUMENTATION TO PROMOTE SCIENTIFIC
REASONING OF STUDENT TEACHERS



A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of DOCTOR OF EDUCATION
(Science Education)

Science Education Center, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้
เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาครุศาสตร์

ของ

สุวิมล นาเพีย

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา ดาสา)

ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการได้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาครุศาสตร์
ผู้วิจัย	สุวิมล นาเพ็ญ
ปริญญา	การศึกษาศาสตรบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรรยา ดาสา

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการได้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการได้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา 4 ระยะ ได้แก่ 1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากการสังเคราะห์เอกสาร งานวิจัยเพื่อให้ได้แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การพัฒนาและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเคราะห์ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการได้แย้งที่ส่งเสริมการให้เหตุผล 3) การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา เพื่อนำผลมาปรับปรุงให้รูปแบบมีความสมบูรณ์ 4) การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง เพื่อประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยกลุ่มที่ศึกษา คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 30 คน ใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทางของลอว์สัน จำนวน 12 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.67-1.00 ความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.63 ผลการวิจัยนี้ทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาร่วมกับการได้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน เรียกว่า EEAAE model ดังนี้ ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง และ ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง เมื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาครุศาสตร์กลุ่มที่ศึกษา พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงว่ารูปแบบ EEAAE สามารถส่งเสริมการให้เหตุผลของนักศึกษาครุได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ EEAAE ทุกขั้นตอนเป็นกิจกรรมที่เน้นการฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ฝึกลงมือปฏิบัติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการเรียน และเน้นการแสดงความคิดเห็นในการกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้ง โดยใช้ข้อมูล หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์, นักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์, การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย, การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย

Title	THE DEVELOPMENT OF A LEARNING MODEL BASED ON THE PROBLEM-BASED LEARNING AND SCIENTIFIC ARGUMENTATION TO PROMOTE SCIENTIFIC REASONING OF STUDENT TEACHERS
Author	SUWIMOL NAPIA
Degree	DOCTOR OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Chanyah Dahsah , Ph.D.

The purposes of this research are as follows: (1) to develop a learning model based on problem-based learning and scientific argumentation to promote the scientific reasoning of student teachers; and (2) to compare the scientific reasoning ability before and after learning the learning model based on problem-based learning and scientific argumentation. This research and development consisted of four phases, which were used as a research methodology, as follows: (1) to study the fundamental information from research documents and articles to synthesize the guidelines for promoting scientific reasoning abilities; (2) to develop and validate a learning model derived from the synthesis of the key characteristics of problem-based learning and argumentation that promotes scientific reasoning; (3) to pilot a learning model with a non-sample group to revise the learning model; and (4) to implement a revised learning model to evaluate the effectiveness of the learning model. The participants consisted of 30 second-year student science teachers from the Faculty of Education of Rajabhat University in Northeastern Thailand. A scientific reasoning test developed in accordance with Lawson's approach with 24 questions was used to test the scientific reasoning of student teachers. It had an index of consistency and a reliability was 0.67-1.00, and 0.63, respectively. The results indicated that the EEAAE learning model could enhance scientific reasoning among student science teachers and five steps, as follows: Step 1: Engage & Identify; Step 2: Exploring & Planning; Step 3: Action & Creation; Step 4: Explain & Debate; and Step 5: Evaluation & Improvement. The reasoning of student teachers after implementation was higher than before learning and with a statistically significant difference of .01. The results indicated that the EEAAE model could promote scientific reasoning among student teachers. All of the all learning steps of EEAAE learning model resulting in a focus on reasoning, problem-solving, scientific process practices, and provide opportunities for learners to actively participate in all of the learning steps. In addition, the learning model emphasized the expression of opinions and supporting claims and argumentation using scientific data and evidence.

Keyword : Scientific Reasoning, Science, Student teachers, Deductive and inductive scientific reasoning

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จเสร็จสิ้นด้วยความเมตตาของอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรรยา ดาสา ที่ให้คำปรึกษา และคำแนะนำตลอดจนกำลังใจที่มอบให้แก่ ศิษย์ตลอดกระบวนการวิจัย

ขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม ที่ให้ความกรุณามาเป็นประธาน สอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ และขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญทุกท่านสำหรับการสละเวลาตรวจเครื่องมือวิจัย และให้คำแนะนำที่ดีจนทำให้งานวิจัยเกิดขึ้นได้ รวมถึงคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยา ศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่คอยติดตามดูแล ให้กำลังใจ และคำแนะนำที่ดีมาโดย ตลอด

ขอขอบคุณนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ให้ความร่วมมือกับผู้วิจัยได้เก็บ ข้อมูลวิจัยจนเสร็จสิ้น

กราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว ที่คอยสนับสนุน ให้กำลังใจในการศึกษาและการ ทำปริญญาานิพนธ์ คุณงามความดีและประโยชน์ที่มีจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็น เครื่องบูชาแด่คุณ บิดา มารดา และครู อาจารย์ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุวิมล นาเพีย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย	9
สมมติฐานการวิจัย.....	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
1. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	13
2. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	19
3. การจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning).....	43
4. การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	49
5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้	62

6. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการ ได้แย่งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	66
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	75
ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	75
ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการได้แย่งทาง วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	78
ระยะที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการได้แย่งทาง วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	85
ระยะที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการได้แย่งทาง วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้จริง	86
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	94
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการได้แย่งทาง วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	94
ตอนที่ 2 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการได้แย่งทาง วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	117
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	125
1. คำถามวิจัย.....	125
2. ความมุ่งหมายของการวิจัย	125
3. สมมติฐานในการวิจัย	125
4. วิธีการดำเนินการวิจัย.....	125
5. สรุปผลการวิจัย.....	128
6. อภิปรายผล	130
7. ข้อเสนอแนะ	136
บรรณานุกรม	138

ภาคผนวก.....	156
ประวัติผู้เขียน.....	186



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 สรุปผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการทบทวนวรรณกรรม กับลักษณะสำคัญ ของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	36
ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับ ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	55
ตาราง 3 วิเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	64
ตาราง 4 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	68
ตาราง 5 จำนวนหน่วยการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	80
ตาราง 6 โครงสร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย	82
ตาราง 7 แบบแผนการวิจัย (One Group Pre-test Post-test Design).....	87
ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับ ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	102
ตาราง 9 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์.....	107
ตาราง 10 บทบาทผู้สอนและผู้เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	109
ตาราง 11 ผลการประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	112

ตาราง 12 บทบาทผู้สอนและผู้เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการ โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองใช้.....	115
ตาราง 13 เปรียบเทียบภาพรวมคะแนนก่อนและหลังเรียนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดย ใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว	118
ตาราง 14 คะแนนรายองค์ประกอบย่อยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	120



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
ภาพประกอบ 2 กระบวนการพัฒนารูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	86
ภาพประกอบ 3 คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนจำนวน 30 คน.....	119
ภาพประกอบ 4 คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	120



บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสังคมกำลังเผชิญหน้ากับกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วขอบเขต (Gedikoglu, 2005, p.67) ส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ สังคม และระบบการศึกษา โดยเฉพาะผลกระทบที่มีต่อการพัฒนาการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยการศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างศักยภาพผู้เรียนให้มีทักษะ ความรู้ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับสังคมโลก (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น. 1) เนื่องด้วยการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนาวิธีการคิดเป็นเหตุเป็นผล และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยเน้นการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 1) ใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งข้อมูล ประจักษ์พยานที่นำมาใช้อ้างอิงทั้งในการให้เหตุผลสนับสนุน หรือให้เหตุผลในการโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูล หรือหลักฐานใหม่ กับเหตุการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553, น. 67; 2560, น. 9)) ดังนั้นการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ จึงถูกจัดให้เน้นการพัฒนาการคิดขั้นสูง การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล รวมถึงการพัฒนาสมรรถนะสำคัญของศตวรรษที่ 21 เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับประชาชนของแต่ละประเทศให้พร้อมรับกับกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลก เป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงมุ่งเน้นการส่งเสริมให้ ผู้เรียนสามารถดั่งนั้นเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก็คือ ผู้เรียนต้องสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และประเมินข้อโต้แย้ง โดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน การให้เหตุผล และการยืนยันข้อมูล จากการเชื่อมโยงความรู้สร้างความสัมพันธ์ให้มีความสอดคล้องกันอย่างน่าเชื่อถือ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 9)

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการอธิบายเหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือเหตุผลในการโต้แย้ง ซึ่งมีองค์ประกอบ ได้แก่ การลงข้อสรุป การระบุหลักฐาน การระบุเหตุผล และการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, น. 55) เพื่อยืนยันข้อสรุปที่ได้ จนข้อสรุปที่ได้นั้นเป็นที่ยอมรับ เกิดความรู้ใหม่ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป (Friedler, Nachmias, & Linn, 1990, p. 173-192; Giere, 1991, p. 2) ทั้งนี้การให้เหตุผล

สามารถแบ่งออกเป็นกาให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยและอุปนัย ซึ่งกาให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียนที่แสดงถึงการนำหลักการ กฎ ทฤษฎี ไปเชื่อมโยงกับข้อมูลและหลักฐานแล้วสร้างข้อสรุปในการอธิบายเหตุเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้างในสถานการณ์ใหม่ ส่วนกาให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียนที่แสดงถึงการนำข้อมูล หลักฐานจากเหตุการณ์ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ ต่าง ๆ จากการสำรวจตรวจสอบมาทำการวิเคราะห์หาความเชื่อมโยงและสร้างเป็นข้อสรุปหรือหลักการ หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และนำข้อสรุปนั้นไปใช้ ในการอธิบายเหตุการณ์ หรือสถานการณ์อื่น (Bao. et al., 2009, p. 586) ทั้งนี้ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่แข็งแกร่งพบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการปรับปรุงการทดสอบแนวคิด (Coletta, & Phillips, 2005; She, & Liao, 2010) และความสำเร็จในการถ่ายทอดคำถามกาให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Ates, & Cataloglu, 2007; Jensen, & Lawson, 2011) จะเห็นได้ว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีความจำเป็นในการสืบเสาะด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐานตลอดจนการสร้างข้อโต้แย้งตามหลักฐานที่สอดคล้องกัน (Koenig, & Schen, 2012, p. 1-2)

ด้วยความสำคัญของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ที่มีบทบาทในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะในระบบโดยตรงก็คือ ครู ด้วยว่าครูเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สุดของระบบการศึกษา และได้รับการคาดหวังว่าจะเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศ โดยการฝึกอบรมและเตรียมกำลังคนที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับดำรงชีวิตในสังคมรวมทั้งถ่ายทอดวัฒนธรรมและค่านิยมของสังคมไปสู่คนรุ่นใหม่ (Habaci, et al., 2013, p. 264) ทั้งนี้ครูจะมีทั้งครูประจำการ และ ครูฝึกประสบการณ์ ซึ่งงานวิจัยจำนวนหนึ่งพบว่าประสบการณ์ของนักศึกษาฝึกสอนในฐานะผู้เรียนอาจส่งผลต่อแนวคิดในการเรียนการสอนของเขาได้ (Koballa, et al., 2005, p. 392-393; Vikström, 2008, p. 211) ดังนั้นการพัฒนาครูจึงควรให้ความสำคัญมากขึ้นในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แก่นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดประสบการณ์และนำไปใช้ในการปฏิบัติหน้าที่สอนให้ผู้เรียนของตนให้มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางวิชาชีพ (European Commission, 2015, p. 14; Krell, et al., 2020, p. 2305)

จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้แก่นักศึกษาครูศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาชีววิทยา 1 เรื่อง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็น

กลุ่มรายวิชาเอกสาขาวิทยาศาสตร์ นักศึกษาเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มต้องมีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอภิปรายโต้แย้งกันเพื่อหาข้อสรุปตัดสินใจเลือกนำแนวคิดไปใช้พัฒนาชิ้นงาน เมื่อพัฒนาชิ้นงานเสร็จสิ้นต้องนำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่า ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุน หรือโต้แย้งกระบวนการ หรือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นต่อแนวคิดที่เลือกไปพัฒนางาน หรือเมื่อมีการเสนอความคิดขัดแย้งโดยผู้ฟัง โดยใช้หลักฐานและเหตุผล ส่วนใหญ่นักศึกษาจะขาดการระบุเหตุ หลักฐาน รวมทั้งขาดการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในการลงข้อสรุปเพื่อให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับผลงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์นักศึกษาขาดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ ขาดการเชื่อมโยงแนวคิดทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายข้อกล่าวอ้าง (Kind, & Osborne, 2017, p. 4; Koenig, & Schen, 2012, p. 1; Zeineddin Abd-El-Khalick, 2010, p. 1064) เมื่อพบสถานการณ์ใหม่ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น (Boudreaux, et al., 2008, p. 163; Shadmi, 1981, p. 93) ซึ่งส่งผลต่อความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และอาจจะส่งผลต่อเมื่อนักศึกษาต้องทำหน้าที่ปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนของตนเองในอนาคต (Koballa, et al., 2005, p. 392-393; Vikström, 2008, p. 211) จากประเด็นปัญหา และการค้นพบนี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการส่งเสริมการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัย พบว่า รูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีหลายวิธี เช่น การสืบเสาะหาความรู้ (ทศพล สุวรรณพุด และ ธิติยา บงกชเพชร, 2562, น. 407) การสอนแบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย (เกรียงศักดิ์ อภัยวงศ์, 2548) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ธัญพร ศรีวิชัย, 2560; จันทร ติยะวงศ์ และคณะ, 2549; ทิววรรณ จิตตะภาค, 2548) การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (ภคพร อิศระ, 2557, น. 249; ภัทราวรรณ ไชยมงคล, 2560, น. 27) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจในรูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งกระบวนการค้นคว้าข้อมูลหลักฐานเพื่อมาอธิบายปัญหาที่พบ (ไพศาล สุวรรณน้อย, 2565, น. 3; อานุภาพ เลขะกุล, 2565, น. 2) รวมทั้งร่วมกันทำงานเป็นทีม ระดมสมอง วิเคราะห์ อภิปรายแสดงเหตุผล เพื่อให้ได้ทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Savery, 2006; ทิศนา แหมมณี, 2551, น. 137-138) ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการ

ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างต่อเนื่อง (กุลยา ตันติผลาชีวะ, 2548, น. 79-80; ธนยพร ศรีวิชัย, 2560, น. 95; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 111; มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545, น. 11-17) ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ ไพศาล สุวรรณน้อย (2565, น. 3) ที่ได้นำรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาและพบว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพัฒนาการของความคิดอย่างหลากหลายต่อผู้เรียน ซึ่งเป็นไปตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามหลักสูตรผลิตครูวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรคนิยม (Constructivism) เน้นการใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการคิดของผู้เรียน ผู้เรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและสืบเสาะหาข้อมูลความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นวิธีในการแก้ปัญหาโดยการประยุกต์ความรู้ที่ค้นคว้ามาได้นั้นนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องอย่างหลากหลาย (ศิริพันธ์ุ ศิริพันธ์ุ และ ยุพา วรรณ ศรีสวัสดิ์, 2554, น. 108) ซึ่งนั่นหมายความว่าผู้เรียนต้องมีกระบวนการคิดพิจารณาอย่างมีหลักการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการแสดงประจักษ์พยานประกอบการเสนอเหตุผลในการเลือกวิธีการที่ดี หรือเหมาะสมในการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตามจะพบว่าการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยส่วนใหญ่ยังไม่ได้มุ่งเน้นการระบุหลักฐาน การให้เหตุผลเชื่อมโยง เพื่อสร้างข้อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้างเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการนำไปใช้ในการแก้ปัญหอย่างชัดเจน (รชกร ไชยวงศ์, นิเวศน์ วงศ์ สุวรรณ และ สมชัย ศรีนอก, 2564, น. 2-3; รัตนา เกตุสม, 2559, น. 2219) ดังนั้น จากการศึกษาในงานวิจัยต่าง ๆ พบว่า มีงานวิจัยจำนวนมากที่นำวิธีการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นกลยุทธ์ในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Acar, & Patton, 2012, p. 4756; Berland, & Reiser, 2009, p. 27 ; Cavagnetto, 2010, p. 336; Lin, & Mintzes, 2010, p. 993; Sampson, Grooms, & Walker, 2011, p. 217; ภคพร อิศระ, 2557, น. 249; ภัทราวรรณ ไชยมงคล, 2560, น. 27) ซึ่งการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific argumentation) เป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลด้วยการโต้ตอบต่อผู้อื่น เมื่อมีความเห็นที่คล้อยตามหรือไม่เห็นด้วยต่อประเด็นที่กำลังอภิปรายร่วมกัน ผ่านการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) เพื่ออธิบายหรือพิสูจน์แย้งตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนได้ข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์ร่วมกัน (Llewellyn, 2013, p. 19-21) การโต้แย้งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานและ เหตุผลที่เหมาะสม (Berl, & Reiser, 2009, p. 27) ดังนั้น การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้น จึงสามารถช่วยเสริมประสิทธิภาพ

ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะเมื่อมีความเห็นต่างขึ้น การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะช่วยฝึกผู้เรียนใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ประกอบการอภิปรายอย่างมีเหตุผล (Zohar, & Nemet, 2002, p.35) ในกระบวนการได้มาของการตัดสินใจเลือกวิธีการใดวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหา จากการค้นความร่วมมือกันของสมาชิกในกลุ่ม (Gallagher, 1997, p. 332-326 ; ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์ และ ยุพา วรรณ ศรีสวัสดิ์, 2554, น. 107) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน

จากปัญหาการขาดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ที่กล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์เพื่อให้นักศึกษามีให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อันจะส่งผลต่อผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่เหมาะสมสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตในสังคมโลกปัจจุบันต่อไป

คำถามวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ ควรมีลักษณะอย่างไร
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ได้ หรือไม่ อย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

1. นักศึกษาได้พัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันและในวิชาชีพครูในอนาคต
2. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับครู อาจารย์ นักศึกษาครู และผู้สนใจได้นำไปใช้เพื่อพัฒนาทักษะด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มศึกษา

กลุ่มศึกษา คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาชีววิทยา 1 ในปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม (Koul, 1984, p. 108)

แนวทางการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาคณะครุศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัย แบบงานวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วย 4 ระยะ (Gall, Gall, and Borg. 2005: 460) ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ระยะที่ 2 การพัฒนาแบบแผนการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ตัวแปรตาม คือ

1. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา 1 รหัสวิชา 4031101 เป็นกลุ่มวิชาเอก วิทยาศาสตร์ เรื่อง หลักการพื้นฐานทางชีววิทยา และคุณสมบัติและลักษณะของสิ่งมีชีวิต

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลา 7 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 21 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายเหตุผลเพื่อยืนยันข้อสรุป หรือสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง ประกอบด้วย การระบุข้อมูล-หลักฐาน และเหตุผลที่แสดงถึงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างนั้นกับหลักฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

โดยแบ่ง เป็น 2 ประเภท คือการให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย ดังนี้

1.1 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเพื่อให้เหตุผลสนับสนุนข้อสรุป โดยแสดงถึงข้อมูล หลักฐานที่ได้จากการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยระบุดูสมมติฐานที่อยู่บนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเป็นไปได้ น่าเชื่อถือ การระบุตัวแปรต่างๆที่นำไปสู่กระบวนการพิสูจน์สมมติฐาน รวมทั้งถึงหลักการ แนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับข้อมูล หลักฐาน ประกอบการอธิบายเหตุและผลในข้อสรุปดังกล่าว และสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใหม่ได้ โดยให้ความหมายรายองค์ประกอบ ดังนี้

1.1.1 การลงข้อสรุปเชิงนิรนัย หมายถึง การสร้างคำอธิบายที่ประกอบด้วยข้อสมมติฐานที่มีความเป็นไปได้ โดยระบุสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ข้อมูล หลักฐาน ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และหลักการ แนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เชื่อมโยงเหตุและผลในการสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุป

1.1.2 การระบุหลักฐานเชิงนิรนัยหมายถึง การระบุข้อมูล หลักฐานที่น่าเชื่อถือ และแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุป

1.1.3 การระบุเหตุผลเชิงนิรนัยหมายถึง การระบุความเชื่อมโยงกัน หรือความสัมพันธ์กันของหลักการ แนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูล หลักฐาน และประกอบคำอธิบายเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุป

1.2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเพื่อให้เหตุผลสนับสนุนข้อสรุปหรือหลักการทั่วไป โดยแสดงถึงข้อมูล หลักฐานที่เป็นข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำกันหลายครั้ง หรืออาจเกิดจากการสังเกตข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์ที่มีอยู่ก่อน นำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนก

วิเคราะห์ ตีความหมาย และระบุถึงรูปแบบของข้อมูล ความสอดคล้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของสาเหตุการเกิดเหตุการณ์นั้น ๆ โดยให้ความหมายรายองค์ประกอบ ดังนี้

1.2.1 การลงข้อสรุปเชิงอุปนัย หมายถึง การสร้างคำอธิบายที่ระบุถึงการได้มาของข้อมูลหลักฐาน เช่น การศึกษารวบรวมข้อมูลจากการสังเกตจากสถานการณ์เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือจากการสำรวจตรวจสอบจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่น่าเชื่อถือ หรือจากประสบการณ์ซ้ำ ๆ ที่มีอยู่ก่อนระบุการจัดการข้อมูล เช่น การนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หาความเชื่อมโยงแล้วจึงสร้างเป็นประกอบคำอธิบายเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุป และสามารถนำข้อสรุปนั้นไปใช้เพื่ออธิบายสาเหตุของการเกิดปัญหาหรือเหตุการณ์อื่นที่คล้ายกัน

1.2.2 การระบุหลักฐานเชิงอุปนัย หมายถึง การระบุข้อมูล หลักฐานที่เกิดจากวิเคราะห์ทั้งรูปแบบและความสอดคล้องของข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ ประกอบคำอธิบายเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุป

1.2.3 การระบุเหตุผลเชิงอุปนัย หมายถึง การระบุความเชื่อมโยงกัน หรือความสัมพันธ์สอดคล้อง หรือรูปแบบของข้อมูล ที่ได้จากการศึกษารวบรวมจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ การสังเกตจากประสบการณ์ หรือจากผลการทดลองซ้ำ ๆ ประกอบคำอธิบายเหตุ และผล เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุป โดยอาจแสดงในรูปแบบข้อตกลง หรือคาดเดาความเป็นไปได้ของสาเหตุของการเกิด เหตุการณ์ หรือการพยากรณ์

วัดได้โดยใช้แบบวัดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเอง ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดโดยใช้แนวคิดของ Lawson โดยแบบวัดมีทั้งหมด 12 ข้อ แต่ละข้อมี 2 ตอน โดยตอนที่หนึ่งเป็นแบบปรนัย 3 ตัวเลือก และตอนที่สองเป็นการให้เหตุผลอธิบายคำตอบที่เลือกในตอนหนึ่ง

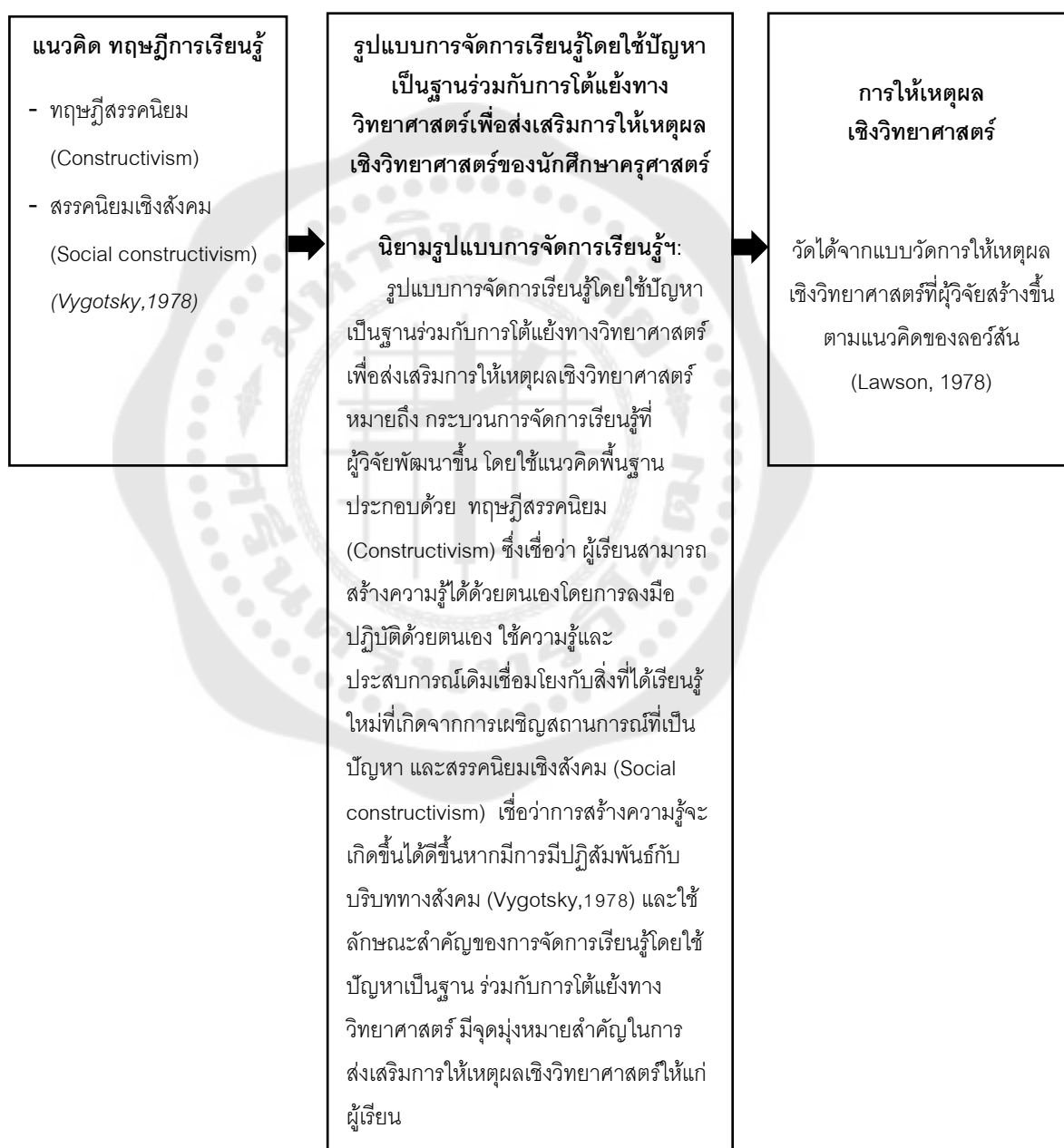
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยใช้แนวคิดพื้นฐาน ประกอบด้วย ทฤษฎีสรคนิยม (Constructivism) ซึ่งเชื่อว่า ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ที่เกิดจากการเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และสรคนิยมเชิงสังคม (Social constructivism) เชื่อว่าการสร้างความรู้จะเกิดขึ้นได้ดีขึ้นหากมีการมีปฏิสัมพันธ์กับบริบททางสังคม (Vygotsky, 1978) และใช้ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายสำคัญในการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นพบว่า มีหลายวิธีในการพัฒนา ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบนิรนัย การสอนโดยใช้ปัญหาฐาน และการสอนแบบโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจการสอนโดยการให้ปัญหาเป็นฐาน เนื่องจากมีความสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนที่เป็นนักศึกษาครูซึ่งต้องนำความรู้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียน และสอดคล้องกับลักษณะเนื้อหารายวิชาที่ลักษณะการทำงานเป็นทีมและต้องนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการหาวิธีการแก้ปัญหา อีกทั้งพบว่าม้งานวิจัยที่พัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในกลุ่มนักศึกษาครูค่อนข้างน้อย แต่อย่างไรก็ดี พบว่าม้งานวิจัยจำนวนหนึ่งได้นำการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้พัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนในระดับมัธยมปลายพบว่า สามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ (ฉันทพร ศรีวิชัย, 2560, น. 95; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 111) และผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (พิจิตร อุดตะโปน, 2550) ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นอยู่บนแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญคือ ทฤษฎีสรคณิยม (Constructivism) และ ทฤษฎีสรคณิยมเชิงสังคม (Social constructivism) (Vyotsky, 1978) โดยทฤษฎีสรคณิยม ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ผ่านการเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และลงมือปฏิบัติการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ และ ทฤษฎีสรคณิยมเชิงสังคม เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้และจะเกิดขึ้นได้ดีขึ้นหากมีการมีปฏิสัมพันธ์กับบริบททางสังคม แต่เนื่องด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นยังไม่สะท้อนองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะประเด็นของการระบุหลักฐาน ข้อมูลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือโต้แย้งในการได้มาซึ่งวิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้น ผู้วิจัยพบว่าวิธีการปัญหาโดยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นมีลักษณะการสอนโดยให้ผู้เรียนได้นำเสนอข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานและมีการคิดวิเคราะห์เชื่อมโยงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างเหตุผลอธิบายข้อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือโต้แย้ง ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยจำนวนหนึ่ง พบว่า วิธีการสอนโดยใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่ง ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ (Acar, & Patton, 2012, p. 4756; Berl, & Reiser, 2009, p. 27 ; Cavagnetto, 2010, p. 336; Lin, & Mintzes, 2010, p. 993; Sampson, Grooms, & Walker, 2011, p. 217; ภคพร อิศระ, 2557, น. 249; ภัทธราวรรณ ไชยมงคล, 2560, น. 27) ซึ่งการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific argumentation) เป็น

การให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนเมื่อมีความเห็นตรงกัน หรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้างในกรณีที่มีความเห็นแตกต่าง

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู ซึ่งสามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิดสำคัญได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งในภาพรวมและรายองค์ประกอบอย่างมีนัยสำคัญ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารงานวิจัย แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

- 1.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.3 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.4 แนวทางการจัดกิจกรรมส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1.5 การวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

- 2.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้
- 2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
- 2.3 การจัดการเรียนรู้แบบโต้แย้ง
- 2.4 การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้
- 2.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 2.6 การจัดการเรียนรู้โดยการแนะนำองค์ประกอบพื้นฐานของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนก่อนเรียน

- 2.7 การจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท
- 2.8 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน

2.9 การจัดการเรียนรู้แบบอุปมาอุปไมย

3. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

- 3.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 3.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 3.3 การประยุกต์แนวคิดทฤษฎีสรวคินิยมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3.4 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

4. การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4.2 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4.4 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้

5.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

5.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

5.3 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

6. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิชาการได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กัน พอสรุปได้ดังนี้

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นการโต้แย้งที่อนุมานถึงข้อเสนอนหนึ่งไปอีกข้อเสนอนหนึ่งโดยใช้ข้อมูลจากข้อเท็จจริง การอ้างอิงจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (Zeineddin, & Abd-El-Khalick, 2010, p. 1064) ที่ได้จากกระบวนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการใช้เหตุผลและทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (Morris et al., 2012, p. 61) โดยการใช้การคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงหลักฐานที่ได้ กับหลักการ แนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Hogan, & Fisherkeller, 2005, p. 95; Moshman. 2011, p. 273) เพื่อยืนยันข้อสรุปที่ได้ จนข้อสรุปที่ได้นั้นเป็นที่ยอมรับ เกิดความรู้ใหม่ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป (Friedler, Nachmias, & Linn, 1990, p. 173; Giere, 1991, p. 2)

กล่าวโดยสรุป การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการอธิบายเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย ข้อสรุปที่สร้างขึ้นจากการคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงของข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาโดยใช้กระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ กับหลักการ แนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการกล่าวอ้างเพื่อยืนยันหรือสนับสนุนข้อสรุป หรือเพื่อโต้แย้งคำกล่าวอ้าง

1.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาเชื่อว่าทักษะการให้เหตุผลมีส่วนสำคัญต่อความสามารถของผู้เรียนในการพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และดำเนินการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Kuhn, 1989, p. 674; Lawson, 2004, p. 307; Lawson, Banks, & Logvin, 2007; Schauble, Glaser, Duschl, Schulze, & John, 1995, p. 131; Tytler, & Peterson, 2003) ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่แสดงถึงการพัฒนาความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน (Klaczynski, 2000, p. 1347) ทำให้การตัดสินใจและการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ (Greenhoot, Semb, Colombo, & Schreiber, 2004, p. 217; Kind, & Osborne, 2017, p.8; Moore, & Rubbo, 2012, p. 010106-1; Hogan, 2002, p. 341; Holyoak, & Morrison, 2005, p. 1; Williams, Papierno, Makel, & Ceci, 2004, p. 107) และยังเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้และการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดของบุคคล (Kuhn, 2004, p. 371) อีกทั้งยังสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ (Gerer, 1991, p. 1-4) และสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในระยะยาว (Bao, 2009, p. 105) โดยเฉพาะการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ โดยเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริงและหลักฐานเชิงประจักษ์ สร้างคำอธิบาย และการขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ รวมถึงการต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553, น. 5) และทักษะการใช้เหตุผลเป็นส่วนสำคัญในความสำเร็จทางวิชาการและชีวิตประจำวัน (Zeineddin, & Abd-El-Khalick, 2010, p. 1064) เพราะในชีวิตประจำวันนั้น การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) ของบุคคลเป็นการคิดเชื่อมโยงระหว่างหลักการโดยทั่วไปกับความเป็นรูปธรรม และยังถูกนำมาใช้ในกระบวนการค้นพบองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถประเมินข้อมูลข่าวสารให้เหตุผลเชิงความรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ (Gerer, 1991, p. 1)

กล่าวโดยสรุป จะเห็นได้ว่าหากผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีแล้ว จะส่งผลที่ดีต่อผู้เรียนในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อยืนยันสิ่งที่เรารู้ตลอดจนปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้จัดประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กันสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผล จากข้อความที่ถูกกล่าวอ้างหนึ่งข้อขึ้นไป ซึ่งเป็นสิ่งที่รู้มาก่อน ได้รับการยอมรับว่าเป็นความจริง อาจเป็นกฎ ข้อตกลง ความเชื่อ หรือบทนิยาม และนำไปสู่ข้อสรุปที่แน่นอน ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อความ กราฟ หรือ ตาราง โดยการอ้างเหตุผลนั้นเป็นข้อสรุปตามเนื้อหาสาระที่อยู่ภายในขอบเขตของข้ออ้างที่กำหนด (Greenes, & Findell, 1999, p. 128; Lawson, 2009, p. 356; Sternberg, 2009, p. 578; จันทรพิชญ์ เชื้อพานิช, 2542, น. 72; ภคพร อิศระ, 2557, น. 57)

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผล ที่เป็นการพิสูจน์โดยอ้างประสบการณ์จากสิ่งเฉพาะไปสู่สิ่งทั่วไป โดยข้อความถูกกล่าวอ้างให้การสนับสนุนหลักฐานบางส่วนที่สื่อถึงความแท้จริงของข้อสรุป (Greenes, & Findell, 1999, p. 128; Lawson, 2009, p. 356; จันทรพิชญ์ เชื้อพานิช, 2542, น. 72; ภคพร อิศระ, 2557, น. 57)

3. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning) เป็นการนำข้อมูลจากการสังเกตเหตุการณ์จากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติหรือกิจกรรมสร้างสรรค์ต่าง ๆ และสร้างสมมติฐานพยายามคาดเดาคำตอบ (Lawson, 2009, p. 356)

4. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning) เป็นการทดสอบสมมติฐานเพื่ออธิบายทางเลือกจากข้อเท็จจริงที่ได้จากการทดสอบและหลักฐานประกอบการตัดสินใจ (Lawson, 2009, p. 356)

5. การให้เหตุผลโดยวิธีอุปนัย – นิรนัย (Inductive-Deductive Method) หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) เป็นการให้เหตุผลที่ได้มาการศึกษาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่การสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาคาดเดาโดยการตั้งสมมติฐานซึ่งเป็นวิธีอุปนัย เป็นการสรุปผลที่เกิดจากหลักฐานข้อเท็จจริงที่มีอยู่ นี่ต่างจากการให้เหตุผลแบบนิรนัยซึ่งตรงกันข้ามกัน ในขณะที่ข้อสรุปจากการให้เหตุผลแบบนิรนัยนั้นจะแน่นอน ความแท้จริงของข้อสรุปจากการให้เหตุผลแบบอุปนัยจะมีความน่าจะเป็นตามหลักฐานที่ได้มา (จันทรพิชญ์ เชื้อพานิช, 2542, น. 72)

6. การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ (Analytical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากการวิเคราะห์สถานการณ์ในรายละเอียดส่วนย่อยเพื่อให้ได้ข้อมูลความรู้ไปใช้ในแก้ปัญหา (Stiggins, 1997, p. 260)

7. การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ (Comparative Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากความรู้ความเข้าใจที่ใช้ในการกำหนดข้อตกลงที่ชัดเจนเพื่อบอกความเหมือนและความต่างของข้อมูล (Stiggins, 1997, p. 260)

8. การให้เหตุผลในการประเมิน (Evaluative Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยใช้ความสมเหตุสมผลในการตัดสินคุณค่าและความถูกต้องของข้อมูล (Stiggins, 1997, p. 260)

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้น พบว่านักวิชาการและนักการศึกษาได้จัดประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ค่อนข้างหลากหลาย โดยส่วนใหญ่จะระบุประเภทการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ การให้เหตุผลเชิงนิรนัย และ การให้เหตุผลเชิงอุปนัย ซึ่งในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้ระบุประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภท โดยให้ความหมาย ดังนี้

1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนนำหลักการ กฎ ทฤษฎี ไปใช้อธิบายสถานการณ์ใหม่

2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนการนำข้อมูล เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์หาความเชื่อมโยงและสร้างเป็นข้อสรุปหรือหลักการ หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และนำข้อสรุปนั้นไปใช้ ในการอธิบายเหตุการณ์ หรือสถานการณ์อื่น

1.4 การประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ในการวัดประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยต่าง ๆ มักจะใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่นิยมใช้ในงานวิจัยเป็นการนำแบบวัด Lawsons (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning : LCTSR) หรือนำแนวคิดของ Lawson (1978, p. 11) มาใช้ หรือมาพัฒนาแบบวัดขึ้น ซึ่งลักษณะเด่นของแบบวัดนี้จะเป็นข้อสอบเลือกตอบแบบ Two-tier คือเป็นข้อสอบเลือกตอบแบบสองทาง โดยผู้ตอบต้องเลือกคำตอบของคำถามในส่วนที่หนึ่งก่อน จากนั้นต้องเลือกตัวเลือกที่เป็นเหตุผลของคำตอบในส่วนที่ 2 จำนวนทั้งสิ้น 24 ข้อ จุดประสงค์ของแบบวัดนั้นเพื่อประเมินมิตีย่อยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่

1. การอนุรักษ์มวล และปริมาตร (Conservation of Mass, & Volume)
2. การคิดอย่างเป็นสัดส่วน (Proportional Thinking)
3. การคิดตามหลักความน่าจะเป็น (Probabilistic Thinking)
4. การคิดเชิงความสัมพันธ์ (Correlational Thinking)
5. การควบคุมตัวแปร (Control of Variables)
6. การให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน (Hypothetical-deductive

Reasoning)

ส่วนแบบวัดของ Bao, et al. (2009, p. 586) ได้พัฒนาโดยอ้างอิงมาจาก แบบวัดของ Lawson โดยแบบวัดนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ ประกอบกับข้อมูล และรูปภาพ มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดความสามารถของผู้เรียนในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมถึงการวิเคราะห์สถานการณ์ สร้างคำพยากรณ์และแก้ปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มี 2 แบบ คือ แบบมีตัวเลือกและแบบเขียนตอบ โดยแบบแรกคือข้อสอบประเภทที่มีตัวเลือกตั้งแต่ 2 - 4 ตัวเลือก ส่วนแบบที่ 2 เป็นข้อสอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือเติมข้อความ

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามให้ผู้เรียนเขียนคำอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1 ส่วนเกณฑ์การให้คะแนนจะพิจารณาจากคำตอบทุกคำตอบ ถ้าตอบถูกทุกคำตอบจะได้คะแนนเต็ม หากตอบถูกไม่ครบทุกข้อจะได้คะแนนบางส่วน

ดังนั้นคำตอบที่จะได้คะแนนนั้นต้องเป็นการเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมกับให้คำอธิบายที่สมเหตุสมผล โดยที่คำอธิบายอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากที่ผู้เรียนระบุ ให้ผู้สอนพิจารณาจากพฤติกรรมบ่งชี้ตามเกณฑ์ และความสมเหตุสมผลซึ่งสามารถให้คะแนนความถูกต้องได้บางส่วน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่สามารถวัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้ดังนี้ (Bao, et al., 2009, p. 586)

1. ได้คะแนน 0 - 5 บ่งชี้ได้ว่าผู้เรียนมีระดับการคิดแบบเชิงประจักษ์-อุปนัย (Empirical-Inductive Thinking)
2. ได้คะแนน 6 - 8 บ่งชี้ได้ว่าผู้เรียนมีระดับการคิดอยู่ระหว่างแผนเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking) และแบบสมมติฐาน-อุปนัย (Hypothetical Inductive Level Thinking)
3. ได้คะแนน 9 - 12 บ่งชี้ได้ว่าผู้เรียนมีระดับการคิดแบบสมมติฐาน-อุปนัย (Hypothetical Inductive Level Thinking)

แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของโครงการ TIMSS ก็มีลักษณะข้อสอบ คล้ายคลึงกับแบบวัดของ Lawson คือ แบบเขียนตอบและแบบมีตัวเลือก 4 ตัวเลือก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2557, น. 11) ลักษณะข้อสอบ แต่ละแบบกล่าวโดยสังเขปคือ

1. แบบเขียนคำตอบ มีส่วนของสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้ ประกอบกับคำถามโดยให้เขียนตอบแบบเติมคำ และแบบเขียนแบบอธิบาย หรือวาดรูปอธิบาย มีเงื่อนไขคือเลือกอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งเป็นประเด็นที่ต่างจาก Lawson

2. แบบเลือกตอบหลายตัวเลือก โดยมีข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ และตัวเลือก 4 ตัวเลือก

ส่วนลักษณะของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ ลฎาภา สุทธกุล และลือชา ลดาชาติ (2556, น. 110) มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล ประกอบด้วยสถานการณ์พร้อมกับคำถาม จำนวน 4 ข้อ โดยดัดแปลงมาจากคำถามในแบบทดสอบ Science: thinking with Evidence ของ New Zealand Council of Education Research โดยวิเคราะห์คำตอบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ หลักฐาน การอธิบายชี้แจง และข้อสรุป

กล่าวโดยสรุป แนวทางในการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีการใช้แบบวัด 2 ลักษณะหลัก คือ

1. เป็นข้อสอบเลือกตอบแบบสองทาง ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 เป็นการตอบคำถามโดยการเลือกจากตัวเลือก ตั้งแต่ 2-4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 เป็นการอธิบายเหตุผลประกอบการเลือกตอบในส่วนที่ 1

2. เป็นข้อสอบมีการตอบแบบสั้น และเขียนคำอธิบาย ประกอบด้วยคำถามที่มีข้อมูลเพิ่มเติมในคำถามเพื่อให้คำถามมีความชัดเจนและมีสภาพจริงที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีการใช้ตาราง กราฟ แผนภาพ

ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกพัฒนาแบบวัดโดยใช้แนวคิดของ Lawson โดยประกอบด้วยคำถามที่มีประเด็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยมีลักษณะเป็นบทความทางวิทยาศาสตร์ ที่มีรูปภาพ หรือคำอธิบายประกอบภาพ และกำหนดการตอบคำถามแบบสองทางคือ ส่วนที่ 1 เป็นตัวเลือก 2 – 4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 เป็นการอธิบายเหตุผลประกอบการเลือกตอบในส่วนที่ 1

2. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่ามีการนำรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลายมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การใช้การสืบเสาะหาความรู้ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาเป็นฐาน และอื่นๆ ทั้งแบบที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเดี่ยว และการใช้ร่วมกับเทคนิค หรือรูปแบบอื่น ๆ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ ที่พบโดยส่วนใหญ่จะใช้การสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับวิธีการอื่น ๆ ซึ่งสรุปเป็นกลุ่มย่อยได้ดังนี้

2.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดย เน้นความเข้าใจเชิงแนวคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและให้แสดงเหตุผลในเรื่องที่เรียน โดย Benford, & Lawson (2001, p. 14) จัดการเรียนรู้โดยให้นักศึกษาสืบเสาะหาความรู้ และให้ฝึกทักษะต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์เชิงปริมาณ การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้า และให้นักศึกษานำสิ่งที่ได้เรียนรู้และฝึกทักษะไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในสัปดาห์สุดท้าย ซึ่งจากงานวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมีความพึงพอใจและเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ดีกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบสืบเสาะน้อยกว่า จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติสืบเสาะหาความรู้ และนำเสนอผลการศึกษาที่ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์และนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้จริง

2.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดย การแบ่งองค์ประกอบของสมาชิกในกลุ่มให้มีความสามารถในการให้เหตุผลต่าง ๆ กัน

Jensen, & Lawson (2011, p. 64) ได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการแบ่งองค์ประกอบของสมาชิกในกลุ่มให้มีความสามารถในการให้เหตุผลต่าง ๆ กันมาทำงานร่วมกัน พบว่าส่งผลต่อการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนในวิชาชีววิทยาระดับปริญญาตรี โดยเฉพาะกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถในการให้เหตุผลระดับต่ำนั้น ผู้เรียนได้รับประโยชน์ในพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญมากกว่ากลุ่มที่มีสมาชิกที่มีความสามารถในการให้เหตุผลระดับกลางหรือสูง เนื่องจากผู้เรียนได้รับโอกาสให้ควบคุมตนเองโดยปราศจากคำแนะนำจากเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่า จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือ การแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลในระดับน้อยเหมือน ๆ กันอยู่กลุ่มเดียวกันจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกแสดงความเห็นเต็มความสามารถเนื่องจากไม่ถูกชี้นำความคิดจากผู้เรียนที่มีความสามารถสูงกว่า

2.1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วิธีการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีการใช้วิธีสืบเสาะร่วมกับวิธีโต้แย้งร่วมกับวิธีอื่น ๆ ดังนี้

1) วิธีโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามี 3 งาน ดังนี้

Walker (2011, p. x) และ Sampson, Grooms, & Walker (2011, p. 217) ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยวิธีการโต้แย้ง หรือ ADI ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน กล่าวโดยสรุป คือ มีการแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ และกำหนดกิจกรรมให้อธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในลักษณะตรงข้ามกัน แล้วสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนที่สำคัญที่สุด คือ ขั้นแรก ที่เป็นการระบุงานของผู้สอนในชั้นเรียน เป้าหมายของผู้สอน คือ การแนะนำหัวข้อสำคัญที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาและเริ่มต้นประสบการณ์ในห้องปฏิบัติการ ขั้นตอนนี้ออกแบบมาเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ผู้สอนยังต้องสร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้ในอดีต และปัจจุบัน ซึ่งก็คือสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้ว และสิ่งที่พวกเขาจำเป็นต้องใช้ และเน้นเป้าหมายของการตรวจสอบในขั้นตอนนี้ของขั้นการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้ โดยทั่วไปจะมีการจัดเตรียมเอกสารซึ่งมีเนื้อหาสั้น ๆ แจกให้กับผู้เรียน การจัดกิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และสร้างข้อโต้แย้ง อีกทั้งทำให้ผู้เรียนมีวินัยในการมีส่วนร่วมและสร้างข้อโต้แย้งที่ดีขึ้น จุดเด่นของงานวิจัย คือ ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงมากขึ้น และเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนภายในห้องเรียน เนื่องจากผู้เรียนต้องออกแบบการสืบเสาะของตนเองเพื่อตอบคำถามผ่านการศึกษาโดยการทำงานร่วมกันทั้งในกลุ่มตนเองและกับผู้เรียนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน รวมทั้งผลลัพธ์จากการศึกษาจะถูกแบ่งปันและประเมินจากเพื่อนโดยถูกตรวจสอบผ่านการเปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง และได้รับการแก้ไขผ่านการสนทนากับผู้อื่น ในขณะที่ Walker (2011, p. x) พบว่า งานที่ต้องการให้นักศึกษาได้พัฒนามีประสิทธิภาพโดยรวมดีขึ้น และมีการสนับสนุนการลงข้อสรุปที่ถูกต้องพร้อมหลักฐานที่แท้จริง ส่วน ณัฐวรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทราชันตี. (2562, น. 133) ยังพบว่า ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เมื่อกำหนดกิจกรรมส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ในทุกขั้นตอนของการเรียน ซึ่งกิจกรรมดังกล่าว คือ การกำหนดประเด็นหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันที่ทำทนายความเชื่อ เพื่อสร้างความตระหนักถึงการอธิบายสิ่งที่พบด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งระบุไว้ในขั้นที่ 1 จากนั้นในขั้นที่ 2 ผู้สอนใช้คำถามปลายเปิดเพื่อเป็นแนวทางก่อนทดลอง ในลักษณะให้วิเคราะห์ ทำนายเหตุการณ์ ซึ่งผู้เรียนจะฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และในขั้นที่ 3 ผู้เรียนจะพิจารณาองค์ประกอบของรูปแบบของคำอธิบาย ขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเขียนคำอธิบายได้สมบูรณ์ขึ้น จากนั้นในขั้นที่ 4 กำหนดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้ง เช่น การตั้ง

คำถามเพื่อฝึกพิจารณามุมมองต่าง ๆ หรือเสนอแนะความคิดเห็นในการสนับสนุนหรือโต้แย้งโดยใช้หลักฐาน ในขั้นที่ 5 ให้ผู้เรียนเขียนรายงานโดยผู้สอนช่วยอธิบายเพื่อความเข้าใจในกรอบแนวคิดแต่ละองค์ประกอบ และในขั้นสุดท้าย กำหนดให้มีการประเมินรายงานผ่านกิจกรรมการสะท้อนและปรับปรุงการเขียนคำอธิบาย จุดเด่นของงานวิจัยนี้ คือ การกำหนดให้ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้เรียนจะได้ฝึกเขียนคำอธิบาย มีส่วนร่วมในการโต้แย้งโดยใช้ข้อมูลหลักฐานสนับสนุนตลอดการเรียน

2) วิธีโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ภคพร อิศระ (2558, น. 9) ได้จัดการเรียนรู้ออกเป็น 7 ขั้น ที่พัฒนาโดย Sampson et al. (2011, p. 220) ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่พัฒนาโดย Kagan โดยงานวิจัยดังกล่าว มีกระบวนการคล้ายคลึงกับงานวิจัยของ Sampson, Grooms, & Walker (2011, p. 217) คือ เน้นที่การทำงานร่วมกันประเมินผลการศึกษาทั้งประเด็นของการเชื่อมโยงเหตุผล หลักฐาน และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาสนับสนุนผลการศึกษาโดยเพื่อน ปรับปรุงคำอธิบายจนมีความสมเหตุสมผลที่ดีขึ้น โดยในงานวิจัยของ ภคพร อิศระ ได้ระบุการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือให้ชัดเจนขึ้น โดยระบุไว้เป็นกิจกรรมหลักในขั้นการสอนทั้ง 7 เพิ่มจากขั้นการสอนที่มีอยู่เดิม คือ ขั้นที่ 1 เป็นขั้นระบุภาระงาน ผู้เรียนก็จะทำงานร่วมกันแลกเปลี่ยนสิ่งที่ค้นคว้าร่วมกัน ขั้นที่ 2 เป็นขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล ผู้เรียนต้องร่วมกันตรวจสอบเหตุการณ์ที่ถูกกำหนดในขั้นที่ 1 ขั้นที่ 3 เป็นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ผู้เรียนต้องเสนอผลการศึกษาของตนต่อกลุ่มร่วมกันสรุปและสร้างข้อโต้แย้ง ขั้นที่ 4 เป็นขั้นของกิจกรรมโต้แย้ง ผู้เรียนต้องนำเสนอสิ่งที่ได้จากการศึกษา โดยร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 5 เป็นการเขียนรายงานผลการสำรวจ ผู้เรียนเขียนรายงานจากข้อโต้แย้งเป็นรายบุคคล ขั้นที่ 6 เป็นการทบทวนรายงานโดยเพื่อน ผู้เรียนจะร่วมประเมินงานของเพื่อนเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงขั้นต่อไปคือขั้นที่ 7 เป็นขั้นการปรับปรุงรายงาน ผู้เรียนจะตรวจสอบการเขียนตามการประเมินแล้วเขียนใหม่ให้ถูกต้อง เมื่อพิจารณาขั้นที่ 5 และขั้นที่ 7 แล้ว พบว่า การใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือนั้นไม่ชัดเจน ผู้วิจัยไม่ได้ระบุว่าผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมกับเพื่อนอย่างไร แต่โดยภาพรวมงานวิจัยดังกล่าว ผู้เรียนได้ฝึกเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับผล และใช้หลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุนแนวคิดทฤษฎี และในขั้นทบทวนชิ้นงาน หรือการเขียนรายงานโดยเพื่อน และการที่ได้ประเมินข้อดีข้อจำกัดของผลงาน จะทำให้เขียนรายงานได้ถูกต้องครบถ้วน ซึ่งการได้ฝึกการลงข้อสรุปและแสดงเหตุผลสนับสนุนประกอบกับ พร้อมทั้งการได้ทราบเกณฑ์การประเมิน ทำให้ผู้เรียนพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น จะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

3) วิธีโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ โดย Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus (2018, p. 233) ซึ่งได้ใช้วิธีสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ แบ่งกิจกรรมเป็น 8 ขั้นตอน จัดการเรียนรู้ในวิชาชีววิทยาโดยใช้กรอบทั่วไปของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเรียกกิจกรรมนี้ว่า ญาณวิทยา (Epistemic) ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา: เน้นปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง 2) การตั้งคำถาม: ตั้งคำถามจากปัญหา โดยกำหนดคำถามที่ตอบได้อย่างน้อยหนึ่งคำถาม 3) การสร้างสมมติฐาน: สร้างสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม 4) การสร้างและออกแบบสิ่งประดิษฐ์ใหม่: สิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดทางทฤษฎี 5) การสร้างหลักฐาน: หลักฐานจะถูกสร้างขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยวิธีเชิงสมมุติฐาน หรือ นิรนัย หรือ อุปนัย ต้องมีความเป็นไปได้ในการสร้างหลักฐาน 6) การประเมินหลักฐาน: การประเมินหลักฐานที่สร้างขึ้นจากข้ออ้าง หรือ ทฤษฎี 7) การลงข้อสรุป: การลงข้อสรุปอย่างน้อยหนึ่งข้อตามกระบวนการให้เหตุผลก่อนหน้านี้ 8) การสื่อสารและการกลั่นกรอง: กระบวนการให้เหตุผลและผลลัพธ์จะต้องได้รับการแบ่งปันและนำมาพิจารณาใหม่ ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากในทุกขั้นการสอนเป็นกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน ฝึกการแสดงความคิดเห็นที่อยู่บนเหตุผลและหลักฐานในการกล่าวอ้าง อีกทั้งกรอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และกิจกรรมการโต้แย้งนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน จะเห็นได้ว่างานวิจัยดังกล่าวมีจุดร่วมกับงานวิจัยในกลุ่มเดียวกันในประเด็นของเน้นการศึกษาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เน้นการทำงานร่วมกันกับเพื่อน และโดยเฉพาะการโต้แย้ง หรือแสดงความคิดเห็นต้องมีความสมเหตุสมผลโดยใช้หลักฐานประกอบการกล่าวอ้าง

2.1.4 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับวิธีจัดลำดับการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเสนอตัวอย่างการสร้างแบบจำลองวิดิโอ โดย Scheiterab, & Oschatza (2017, p. 49) ซึ่งได้นำวิธีจัดลำดับการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเสนอตัวอย่างการสร้างแบบจำลองวิดิโอ และใช้วิธีให้ทำงานที่มีการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการเรียนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะถูกสุ่มให้ปฏิบัติงานตามเงื่อนไข โดยกลุ่มที่ 1 ปฏิบัติการสืบเสาะเท่านั้น กลุ่มที่ 2 ให้ปฏิบัติการสืบเสาะจากนั้นให้ดูวิดิโอตัวอย่าง เช่น การสร้างแบบจำลองกลุ่มที่ 3 ให้ดูตัวอย่างการสร้างแบบจำลองวิดิโอก่อนจากนั้นให้ปฏิบัติการสืบเสาะ กลุ่มที่ 4 ให้ดูตัวอย่างการสร้างแบบจำลองวิดิโอเท่านั้น พบว่า การเรียนโดยการให้ผู้เรียนดูตัวอย่างการสร้างแบบจำลองวิดิโอก่อน นำไปสู่ผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และการตัดสินใจที่สูงกว่าการเรียนด้วยการให้แก้ปัญหาในการสืบเสาะก่อน ด้วยตัวอย่างการสร้างแบบจำลองวิดิโอที่แสดงวิธีดำเนินการทดลอง

เสมือนจริง จากนั้นผู้เรียนทำการสืบเสาะเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานจะทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จุดเด่นของงานวิจัยคือ ผู้เรียนจะเกิดทักษะการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการดูตัวอย่างวิดีโอการสร้างแบบจำลองที่แสดงวิธีดำเนินการทดลองเสมือนจริงก่อน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจและผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และการคิดและการตัดสินใจขณะเรียนรู้ที่สูงกว่าเมื่อให้มีการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาแบบสืบเสาะก่อน

2.1.5 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และ แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดย ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2559, น. 108) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและ แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 เริ่มต้นด้วยการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจและสำรวจความรู้เดิมจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยสถานการณ์มีลักษณะที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับชีวิตจริงหรือเป็นความสนใจของผู้เรียน ดำเนินการโดยการอภิปรายร่วมกันและตั้งประเด็นคำถาม ขั้นที่ 2 ผู้เรียนต้องตั้งสมมติฐานหรือสร้างแบบจำลอง วางแผนและลงมือปฏิบัติตามแผน โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ ข้อมูล หลักฐาน ร่วมกันเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือทดสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้น ขั้นที่ 3 เป็นการเสนอเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง โดยการใช้ข้อมูล หลักฐานจากการประเมินข้อดีข้อจำกัดของแบบจำลอง เพื่อนำไปสู่แบบจำลองที่เกิดจากมติของกลุ่ม ขั้นที่ 4 เป็นการปรับปรุงคำอธิบายที่มีความสมเหตุสมผลมากขึ้นและปรับปรุงแบบจำลองของกลุ่มตนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการนำเสนอของกลุ่มอื่น และขั้นที่ 5 เป็นการนำความรู้ที่สรุปได้จากขั้นที่ 4 ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ในชีวิตประจำวัน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถในการถ้อยแถลงการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียน พบว่าจุดเด่นของงานวิจัย คือ ในขั้นการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 2 มีกิจกรรมที่กำหนดให้สร้างและทดสอบแบบจำลอง ซึ่งการสร้างแบบจำลองจะช่วยให้ผู้เรียนมีการสืบเสาะค้นคว้าหาความรู้จะช่วยสร้างความเข้าใจจนสามารถใช้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ รวมทั้งขั้นที่ 3 เป็นกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนโต้แย้งในกลุ่มถึงการประเมินข้อดีข้อจำกัดของแบบจำลองทำให้ได้ฝึกการคัดค้านและกล่าวอ้างโดยให้หลักฐานพร้อมอธิบายและลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน จากงานวิจัยของ วราพร รัตมีजाตรงค์ (2561, น. 10) ซึ่งได้พัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบสโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับผู้เรียน และให้วิเคราะห์ อภิปรายเพื่อกำหนดปัญหา สาเหตุและ

ผลกระทบภายใต้บริบทของผู้เรียน ขั้นที่ 2 ผู้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่ม สืบค้น รวบรวมหลักฐานด้วยตนเอง ขั้นที่ 3 ผู้เรียนสรุปความรู้พร้อมทั้งยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้อง ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่ได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น โดยมีการอภิปรายด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ ขั้นที่ 5 ให้ผู้เรียนประเมินกระบวนการเรียนรู้ และประเมินเจตคติโดยใช้แบบประเมินตนเอง ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่สูงกว่าก่อนเรียน เนื่องด้วยการจัดกิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในทุกขั้นตอน โดยเฉพาะในขั้นที่ 2 และ 3 เน้นให้ผู้เรียนมีการสืบเสาะและรวบรวมหลักฐานและนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุป จากนั้นขั้นที่ 4 จะให้ผู้เรียนเสนอข้อสรุปโดยการอภิปรายด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ซึ่งทั้งสามขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบโต้แย้ง พบว่าม้งานวิจัยที่มีการใช้วิธีโต้แย้งร่วมกับวิธีอื่นๆ ดังนี้

2.3.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างข้อโต้แย้ง (The Generative an Argument Instructional Model) จากการศึกษาของ กุลชญา พิบูลย์ (2561, น. 7) ซึ่งได้พัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การสร้างข้อโต้แย้งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนด้วยสถานการณ์และให้ระบุคำถามและระบุปัญหาจากสถานการณ์ ขั้นที่ 2 ผู้เรียนทำงานร่วมกันสำรวจค้นคว้ารวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างคำอธิบายชั่วคราว ขั้นที่ 3 ผู้สอนจัดกิจกรรมโดยกำหนดประเด็นให้ผู้เรียนได้แสดงผล และประเมินข้อโต้แย้งระหว่างกลุ่มขั้นที่ 4 ผู้เรียนนำข้อมูลมาสรุปและสร้างข้อโต้แย้งรายบุคคล และตอนท้ายผู้สอนสรุปเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน และให้เขียนสรุปข้อโต้แย้งของตนเองด้วยโดยใช้หลักฐานประกอบการให้เหตุผล ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียนและก่อนเรียน จุดเด่นของงานวิจัย พบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถดังกล่าวคือ ขั้นที่ 2 เนื่องจากผู้เรียนต้องสืบค้นข้อมูลหลักฐานอย่างหลากหลายแหล่ง นำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่มเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของข้อมูลไปใช้สร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง ซึ่งเป็นพื้นฐานในการคัดค้านหรือสนับสนุน ส่วนในขั้นที่ 3 ผู้เรียนได้เสนอข้อมูลระหว่างกลุ่มและให้มีการโต้แย้งโดยมีเงื่อนไขคือต้องเป็นการโต้แย้งที่มีเหตุผลที่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์รองรับ และขั้นที่ 4 เน้นให้ผู้เรียนรายบุคคลร่วมอภิปรายความเป็นไปได้ของข้อมูลหลักฐานเพื่อลงข้อสรุปของตนเอง

2.3.2 การจัดการเรียนรู้แบบโต้แย้งร่วมกับการประเมิน จากการศึกษาของ ณรงค์ชัย พงษ์ธนะ (2559, น. 20) ซึ่งได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโต้แย้งและประเมิน ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์และให้ข้อมูลในการเรียนแบบโต้แย้ง ขั้นที่ 2 ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนย่อยทั้งเก้า ได้แก่ ระบุข้อกล่าวอ้างและคำขยาย ระบุหลักฐานที่น่าเสนอ ระบุประเภทของข้อมูลหลักฐาน ประเมินคุณสมบัติความเหมาะสมของหลักฐาน แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างไปสู่หลักฐาน ระบุประเภทของการให้เหตุผลตามทฤษฎี ประเมินคุณสมบัติความเหมาะสมของการให้เหตุผล แสดงข้อโต้แย้งหรือตั้งคำถามใหม่ และ เขียนข้อสรุป ขั้นที่ 3 ผู้สอนตั้งข้อคำถามแล้วให้ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์และประเมินเหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากในงานวิจัยนี้คือ มีการจัดกิจกรรมส่งเสริมการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในขั้นการจัดการเรียนรู้ทุกชั้น โดยเฉพาะในขั้นที่ 1 ผู้สอนใช้การเสนอประเด็นโต้แย้งและให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ และผู้สอนใช้คำถามเพื่อเป็นการสนับสนุนและให้แนวทางในการสืบเสาะซึ่งการตั้งสมมติฐานมีส่วนช่วยพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในขั้นที่ 2 ผู้เรียนถูกกระตุ้นให้พิสูจน์สมมติฐานโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีการประเมินหลักฐานเพื่อใช้ในการโต้แย้งและสร้างข้อสรุป ซึ่งการโต้แย้งที่เกี่ยวกับทฤษฎี หรือสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูลหลักฐานและการประเมินหลักฐานจะช่วยสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.3.3 การจัดการเรียนรู้แบบโต้แย้งร่วมกับวงจรการเรียนรู้ จากงานวิจัยของ พรพิมล คงเจริญสุข (2561, น. 6) ที่ได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในการเรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้การเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นการส่งเสริมการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากลงมือปฏิบัติ และนำข้อมูลหลักฐานมาสร้างเป็นคำอธิบายข้อกล่าวอ้างให้มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 เป็นการสำรวจที่มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้วางแผนการศึกษา และลงมือปฏิบัติ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่ม หากคำตอบจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นำข้อมูลมาสร้างข้อกล่าวอ้าง ขั้นที่ 2 ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและค้นคว้ารวบรวมหลักฐานเพิ่มขึ้นและผู้สอนให้ข้อมูลที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้นำมาเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อสรุปเป็นมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน และขั้นที่ 3 เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลการศึกษาโดยใช้มโนทัศน์ของตนเองอธิบายบนพื้นฐานหลักการทางวิทยาศาสตร์และสรุปอ้างอิงไปยังสถานการณ์อื่นเพิ่มเติม ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็น

ทางการ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในการเรียนวิชาชีววิทยาของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียน และพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้น เนื่องจากในขั้นการจัดการเรียนรู้นั้นครูใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียนกระตุ้นความสนใจก่อน จากนั้นให้มีการสืบเสาะหาข้อมูลหลักฐานผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อตั้งสมมติฐาน ซึ่งขณะสืบเสาะหาข้อมูลรวมทั้งการได้คิดวางแผนและลงมือปฏิบัติอยู่นั้น ผู้เรียนได้นำเสนอข้อกล่าวอ้างผ่านกระบวนการกลุ่มได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม จึงส่งผลต่อการให้เหตุผล ด้วยการโต้แย้งอย่างมีตรรกะมากขึ้น

2.4 การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ นอกจากการใช้วงจรการเรียนรู้ร่วมกับการโต้แย้ง ยังพบว่ามีการใช้วงจรการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ ดังนี้

2.4.1 การใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย โดย เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548, น. 23) ซึ่งได้พัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยในวิชาชีววิทยา ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ครูกำหนดสถานการณ์และให้ผู้เรียนตั้งคำถามเชิงสาเหตุและอภิปรายกลุ่มเพื่อตั้งสมมติฐานนิรนัย กำหนดตัวแปร วางแผนการทดลอง และลงมือปฏิบัติตามแผน ขั้นที่ 2 ผู้เรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ แปลผลและสรุปเป็นมโนทัศน์ ขั้นที่ 3 ให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่ได้มาใช้อธิบายในสถานการณ์ใหม่ ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากผู้สอนใช้วิธีการกำหนดสถานการณ์และตั้งคำถามเชิงสาเหตุและตั้งสมมติฐานนิรนัย ให้ผู้เรียนได้สำรวจค้นหาข้อมูล ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย และเมื่อผู้เรียนได้ปฏิบัติทดลอง รวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ สรุปผลแล้วนำไปสร้างเป็นมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน นั่นคือผู้เรียนจะได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย และการให้ผู้เรียนนำข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปนั้นไปอธิบายเหตุการณ์ที่คล้ายกัน ผู้เรียนก็จะได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย

2.4.2 การใช้วงจรการเรียนรู้เมตาคอกนิชัน โดย ปิยะมาศ บุญประกอบ (2554, น. 9) ได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้วงจรการเรียนรู้เมตาคอกนิชัน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจและตรวจสอบมโนทัศน์พื้นฐาน ขั้นที่ 2 ให้ผู้เรียนวางแผน ออกแบบวิธีการสำรวจมโนทัศน์ที่ต้องการศึกษาแล้วดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 3 ผู้เรียนทำการวิเคราะห์ข้อมูล แปลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบที่หลากหลายและแสดงการตรวจสอบมโนมติโดยใช้วิธีการต่าง ๆ ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์เรื่อง

แรงและการเคลื่อนที่ของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการประเมินมโนทัศน์ในขั้นการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้เรียนได้ฝึกการคิดและการให้เหตุผลเพราะผู้เรียนจะต้องให้เหตุผลเพื่อยืนยันความถูกต้องของมโนทัศน์ของตนเอง

2.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่ามิงงานวิจัยที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ดังนี้

วาสนา ภูมิ (2555, น. 5) ได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียนเพื่อสร้างความตระหนักและกระตุ้นความสนใจและให้ระบุสิ่งที่ปัญหาจากสถานการณ์ ขั้นที่ 2 ผู้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มทำความเข้าใจโดยใช้การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อระบุปัญหาและแนวทางแก้ไข พร้อมทั้งอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เลือก เช่น ข้อเท็จจริง ข้อมูลที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม และวิธีการที่ใช้เพื่อค้นหาคำตอบ จากนั้นลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่วางไว้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์โดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นถึงความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นนำเสนอผลการศึกษา และให้มีการประเมินผลการศึกษาโดยกลุ่มอื่น ขั้นที่ 3 ผู้เรียนและผู้สอนสรุปความรู้ร่วมกัน สะท้อนการเรียนรู้รวมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นในกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน เนื่องจากผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันในการสืบเสาะค้นคว้าข้อมูล ฝึกวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาร่วมกัน และแก้ปัญหาด้วยเหตุผลผ่านสถานการณ์ที่เป็นปัญหามีความเกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียน และผู้เรียนเลือกศึกษาตามความสนใจ ซึ่งสถานการณ์ปัญหาจะช่วยกระตุ้นให้เกิดคำถามและร่วมกันเสนอความคิดเห็นเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ผลการวิจัย ยังระบุว่าในคาบแรก ๆ ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการเสนอความคิดเห็น ผู้สอนจึงใช้การกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เสนอความคิดเห็นเป็นระยะ

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ (2558, น. 70) ได้พัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาเคมีพื้นฐานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้แบ่งขั้นกิจกรรมออกเป็น 6 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ผู้สอนเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง เพื่อกระตุ้นความสนใจ แล้วร่วมกันกำหนดสิ่งที่ปัญหาจากสถานการณ์ ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการคิดและการค้นคว้าคำตอบจากแหล่งเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ผู้เรียนร่วมกันระดมสมอง ตั้งคำถามเพื่อหาแนวทางค้นหาคำตอบ โดยผู้สอนคอยให้คำปรึกษา ขั้นที่ 3 ผู้เรียนค้นคว้าตามเป้าหมายที่กำหนดไว้และผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกแหล่งเรียนรู้ ขั้นที่ 4 ผู้เรียนนำข้อมูลมารวม

แลกเปลี่ยนกับเพื่อน และผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนทบทวนความครอบคลุมของข้อมูลและค้นคว้าเพิ่มเติมได้หากพบว่าไม่สามารถตอบคำถามที่ผู้สอนถามได้ ขั้นที่ 5 ผู้เรียนประเมินตรวจสอบแนวคิดของกลุ่มตนเอง และทุกกลุ่มร่วมกันสรุปองค์ความรู้โดยผู้สอนจะทำหน้าที่ตรวจสอบความเหมาะสม และขั้นที่ 6 ผู้เรียนนำเสนอองค์ความรู้ โดยมีการประเมินผลงานจากเพื่อน และผู้สอนทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากกระบวนการของการได้มาซึ่งคำตอบและเหตุต่าง ๆ นั้นเป็นวิธีการและขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่การสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเพื่อรวบรวมข้อเท็จจริง การตั้งสมมติฐาน ทำการทดลองและนำผลที่ได้มาสรุปซึ่งต้องอาศัยกระบวนการคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงข้อมูลหลักฐานและสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาจากกระบวนการให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัย รวมทั้งนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่

รัตนา เกตุสม (2559, น. 2221) ได้พัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะการให้เหตุผลและการนำความรู้ไปใช้เรื่องประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจและฝึกกำหนดปัญหาจากการเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ขั้นที่ 2 ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจและอธิบายปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา ขั้นที่ 3 ผู้เรียนร่วมกันหาแนวทางในการค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ โดยผู้สอนแนะนำ ส่งเสริมการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลหลากหลาย ขั้นที่ 4 นำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกับและทำการสังเคราะห์ข้อมูล ขั้นที่ 5 เป็นการประเมินความเหมาะสมของข้อมูลที่ได้โดยสมาชิกในกลุ่ม และให้ทุกกลุ่มสรุปร่วมกันในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง ขั้นที่ 6 เป็นการนำเสนอผลการศึกษาด้วยรูปแบบหลากหลายและมีการประเมินผลงานโดยจากกลุ่มอื่น ผลการวิจัยพบว่า ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลการเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลและการนำความรู้ไปใช้ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน รวมทั้งความคิดเห็นของผู้เรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

ธัญพร ศรีวิชัย (2560, น. 7) ได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหฐาน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ผู้เรียนกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่สนใจ และผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นการคิดหาคำตอบ ขั้นที่

2 ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อทวนสอบความรู้เดิมเพื่อทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 3 ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ขั้นที่ 4 ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาทำการสังเคราะห์ โดยการอภิปรายภายในกลุ่ม ขั้นที่ 5 ผู้เรียนร่วมกันประเมินและสรุปคำตอบ ผ่านการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ขั้นที่ 6 ผู้เรียนนำเสนอผลการศึกษา และให้มีการประเมินผลงานโดยเพื่อน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์รายวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่องปฏิกิริยาเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุม อีกทั้งผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานร่วมกัน สามารถสร้างความรู้ ค้นหาคำตอบได้จากการสืบเสาะด้วยตนเอง

กล่าวโดยสรุป จากการศึกษางานวิจัยที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีลักษณะคล้ายคลึงกันในประเด็นต่าง ๆ คือ ทั้งสิ่งานวิจัยการเริ่มต้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยการที่ครูนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา มีความน่าสนใจ และสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน ถัดไปให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่ออภิปรายวิเคราะห์ปัญหา แล้วระบุสิ่งที่ปัญหา หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ที่ศึกษา มีงานวิจัยของ นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ (2558, น. 70) และ ธนยพร ศรีวิชัย (2560, น. 7) ที่เน้นย้ำให้ผู้สอนต้องตั้งคำถามเป็นระยะ เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมและกระตุ้นการคิด ทั้งเสนอความเห็นเพื่อวางแผนการค้นคว้าและเพื่อหาแนวทางแก้ไข และลงมือปฏิบัติตามแผนการสืบเสาะจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ผ่านกิจกรรมการนำเสนอผลการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ให้มีการประเมินผลการศึกษาโดยเพื่อนในกลุ่มและต่างกลุ่ม ในตอนท้ายของกิจกรรมมีลักษณะต่าง ๆ เช่น การสะท้อนการเรียนรู้โดยผู้เรียน การสรุปองค์ความรู้ร่วมกัน

2.6 การจัดการเรียนรู้โดยการแนะนำองค์ประกอบพื้นฐานของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนก่อนเรียน

งานวิจัยของ Sadaghiani (2010, p. 57) ซึ่งได้ศึกษาการเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูสาขาประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการทำความเข้าใจองค์ประกอบของเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยการแนะนำองค์ประกอบพื้นฐานของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนก่อน และวิเคราะห์ตัวอย่างจากการอภิปรายในชั้นเรียนด้วยเหตุผลที่ดีและไม่ดี จากนั้นให้ผู้เรียนระบุงค์ประกอบเหล่านั้นในการให้เหตุผลของตนเองในบริบทของงานมอบหมายที่แตกต่างกัน ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนประเมินคำตอบที่เป็นลายลักษณ์อักษรของตนเองในรูปแบบทดสอบที่ทำในแต่ละโมดูลของหลักสูตร และปรับปรุงคำตอบโดยการใช้หลักฐานคำศัพท์ที่เหมาะสมและถูกต้อง และมีการให้เหตุผลเชิงตรรกะ พร้อมคำติชมจากผู้สอนและเพื่อน ๆ พบว่า

ช่วยให้ผู้เรียนเป็นนักคิดที่มีความแม่นยำ และอย่างถูกต้องมากขึ้น ใช้คำศัพท์ที่เหมาะสมและถูกต้อง ใช้เหตุผลตามหลักฐาน และพัฒนาความสงสัยเกี่ยวกับมุมมองของตนเอง คล้ายคลึงกับงานวิจัยของ Koenig, Schen, & Bao (2012, p. 1) ซึ่งได้ศึกษาการให้เหตุผลด้วยวิธีการโต้แย้งโดยใช้การกำหนดเป้าหมายอย่างชัดเจนของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และศึกษาความเข้าใจของนักศึกษาครุสาขาประถมศึกษา เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะกิจกรรมเป็นการฝึกอบรมผ่านรายวิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้น ที่เน้นการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสะท้อนการคิด เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกแง่มุมของการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การเขียนสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล และการให้เหตุผลด้วยวิธีการโต้แย้ง ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนร่วมปฏิบัตินั้นช่วยส่งเสริมและพัฒนากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมุมมองที่ร่วมสมัยเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียนมากขึ้น

2.7 การจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท งานวิจัยของ พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2556, น. 14) ซึ่งได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเมโนทัศน์ต่อการเรียน เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 เป็นการตรวจสอบเมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยการวิเคราะห์คุณลักษณะเมโนทัศน์ของเรื่องที่สอนขั้นที่ 2 ตรวจสอบเมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ชุดความคิดที่ขาดไปของผู้เรียน ขั้นที่ 4 ออกแบบกิจกรรมสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท ซึ่งต้องเป็นกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่สมดุลทางปัญญา และเกิดการสร้างชุดความคิดใหม่ ขั้นที่ 5 สอนด้วยสถานการณ์การเรียนรู้แบบสองบทบาท กิจกรรมเน้นการคาดเดาและให้อธิบายอย่างมีเหตุผลของสิ่งที่จะเกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังพบสถานการณ์ ซึ่งผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดไม่สอดคล้องกับความคิดเดิมแล้วผู้สอนสนับสนุนข้อมูลในส่วนที่ผู้เรียนขาดไป ขั้นที่ 6 สอนโดยใช้สถานการณ์แปลกใหม่ท้าทายผู้เรียนใช้ข้อมูลที่สร้างขึ้นจากขั้นที่ห้ามาคาดเดาเหตุการณ์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเมโนทัศน์ต่อการเรียน เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย หลังเรียนมีคะแนนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน เนื่องจากในทุกขั้นของการจัดการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการอธิบาย และสร้างข้อสรุปอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอธิบายการคาดคะเนคำตอบและสร้างข้อสรุปอย่างมีเหตุผลก่อนและหลังเผชิญสถานการณ์ที่แปลกใหม่และท้าทาย

2.8 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน จากงานวิจัยของ พิชญา ศิลาอม (2561, น. 10) ซึ่งได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 คือ ขั้นวิเคราะห์ประเด็น โดยผู้สอนเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์แล้วให้ผู้เรียนทำการวิเคราะห์และระบุประเด็นปัญหา ขั้นที่ 2 คือ ขั้นสำรวจประเด็นและแสวงหาความรู้พื้นฐาน ผู้เรียนจะทำการสืบเสาะประเด็นที่ด้านสังคม วัฒนธรรมและวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้เรียนจะเรียนรู้และสร้างความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา ขั้นที่ 3 คือ ขั้นนำเสนอความรู้และอภิปราย ผู้เรียนต้องนำเสนอผลการสืบค้นผ่านการอภิปรายที่ต้อง อาศัย การโต้แย้งประกอบหลักฐานเชิงประจักษ์ ขั้นที่ 4 คือ ขั้นสะท้อนความคิดและสร้างแนวปฏิบัติต่อประเด็น ผู้เรียนจะสร้างแนวปฏิบัติในประเด็นที่นำเสนอจากการสะท้อนมุมมองของตนเอง ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียน และขั้นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ขั้นที่ 3 ซึ่งผู้เรียนจะนำเสนอข้อมูล หลักฐานในรูปแบบต่าง ๆ ที่ได้จากการสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายต่อกลุ่มผ่านการอภิปรายและการโต้แย้งโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

2.9 การจัดการเรียนรู้แบบอุปมาอุปไมย โดย พรสุดา ทันนา (2562, น. 6) ซึ่งได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบอุปมาอุปไมย ในวิชาเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ผู้สอนนำเสนอปรากฏการณ์ทางเคมี เพื่อกระตุ้นความสนใจและตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและระบุปัญหา ขั้นที่ 2 ผู้สอนใช้เทคนิคอุปมาอุปไมย โดยนำสิ่งที่ผู้เรียนคุ้นเคยมาอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมย่อยตามลำดับคือ นำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นำเสนอแนวคิดและลักษณะสำคัญของแนวคิดที่ใช้ในการเปรียบเทียบ เปรียบเทียบความคล้ายคลึงระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับแนวคิดเปรียบเทียบ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับแนวคิดเปรียบเทียบ และการสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 3 ผู้สอนตั้งคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ประเมินผลจากใบงานและแบบทดสอบหลังเรียน ผลวิจัย พบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนพบว่าพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการจำและการวิเคราะห์ไม่ต่างกับการเรียนด้วยวิธีปกติ และขั้นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือ ขั้นที่ 2 ซึ่งมี 6 กิจกรรมย่อย มีลักษณะการเรียนรู้แบบแยกส่วน การเชื่อมโยงข้อมูล และการให้เหตุผลเชิงอุปนัยในการ

สร้างความรู้ใหม่ โดยเฉพาะในขั้นการระบุลักษณะสำคัญของแนวคิดที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ผู้เรียนจะระบุและอธิบายลักษณะสำคัญของสิ่งที่ใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเปรียบเทียบและเชื่อมความสัมพันธ์ของสิ่งที่คุ้นเคยกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ ขั้นการเปรียบเทียบ ความคล้ายคลึงระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับแนวคิดเปรียบเทียบ เป็นการวิเคราะห์และอธิบายความคล้ายคลึงระหว่างสิ่งที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และขั้น การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับแนวคิดเปรียบเทียบ เป็นการ วิเคราะห์และอธิบายความแตกต่างหรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เมื่อนำสิ่งที่คุ้นเคยหรือพบเห็น ในชีวิตจริงมาอธิบาย จากกระบวนการข้างต้น ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่คุ้นเคย กับแนวคิดที่ต้องการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและส่งเสริมความสามารถการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปลักษณะสำคัญของจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. ผู้สอนอธิบายให้ผู้เรียนทราบถึงองค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็นของการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อสรุป หลักฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน) (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 233; McNeil, & Krajcik, 2008, p. 70; Sadaghiani, 2010, p. 57)
2. ให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มขนาดเล็ก (Sampson, Grooms, & Walker, 2011, p. 21; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 5) โดยการลดความสามารถ (Benford, & Lawson, 2001, p. 14-17; Jensen, & Lawson, 2011, p. 64)
3. ผู้สอนกระตุ้นความสนใจโดยการเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีสอดคล้องกับ ชีวิตประจำวันของผู้เรียน ที่มีความแปลกใหม่และท้าทาย ซึ่งอาจเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม ของผู้เรียน (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 233; เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548, น. 23; ณัฐวรรณ ศิริธร, 2562, น. 133; ทิศนา แคมณี, 2560, น. 337; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70; พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556, น. 14; พรสุดา ทันนา, 2562, น. 6; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 5; พรพิมล คงเจริญสุข, 2561, น. 6; พรสุดา ทันนา, 2562, น. 6) หรือ ให้ผู้เรียนกำหนดปัญหา จากสถานการณ์ที่สนใจ (ธัญพร ศรีวิชัย, 2560, น. 7; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 5)
4. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อระบุคำถาม หรือตั้งคำถามที่เกิดจากความสงสัย และสนใจ (Lawson, 2009, p. 336; Weld, Stier, & Birren, 2011, p. 356; อภินิษฐ์ ศรีภูธร, 2019, น. 433) หรือ วิเคราะห์ ทำนายเหตุการณ์ คาดคะเนคำตอบ หรือ ระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเป็น

ปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ที่กำหนด (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 233; ณัฐวรรณ ศิริธร, 2562, น. 133; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70; พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556, น. 14; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 5; รัตนา เกตุสม, 2559, น. 2221)

5. ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย คัดคะแนนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยอาศัยหลักการ แนวคิด ทฤษฎี ที่มีอยู่มาช่วยสร้างการพยากรณ์ และวางแผนการสำรวจเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลจากการสังเกตและข้อมูลจากการค้นคว้า (McNeil, & Krajcik, 2008, p. 70; Weld, Stier, & Birren, 2011, p. 356) เพื่อนำไปสู่การทดสอบสมมติฐาน โดยอาจเป็นผู้เรียนเป็นผู้เสนอหรือเกิดจากการระดมสมอง (Weld, Stier, & Birren, 2011, p. 356; อภินิษฐ์ ศรีภูธร, 2019, น. 433)

6. ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันระดมสมอง เสนอความคิด วางแผนหาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทุกขั้นตอน (Walker, 2011, p. x; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70; พรพิมล คงเจริญสุข, 2561, น. 6; พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556, น. 14; วราพร รัชมีจาตุรงค์, 2561, น. 10; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 5) และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ได้แก่ สังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวบรวมข้อเท็จจริง สร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ ออกแบบการทดลอง หรือสร้างแบบจำลอง พิสูจน์สมมติฐานโดยการทดลองหรือทดสอบแบบจำลอง รวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปผลแล้วนำไปสร้างเป็นมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียน (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 233; Koenig, Schen, & Bao, 2012, p. 1; เกียรติกร อภัยวงศ์, 2548, น. 23; พรพิมล คงเจริญสุข, 2561, น. 6; ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2559, น. 108; ณรงค์ชัย พงษ์ระนะ, 2559, น. 20; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70)

7. ผู้เรียนร่วมกันหาแนวทางสืบเสาะหาความรู้ ข้อมูล หลักฐานต่าง ๆ (Benford, & Lawson, 2001; 2009, p. 336, p. 14-17; Sampson, Grooms, & Walker, 2011, p. 217; Scheiterab, & Oschatza, 2017, p. 49; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 5; ณรงค์ชัย พงษ์ระนะ, 2559, น. 20; อภินิษฐ์ ศรีภูธร, 2019, น. 433) จากแหล่งเรียนรู้อย่างหลากหลายด้วยตนเอง (กุลชญา พิบูลย์, 2561, น. 7; ธันยพร ศรีวิชัย, 2560, น. 7; พิชญา ศิลาอม, 2561, น. 10; รัตนา เกตุสม, 2559, น. 2221) และเน้นเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุป (วราพร รัชมีจาตุรงค์, 2561, น. 10) โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกแหล่งเรียนรู้สำหรับค้นคว้า (นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70)

8. ผู้สอนตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อเป็นแนวทางก่อนการทดลอง ฝึกพิจารณา มุมมองต่าง ๆ (ณัฐวรรณ ศิริธร, 2562, น. 133) ทวนสอบความรู้เดิม (ธันยพร ศรีวิชัย, 2560, น.

7) รวมทั้งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียน คิดคำถาม รวมทั้งคิดหาคำตอบ และเสนอความคิดเห็นเป็นระยะ (วาสนา ภูมิ, 2555, น. 5; ธนยศ ศรีวิชัย, 2560, น. 7; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70) โดยกำหนดคำถามที่ตอบได้อย่างน้อยหนึ่งคำถาม (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 233)

9. ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ทำงานร่วมกัน เพื่อรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการพยากรณ์ กับการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานที่ได้ เพื่อวิเคราะห์หลักการที่แฝงอยู่ในกรณีศึกษาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ (Weld, Stier, & Birren, 2011, p. 356; ทิศนา แคมณี, 2560, น. 337) มาใช้สร้างคำอธิบายหรือข้อสรุป (McNeil, & Krajcik, 2008, p. 70-72; Weld, Stier, & Birren, 2011, p. 356) และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ โดยนำเสนอข้อสรุปและแสดงหลักฐานต่าง ๆ เพื่อยืนยันหรือปฏิเสธสมมติฐาน (Weld, Stier, & Birren, 2011, p. 356)

10. สร้างคำอธิบาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุนแนวคิดทฤษฎี และอาศัยกระบวนการให้เหตุผลแบบนิรนัยและแบบอุปนัย ซึ่งอาจสร้างด้วยวิธีเชิงสมมุติฐานนิรนัยหรืออุปนัย หรือสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง ซึ่งเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ แนวคิด ทฤษฎี ในการคัดค้านหรือสนับสนุนสมมติฐาน (กุลชญา พิบูลย์, 2561, น. 7; ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2559, น. 108; ภคพร อิศระ, 2558, น. 9) ก่อนและหลังเผชิญสถานการณ์ที่กำหนด (ณรงค์ชัย พงษ์ชนะ, 2559, น. 20; พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556, น. 14) ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนทบทวนเกี่ยวกับความครอบคลุมของข้อมูล ความสัมพันธ์ของข้อมูล (นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70; พรสุดา ทันนา, 2562, น. 6)

11. ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุป องค์ความรู้ระหว่างกลุ่มด้วยรูปแบบที่หลากหลาย (นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70; รัตนา เกตุสม, 2559, น. 2221) โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 233; Koenig, Schen, & Bao, 2012, p. 1; Sampson, Grooms, & Walker, 2011, p. 217; Walker, 2011, p. x; กุลชญา พิบูลย์, 2561, น. 7; ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2559, น. 108; ณัฐวรรณ ศิริธร, 2562, น. 133; พรพิมล คงเจริญสุข, 2561, น. 6) โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอภิปรายเสนอความคิดเห็นเป็นระยะเพื่อสนับสนุน คัดค้านโต้แย้งในประเด็นความเป็นไปได้ ข้อดีข้อจำกัดของข้อมูลหลักฐาน และประเด็นด้าน ทฤษฎี สมมติฐาน การรวบรวมข้อมูลหลักฐาน (ณรงค์ชัย พงษ์ชนะ, 2559, น. 20; วราพร วัฒนิจาตุรงค์, 2561, น. 10; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 5) โดยผู้สอนให้การสนับสนุนการลงข้อสรุปที่ถูกต้องพร้อมหลักฐานที่แท้จริง (Jensen, & Lawson,

2011, p. 64; Sadaghiani, 2010, p. 57; Walker, 2011, p. x; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70; ธีรยพร ศรีวิชัย, 2560, น. 7; ภคพร อิศระ, 2558, น. 9; รัตนา เกตุสม, 2559, น. 2221)

12. ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น (ทีศนา แชมณี, 2560, น. 337) รวมทั้งให้มีการประเมินผลงานโดยเพื่อน (Koenig, Schen, & Bao, 2012, p. 1; ธีรยพร ศรีวิชัย, 2560, น. 7; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70; รัตนา เกตุสม, 2559, น. 2221) ผ่านกิจกรรมการสะท้อนการเรียนรู้ (ณัฐวรรณ ศิริธร, 2562, น. 133) โดยแจ้งเกณฑ์การประเมินให้ผู้เรียนทราบ (ภคพร อิศระ, 2558, น. 9) และบันทึกการประเมินของตนเอง (Sadaghiani, 2010, p. 57) ในประเด็นต่าง ๆ เช่น การประเมินข้อดีข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน หรือแบบจำลอง (ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2559, น. 108; ภคพร อิศระ, 2558, น. 9) และผู้สอนทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนรู้ (นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70)

13. ให้ผู้เรียนปรับปรุงชิ้นงานหรือปรับปรุงการเขียนคำอธิบาย (ณัฐวรรณ ศิริธร, 2562, น. 133) หรือวิธีการแก้ปัญหารวมทั้งการให้เหตุผลโดยการใช้หลักฐานถูกต้อง (Sadaghiani, 2010, p. 57; ภคพร อิศระ, 2558, น. 9) แล้วให้ผู้เรียนทุกกลุ่มร่วมกันสรุปองค์ความรู้ นำข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปใช้อธิบายเหตุการณ์ใหม่ที่คล้ายกัน เพื่อฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548, น. 23; ทีศนา แชมณี, 2560, น. 337; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70)

จากผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละรูปแบบมีความสอดคล้องกับลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 สรุปผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการทบทวนวรรณกรรม กับลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ลักษณะสำคัญของจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	รูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการทบทวนวรรณกรรม							
	รู้จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	ประเมิน	สรุป	สร้าง	ประเมิน
1. ผู้สอนอธิบายให้ผู้เรียนทราบถึงองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อสรุป หลักฐาน และความสัมพันธ์ของข้อสรุปกับหลักฐาน)	/	/	/	/	/	/	/	/
2. ให้ผู้เรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มเล็กขนาดเล็ก โดยการลดความสามารถ	/	/	/	/	/	/	/	/
3. ผู้สอนกระตุ้นความสนใจโดยการเสนอประเด็นสถานการณ์ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน มีความแปลกใหม่และท้าทาย อาจเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียน หรือผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาที่สนใจจะเรียนรู้	/	/	/	/	/	/	/	/

ตาราง 1 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการทบทวนวรรณกรรม	การบูรณาการ	/		
	การบูรณาการ	/		
	การบูรณาการ	/		
	การบูรณาการ	/		
	การบูรณาการ	/		
	การบูรณาการ	/		
	การบูรณาการ	/		
	การบูรณาการ	/		
	การบูรณาการ	/		
ลักษณะสำคัญของจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อระบุคำถาม หรือตั้งคำถามที่เกิดจากความสงสัยและสนใจ หรือ วิเคราะห์ ทำนายเหตุการณ์ คาดคะเนคำตอบ หรือ ระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะมีปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ที่กำหนด	/	/	/
	5. ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย คัดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยอาศัยหลักการกฎทฤษฎี ที่มีอยู่มาช่วยสร้างการพยากรณ์ และวางแผนการสำรวจเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลจากการสังเกตและข้อมูลจากการค้นคว้า เพื่อนำไปสู่การทดสอบสมมติฐาน โดยอาจเป็นผู้เรียนเป็นผู้เสนอหรือเกิดจากการระดมสมอง	/	/	/

ตาราง 1 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	รูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการทบทวนวรรณกรรม							
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	
ผู้เรียน								

ตาราง 1 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	รูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการทบทวนวรรณกรรม	
	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ
	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ
	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ
	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ
	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ
	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ
	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ
	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ	ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ
10. สร้างคำอธิบาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุนแนวคิดทฤษฎี สร้างคำอธิบาย อายัดกระบวนการให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัย และหลักฐานเชิงประจักษ์ แนวคิดทฤษฎี ในการคัดค้านหรือสนับสนุนสมมติฐานก่อนและหลังเผชิญสถานการณ์ที่กำหนด ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนทบทวนเกี่ยวกับความครอบคลุมของข้อมูล ความสัมพันธ์ของข้อมูล		

ตาราง 1 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	รูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการทบทวนวรรณกรรม	
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	/
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	/
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	/
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	/
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	/
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	/
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	/
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	/
11. ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุป องค์ความรู้ระหว่างกลุ่มด้วยรูปแบบที่หลากหลาย โดยให้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอภิปรายเสนอความคิดเห็นเป็นระยะเพื่อสนับสนุน คัดค้าน ได้แย้งเป็นประเด็นความเป็นไปได้ ข้อดีข้อจำกัดของข้อมูลหลักฐาน และประเด็นด้าน ทฤษฎี สมมติฐาน การรวบรวมข้อมูลหลักฐาน โดยผู้สอนให้การสนับสนุนการลงข้อสรุปที่ถูกต้องพร้อมหลักฐานที่แท้จริง		

ตาราง 1 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	รูปแบบการจัดการเรียนรู้จากการทบทวนวรรณกรรม							
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้	ผู้เรียนได้เรียนรู้
12. ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นรวมทั้งให้มีการประเมินผลงานโดยเพื่อน ผ่านกิจกรรมการสะท้อนการเรียนรู้ โดยแจ้งเกณฑ์การประเมินให้ผู้เรียนทราบ และบันทึกการประเมินของตนเอง ในประเด็นต่าง ๆ และผู้สอนทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนรู้	/	/	/	/	/	/	/	/
13. ให้ผู้เรียนปรับปรุงชิ้นงานหรือปรับปรุงการเขียนคำอธิบาย หรือวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งการให้เหตุผลโดยการให้หลักฐานถูกต้อง แล้วให้ผู้เรียนทุกกลุ่มร่วมกันสรุปองค์ความรู้ นำข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปใช้อธิบายเหตุการณ์ใหม่ที่คล้ายกัน เพื่อฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย	/	/	/	/	/	/	/	/

จากตาราง 1 พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำมาพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้มีหลายรูปแบบที่สอดคล้องกับลักษณะสำคัญของจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกลักษณะ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ การใช้บริบทเป็นฐาน การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ วงจรการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การแนะนำองค์ประกอบพื้นฐานของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนก่อนเรียน สถานการณ์สองบทบาทประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน และ อุปมาอุปไมย ซึ่งการในวิจัยครั้งนี้เลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาถึงความสอดคล้องของการบริบทเนื้อหาที่ใช้ในการเรียน และสภาพปัญหาของผู้เรียน และจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าทั้งสองวิธีสามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้และสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เช่นกัน โดยจะทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยเพื่อสังเคราะห์ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบและนำไปสังเคราะห์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยต่อไป

3. การจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

3.1 ความหมายการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาจากภาษาอังกฤษว่า Problem-Based Learning (PBL) ซึ่งมีนักวิชาการและนักการศึกษาส่วนใหญ่ใช้คำว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง, 2549, น. 139) มุ่งเน้นพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (กุลยา ตันติผลาชีวะ, 2548, น.77) ผู้เรียนได้เรียนรู้ฝึกฝนทักษะการคิด และการแก้ปัญหา ใช้ประเด็นปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ (Barrow, & Tamblyn, 1980, p. 12; Hmelo et al., 2006, p. 24 ; พวงลักษณ์ จันดีวัน, วาสนา ตันมา และ สิริพร กุลวงศ์, 2551, น. 21; ทิศนาแชมมณี, 2557, น. 138) ให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทาย โดยปัญหาหรือสถานการณ์นั้นผู้สอนเป็นผู้กำหนด หรือมาจากความสนใจของผู้เรียนเอง รวมทั้งประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับตัวผู้เรียน (Vernon, & Blake, 1993, p. 550) ทั้งนี้ปัญหาดังกล่าวไม่จำเป็นต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แต่ต้องการให้ผู้เรียนพิจารณาทางเลือกและจัดเตรียมข้อโต้แย้งที่มีเหตุผลเพื่อสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหาที่พวกเขาสร้าง (Christine et al., 2006, p. 46; Hmelo et al., 2006, p. 21) ให้ผู้เรียนฝึกการตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่วางแผนสืบเสาะหาข้อมูลความรู้ (Akçay, 2009, p.26; Van der Vleuten, Norman, & De Graff, 1991, p.110) ทำความเข้าใจปัญหาและคิดวิเคราะห์

วิธีการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการทำงานร่วมกันทั้งแบบเป็นทีมและรายบุคคล (Spencer, 1999, p.2; Gallagher, 1997, p. 332; จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง, 2549, น. 139; ทิศนา แหมมณี, 2551, น.137; 2557, น. 138) อภิปรายถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำเสนอผลการศึกษาก่อนตนเองที่ได้จากการแก้ปัญหา (Barrett, 2010, p. 165) โดยผู้สอนคอยให้ปรึกษาและช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน (จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง, 2549, น.139 ; ยุวัฒน์ คล้ายมงคล, 2545, น. 55)

กล่าวโดยสรุป การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มต้นจากการใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายและมีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนเป็นบริบทในการเรียนรู้ มากระตุ้นผู้เรียนและใช้การฝึกตั้งคำถามจากตัวผู้เรียนตามความสนใจ เนื่องจากผู้เรียนเป็นผู้กำหนดและวางแผนการศึกษา ค้นคว้าหาคำตอบจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายทั้งด้วยตนเองและจากการทำงานร่วมกันเป็นทีม เพื่อให้ได้ข้อมูลมาใช้ในการสร้างความเข้าใจปัญหา คัดวิเคราะห์หาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายอย่างมีเหตุผล เกิดทักษะการแก้ปัญหาและสามารถสื่อสารและความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

3.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิดทฤษฎีที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและได้รับการสนับสนุนจากนักการศึกษาหลายท่าน คือ ทฤษฎีสรคินิยม ซึ่งผู้วิจัยขอนำเสนอโดยสรุป ดังนี้

ทฤษฎีสรคินิยม (Constructivist Learning Theory) เป็นแนวคิดที่มีรากฐานมาจาก เพียเจต์ (Piaget) และวิกทอทสกี (Vygotsky) ซึ่งเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ซึ่งสนใจศึกษาเกี่ยวกับ “Cognition” กระบวนการทางปัญญา ซึ่งมีความเชื่อว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยเกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเกิดจากการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ พร้อมทั้งมีการปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ (Seifert, & Simmons, 1997, p. 90; Hmelo, & Evensen, 2000, p. 4) เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ จึงเกิดการเรียนรู้จนเกิดการพัฒนาทางสติปัญญา นำไปใช้ในการปรับตัวให้อยู่ในสถานะสมดุล กระบวนการดังกล่าวประกอบด้วย การจัดระบบและรวบรวบ (Organization) และการปรับตัว (Adaptation) ซึ่งเกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของคน ซึ่งมีลักษณะการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและแตกต่างกันตามช่วงอายุ (Vygotsky, 1978 อ้างถึงใน ทิศนา แหมมณี, 2547, น. 91; มัณฑรา ธรรมบุศย์. 2545, น. 30; รัชนิกร หงส์พนัส, 2547, น. 46) กล่าวโดยลำดับคือ

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญา ของ Piaget (1952, p. 1) ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่า บุคคลจะมีการพัฒนาการทางสติปัญญาขึ้นมาได้จาก 2 กระบวนการ คือ กระบวนการซึบซับข้อมูล หรือรับสิ่งที่เป็นประสบการณ์ใหม่ และกระบวนการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา โดยเมื่อบุคคลได้รับประสบการณ์และข้อมูลใหม่ จะมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเข้ากับประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อให้โครงสร้างทางสติปัญญาที่มีความสมดุล และจะเกิดพัฒนาการทางสติปัญญาซึ่งขึ้นกับการได้มีประสบการณ์ที่เกิดกับทั้งสิ่งแวดล้อมภายในคือการคิดเชิงเหตุผล ความพร้อมในช่วงวัย และสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น การได้ถ่ายทอดข้อมูล ความรู้เพื่อสื่อสารกับสังคมได้

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ของไวทสกี้ (Vygotsky) ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่า สิ่งแวดล้อมมีผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้ตามลำดับของบุคคล ซึ่งประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมทางสังคม วัฒนธรรม โดยไวทสกี้ ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมทางสังคม วัฒนธรรมมากเนื่องจากบริบททางสังคมมีส่วนในการสร้างประสบการณ์แก่บุคคล และเชื่อว่าบุคคลมีความพร้อมในการเรียนรู้และมีประสบการณ์ที่แตกต่างกัน สามารถพัฒนาตนเองได้ หากได้รับการช่วยเหลือ สนับสนุนในการเรียนรู้ โดยการให้โอกาสในการเรียนรู้ตามบริบทที่เป็นจริง สอดคล้องกับผู้เรียน (Vygotsky, 1978, p. 84)

กล่าวโดยสรุป แนวคิดทฤษฎีที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในกลุ่มทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญา ของเพียเจต์ และทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ของไวทสกี้ โดยทั้งสองทฤษฎีให้ความสำคัญกับความแตกต่างระหว่างบุคคล ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน การให้โอกาสได้รับประสบการณ์และข้อมูลใหม่ จากการเผชิญกับปัญหา แล้วพยายามหาทางแก้ไข พร้อมทั้งให้โอกาสในการเรียนจากบริบทจริง เพียเจต์ และไวคอฟสกี ซึ่งเชื่อว่าการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ มนุษย์จะเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ และพัฒนาสติปัญญา เกิดทักษะในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่พบได้ต่อไป

3.3 การประยุกต์แนวคิดทฤษฎีสรณนิยมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาแนวคิดสำคัญของทฤษฎีสรณนิยม มีนักวิชาการและนักการศึกษาเสนอลักษณะของการจัดการเรียนรู้อยู่ตามแนวคิดทฤษฎีสรณนิยมเพื่อเป็นแนวทางของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ พอสรุปได้ดังนี้

3.3.1 ผู้สอนเตรียมสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและ ใช้ปัญหาเป็นเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อหาทางแก้ปัญหา (Borrows,

& Tamblyn, 1980, p. 191; Tan, 2003, p. 30; ทิศนาแซมมณี, 2551, น. 138; มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545, น. 13; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 2)

3.3.2 ผู้สอนเตรียมรูปแบบของปัญหาที่มีความท้าทาย (Tan, 2003, p. 30) ตรงประเด็น มุ่งเน้นให้มีการรวบรวมข้อมูล และเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือสัมพันธ์กับผู้เรียน (Akçay, 2009, p. 28; Borrows, & Tamblyn, 1980, p. 191; มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545, น. 13; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 2)

3.3.3 ผู้สอนจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ดังนั้นจึงต้องรับผิดชอบการวางแผนการศึกษาค้นคว้าและประเมินเรียนรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีแก้ปัญหาและคำตอบด้วยตนเอง (Jonassen, & Liu, 2008, p. 488; ทิศนาแซมมณี, 2551, น. 138; มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545, น. 13) ภายใต้การให้คำปรึกษาและการสนับสนุนของผู้สอน (Barrow, 1996, p. 5; Tan, 2003, p. 30; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 2)

3.3.4 ผู้สอนจัดให้มีการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-6 คนพร้อมกับผู้สอนประจำกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและช่วยเหลือกัน ฝึกการอภิปราย เปรียบเทียบบทวนและโต้แย้งในสิ่งที่เรียนแสดงความสามารถในการให้เหตุผลการประยุกต์ใช้ความรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เหมาะสมกับขั้นตอนของการเรียนรู้ในแต่ละขั้น (Borrows, & Tamblyn, 1980, p. 191; Tan, 2003, p. 30) ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ ผู้เรียนมีการร่วมกันเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจ วิเคราะห์ วางแผนการแก้ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา ใช้ทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ด้วยความหลากหลายของบุคคลจะทำให้ได้ความรู้และคำตอบที่มีความหลากหลาย ที่ได้มาจากการวิเคราะห์สังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน (Barrow, 1996, p. 5; ทิศนาแซมมณี, 2551, น. 138; มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545, น. 13; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 2)

3.3.5 ผู้สอนจัดการเรียนรู้ให้มีลักษณะการบูรณาการทั้งความรู้ของผู้เรียนและทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด (Borrows, & Tamblyn, 1980, p. 191; มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545, น. 13; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 2)

3.3.6 ผู้สอนจัดการเรียนรู้แล้ว ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังกระบวนการเรียนรู้การทำงานที่ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้ว (Borrows, & Tamblyn, 1980, p. 191; มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545, น. 13; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 2)

3.3.7 ผู้สอนมีการประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง ทั้งผลงานและกระบวนการ (ทีศนาแชนมณีนี, 2551, น. 138) โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานความก้าวหน้าของผู้เรียน (มณฑรา ธรรมบุศย์, 2545, น. 13; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, น. 2) รวมทั้งให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจของพวกเขา และเพื่อเรียนรู้ที่จะปรับกลยุทธ์สำหรับการเรียนรู้ต่อไป ด้วยการสะท้อนคิดด้วยตนเอง (Jonassen, & Liu, 2008, p. 488)

3.3.8 ผู้สอนมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ เช่น แหล่งเรียนรู้ในการค้นคว้าข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้ง ติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้คำปรึกษา โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจปัญหา ค้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และพิจารณาประเมินเพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสม (Akca, 2009, p. 28; Tan, 2003, p. 30; Barrow, 1996, p. 5; Jonassen, & Liu, 2008, p. 488; ทีศนาแชนมณีนี, 2551, น. 138)

จากการศึกษาการเสนอลักษณะของการจัดการเรียนเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรคนิยมเพื่อเป็นแนวทางของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กลุ่มที่มีขนาดเล็ก ซึ่งทั้ง 3 กลไกนี้จะมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและเกิดขึ้นทุกขณะที่ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ (ทองจันทร์ หงส์ดารมภ์, 2538, น. 5) จึงสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามบทบาทผู้เรียนและผู้สอน ได้ดังนี้

บทบาทของผู้เรียน: ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Active Learner) ในกระบวนการกลุ่มย่อยคือการร่วมมือกับผู้เรียนคนอื่นในกลุ่มเพื่อให้ดำเนินงานของกลุ่มมีประสิทธิภาพ ร่วมกันปฏิบัติการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้เกิดจากตัวผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างอิสระ ศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ คิดวิเคราะห์เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะการแก้ปัญหามีเหตุผล

บทบาทของผู้สอน: ผู้สอนกระตุ้นการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือท้าทาย และมีความสัมพันธ์กับชีวิต อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ เช่น แหล่งเรียนรู้ในการค้นคว้าข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้ง ติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้คำปรึกษา โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจปัญหา ค้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และพิจารณาประเมินเพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสม

3.4 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

ลักษณะของกิจกรรม มีลักษณะให้ผู้เรียนได้การบูรณาการทั้งด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นแนวทางการแสวงหาความรู้แบบผสมผสานซึ่งรวมเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เข้ากับการแก้ปัญหาในทางปฏิบัติ ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแง่มุมต่าง ๆ ของความคิดทางวิทยาศาสตร์ในสภาพแวดล้อมการทำงานร่วมกันแทนที่จะวิเคราะห์ผลคนเดียวที่คิดคนเดียว มีความยืดหยุ่นให้อิสระในการศึกษา กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น (Dunbar, & Fugelsang, 2005, p. 705; Lave, 1991, p. 63; Norman, 2005, p. 418; Patel et al., 2009, p. 176) ลักษณะของสถานการณ์ มีลักษณะของปัญหาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เป็นลักษณะปัญหาที่มีความซับซ้อน ควรสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน เชื่อว่าช่วยพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ (Lave, 1991, p. 63; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2015, น. 70) ลักษณะของกระบวนการเรียนรู้ มีลักษณะให้ผู้เรียนได้ร่วมกันทำความเข้าใจปัญหา กำหนดสิ่งที่ปัญหาและเป้าหมายการทำงาน เพื่อวางแผนการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล หลักฐาน ที่ใช้ในการตอบคำถามหรือเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาแก้ปัญหา และเพื่อให้ได้คำตอบหรือแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายและมีความสมเหตุสมผล จึงให้มีการทำงานเป็นทีม ด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระดมสมอง ตั้งคำถาม ทั้งจากเพื่อน และผู้สอนเพื่อเป็นการกระตุ้นการคิด การประเมินเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมของข้อมูล (Kind, 2013, p. 530; Simon, & Newell, 1971, p. 145) ทักษะการคิดขั้นสูงที่จำเป็น เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล การประเมินข้อมูลหลักฐานที่ใช้ในการสร้างอธิบายและลงข้อสรุปบนพื้นฐานแนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และด้านแหล่งเรียนรู้ และข้อมูล ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกเรียนที่หลากหลาย (Chandler, & Sweller, 1991, p. 293; Lave, 1991, p. 63)

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญ คือ

กล่าวโดยสรุป ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญ มีดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้ฝึกลงมือปฏิบัติการแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง
2. เน้นการสืบเสาะหาข้อมูล ความรู้เพื่อการแก้ปัญหา

3. ให้ผู้เรียนร่วมกันทำงานเป็นทีมทั้งการสืบเสาะความรู้และการร่วมแสดงความคิดเห็นระดมสมองเพื่อให้เกิดมุมมองที่หลากหลาย

4. ลักษณะของสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นสถานการณ์ที่เป็นที่มีความซับซ้อน สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน

5. ให้ผู้เรียนได้ร่วมกันทำความเข้าใจปัญหา กำหนดสิ่งที่ปัญหาและเป้าหมายการทำงาน เพื่อวางแผนการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล หลักฐาน ที่ใช้ในการตอบคำถามหรือเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาแก้ปัญหา และเพื่อให้ได้คำตอบหรือแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายและมีความสมเหตุสมผล

6. ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระดมสมอง ตั้งคำถาม ทั้งจากเพื่อน และผู้สอนเพื่อเป็นการกระตุ้นการคิด การประเมินเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมของข้อมูล

7. ให้ฝึกทักษะการคิดขั้นสูงที่จำเป็น เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูล การประเมินข้อมูลหลักฐานที่ใช้ในการสร้างอธิบายและลงข้อสรุปบนพื้นฐานแนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และด้านแหล่งเรียนรู้ และข้อมูล ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ที่หลากหลาย

4. การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่นำเสนอเหตุผลในรูปแบบของการโต้แย้ง (Driver et al., 2000, p. 290; Sampson et al., 2011, p. 220) โดยใช้ข้อมูล หลักฐาน จากการสืบเสาะ (Llewellyn, 2013, p. 19) และการอ้างอิงแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (Sampson, & Schleigh, 2012, p. 4) ผ่านการวิเคราะห์ วิพากษ์และการประเมินแนวคิด จากกระบวนการทำงานเป็นทีม เพื่อลงข้อสรุปและนำไปใช้ยืนยันหรือสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Dawson, & Venville, 2010, p. 135; Sampson et al., 2013, p. 30)

กล่าวโดยสรุป การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมในการอธิบาย กล่าวอ้าง หรือโต้แย้งเหตุและผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการศึกษาค้นคว้า โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้เหตุผลและทักษะการแก้ปัญหาย่างเป็นระบบในการพิสูจน์สมมติฐาน หรือหาคำตอบที่ต้องการทราบ และนำผลที่ได้มาคิดวิเคราะห์เชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ของผลหรือหลักฐานต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า กับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ประเมินหลักฐานเพื่อหาข้อสรุปเพื่อยืนยันข้อสรุปหรือโต้แย้งข้อสรุปที่ได้ จนเป็นที่ยอมรับและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ สถานการณ์ต่อไป

4.2 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของ กล่าวโดยสรุปดังนี้

4.2.1 ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าที่จะเสนอความคิดเห็นของตนเองบนพื้นฐานหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Cavagnetto, 2010, p. 336; Levin et al., 2012, p. 158; Llewellyn, 2013, p. 19)

4.2.2 ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการสร้างคำอธิบาย และขยายความสมมติฐานที่ประกอบด้วยข้อมูลหลักฐาน หลักการและเหตุผลทางทางวิทยาศาสตร์ (Levin et al., 2012, p. 158; Llewellyn, 2013, p. 190; Osborn et al., 2013, p. 265)

4.2.3 ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการกล่าวอ้าง หรือการโต้แย้งในสิ่งที่มีความคิดเห็นไม่สอดคล้อง โดยอาศัยข้อมูล หลักฐานทางวิทยาศาสตร์สนับสนุน (Cavagnetto, 2010, p. 336; Osborn et al., 2013, p. 265)

4.2.4 ช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนทั้งการทำงานและการแสดงความคิดเห็นโต้แย้ง กล่าวอ้างความเชื่อ หรือผลการศึกษาที่ได้ต่อสาธารณะโดยอาศัยหลักฐานทางวิทยาศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล (Cavagnetto, 2010, p. 336; Osborn et al., 2013, p. 265)

4.2.5 ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Cavagnetto, 2010, p. 337; Levin et al., 2012, p. 158; เอกภูมิ จันทระขันตี, 2559, น. 217)

4.2.6 ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ บูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อสร้างความรู้ที่มีความหมายลึกซึ้งด้วยตนเอง (Cavagnetto, 2010, p. 337; Osborn et al., 2013, p. 265)

4.2.7 ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและความสามารถที่สำคัญ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ และการรู้คิด รวมทั้งทักษะการคิดขั้นสูง ได้แก่ การวิเคราะห์และการประเมินข้อมูลหลักฐาน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดเชื่อมโยง (Cavagnetto, 2010, p. 336; Llewellyn, 2013, p. 19; Sampson, & Schleigh, 2012, p. 4; เอกภูมิ จันทระขันตี, 2559, น. 217)

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อผู้เรียนในการช่วยสร้างคำอธิบายข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ซึ่งเกิดจากการนำข้อมูล หลักฐานที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ และกระบวนการคิดขั้นสูงเพื่อช่วยกลั่นกรองข้อเท็จจริงที่จะนำไปใช้ มาเชื่อมโยงหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลเพื่อยืนยันข้อสรุปหรือโต้แย้ง และพัฒนาบุคลิกภาพให้เป็นผู้ที่กล้าคิด

และเสนอความคิดเห็นต่างบนพื้นฐานหลักการและเหตุผลพร้อมทั้งหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งส่งเสริมการทำงานเป็นทีม และพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีทั้งความรู้ความเข้าใจในกระบวนการได้มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์กระทำมา จนกระทั่งผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

4.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พอสรุป ดังนี้

4.3.1 มีการนำเสนอ ข้อกล่าวอ้าง (Claims) โดยเป็นการนำเสนอความคิดเห็นหรือเป็นการตอบคำถามต่อประเด็น ซึ่งเป็นที่กำลังศึกษาหรือพิจารณาอยู่ (Lin, & Mintzes, 2010, p. 1) โดยอาจมาจากการสร้างคำถามจากผู้เรียน ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ (Sampson, & Shleigh, 2012, p. 4) มีการอธิบายข้อมูล หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือระบุที่มาของปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อสรุป ข้อเสนอ หรือคำยืนยันข้อสรุป (Dawson, & Venville, 2010, p. 134) หรือเป็นข้อสรุปที่จะนำไปสู่ข้อโต้แย้ง (Toulmin, 2003, p. 3) โดยข้อกล่าวอ้าง ที่ดีต้องได้รับการสนับสนุนจากหลักฐานที่มีความเชื่อถือ (Llewellyn, & Rajesh, 2011, p. 22)

4.3.2 มีการนำเสนอหลักฐาน (Evidence) เป็นการเสนอข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่เป็นหลักฐาน ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่เกิดการโต้แย้ง (Dawson, & Venville, 2010, p. 134) ซึ่งได้มาจากการรวบรวม บันทึก และการสังเกต (Observation) ปรากฏการณ์ ต่าง ๆ (Llewellyn, & Rajesh, 2011, p. 22) ที่ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรือ การทดลอง สามารถทำการทดลองซ้ำแล้วได้ผลเช่นเดียวกับผลที่นำเสนอ (Lin, & Mintzes, 2010, p.1) หรือได้มาจากการอภิปราย ที่นักวิทยาศาสตร์ยึดถือเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน จากทฤษฎีที่ค้นพบ เพื่อสนับสนุน ยืนยัน หรือตรวจพิสูจน์ ข้อกล่าวอ้างของตนเอง เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น (Dawson, & Venville, 2010, p. 134) อาจแสดงในรูปแนวโน้ม ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Sampson, & Shleigh, 2012, p. 4)

4.3.3 มีการเสนอการให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการนำเสนอเหตุผลเพื่อสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง โดยการแสดงการประเมินข้อมูลความเชื่อมโยง และความสัมพันธ์ของหลักฐาน (Lin, & Mintzes, 2010, p.1) พร้อมกับการอธิบายเหตุผลให้มีความน่าเชื่อถือและสามารถสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และการโต้แย้งได้ (Dawson, & Venville, 2010, p. 135; Sampson, & Shleigh, 2012, p. 5; Toulmin, 2003, p. 3)

4.3.4 มีการนำเสนอข้อคัดค้าน (Rebuttals) เป็นการนำเสนอเหตุผลเพื่อโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง ในกรณีเมื่อมีเงื่อนไขที่ไม่ตรงกันกับข้อกล่าวอ้าง (Dawson, & Venville, 2010, p. 135) หรือไม่เป็นจริง (Toulmin, 2003, p. 3) โดยการหาหลักฐานและการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน (Lin, & Mintzes, 2010, p. 1)

กล่าวโดยสรุป ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญ ดังนี้ ประการแรกคือ ข้อกล่าวอ้าง (Claims) มีการนำเสนอความคิดเห็นหรือเป็นการตอบคำถามต่อประเด็น ซึ่งเป็นที่กำลังศึกษาหรือพิจารณาอยู่โดยผู้เรียน ประการที่สอง คือ หลักฐาน (Evidence) มีการนำเสนอข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่เป็นหลักฐาน ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่เกิดการโต้แย้ง ประการที่สาม คือ การให้เหตุผล (Reasoning) มีการนำเสนอเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และประการที่สี่ คือ ข้อคัดค้าน (Rebuttals) มีการนำเสนอเหตุผลเพื่อโต้แย้งข้อกล่าวอ้างและในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ข้างต้นมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยต่อไป

4.4 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ ดังนี้

4.4.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจความหมายขององค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเข้าใจบทบาทของตนเองในการดำเนินกิจกรรมการโต้แย้ง (Dawson, & Venville, 2010, p. 20)

4.4.2 ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการร่วมกับผู้เรียนอภิปราย เพื่อสร้างความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน โดยการกระตุ้นจากคำถามที่เป็นประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (NRC, 2000, p. 25) และข้อกล่าวอ้าง (Llewellyn, & Rajesh, 2011, p. 23) ควรมีการสนทนา รับฟังความคิดเห็นจากผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระต่อประเด็นที่กำลังสนทนา เป็นการสะท้อนความรู้เดิมของผู้เรียน (Dawson, & Venville, 2010, p. 20).

4.4.3 ผู้สอนเสนอประเด็นปัญหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาและระบุคำถามของปัญหา และวางแผนตรวจสอบจากคำถาม ผู้เรียนควรสืบค้นข้อมูลเพื่อช่วยวางแผน และออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลมาใช้เพื่อเป็นหลักฐาน (Dawson, & Venville, 2010, p. 20) พร้อมมีการบันทึกข้อมูลตั้งแต่เริ่มการจัดการเรียนรู้ในแบบบันทึกของตนเอง (Llewellyn, &

Rajesh, 2011, p. 23) รวมทั้งบันทึกภาพระหว่างทำกิจกรรมและนำไปวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกัน เพื่อใช้เป็นหลักฐาน (Llewellyn, & Rajesh, 2011, p. 23; Sampson, & Schleigh, 2012, p. 14)

4.4.4 ให้ผู้เรียนกำหนดมุมมอง หรือประเด็นที่จะโต้แย้งโดยการอภิปรายรายกลุ่มย่อยเพื่อให้เกิดความหลากหลายของมุมมอง (Dawson, & Venville, 2010, p. 20) วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเป็นกลุ่ม หลังจากได้สรุปผลแล้ว (NSES, 1996 cited in Llewellyn, 2013, p. 22) และนำเสนอสิ่งที่ศึกษาจากข้อมูลที่มีการบันทึก ตลอดจนชี้ให้เห็นถึงจุดแข็งและข้อจำกัดของข้อมูล que ผู้เรียนค้นคว้ามาเพื่อเตรียมนำเสนอข้อมูลที่ใช้ในการโต้แย้ง (Llewellyn, & Rajesh, 2011, p. 23)

4.4.5 ให้ผู้เรียนสร้างข้อโต้แย้งที่แสดงการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นการเสนอเหตุผลในการกล่าวอ้างประกอบหลักฐาน (Dawson, & Venville, 2010, p. 20) ควรมีการจัดลำดับความสำคัญของหลักฐานที่นำมาตอบคำถามของปัญหา (NRC, 2000, p. 25) ผู้เรียนมีการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยนำเสนอออกมาในรูปการพูดหรือการเขียน (Sampson, & Schleigh, 2012, p. 14) รวมทั้งผู้เรียนควรมีการวางแผนการอธิบายขยายความจากหลักฐานที่นำเสนอ (NRC, 2000, p. 25)

4.4.6 ให้ผู้เรียนนำเสนอการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีการประเมินข้อมูลจากทุกกลุ่มร่วมกับการอธิบายขยายความจากหลักฐาน และการให้เหตุผลควบคู่กัน (NSES, 1996 cited in Llewellyn, 2013, p. 22; Sampson, & Schleigh, 2012, p. 14) พร้อมทั้งมีการอธิบายความเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ขยายความข้อมูลความคิดเห็นเชิงวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายหน้าชั้นเรียน (NRC, 2000, p. 25; NSES, 1996 cited in Llewellyn, 2013, p. 23)

4.4.7 ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าโต้แย้ง (Sampson, & Schleigh, 2012, p. 14) เพื่อปกป้องข้อกล่าวอ้างของตน ด้วยการโต้แย้งกลับด้วยการใช้หลักฐานในการพัฒนาปรับปรุงการอธิบาย (NSES, 1996 cited in Llewellyn, 2013, p. 22) หากฝ่ายตรงข้ามมีการนำเสนอแนวทางที่แตกต่าง (Dawson, & Venville, 2010, p. 22)

4.4.8 ผู้สอนจัดให้มีการประเมินเพื่อเป็นการปรับปรุงการให้เหตุผลของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการสะท้อนการเรียนรู้ (Sampson, & Schleigh, 2012, p. 14) รวมทั้งมีการสะท้อนผลของกระบวนการโต้แย้งจากการเรียนรู้ (Dawson, & Venville, 2010, p. 20) ประเมินข้อโต้แย้งจากการนำเสนอข้อโต้แย้ง ข้อคิดเห็น และให้เหตุผลผ่านการเขียน ส่วนผู้สอนตรวจสอบงานและให้คะแนนเพื่อประเมินผู้เรียน (Sampson, & Schleigh, 2012, p. 14)

กล่าวโดยสรุป แนวทางการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปแนวคิดสำคัญที่ผู้วิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ดัง ต่อไปนี้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจความหมายขององค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเข้าใจบทบาทของตนเองในการดำเนินกิจกรรมการโต้แย้ง
2. ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการร่วมกับผู้เรียนอภิปราย เพื่อสร้างความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน โดยการกระตุ้นจากคำถามที่เป็นประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และข้อกล่าวอ้าง
3. ผู้สอนเสนอประเด็นปัญหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาและระบุคำถามของปัญหา และวางแผนตรวจสอบจากคำถาม
4. ให้ผู้เรียนกำหนดมุมมอง หรือประเด็นที่จะโต้แย้งโดยการอภิปรายรายกลุ่มย่อยเพื่อให้เกิดความหลากหลายของมุมมอง
5. ให้ผู้เรียนมีการสร้างข้อโต้แย้งที่แสดงการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นการเสนอเหตุผลในการกล่าวอ้างประกอบหลักฐานโต้แย้ง
6. ให้ผู้เรียนนำเสนอการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีการประเมินข้อมูลจากทุกกลุ่มร่วมกับการอธิบายขยายความจากหลักฐาน และการให้เหตุผลควบคู่กัน
7. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าโต้แย้ง เพื่อปกป้องข้อกล่าวอ้างของตน ด้วยการโต้แย้งกลับด้วยการใช้หลักฐานในการพัฒนาปรับปรุงการอธิบาย
8. ผู้สอนจัดให้มีการประเมินเพื่อเป็นการปรับปรุงการให้เหตุผลของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการสะท้อนการเรียนรู้

จากผลการสังเคราะห์ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีความสอดคล้องกับลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับ ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. ผู้สอนอธิบายให้ผู้เรียนทราบถึงองค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็นของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อสรุป หลักฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน)							/	
2. ให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ แบบอิสระ		/						
3. ผู้สอนกระตุ้นความสนใจโดยการเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ที่มีความแปลกใหม่และท้าทาย ซึ่งสถานการณ์อาจเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียน หรือ ให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่สนใจ				/			/	

ตาราง 2 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์								ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดย การโต้แย้งแย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริม การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7	8
4. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อระบุคำถาม หรือตั้งคำถามที่ เกิดจากความสงสัยและสนใจ หรือ วิเคราะห์ ทำนายเหตุการณ์ คาดคะเนคำตอบ หรือ ระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะมีปัญหาที่ เกิดจากสถานการณ์ที่กำหนด			/	/	/	/					/					
5. ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย คาดคะเนคำตอบ ล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปร โดยอาศัยหลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่มาช่วยสร้างการ พยากรณ์ และวางแผนการสำรวจเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลจากการ สังเกตและข้อมูลจากการค้นคว้า เพื่อนำไปสู่การทดสอบ สมมติฐาน โดยอาจเป็นผู้เรียนเป็นผู้เสนอหรือเกิดจากการ ระดมสมอง	/	/	/			/					/					

ตาราง 2 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์								ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดย การโต้แย้งแย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริม การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
6. ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันระดมสมอง เสนอ ความคิด วางแผนหาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทุกขั้นตอน และให้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือได้แก่ สังเกต ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวบรวมข้อเท็จจริง สร้าง สมมติฐานที่เป็นไปได้ ออกแบบการทดลอง หรือสร้างแบบ แบบจำลอง พิสูจน์สมมติฐานโดยการทดลองหรือทดสอบ แบบจำลอง รวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ สรุปผล แล้วนำไปสร้างเป็นโมเดลในสิ่งที่เรียน	/					/					/					
7. ผู้เรียนร่วมกันหาแนวทางสืบเสาะหาความรู้ ข้อมูล หลักฐาน ต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้อย่างหลากหลายด้วยตนเอง และเน้น เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุป โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก สะดวกแหล่งเรียนรู้สำหรับค้นคว้า		/														

ตาราง 2 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์								ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดย การโต้แย้งแย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริม การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
8. ผู้สอนตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อเป็นแนวทางก่อนการทดลอง ฝึกพิจารณาเหตุผลของต่าง ๆ ทวนสอบความรู้เดิม รวมทั้งเป็นการ กระตุ้นให้ผู้เรียน คิดคำถาม รวมทั้งคิดหาคำตอบ และเสนอ ความคิดเห็นเป็นระยะ โดยกำหนดคำถามที่ตอบได้อย่างน้อย หนึ่งคำถาม			/			/										
9. ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ทำงานร่วมกัน เพื่อรวบรวมข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ และนำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มา วิเคราะห์ เปรียบเทียบ สรุปความสัมพันธะระหว่างการพยากรณ์ และการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานที่ได้ เพื่อวิเคราะห์หลักการ ที่แฝงอยู่ในการนี้ศึกษาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ใช้สร้าง คำอธิบายหรือข้อสรุป และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ โดย นำเสนอข้อสรุปและแสดงหลักฐานต่าง ๆ เพื่อยืนยันหรือปฏิเสธ สมมติฐาน	/	/	/				/						/			

ตาราง 2 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์								ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดย การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริม การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
10. สร้างคำอธิบาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุน แนวคิดทฤษฎี สร้างคำอธิบาย โดยอาศัยกระบวนการให้เหตุผล เชิงนิรนัยและการให้เหตุผลเชิงอุปนัย ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ ผู้เรียนทบทวนเกี่ยวกับความครอบคลุมของข้อมูล ความสัมพันธ์ของข้อมูล			/			/	/					/	/			
11. ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุป องค์ความรู้ระหว่างกลุ่มด้วยรูปแบบ ที่หลากหลาย โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย และตั้งข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม อภิปรายเสนอความคิดเห็นเป็นระยะเพื่อสนับสนุน คัดค้าน โต้แย้งเป็นประเด็นความเป็นไปได้ ข้อดีข้อจำกัดของข้อมูล			/			/								/		

ตาราง 2 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์								ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดย การโต้แย้งแย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริม การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7	8
หลักฐาน และประเมินด้าน ทฤษฎี สมมติฐาน การรวบรวม ข้อมูลหลักฐาน โดยผู้สอนให้การสนับสนุนการลงข้อสรุปที่ ถูกต้องพร้อมหลักฐานที่แท้จริง																
12. ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นรวมทั้ง ให้มีการประเมินผลงานโดยเพื่อน ผ่านกิจกรรมการสะท้อนการ เรียนรู้ โดยแจ้งเกณฑ์การประเมินให้ผู้เรียนทราบ และบันทึก การประเมินของตนเอง ในประเด็นต่างๆ ผู้สอนทำหน้าที่ ประเมินผลการเรียนรู้			/			/									/	
13. ให้ผู้เรียนปรับปรุงชิ้นงานหรือปรับปรุงการเขียนคำอธิบาย หรือวิธีการแก้ปัญหาพร้อมทั้งการให้เหตุผลโดยการให้หลักฐาน ถูกต้อง แล้วให้ผู้เรียนทุกคนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ นำข้อสรุป ที่เป็นหลักการทั่วไปใช้อธิบายเหตุการณ์ใหม่ที่คล้ายกัน เพื่อฝึก การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย			/			/										/

จากตาราง 2 สามารถสรุปลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

1. ผู้สอนอธิบายให้ผู้เรียนทราบถึงองค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็นของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อสรุป หลักฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน) แบ่งกลุ่มลดความสามารถประมาณ 5-6 คน เพื่อฝึกทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

2. ผู้สอนเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความแปลกใหม่และท้าทาย ซึ่งสถานการณ์อาจเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียน หรือมาจากคำถามของผู้เรียนที่เป็นประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และข้อกล่าวอ้างที่เป็นประเด็นทางสังคม ที่ผู้เรียนสนใจมุ่งรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคำตอบ โดยผู้สอนมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกการเรียนรู้

3. ผู้สอนจัดให้มีการวิเคราะห์ อภิปราย เพื่อเกิดความหลากหลายของการระบุคำถามจากความสงสัย หรือคาดเดาคำตอบหรือระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดจากสถานการณ์ที่กำหนดอย่างหลากหลาย โดยผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยอาศัยหลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่มาช่วยสร้างการพยากรณ์ และวางแผนการสำรวจเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลจากการสังเกตและข้อมูลจากการค้นคว้า เพื่อนำไปสู่การทดสอบสมมติฐาน โดยอาจเป็นผู้เรียนเป็นผู้เสนอหรือเกิดจากการระดมสมองโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาและระบุคำถามของปัญหาให้ชัดเจนก่อนวางแผนตรวจสอบจากคำถาม

4. ผู้สอนจัดให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผนและระบุวิธีการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาข้อมูล หลักฐานต่าง ๆ ทั้งจากความรู้เดิมของผู้เรียน และจากแหล่งเรียนรู้ต่างหลากหลายด้วยตนเอง และระบุเกณฑ์ในการประเมินข้อมูลหลักฐานที่จำเป็นในออกแบบการทดลอง หรือ ต้องใช้ในการสร้างคำอธิบายวิธีแก้ปัญหาหรือลงข้อสรุป หรือตอบคำถามที่ตั้งไว้ก่อนหน้านี้

5. ผู้สอนจัดให้มีการร่วมกันระดมสมอง เพื่อการประเมินข้อมูลหลักฐานที่ใช้ออกแบบการทดลอง หรือใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบ เน้นการมีส่วนร่วม และการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อเป็นฝึกพิจารณามุมมองต่าง ๆ บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและความรู้เดิม ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนวางแผนอย่างรอบคอบและเป็นระบบ

6. ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบวางแผนไว้ โดยบันทึก รวบรวมข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างเป็นระบบ

7. ผู้สอนให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายเพื่อลงข้อสรุป โดยให้ผู้เรียนได้กำหนดมุมมองหรือประเด็นที่จะโต้แย้งโดยการอภิปรายรายกลุ่มย่อยเพื่อให้เกิดความหลากหลายของมุมมองก่อนและนำข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผ่านการวิเคราะห์ตีความ จัดกระทำข้อมูล ไปเชื่อมโยงกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เพื่อใช้ในการสนับสนุนสมมติฐานก่อนและหลังเผชิญสถานการณ์ที่กำหนด หรือโต้แย้งในกรณีที่มีความเห็นต่าง ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนทบทวนเกี่ยวกับความครอบคลุมของข้อมูลก่อนลงข้อสรุป

8. ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุป องค์ความรู้ระหว่างกลุ่มด้วยรูปแบบที่หลากหลาย โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอภิปรายเสนอความคิดเห็นเป็นระยะเพื่อสนับสนุน คัดค้าน โต้แย้งในประเด็นความเป็นไปได้ ข้อดีข้อจำกัดของข้อมูลหลักฐาน และประเด็นด้าน ทฤษฎี สมมติฐาน การรวบรวมข้อมูลหลักฐาน โดยผู้สอนให้การสนับสนุนการลงข้อสรุปที่ถูกต้องพร้อมหลักฐานที่แท้จริง

9. ผู้สอนจัดให้มีการประเมินโดยเพื่อนผ่านกิจกรรมการสะท้อนการเรียนรู้ โดยแจ้งเกณฑ์การประเมินให้ผู้เรียนทราบ ร่วมกันสรุปองค์ความรู้ และนำไปใช้ปรับปรุงชิ้นงานหรือปรับปรุงการเขียนคำอธิบาย หรือวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งการให้เหตุผลโดยใช้หลักฐานถูกต้องของตนเอง ผู้สอนทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนรู้จากสภาพจริง ทั้งผลงานและกระบวนการ โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานความก้าวหน้าของผู้เรียน

5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้

การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยศึกษาหลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

5.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ สามารถสรุปได้ดังนี้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนของการจัดการเรียนรู้ (Saylor et al., 1981, p. 271; ชนาธิป พรสกุล, 2554, น. 122) ที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบโดยมีองค์ประกอบสำคัญตามหลักการ แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ (ทศนา เขมมณี, 2553, น. 222; อังคณา อ่อนธานี, 2552, น. 22) มีจุดมุ่งหมายเฉพาะของรูปแบบ (Arends, 1999, p. 144; Duke, & Daniel, 2004, p. 32) ประกอบด้วยลำดับขั้นตอนที่มีการจัดสภาพแวดล้อม และใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ กระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนปฏิสัมพันธ์และเรียนรู้ด้วยตนเอง (Arends, 1999, p. 144; Slavin, 1990, p. 202; อังสุรีย์ พันธุ์แก้ว, 2558) และผ่านการตรวจสอบว่ามีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ (Anderson, 1997, p. 521; Bruce, Joyce, & Weil, 2000; Richard, 1997)

กล่าวโดยสรุป รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนของการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นตามหลักการ แนวคิด ทฤษฎี การเรียนรู้ อย่างเป็นระบบ มีจุดมุ่งหมายเฉพาะของรูปแบบ และผ่านการตรวจสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ตาม วัตถุประสงค์

5.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้อธิบายองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ต่าง ๆ สรุปได้ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แบ่งองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็น 3 องค์ประกอบ คือ

Dick, & Carey (1985) แบ่งเป็น 1) จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ 2) การ พัฒนาการจัดการเรียนรู้ และ 3) การประเมินการจัดการเรียนรู้ เช่นเดียวกับ วารินทร์ แก้วอุไร (2549, น. 27) ได้แบ่งเป็น 1) เทคนิค วิธีการสอนของผู้สอน 2) จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม 3) สารสำคัญ สื่อ แหล่งเรียนรู้ การประเมินผล

กลุ่มที่ 2 แบ่งองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็น 4 องค์ประกอบ คือ

Arends (1999, p. 7) แบ่งเป็น 1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎี ที่ใช้พัฒนา รูปแบบ 2) ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง 3) วิธีสอนตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบ 4) สภาพแวดล้อม ในการเรียนรู้ คล้ายกับการจัดองค์ประกอบของ ทิศนา แคมมณี (2553, น. 222) ซึ่งแบ่งเป็น 1) ปรัชญา หลักการ แนวคิด ทฤษฎี 2) ลักษณะการจัดการเรียนรู้ 3) การจัดระบบความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบ 4) วิธีการและเทคนิคการสอน ส่วน บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556, น. 60) ได้แบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการ เรียนรู้ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) วัดและประเมินผล ซึ่งจะเห็นว่าการเพิ่มส่วนการวัดผล ประเมิน ซึ่งสอดคล้องกับการจัดองค์ประกอบของ Kemp, Morrison, & Ross (1994) ซึ่งได้ แบ่งเป็น 1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีและสภาพปัญหา 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา และกิจกรรมการ เรียนการสอน และ 4) การวัดและประเมินผล

กลุ่มที่ 3 แบ่งองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็น 5 องค์ประกอบ คือ

Anderson (1997, p. 522) ได้แบ่งเป็น 1) หลักการ แนวคิดและทฤษฎี พื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ 3) สารการเรียนรู้ 4) การสอน สื่อ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ 5) การวัดและ ประเมินผล สอดคล้องกับการจัดของ Joyce, & Weil (2004, p. 2) ซึ่งแบ่งเป็น 1) หลักการของการ จัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ 3) เนื้อหา 4) กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการ 5) การวัดและประเมินผล

จากการศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของนักการศึกษา ผู้วิจัย
นำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 วิเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบของรูปแบบ	Dick and Carey (1985)	วาริรัตน์ แก้วอุไร (2549, น. 27)	Arends, (1999, p. 7)	ทิตินา แซมมณี (2553, น. 222)	บุญเลี้ยง พุ่มทอง (2556, น. 60)	Kemp, Morrison., & Ross (1994)	Anderson, (1997, p. 522)	Joyce., & Weil, (2004, p. 2)
1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานของพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้			✓	✓	✓	✓	✓	✓
2) วัตถุประสงค์/จุดมุ่งหมาย/ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3) เนื้อหาสาระ		✓				✓	✓	✓
4) เทคนิค วิธีการสอน กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5) สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้			✓					
6) การวัดและประเมินผล	✓			✓	✓	✓	✓	✓

จากการศึกษาการจัดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากนักการศึกษาต่าง ๆ พบว่า มีการจัดองค์ประกอบทั้งหมดเป็น 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานของพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์/จุดมุ่งหมาย/ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง 3) เนื้อหาสาระ 4) เทคนิค วิธีการสอน กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการ 5) สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ และ 6) การวัดและประเมินผล เมื่อพิจารณาการจัดองค์ประกอบของ Joyce, & Weil (2004, p. 2) พบว่ามีความสมบูรณ์ และนำไปใช้ได้จริง ดังนั้นจึงเห็นควรนำไปใช้ในการจัดองค์ประกอบของรูปแบบในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย

1. หลักการแนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ ซึ่งใช้ในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมและขั้นตอนการทำกิจกรรม ตลอดจนการตรวจสอบการเรียนรู้
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งความรู้และพฤติกรรมที่เกิดกับผู้เรียน
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ระบุเทคนิควิธีการสอน
4. การวัดและประเมินผล เป็นการตรวจสอบประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ว่าเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ อย่างไร

5.3 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้จากนักการศึกษาซึ่งได้เสนอลำดับขั้นตอนที่คล้ายคลึงกัน สามารถสรุปได้ ดังนี้

Joyce, & Wei (2004, p. 7) เสนอหลักการสำคัญของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้ 1. ต้องพัฒนาขึ้นโดยมีทฤษฎีการเรียนรู้ เช่น ทฤษฎีด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ 2. วัตถุประสงค์การพัฒนารูปแบบอาจมีความเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจพัฒนาขึ้นเพื่อนำไปใช้ได้กว้างขวาง 3. ก่อนนำไปใช้จริงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพโดยการทดลองใช้และนำผลที่ได้มาปรับปรุง 4. กำหนดจุดมุ่งหมายหลักของการนำรูปแบบไปใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดแก่ผู้นำไปใช้ ส่วน Kruse (2008) ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนารูปแบบไว้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นการวิเคราะห์ เป็นการประเมินความจำเป็นในการพัฒนารูปแบบโดยศึกษาจากเอกสารและผู้ที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบและการนำเสนอ เป็นขั้นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และเสนอผลการออกแบบ ขั้นที่ 3 ขั้นการพัฒนา พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียน ขั้นที่ 4 ขั้นการนำไปใช้ เป็นการนำรูปแบบที่ออกแบบไว้ไปใช้ และขั้นที่ 5 ขั้นการประเมิน เป็นการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยพิจารณาจากความก้าวหน้าของผู้เรียนและประสิทธิผลของสื่อ สอดคล้องกับ ทิศนา ขัมมณี (2553) ซึ่งเสนอขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ โดยขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนา ทั้งด้านหลักการ แนวคิด ทฤษฎี รวมทั้งข้อค้นพบต่างๆ และสภาพปัญหาจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 2 ใช้แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานมากำหนดองค์ประกอบ เป้าหมาย หลักการของรูปแบบอย่างเป็นระบบ ขั้นที่ 3 กำหนดเงื่อนไข วิธีการเพื่อเป็นแนวทางการนำรูปแบบไปใช้ เช่นการเตรียมการสอน การกำหนดกลุ่มผู้เรียน เป็นต้น ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ โดยการนำไปประเมินความสอดคล้องของ

องค์ประกอบรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริง ขั้นที่ 5 การปรับปรุงรูปแบบดำเนินการ 2 ระยะ คือ ก่อนนำไปใช้และหลังนำไปใช้ โดย ระยะก่อนนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ โดยใช้ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มาเป็นข้อมูลในการปรับปรุง และระยะหลังการทดลองใช้ คือการปรับปรุงซ้ำจนมีความสมบูรณ์ที่สุด

กล่าวโดยสรุป การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วยลำดับดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยหลักการ แนวคิด ทฤษฎีโดยมีทฤษฎีการเรียนรู้รองรับ รวมทั้งข้อมูลสภาพปัญหาบริบทที่เกี่ยวข้อง

2. การออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยนำหลักการ แนวคิด ทฤษฎีโดยมีทฤษฎีมาเป็นแนวคิดในการออกแบบ ซึ่งเป็นตัวกำหนด จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรม ขั้นตอนในรูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. การทดลองใช้ เป็นการตรวจหาคุณภาพของรูปแบบ โดยการนำไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง และนำไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริงเพื่อให้ได้ข้อมูลในการปรับปรุง และปรับปรุงซ้ำจนได้รูปแบบที่สมบูรณ์

4. การประเมินผล เป็นการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ อาจพิจารณาจากการวัดความก้าวหน้าของผู้เรียนและประสิทธิผลของสื่อ

6. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการแนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผล ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

6.1 หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน

แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ ทฤษฎีสรรรคนิยม (Constructivism) สรุปได้ดังนี้

แนวคิดของทฤษฎีสรรรคนิยมอยู่บนรากฐานทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของ Piaget และ Vygotsky (1964) ซึ่งมีความเชื่อว่า การที่บุคคลมีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาเนื่องมาจากกระบวนการซึมซับข้อมูล (Assimilation) หรือประสบการณ์ใหม่ เกิดการเชื่อมโยงสัมพันธ์เข้ากับประสบการณ์เดิม หากเกิดความไม่สัมพันธ์จะเกิดความไม่สมดุล บุคคลจึงพยายาม

นักทฤษฎีสรรคนิยม แบ่งทฤษฎีสรรคนิยมเป็น 2 ประเภท คือ 1) ทฤษฎีสรรคนิยมเชิงพุทธิปัญญา (Cognitive Constructivism) และ 2) ทฤษฎีสรรคนิยมเชิงสังคม (Social Constructivism) (สันติ วิชาขณาลัญญ์ และคณะ, 2548, ออนไลน์ ; สุมาลี ชัยเจริญ, 2551, น. 104; สมทรง สวพานิช 2551, น. 10) สรุปได้ดังนี้

1. ทฤษฎีสรรคนิยมเชิงพุทธิปัญญา (Cognitive Constructivism) มาจากแนวคิดของ Piaget ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองโดยการซึมซับข้อมูลใหม่และใช้ข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม หากเกิดความขัดแย้งจะเกิดสภาวะเสียสมดุลทางปัญญา ผู้เรียนจึงพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล จึงเกิดเป็นการสร้างความรู้ใหม่

2. ทฤษฎีสรคณยมเซงสังคค (Social Constructivism) มาจากแนวคคดของ Vygotsky เชื้อว่าผู้เรยนสร้งความรู้ด้วการมีปฏิสัณพณธ์ทางสังคค ซ่งมีบทบาทส้าคัญในการพฒนาด้านพหุพณญญา แต่การพฒนาดัทยภาพด้านพหุพณญญานั้ซ่งนั้ซ่งอยู่กับระยะห่างระหว่างระดับพฒนาการที่เป็จริงและระดับพฒนาการที่สามารถจะเป็ไปของบุคคล หรือเรยกว่า Zone of Proximal Development แต่หากได้รบความช่วยเหลือ หรือเรยกว่า Scaffolding จากสังคคซ่งอาจเป็คร พ้อ แม่ เพือน ก็สามารถทำให้ผู้เรยนเรยนรู้สร้งความรู้ด้วตนเองซ่งมาได้

กล่าวโดยสรุป แนวคิดสำคัญของทฤษฎีสรคณยม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) ทฤษฎีสรคณยมเชิงพุทธิปัญญา ของ Piaget เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองโดยการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ใหม่ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติผ่านสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเข้ากับประสบการณ์เดิม 2) ทฤษฎีสรคณยมเชิงสังคม ของ Vygotsky เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม โดยผู้เรียนที่ยังไม่พร้อมในการเรียนรู้สามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้หากได้รับความช่วยเหลือจากครูผู้สอนหรือในบริบทสังคมของผู้เรียน เช่น เพื่อนหรือผู้ปกครอง เป็นต้น

6.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ และศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนโดยการ เปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

6.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1) ดำเนินการโดยสังเคราะห์จากลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	รูปแบบการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานร่วมกับการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์เพื่อ ส่งเสริมการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์
1. ผู้สอนอธิบายให้ผู้เรียนทราบถึงองค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็นของการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อสรุป หลักฐาน และความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อสรุปกับหลักฐาน) แบ่งกลุ่มคณะความสามารถประมาณ 5-6 คน เพื่อฝึก ทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และ ระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY)

ตาราง 4 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	รูปแบบการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานร่วมกับการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์เพื่อ ส่งเสริมการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์
2. ผู้สอนเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความแปลกใหม่และท้าทาย ซึ่งสถานการณ์อาจเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียน หรือมาจากคำถามของผู้เรียนที่เป็นประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และข้อกล่าวอ้างที่เป็นประเด็นทางสังคม ที่ผู้เรียนสนใจ มุ่งรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคำตอบ โดยผู้สอนมีบทบาทในการผู้อำนวยการอำนวยความสะดวกการเรียนรู้	
3. ผู้สอนจัดให้มีการวิเคราะห์ อภิปราย เพื่อเกิดความหลากหลายของการระบุคำถามจากความสงสัย หรือคาดเดาคำตอบหรือระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าเป็นปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ที่กำหนดอย่างหลากหลาย โดยผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยอาศัยหลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่มาช่วยสร้างการพยากรณ์ และวางแผนการสำรวจเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลจากการสังเกตและข้อมูลจากการค้นคว้า เพื่อนำไปสู่การทดสอบสมมติฐาน โดยอาจเป็นผู้เรียนเป็นผู้เสนอหรือเกิดจากการระดมสมองโดยผู้สอน กระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาและระบุคำถามของปัญหาให้ชัดเจนก่อนวางแผนตรวจสอบจากคำถาม	ขั้นที่ 2 สำรวจและ วางแผน (EXPLORE & PLANING)

ตาราง 4 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	รูปแบบการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานร่วมกับการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์เพื่อ ส่งเสริมการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์
4. ผู้สอนจัดให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผนและระบุวิธีการศึกษาค้นคว้า สืบ เสาะหาข้อมูล หลักฐานต่าง ๆ ทั้งจากความรู้เดิมของผู้เรียน และจาก แหล่งเรียนรู้อย่างหลากหลายด้วยตนเอง และระบุเกณฑ์ในการ ประเมินข้อมูลหลักฐานที่จำเป็นในออกแบบการทดลอง หรือ ต้องใช้ใน การสร้างคำอธิบายวิธีแก้ปัญหาหรือลงข้อสรุป หรือตอบคำถามที่ตั้งไว้ ก่อนหน้า	ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING) (ต่อ)
5. ผู้สอนจัดให้มีการร่วมกันระดมสมอง เพื่อการประเมินข้อมูล หลักฐานที่ใช้ออกแบบการทดลอง หรือใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบ เน้นการมีส่วนร่วม และการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดย ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อ เป็นฝึกพิจารณามุมมองต่าง ๆ บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น และความรู้เดิม ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนวางแผนอย่างรอบคอบและเป็น ระบบ	ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการ แก้ปัญหาและสร้าง คำอธิบาย (ACTION & CREATE)
6. ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบ วางแผนไว้ โดยบันทึก รวบรวมข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างเป็นระบบ	
7. ผู้สอนให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายเพื่อลงข้อสรุป โดยให้ผู้เรียนได้ กำหนดมุมมอง หรือประเด็นที่จะโต้แย้งโดยการอภิปรายรายกลุ่มย่อย เพื่อให้เกิดความหลากหลายของมุมมองก่อน และนำข้อมูล หลักฐาน เชิงประจักษ์ที่ผ่านการวิเคราะห์ ตีความ จัดกระทำข้อมูล ไปเชื่อมโยง กับหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เพื่อใช้ในการสนับสนุนสมมติฐานก่อนและ หลังเผชิญสถานการณ์ที่กำหนด หรือโต้แย้งในกรณีที่มีความเห็นต่าง	

ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนทบทวนเกี่ยวกับความครอบคลุมของ
ข้อมูลก่อนลงข้อสรุป

ตาราง 4 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	รูปแบบการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานร่วมกับการโต้แย้ง ทางวิทยาศาสตร์เพื่อ ส่งเสริมการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์
8. ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุป องค์ความรู้ระหว่างกลุ่มด้วยรูปแบบที่ หลากหลาย โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและ ลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม อภิปรายเสนอความคิดเห็นเป็นระยะเพื่อสนับสนุน คัดค้านโต้แย้ง ในประเด็นความเป็นไปได้ ข้อดีข้อจำกัดของข้อมูลหลักฐาน และ ประเมินด้าน ทฤษฎี สมมติฐาน การรวบรวมข้อมูลหลักฐาน โดย ผู้สอนให้การสนับสนุนการลงข้อสรุปที่ถูกต้องพร้อมหลักฐานที่ แท้จริง	ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าว อ้างและข้อโต้แย้ง (EXPLAIN & DEBATE)
9. ผู้สอนจัดให้มีการประเมินโดยเพื่อนผ่านกิจกรรมการสะท้อน การเรียนรู้ โดยแจ้งเกณฑ์การประเมินให้ผู้เรียนทราบ ร่วมกันสรุป องค์ความรู้ และนำไปใช้ปรับปรุงชิ้นงานหรือปรับปรุงการเขียน คำอธิบาย หรือวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งการให้เหตุผลโดยการใช้ หลักฐานถูกต้องของตนเอง ผู้สอนทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนรู้ จากสภาพจริง ทั้งผลงานและกระบวนการ โดยพิจารณาจากการ ปฏิบัติงานความก้าวหน้าของผู้เรียน	ขั้นที่ 5 ประเมินและ ปรับปรุง (EVALUATE & IMPROVE)

2) จากตาราง 4 ผู้วิจัยสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ EEAAE- Model
อ่านว่า อี อี เอ อี อี ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY) หมายถึง การจัดกิจกรรมกระตุ้นเร้าความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยสถานการณ์ และคำถาม โดยรูปแบบสถานการณ์มีลักษณะเป็นปัญหาที่มีความท้าทาย และมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง หรือข้อกล่าวอ้างที่น่าสนใจ ส่วนการใช้คำถามจะมีลักษณะการใช้คำถามที่เป็นประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจัดให้มีการอภิปรายค้นหาประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ

ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING) หมายถึง การจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า บันทึก รวบรวมข้อมูล หลักฐานจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จากการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อนำข้อมูลมาเข้าสู่กระบวนการคิดวิเคราะห์เชื่อมโยงความรู้เดิม หลักฐาน ข้อเท็จจริงกับแนวคิดทฤษฎี ผ่านการอภิปรายในกลุ่มย่อย เพื่อให้ได้มุมมองที่หลากหลาย นำมาใช้ในการออกแบบ วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในสร้างเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งวิธีการแก้ปัญหาที่ต้องการนำเสนอ

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย (ACTION & CREATE) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ ผ่านการทำงานเป็นทีม โดยบันทึก รวบรวมข้อมูล หลักฐานสำคัญ และเชื่อมโยงข้อมูล หลักฐานเข้ากับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และกำหนดมุมมองของประเด็นที่ชี้ให้เห็นถึงจุดแข็งและข้อจำกัดของข้อมูลที่ผู้เรียนค้นคว้าการเพื่อนำมาสร้างเป็นคำอธิบาย

ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง (EXPLAIN & DEBATE) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุปที่ได้จากข้อมูล หลักฐานที่เชื่อมโยงกับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายความเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐาน เพื่อสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหาที่นำเสนอ หรือข้อกล่าวอ้าง โต้แย้งข้อกล่าวอ้าง หรือโต้แย้งวิธีการแก้ปัญหารณีที่มีความเห็นต่าง

ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง (EVALUATE & IMPROVE) หมายถึง การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ประเมินผลการศึกษาของเพื่อน โดยการประเมินข้อโต้แย้งจากการกล่าวอ้าง แนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายความเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐาน เพื่อสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหาที่นำเสนอ หรือข้อกล่าวอ้าง โต้แย้งข้อกล่าวอ้าง หรือโต้แย้งวิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกับสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ โดยผู้สอนตรวจสอบงานและให้คะแนนเพื่อประเมินผู้เรียน

3) การกำหนดบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY)

บทบาทผู้สอน : ให้ข้อมูลองค์ประกอบสำคัญการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ใช้คำถามกระตุ้นการคิด คาดเดาปัญหาที่เป็นไปได้จากสถานการณ์ และกระตุ้นการมีส่วนร่วมในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

บทบาทผู้เรียน : สืบค้นข้อมูล ร่วมอภิปรายแสดงเหตุผล เสนอประเด็นที่สนใจที่อยากเรียนรู้

ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING)

บทบาทผู้สอน : ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันทบทวนประเด็นที่ต้องการศึกษา และความครอบคลุม ความน่าเชื่อถือ สามารถตรวจสอบได้ของข้อมูลที่น่ามาวางแผน ทบทวนเนื้อหาที่จำเป็นต้องใช้ในการทำกิจกรรม กระตุ้นการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นทั้งด้านสนับสนุนเมื่อเห็นด้วยและโต้แย้งเมื่อเห็นต่าง อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ เช่น วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือรวมทั้งแนะนำวิธีการสืบค้นข้อมูล

บทบาทผู้เรียน : ระดมสมอง วิเคราะห์ อภิปรายแสดงความคิดเห็นทำความเข้าใจในปัญหา บูรณาการเนื้อสาระกับกระบวนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการวางแผนการสืบค้นข้อมูล นำเสนอข้อมูลจากการสืบค้นต่อกลุ่ม ประเมินข้อมูล หลักฐานแนวคิดทฤษฎีที่จำเป็นต้องใช้ในออกแบบวางแผน

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย (ACTION & CREATE)

บทบาทผู้สอน : ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนทบทวนความคลุมการทำงาน การบันทึกข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล และแนะนำการกำหนดมุมมองการร่างคำอธิบายเพื่อความชัดเจนในการนำเสนอเหตุผลอำนวยความสะดวกด้านวัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

บทบาทผู้เรียน : ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ อภิปรายเพื่อให้เกิดมุมมองที่หลากหลายในการสร้างคำอธิบาย วิเคราะห์และหาความสัมพันธ์ของข้อมูล เชื่อมโยงกับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพื่อร่างคำอธิบาย อภิปรายร่างคำอธิบายเพื่อลงข้อสรุป

ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง (EXPLAIN & DEBATE)

บทบาทผู้สอน : ให้ผู้เรียนเสนอเหตุผลสนับสนุน และเหตุผลในการโต้แย้งข้อมูลหลังจากการนำเสนอเสร็จสิ้น ให้มีการบันทึกข้อมูลการกล่าวสนับสนุน และการโต้แย้งผลการศึกษาจากผู้ฟังต่างกลุ่ม

บทบาทผู้เรียน : นำเสนอผลการศึกษา บันทึกข้อสนับสนุนและข้อโต้แย้งข้อกล่าวอ้างที่เกิดขึ้นระหว่างนำเสนอ

ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง (EVALUATE & IMPROVE)

บทบาทผู้สอน : ให้ผู้เรียนอภิปราย สะท้อนผลการศึกษาเพื่อประเมินผลการศึกษาจากเพื่อนต่างกลุ่ม บันทึกและนำไปเป็นข้อมูลปรับปรุงชิ้นงาน

2. ประเมินสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้

บทบาทผู้เรียน : อภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อสะท้อนผลการศึกษา นำผลการประเมินไปปรับปรุงข้อสรุปให้สมบูรณ์ ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกับสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ โดยผู้สอนตรวจสอบงานและให้คะแนนเพื่อประเมินผู้เรียน

6.4 การวัดและประเมินผล

การตรวจสอบประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบคะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัย แบบงานวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วย 4 ระยะ (Gall, Gall, & Borg, 2005, p. 460) ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

การดำเนินการในขั้นตอนนี้มุ่งศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากการสังเคราะห์เอกสาร งานวิจัยเกี่ยวกับสภาพปัญหาของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ และแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีลำดับดังนี้

1. ศึกษาสภาพปัญหาของความสามารถในการให้เหตุผลของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่จำเป็นในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และนักศึกษาครุควรมีความสามารถนี้เนื่องจากต้องพัฒนาความสามารถดังกล่าวให้แก่นักเรียน (Krell et.al., 2020, p. 32) แต่จากประสบการณ์สอน นักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมในการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักศึกษาทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา วิเคราะห์และอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปในการหาวิธีการแก้ปัญหา เมื่อนำเสนอผลงาน มักพบว่า นักศึกษาขาดการอธิบาย และให้เหตุผลโดยอาศัยการอ้างอิงข้อมูล หลักฐานที่น่าเชื่อถือ อธิบายโดยขาดการเชื่อมโยงหลักการแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และส่วนใหญ่เป็นการอธิบายโดยตามความคิดเห็นของตนเอง ซึ่งผลจากการสังเกตพบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ระบุว่า การอธิบายให้เหตุผลของนักศึกษาครุวิชาวิทยาศาสตร์ยังเป็นการอธิบายที่ขาดการเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และขาดการนำมาไว้ในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ มาสร้างคำอธิบาย (Kind, & Osborne. 2017, p. 4; Koenig, & Schen, 2012, p. 1) และจากผล

การสำรวจการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย ซึ่งรายละเอียดของการพัฒนาแบบวัดกล่าวไว้ในระยะที่ 2 ผลการสำรวจพบว่า ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยในทุกองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ โดยองค์ประกอบการให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบอุปนัย มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X} = 3.53$ จากคะแนนเต็ม 4) ลำดับที่สองคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบนิรนัย ($\bar{X} = 1.50$ จากคะแนนเต็ม 4) และลำดับที่สามคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการระบุหลักฐานแบบอุปนัย ($\bar{X} = 1.47$ จากคะแนนเต็ม 4) และน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการระบุหลักฐานแบบนิรนัย ($\bar{X} = 1.30$ จากคะแนนเต็ม 4) โดยผลการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ลงข้อสรุปโดยใช้เหตุผลสนับสนุนได้ไม่สมบูรณ์

จากผลการศึกษภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น สะท้อนว่าหลักสูตรครุศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ควรให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาครุศาสตร์วิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่าทฤษฎีการเรียนรู้ที่สอดคล้อง ประกอบไปด้วย ทฤษฎีสรวนิยม (Constructivism) ที่เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ที่เกิดจากการเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และสรวนิยมเชิงสังคม (Social constructivism) ที่ระบุว่า การสร้างความรู้จะเกิดขึ้นได้ดีขึ้นหากมีการมีปฏิสัมพันธ์กับบริบททางสังคม (Crowl et al., 1997, p. 69)

2.1 ศึกษารูปแบบและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาและการวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในงานวิจัย พบว่ามีการนำวิธีการสอนมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในหลายวิธี เช่น การสืบเสาะหาความรู้ (Benford, & Lawson, 2001, p. 14; Jensen, & Lawson, 2011, p. 64; Sampson, Grooms, & Walker, 2011, p. 217; Walker, 2011, p. x ; ทศพล สุวรรณพุด และ ธิดิยา บงกชเพชร, 2562, น. 407) การจัดการเรียนรู้

โดยใช้บริบทเป็นฐาน (วราพร รัตมีจาตุรงค์, 2561, น. 10) การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (กุลชญา พิบูลย์, 2561, น. 7; ณรงค์ชัย พงษ์ระณะ, 2559, น. 20; พรพิมล คงเจริญสุข, 2561, น. 6) การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548, น. 23-129; ปิยะมาศ บุญประกอบ 2554, น. 9) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (วาสนา ภูมิ, 2555, น. 5; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70; รัตนา เกตุสม, 2559, น. 2221; ธันยพร ศรีวิชัย, 2560, น. 7) การจัดการเรียนรู้โดยการแนะนำประกอบพื้นฐานของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนก่อนเรียน (Sadaghiani, 2010, p. 57) การจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาท (พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556, น. 14) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน (พิชญา ศิลาอม, 2561, น. 10) การจัดการเรียนรู้แบบอุปมาอุปไมย (พรสุดา ทันนา, 2562, น. 6) แต่ทั้งนี้ในงานวิจัยนี้เลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษารูปแบบและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและงานวิจัยที่นำรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น วาสนา ภูมิ (2555, น. 5), นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ (2558, น. 70) รัตนา เกตุสม (2559, น. 2221) ธันยพร ศรีวิชัย, 2560, น. 7) รชกร ไชยวงศ์, นิเวศน์ วงศ์สุวรรณ และ สมชัย ศรีนอก (2564, น. 2)

2.3 ศึกษารูปแบบและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาแนวคิดที่สอดคล้องกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และศึกษางานวิจัยที่นำการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไปจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยพบงานวิจัยที่นำการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เช่น Walker (2011, p. x) Sampson, Grooms, & Walker (2011, p. 217) Benford, & Lawson (2001, p. 14) Jensen, & Lawson (2011, p. 64) ทศพล สุวรรณพุด และ ธิติยา บงกชเพชร (2562, น. 407)

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 2 พัฒนาเครื่องมือวิจัย

ส่วนที่ 1 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ และการหาคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.1 สังเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้และแนวคิดที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้จากผลการศึกษาในระยะที่ 1

1.2 นำผลการสังเคราะห์ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ซึ่งสังเคราะห์ได้ทั้งหมด 7 ลักษณะ) และลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ซึ่งสังเคราะห์ได้ทั้งหมด 8 ลักษณะ) มาวิเคราะห์ความสอดคล้องกับลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ซึ่งสังเคราะห์ได้ทั้งหมด 13 ลักษณะ)

1.3 นำผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องจากข้อ 1.2 มาทำการสังเคราะห์ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสังเคราะห์ได้ทั้งหมด 9 ลักษณะ

1.4 สังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มาสังเคราะห์ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง จากนั้นทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าทุกขั้นตอนส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากทุกขั้นเน้นการมีส่วนร่วมในการค้นคว้าและนำผลการศึกษามาอภิปรายเพื่อประเมินข้อมูลหลักฐานที่ต้องใช้ประกอบการสร้างคำอธิบาย เพื่อใช้ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งในกรณีที่มีความเห็นต่าง ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสช้า ๆ เพื่อฝึกการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

1.5 วิเคราะห์ขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อกำหนดบทบาทผู้สอนและผู้เรียนโดยการสังเคราะห์พฤติกรรมที่พึงซึ่งถึงการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. การหาคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.1 นำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

2.2 ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาประเมินความสอดคล้องระหว่างลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับกิจกรรมในแต่ละขั้นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ ได้แก่ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง โดยให้คะแนน +1 0 และ -1 ตามลำดับ โดยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยในแต่ละข้อมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (Rovinelli, & Hambleton, 1977, p. 51) พบว่ามีค่า 1.00 ในทุกประเด็น ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม จึงได้นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง

ส่วนที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ และการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

1) ศึกษาเอกสารหลักสูตรครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ ซึ่งเป็นหลักสูตร ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ (5 ปี) (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2562) จำนวนหน่วยกิตตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 169 หน่วยกิต

2) วิเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้และคำอธิบายรายวิชาตามรายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3) รายวิชา ชีววิทยา 1 รหัสวิชา 4031101 จำนวน 3 หน่วยกิต พบว่า เป็นวิชาที่การบรรยายเนื้อหาและเน้นการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เวลาเรียน 3 คาบต่อสัปดาห์ โดยได้วิเคราะห์ข้อมูลคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์รายวิชา เพื่อกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ พบว่าประกอบด้วย 8 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คือ เรื่อง หลักการพื้นฐานทางชีววิทยา ประกอบด้วย 5 หัวข้อย่อย คือ 1) ความหมายและความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง 2) การศึกษาทางชีววิทยา 3) วิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ 4) ศึกษาวิเคราะห์ตัวอย่างการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ 5) การแก้ปัญหาทางชีววิทยาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คุณสมบัติและลักษณะของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วย

หัวข้อ คุณสมบัติและลักษณะของสิ่งมีชีวิต นำหัวข้อมาจัดลำดับและจำแนกเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ได้จำนวน 4 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ 21 ชั่วโมง รายละเอียด ดังตาราง 5

ตาราง 5 จำนวนหน่วยการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

หน่วย การ เรียนรู้ที่	หัวข้อเรื่อง	แผนการจัด การเรียนรู้ที่	จำนวน สัปดาห์	จำนวน ชั่วโมง
1	ความหมายและความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง	1	1	3
2	คุณสมบัติและลักษณะของสิ่งมีชีวิต		1	3
3	การศึกษาทางชีววิทยา	2	1	3
4	วิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์			
5	ศึกษาวิเคราะห์ตัวอย่างการศึกษาทางวิทยาศาสตร์	3	2	6
6	การแก้ปัญหาทางชีววิทยาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4	2	6
	รวม	4	7	21

3) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) สาระสำคัญ 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ดำเนินการตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น 5 ขั้นตอน 4) สื่อการเรียนรู้ 5) การวัดและประเมินผล 6) บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

2) การตรวจสอบคุณภาพของแผนฯ ดังนี้

2.1) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปตรวจสอบความถูกต้องโดยอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง

2.2) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา พิจารณาประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผน โดยใช้แบบประเมินที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ ได้แก่ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง โดยให้คะแนน +1 0 และ -1 ตามลำดับ โดยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยในแต่ละข้อมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (Rovinelli, & Hambleton, 1977, p. 51) พบว่ามีค่าระหว่าง

0.67 - 1.00 ในทุกประเด็น แสดงให้เห็นว่าแผนมีความเหมาะสมสอดคล้องสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ และผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนให้ครอบคลุมทั้งด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย

2.3) นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้ในชั้นถัดไป

2.2 แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การพัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการหาคุณภาพของแบบวัด

1) การพัฒนาแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1.1) กำหนดนิยาม การวัดและการประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปเพื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การวัดและการประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายเหตุผลเพื่อยืนยันข้อสรุป หรือสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง ซึ่งข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างนั้น ประกอบด้วย การระบุข้อมูล หลักฐาน และการระบุเหตุผลที่แสดงถึงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างนั้น กับหลักฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

โดยแบ่ง เป็น 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลเชิงอุปนัย และวัดได้โดยใช้แบบวัดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเองในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกพัฒนาแบบวัดโดยใช้แนวคิดของ Lawson (1978, p. 11) โดยการให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย

1.2) ขอบเขตการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์:

จากการศึกษางานวิจัย (Bao. et al., 2009, p. 586; Lawson, 1978, p. 11) พบว่า แนวทางในการวัดและประเมินมี 2 ลักษณะหลัก คือ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่ประกอบด้วย โดยมีข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ และมีตัวเลือก ตั้งแต่ 2 - 4 ตัวเลือก และเป็นแบบเขียนอธิบายคำตอบแบบสั้น และเขียนคำอธิบาย ประกอบด้วยคำถามที่มี ข้อมูลเพิ่มเติมในคำถามเพื่อให้คำถามมีความชัดเจนและมีสภาพจริงที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่สถานการณ์ต่างๆ โดยมีการใช้ตาราง กราฟ และแผนภาพ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกพัฒนาแบบวัดโดยใช้แนวคิดของ Lawson โดยประกอบด้วยแบบวัดความสามารถแบบเขียนตอบ เนื่องจากสามารถวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้โดยตรงและครบทุกองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตามกรอบนิยามที่กำหนดไว้ และกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะเป็นบทความทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยรูปภาพและคำอธิบายประกอบภาพ โดยแบบวัดที่

ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นประกอบด้วยบทความที่เป็นประเด็นสถานการณ์ทางชีววิทยาจำนวน 10 บทความ และมีข้อคำถามปลายเปิด 36 ข้อ แต่ละข้อมี 2 ตอน โดยตอนที่ 1 เป็นแบบปรนัย 3 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลเพื่ออธิบายคำตอบที่เลือก ครอบคลุมองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบนิรนัย 18 ข้อ และแบบอุปนัย 18 ข้อ ส่วนเกณฑ์ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามแนวคิดของ Lawson กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน โดยพิจารณาจากคำตอบทุกคำตอบ ถ้าตอบถูกทุกคำตอบจะได้คะแนนเต็ม หากตอบถูกไม่ครบจะได้คะแนนบางส่วน แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ตั้งแต่ 0 1 และ 2

ตาราง 6 โครงสร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย

ประเด็นคำถาม ข้อที่	การให้เหตุผลแบบนิรนัย			การให้เหตุผลแบบอุปนัย		
	การลง ข้อสรุป แบบนิรนัย	การระบุ หลักฐาน แบบนิรนัย	การระบุ เหตุผลแบบ นิรนัย	การลง ข้อสรุป แบบอุปนัย	การระบุ หลักฐาน แบบอุปนัย	การระบุ เหตุผลแบบ อุปนัย
1				/		
2					/	
3						/
4		/				
5			/			
6			/			
7		/				
8	/					
9						/
10	/					
11						/
12	/					
13					/	
14					/	
15		/				
16				/		
17		/				
18					/	
19			/			
20				/		
21						/
22	/					
23			/			

ตาราง 6 (ต่อ)

ประเด็นคำถามข้อ ที่	การให้เหตุผลแบบนิรนัย			การให้เหตุผลแบบอุปนัย		
	การลง ข้อสรุป แบบนิรนัย	การระบุ หลักฐาน แบบนิรนัย	การระบุ เหตุผลแบบ นิรนัย	การลง ข้อสรุป แบบอุปนัย	การระบุ หลักฐาน แบบอุปนัย	การระบุ เหตุผลแบบ อุปนัย
24			/			
25				/		
26				/		
27				/		
28					/	
29						/
30					/	
31	/					
32			/			
33		/				
34						/
35	/					
36		/				
รวม	6	6	6	6	6	6

2) การหาคุณภาพของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.1) นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่
ปริญญานิพนธ์เพื่อตรวจสอบภาษา และความครอบคลุมรูปแบบการให้เหตุผลเชิง
วิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2) นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามของการให้เหตุผลเชิง
วิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย โดยใช้แบบประเมินที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ
ได้แก่ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง โดยให้คะแนน +1 0 และ -1 ตามลำดับ โดยกำหนดค่า
ดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยในแต่ละข้อมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (Rovinelli, & Hambleton, 1977, p.
51) พบว่ามีค่าระหว่าง 0.67 - 1.00 ในทุกข้อ และประเมินความเหมาะสม โดยมีเกณฑ์การ
พิจารณาความเหมาะสมของแบบวัด เป็นมาตราส่วน ประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ
Likert (บุญศรี พรหมมาพันธุ์, 2557, น. 15) คือ ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาระดับมากที่สุด

= 5, ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาระดับมาก = 4, ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาระดับปานกลาง = 3, ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาระดับน้อย = 2, ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาระดับน้อยที่สุด = 1 โดยมีเกณฑ์แปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
4.50 – 5.00	หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง เหมาะสมมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

พบว่ามียุทธศาสตร์ความเหมาะสมระหว่าง 4.00 - 4.67 อยู่ในระดับเหมาะสมมากถึงมากที่สุด

2.3) นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา จำนวน 30 คน แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด

2.4) โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (สมบุญ ชิตพงศ์และเตือนใจ เกตุษา, 2556, น. 58) ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบพบว่ามีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.40 – 0.76 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.20 - 0.86

2.5) เลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มา 12 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบนิรนัย 6 ข้อ และแบบอุปนัย 6 ข้อ มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-coefficient) ของ Cronbach (1990, p. 202) ซึ่งกำหนดค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด 0.50 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544, น. 205) พบว่าแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.63

2.6) จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเป็นแบบทดสอบฉบับจริง ไปใช้กับผู้เรียนกลุ่มศึกษาต่อไป

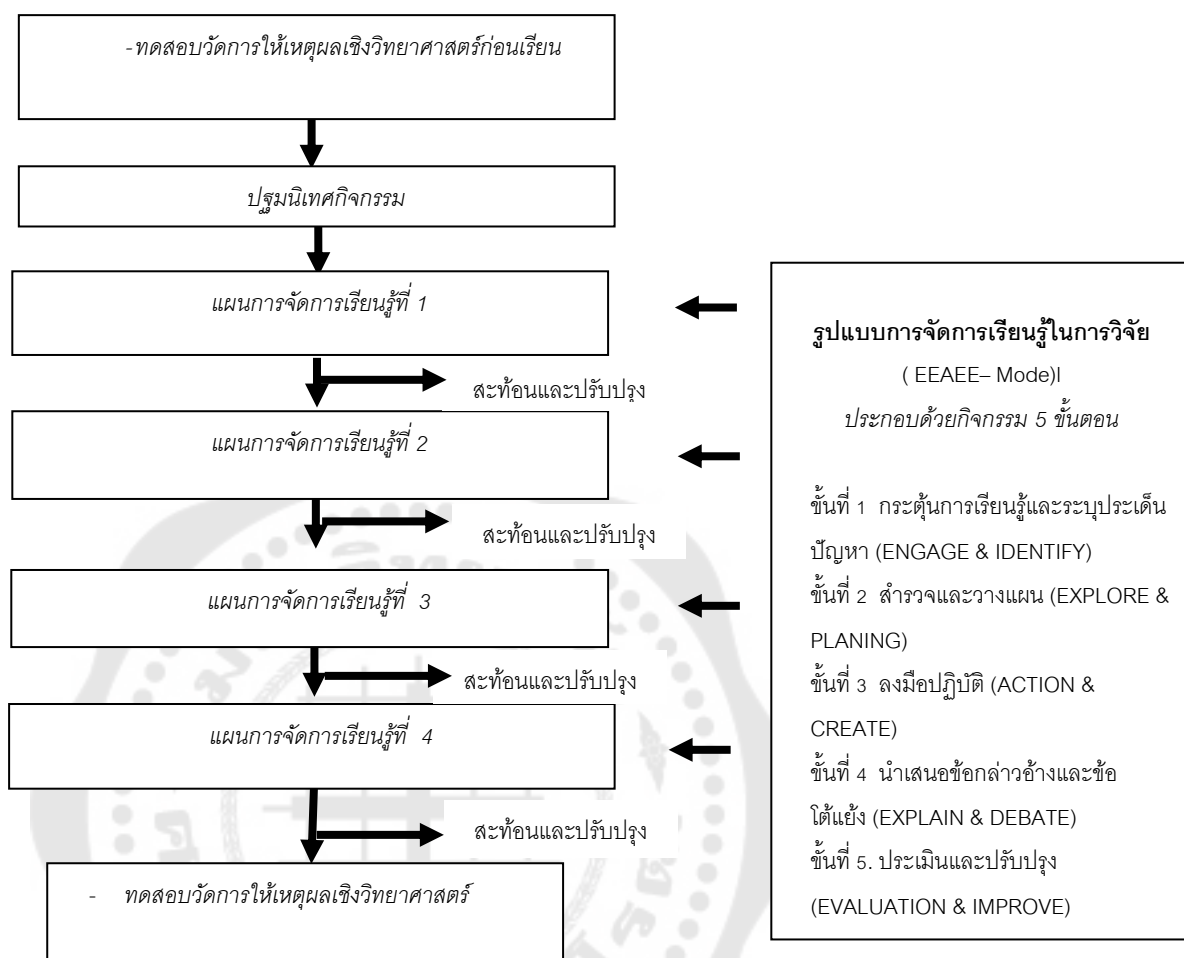
ระยะที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ดำเนินการตามลำดับดังภาพประกอบ 2 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยใช้แผนที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ทั้งหมด 4 แผน กับนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา จำนวน 30 คน ใช้เวลา 21 ชั่วโมง เพื่อทราบประเด็นปัญหา อุปสรรค ที่เกิดระหว่างการจัดการเรียนรู้และนำไปปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

ผลการทดลองใช้รูปแบบ ได้แนวทางปรับปรุง ดังนี้

1. จากการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ พบว่า ลำดับขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จึงคงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เดิมไว้
2. เพิ่มเวลาในขั้นการกระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหาจาก 5 นาที เป็น 10 – 15 นาที เนื่องจากต้องมีการอธิบายให้ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นการทบทวนความรู้และการสืบค้นค้นมูล
3. ปรับลดประเด็นการศึกษาในขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบายให้เหมาะสมกับเวลา เนื่องจากพบว่านักศึกษาใช้เวลาทำกิจกรรมนานกว่ากำหนดเพราะขอบเขตของการศึกษามีหลายประเด็น
4. ปรับรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนในบางข้อให้มีข้อความสมบูรณ์ ครอบคลุมประเด็น



ภาพประกอบ 2 กระบวนการพัฒนารูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้จริง

การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยมีแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest - Posttest Design) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีการดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. แบบแผนการวิจัย

เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental design) ดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่ม ทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test Post-test Design) (สิทธิ ธีรธรรม, 2550, น. 144) โดยมีลักษณะการวิจัยดังนี้

ตาราง 7 แบบแผนการวิจัย (One Group Pre-test Post-test Design)

กลุ่ม	Pre-test	Treatment	Post-test
วิจัย	T_1	X	T_2

T1 หมายถึง การทดสอบก่อนการวิจัย (Pre-test)

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในการวิจัย

T2 หมายถึง การทดสอบหลังการวิจัย (Post-test)

2. กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่เรียนรายวิชาชีววิทยา 1 ในปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม (Koul, 1984, p. 108)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตัวแปรตาม ได้แก่ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยกำหนดสาระสำคัญ ผลลัพธ์การเรียนรู้ตามรายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3) รายวิชา ชีววิทยา 1 รหัสวิชา 4031101 อยู่ในหมวดวิชาเอกของหลักสูตรครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2562) เวลาเรียน 3 คาบต่อสัปดาห์ ซึ่งเนื้อหาที่ใช้ในการคือ เรื่อง หลักการพื้นฐานทางชีววิทยา คุณสมบัติและลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย 6 หัวข้อ

ย่อย คือ 1) ความหมายและความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง 2) คุณสมบัติและลักษณะของสิ่งมีชีวิต 3) การศึกษาทางชีววิทยา 4) วิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ 5) ศึกษาวิเคราะห์ตัวอย่างการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ 6) การแก้ปัญหาทางชีววิทยาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาในการเรียน 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 21 ชั่วโมง โดยทำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน จำนวน 2 ชั่วโมง และหลังเรียน 2 ชั่วโมง โดยนัดหมายนอกเวลาเรียน

6. การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนตามขั้นตอน ดังนี้

1) ดำเนินการยื่นคำร้องขอออกหนังสือรับรอง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2) ยื่นหนังสือรับรองขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยถึงคณบดี คณะครู ศาสตร์ ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยของกลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยเพื่อขออนุญาตประสานงานในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา

3) การวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เอกสารรับรองเลขที่ SWUEC-G-294/2564 ออก ณ วันที่ 16 กรกฎาคม 2564 ผู้วิจัยดำเนินการแจ้งให้ผู้เรียนเป็นลายลักษณ์อักษรโดยใช้ เอกสารชี้แจง ผู้เข้าร่วมการวิจัย-สาขาด้านมนุษยศาสตร์ เพื่อขอความยินยอมในการร่วมวิจัย โดยใช้แบบ Inform-Consent-Form-สาขาด้านมนุษยศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

3.1) วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.2) ชื่อและที่อยู่ของอาสาสมัคร

3.3) รายละเอียดและขั้นตอนที่อาสาสมัครต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ และให้โอกาสได้ซักถามข้อสงสัย

3.4) ประโยชน์ที่พึงได้จากการวิจัย แก่ผู้วิจัย อาสาสมัคร และสังคมโดยรวม

4) ปฐมนิเทศผู้เรียน นัดหมายวัน เวลา กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงทำความเข้าใจ ในการดำเนินงาน และการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลโดยมีการเตรียมผู้สอนและผู้เรียน โดยใช้เอกสาร เอกสารชี้แจงอาสาสมัครโดยตอบแบบสอบถาม ดังนี้

4.1) ผู้วิจัยอธิบายหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ซักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

4.2) อธิบายเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4.3) แจกเอกสารประกอบการเรียนวิชาชีววิทยา 1

4.4) ผู้เรียนต้องมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ

5) ก่อนเรียน ประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์

6) ดำเนินการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ในชั่วโมงเรียนจำนวน 21 ชั่วโมง โดยมีการติดตามผลการจัดการเรียนรู้จากบันทึกหลังสอน ผู้เรียนดำเนินการเป็นวงรอบตามจำนวนแผนที่ใช้คือ 4 แผน

7) หลังเรียนครบทั้ง 4 แผน จะมีการประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

8) นำแบบทดสอบและแบบวัดทั้งหมดมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ สรุปและอภิปรายผล

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียด ดังนี้

7.1 เปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สถิติทดสอบ แบบ Dependent t-test

7.1.1 โดยเริ่มจากตรวจให้คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนที่แรกเป็นข้อสอบปรนัย และส่วนที่สองเป็นอัตนัยอธิบายการให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบในส่วนแรก ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนจะพิจารณาจากคำตอบทุกคำตอบ ถ้าตอบถูกทุกคำตอบจะได้คะแนนเต็ม หากตอบถูกไม่ครบจะได้คะแนนบางส่วน แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ตั้งแต่ 0 1 และ 2 โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน (Lawson, 1978, p. 11-24) ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างคำถาม : จากบทความข้างต้น การเกิดโรคระบาดเกิดจากภาวะโลกร้อนใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด (สิริประภาภรณ์ สิงหบุราจารย์, 2564, ออนไลน์)

ตอนที่ 1 ตัวเลือก

ก. ใช่ เพราะ อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้เกิดการละลายของน้ำแข็งที่มีเชื้อโรคอยู่ก่อนแล้ว

ข. ไม่ใช่ เพราะ เกิดจากพลังงานความร้อนจากแก๊สมีเทนทำให้เชื้อโรคแพร่ระบาดเร็วขึ้น

ค. ใช่ เพราะ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเสียต่อการเกษตรจึงบุก
รุกพื้นที่ป่าทำให้เสี่ยงต่อการระบาดของเชื้อโรค

ตอนที่ 2 จงให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบ (การลงข้อสรุปแบบอุปนัย)

แนวคำตอบ ภาวะโลกร้อนทำให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงจนไม่สามารถทำการเพาะปลูกได้
โดยเฉพาะพื้นที่ในแถบศูนย์สูตรจึงมีการย้ายพื้นที่เพาะปลูกด้วยการบุกรุกพื้นที่ป่าแห่งใหม่ เป็น
เหตุให้มีการสัมผัส เคลื่อนย้าย และการผ่าเหล่าของเชื้อไวรัส

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
-ระบุ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากภาวะโลกร้อนเป็นเหตุให้ทำการเกษตรไม่ได้ และ เหตุดังกล่าวจึงมีการบุกรุกป่าทำให้มีการสัมผัสเชื้อต่างถิ่นเกิดการระบาดของเชื้อได้	2
-ระบุ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากภาวะโลกร้อน เป็นเหตุให้ทำการเกษตรไม่ได้ หรือ เหตุดังกล่าวจึงมีการบุกรุกป่าทำให้มีการสัมผัสเชื้อต่างถิ่นเกิดการระบาดของเชื้อได้	1
-ไม่มีการระบุทั้ง ระบุ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากภาวะโลกร้อน เป็นเหตุให้ทำการเกษตรไม่ได้ และ เหตุดังกล่าวจึงมีการบุกรุกป่าทำให้มี การสัมผัสเชื้อต่างถิ่นเกิดการระบาดของเชื้อได้	0

7.1.2 วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยภาพรวมทั้งกลุ่ม โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่
ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

7.1.3 เปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลัง
เรียน โดยใช้สถิติทดสอบแบบ Dependent t-test

8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

8.1 สถิติขั้นพื้นฐาน

1) ค่าร้อยละ คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550, น. 33)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าร้อยละ
	f	แทน	ค่าความถี่ที่ต้องการแปลให้เป็นร้อยละ
	n	แทน	ค่าจำนวนความถี่

2) ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550, น. 33)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

3) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจาก สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550, น. 60)

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด ยกกำลังสอง
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคน ยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

8.2 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1) สถิติที่ใช้เปรียบเทียบคะแนนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา คณะครุศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คำนวณโดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มเดียวที่ไม่อิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550, น. 134)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad \text{และ} \quad df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าคงที่ค่าหนึ่ง
	S	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

8.3 สถิติสำหรับประเมินเครื่องมือวิจัย

1) ค่าดัชนีความสอดคล้อง คำนวณจากสูตร (บุญศรี พรหมมาพันธุ์, 2557, น. 45)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

2.1) ค่าความยากง่าย คำนวณจากสูตร (สมบุญ ชาติพงศ์ และเตือนใจ เกตุษา, 2556, น. 57)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคน

2. 2) ค่าอำนาจจำแนก คำนวณจากสูตร (สมบุญ ชิตพงศ์ และเตือนใจ เกตุษา, 2556, น. 58)

$$D = \frac{\Sigma H + \Sigma L}{NM}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	ΣH	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	ΣL	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม
	M	แทน	คะแนนเต็ม

2.3) ค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คำนวณจากสูตรการค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach) (สมบุญ ชิตพงศ์ และเตือนใจ เกตุษา, 2556, น. 68)

$$\alpha = \frac{N}{N-1} \left(1 - \frac{\Sigma s_i^2}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	N	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	s_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. ผู้วิจัยพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนาซึ่งมี 4 ระยะเวลา ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ระยะที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และระยะที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. ศึกษาสภาพปัญหาของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีความจำเป็นต้องใช้เมื่อต้องแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งต้องนำไปพัฒนาให้นักเรียนของตนเอง (Krell, et.al., 2020, p. 32) แต่จากประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรายวิชาที่กำหนดให้ผู้เรียนต้องร่วมกันทำงานเป็นทีมในการคิดวิเคราะห์ หาวิธีการแก้ปัญหา และอภิปรายและลงข้อสรุปการแก้ปัญหาและนำเสนอเหตุผลประกอบผลการศึกษา ซึ่งพบว่าผู้เรียนขาดความสามารถในการนำเสนอเหตุผลในการคิดและตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้นได้อย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งขาดการเชื่อมโยงข้อมูลหลักฐานจากการศึกษาเข้ากับหลักการแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kind, & Osborne (2017, p. 4) และ Koenig, & Schen (2012, p. 1) ได้ศึกษาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู พบว่า การให้เหตุผลของนักศึกษาขาดการนำความรู้ในเนื้อหามาอธิบายและขาดการนำข้อมูลหลักฐานมาเชื่อมโยงกับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และจากผลการศึกษาการให้

เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาคณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย พบว่า ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยในทุกองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ โดยองค์ประกอบการให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบอุปนัย มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 3.53 จากคะแนนเต็ม 4 รองลงมาคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบนิรนัย เท่ากับ 1.50 จากคะแนนเต็ม 4 และลำดับที่สามคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการระบุหลักฐานแบบอุปนัย เท่ากับ 1.47 จากคะแนนเต็ม 4 และด้านที่น้อยที่สุด คือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการระบุหลักฐานแบบนิรนัย เท่ากับ 1.30 จากคะแนนเต็ม 4 เมื่อวิเคราะห์เชิงเนื้อหา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ลงข้อสรุปโดยใช้เหตุผลสนับสนุนยังไม่ถูกต้อง สอดคล้อง จากผลการศึกษาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาคณะครุศาสตร์มากขึ้น

2) ผลการศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2) ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3) ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

2.1) ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัยที่ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปลักษณะสำคัญจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

1. ผู้สอนอธิบายให้ผู้เรียนทราบถึงองค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็นของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อสรุป หลักฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน) (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 233; McNeil, & Krajcik, 2008, p. 70)
2. ให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ โดยการลดความสามารถ (Benford, & Lawson, 2001, p. 14; Jensen, & Lawson, 2011, p. 64; Sampson, Grooms, & Walker, 2011, p. 21; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 5)

3. ผู้สอนกระตุ้นความสนใจโดยการเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน แปลกใหม่และท้าทาย ซึ่งสถานการณ์อาจเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียน หรือ ให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่สนใจ (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 233; เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548, น. 23; ทิศนา แชนนี, 2560, น. 337; ธีรพร ศรีวิชัย, 2560, น. 7; ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทราชันดี, 2562, น. 133; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70; พรพิมล คงเจริญสุข, 2561, น. 6; พรสุดา ทันทนา, 2562, น. 6; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 5)

4. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อระบุดำถาม หรือตั้งคำถามที่เกิดจากความสงสัยและสนใจ หรือ วิเคราะห์ ทำนายเหตุการณ์ คาดคะเนคำตอบ หรือ ระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าเป็นปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ที่กำหนด (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 233; Lawson, 2009, p. 356; Weld. Stier, & Birren, 2011, p. 106; ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทราชันดี, 2562, น. 133; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70; พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556, น. 14; รัตนา เกตุสม, 2559, น. 2221; อภินิษฐ์ ศรีภูธร, 2562, น. 433)

5. ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย คาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยอาศัยหลักการ กฎ ทฤษฎี ที่มีอยู่มาสร้างการพยากรณ์ และวางแผนการสำรวจเชื่อมโยงข้อมูลจากการสังเกตและค้นคว้า เพื่อนำไปสู่การทดสอบสมมติฐาน โดยอาจเป็นผู้เรียนเป็นผู้เสนอหรือเกิดจากการระดมสมอง (McNeil, & Krajcik, 2008, p. 70; Weld. Stier, & Birren, 2011, p. 107; อภินิษฐ์ ศรีภูธร, 2562, น. 433)

6. ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันระดมสมอง เสนอความคิด วางแผนหาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทุกขั้นตอน และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ได้แก่ สังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวบรวมข้อเท็จจริง สร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ ออกแบบการทดลอง หรือสร้างแบบจำลอง พิสูจน์สมมติฐานโดยการทดลองหรือทดสอบแบบจำลอง รวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปผลแล้วนำไปสร้างเป็นโมเดลในเรื่องที่เรียน (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 234; Koenig, Schen, & Bao, 2012, p. 1; Walker, 2011, p. x; เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548, น. 24; ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2559, น. 108; ณรงค์ชัย พงษ์ระณะ, 2559, น. 21; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 71; พรพิมล คงเจริญสุข, 2561, น. 6; พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556, น. 115; วราพร รัชมีจาตุรงค์, 2561, น. 11; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 7)

7. ผู้เรียนร่วมกันหาแนวทางสืบเสาะหาความรู้ ข้อมูล หลักฐานต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายด้วยตนเอง และเน้นเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุป โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกแหล่งเรียนรู้สำหรับค้นคว้า (Benford, & Lawson, 2001, p. 17; Jensen, & Lawson, 2011, p. 64; Scheiterab & Oschatza. 2017: 49; Sampson, Grooms, & Walker, 2011, p. 217; กุลชญา พิบูลย์, 2561, น. 7; ธนยพร ศรีวิชัย, 2560, น. 7; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 7; ณรงค์ชัย พงษ์ระนะ, 2559, น. 21; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 71; พิชญา ศิลาอม, 2561, น. 11; รัตนา เกตุสม, 2559, น. 2221; อกนิษฐ์ ศรีภูธร, 2562, น. 433)

8. ผู้สอนตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อเป็นแนวทางก่อนการทดลอง ผูกพิจารณา มุมมองต่าง ๆ ทวนสอบความรู้เดิม รวมทั้งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียน คิดคำถาม รวมทั้งคิดหา คำตอบ และเสนอความคิดเห็นเป็นระยะ โดยกำหนดคำถามที่ตอบได้อย่างน้อยหนึ่งคำถาม (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 234; ธนยพร ศรีวิชัย, 2560, น. 7; ณัฐวรรณ ศิ ริธร และ เอกภูมิ จันทราชันดี, 2562, น. 133; วาสนา ภูมิ, 2555, น. 7)

9. ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ทำงานร่วมกัน เพื่อรวบรวมข้อมูล หลักฐานเชิง ประจักษ์ และนำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สรุปความสัมพันธ์ระหว่าง การพยากรณ์ และการเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานที่ได้ เพื่อวิเคราะห์หลักการที่แฝงอยู่ในกรณีศึกษา หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ใช้สร้างคำอธิบายหรือข้อสรุป และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ โดย นำเสนอข้อสรุปและแสดงหลักฐานต่างๆเพื่อยืนยันหรือปฏิเสธสมมติฐาน (Weld. Stier, & Birren, 2011, p. 107; McNeil, & Krajcik, 2008, p. 72; ทิศนา แคมณี, 2560, น. 340)

10. สร้างคำอธิบาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุนแนวคิดทฤษฎี สร้างคำอธิบาย โดยอาศัยกระบวนการให้เหตุผลเชิงนิรนัยและการให้เหตุผลเชิงอุปนัย ซึ่งอาจสร้าง ด้วยวิธีเชิงสมมุติฐานนิรนัยหรืออุปนัย หรือสร้างแผนผังเชิงโต้แย้ง ซึ่งเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ แนวคิดทฤษฎี ในการคัดค้านหรือสนับสนุนสมมติฐานก่อนและหลังเผชิญสถานการณ์ที่กำหนด ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนทบทวนเกี่ยวกับความครอบคลุมของข้อมูล ความสัมพันธ์ของข้อมูล (กุลชญา พิบูลย์, 2561, น. 7; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 71; ณรงค์ชัย พงษ์ระนะ, 2559, น. 21; ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2559, น. 108; พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556, น. 15; พรสุดา ทัน นา, 2562, น. 7; ภาคพร อีสระ, 2558, น. 10)

11. ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุป องค์ความรู้ระหว่างกลุ่มด้วยรูปแบบที่หลากหลาย โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยผู้สอนกระตุ้นให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมอภิปรายเสนอความคิดเห็นเป็นระยะเพื่อสนับสนุน คัดค้านโต้แย้งในประเด็น

ความเป็นไปได้ ข้อดีข้อจำกัดของข้อมูลหลักฐาน และประเด็นด้าน ทฤษฎี สมมติฐาน การรวบรวม ข้อมูลหลักฐาน โดยผู้สอนให้การสนับสนุนการลงข้อสรุปที่ถูกต้องพร้อมหลักฐานที่แท้จริง (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 234; Koenig, Jensen, & Lawson, 2011, p. 64; Sadaghiani, 2010, p. 57; Schen, & Bao. 2012: 1; Sampson, Grooms, & Walker, 2011, p. 217; Walker, 2011, p. x; กุลชญา พิบูลย์, 2561, น. 7; ธันยพร ศรีวิชัย, 2560, น. 7; ณรงค์ชัย พงษ์ระนะ, 2559, น. 21; ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2559, น. 108; ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทร ชันติม, 2562, น. 133; พรพิมล คงเจริญสุข, 2561, น. 6; วราพร รัชมีจาคูรงค์, 2561, น. 11; ภคพร อิศระ, 2558, น. 10; รัตนา เกตุสม, 2559, น. 2221)

12. ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นรวมทั้งให้มีการ ประเมินผลงานโดยเพื่อน ผ่านกิจกรรมการสะท้อนการเรียนรู้ โดยแจ้งเกณฑ์การประเมินให้ผู้เรียน ทราบ และบันทึกการประเมินของตนเอง ในประเด็นต่างๆ เช่น การประเมินข้อดีข้อจำกัดของ วิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน หรือแบบจำลอง และผู้สอนทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนรู้ (Dorfner, Förtsch, Germ, & Neuhaus, 2018, p. 233-234; Koenig, Jensen, & Lawson, 2011, p. 64; 1; Sampson, Grooms, & Walker, 2011, p. 217; Walker, 2011, p. x; กุลชญา พิบูลย์, 2561, น. 7; ธันยพร ศรีวิชัย, 2560, น. 7; ณรงค์ชัย พงษ์ระนะ, 2559, น. 21; ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทรชันติ, 2562, น. 133; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 71; พรพิมล คงเจริญสุข, 2561, น. 6; วราพร รัชมีจาคูรงค์, 2561, น. 10; รัตนา เกตุสม, 2559, น. 2221)

13. ให้ผู้เรียนปรับปรุงชิ้นงานหรือปรับปรุงการเขียนคำอธิบาย หรือวิธีการ แก้ปัญหารวมทั้งการให้เหตุผลโดยการชี้หลักฐานถูกต้อง แล้วให้ผู้เรียนทุกกลุ่มร่วมกันสรุปองค์ ความรู้ นำข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไปใช้อธิบายเหตุการณ์ใหม่ที่คล้ายกัน เพื่อฝึกการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Sadaghiani, 2010, p. 57; เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548, น. 23 - 129; ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทรชันติ, 2562, น. 133; นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2558, น. 70 - 71; ทิศนา แคมณี, 2560, น. 337 - 340)

2.2) ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษได้มาจากการศึกษาการศึกษา แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเอกสารงานวิจัยการใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

2.2.1) แนวคิดทฤษฎีที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าอยู่ในกลุ่มทฤษฎีสรณนิยม (Constructivist) นักการศึกษาคนสำคัญในกลุ่มนี้คือทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา ของเพียเจต์ และทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ของไวทกอฟสกี ซึ่งทั้งสองทฤษฎีให้ความสำคัญกับความแตกต่างระหว่างบุคคล ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน การให้โอกาสได้รับประสบการณ์และข้อมูลใหม่ จากการเผชิญกับปัญหา แล้วพยายามหาทางแก้ไข พร้อมทั้งให้โอกาสในการเรียนจากบริบทจริง เพียเจต์ และไวทกอฟสกี ซึ่งเชื่อว่าการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ มนุษย์จะเกิดการพัฒนารการเรียนรู้ และพัฒนาสติปัญญา เกิดทักษะในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่พบได้ต่อไป (Barrows, & Tamblyn, 1980, p. 1; Duch et al., 2001, p. 1)

2.2.2) ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้ฝึกลงมือปฏิบัติการแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (Dunbar, & Fugelsang, 2005, p. 705; Norman, 2005, p. 418; Patel et al., 2009, p. 176)
2. เน้นการสืบเสาะหาข้อมูล ความรู้เพื่อการแก้ปัญหา (Dunbar, & Fugelsang, 2005, p. 720; (Norman, 2005, p. 418; Patel et al., 2009, p. 177)
3. ให้ผู้เรียนร่วมกันทำงานเป็นทีมทั้งการสืบเสาะความรู้และการร่วมแสดงความคิดเห็นระดมสมองเพื่อให้เกิดมุมมองที่หลากหลาย (Dunbar, & Fugelsang, 2005, p. 705; Norman, 2005, p. 418; Patel et al., 2009, p. 176)
4. ผู้สอนเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ลักษณะของสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นสถานการณ์ที่เป็นที่มีความซับซ้อน สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน (Dunbar, & Fugelsang, 2005, p. 720; Norman, 2005, p. 419; Patel et al., 2009, p. 176)
5. ให้ผู้เรียนได้ร่วมกันทำความเข้าใจปัญหา กำหนดสิ่งที่ปัญหาและเป้าหมายการทำงาน เพื่อวางแผนการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล หลักฐาน ที่ใช้ในการตอบคำถามหรือเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา แก้ปัญหา และเพื่อให้ได้คำตอบหรือแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายและมีความสมเหตุสมผล (Kind, 2013, p. 530; Simon, & Newell, 1971, p. 145)

6. ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระดมสมอง ตั้งคำถาม ทั้งจากเพื่อน และผู้สอนเพื่อเป็นการกระตุ้นการคิด การประเมินเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมของข้อมูล (Kind, 2013, p. 530–560; Simon, & Newell, 1971, p. 145)

7. ให้ฝึกทักษะการคิดขั้นสูงที่จำเป็น เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูล การประเมินข้อมูลหลักฐานที่ใช้ในการสร้างอธิบายและลงข้อสรุปบนพื้นฐานแนวคิด ทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์ และด้านแหล่งเรียนรู้ และข้อมูล ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกที่หลากหลาย (Chandler, & Sweller, 1991, p. 351; Patel et al., 2009, p. 176)

2.3) ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจความหมายขององค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเข้าใจบทบาทของตนเองในการดำเนินกิจกรรมการโต้แย้ง (Dawson, & Venville, 2010, p. 139)

2. ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการร่วมกับผู้เรียนอภิปราย เพื่อสร้างความสนใจ และความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน โดยการกระตุ้นจากคำถามที่เป็นประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และข้อกล่าวอ้าง (Llewellyn, & Rajesh, 2011, p. 22; NRC, 2000, p. 25)

3. ผู้สอนเสนอประเด็นปัญหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาและระบุคำถามของปัญหา และวางแผนตรวจสอบจากคำถาม (Dawson, & Venville, 2010, p. 139)

4. ให้ผู้เรียนกำหนดมุมมอง หรือประเด็นที่จะโต้แย้งโดยการอภิปรายรายกลุ่มย่อยเพื่อให้เกิดความหลากหลายของมุมมอง (Dawson, & Venville, 2010, p. 140; NSES, 1996 cited in Llewellyn, 2013, p. 22)

5. ให้ผู้เรียนมีการสร้างข้อโต้แย้งจากข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่แสดงการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐาน และข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นการเสนอเหตุผลในการกล่าวอ้างประกอบหลักฐานโต้แย้ง (Dawson, & Venville, 2010, p. 140; NRC, 2000, P. 25; Sampson, & Schleigh, 2012, p. 14)

6. ให้ผู้เรียนนำเสนอการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีการประเมินข้อมูลจากทุกกลุ่มร่วมกับการอธิบายขยายความจากหลักฐาน และการให้เหตุผลควบคู่กัน (NSES, 1996 cited in Llewellyn, 2013, p. 22; Sampson, & Schleigh, 2012, p. 15)

7. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าโต้แย้ง เพื่อปกป้องข้อกล่าวอ้างของตน ด้วยการโต้แย้งกลับด้วยการใช้หลักฐานในการพัฒนาปรับปรุงการอธิบาย (NSES, 1996 cited in Llewellyn, 2013, p. 22-23; Sampson, & Schleigh, 2012, p. 14)

8. ผู้สอนจัดให้มีการประเมินเพื่อเป็นการปรับปรุงการให้เหตุผลของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการสะท้อนการเรียนรู้ (Dawson, & Venville, 2010, p. 140; Sampson, & Schleigh, 2012, p. 15)

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ ส่วนที่ 2 การหาคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ส่วนที่ 1 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีการดำเนินการและได้ผลดังนี้

1) นำผลการสังเคราะห์ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งได้ 7 ลักษณะ และผลการสังเคราะห์ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งได้ 8 ลักษณะมาวิเคราะห์ความสอดคล้องกับลักษณะสำคัญที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับ ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8
1. ผู้สอนอธิบายให้ผู้เรียนทราบถึงองค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็นของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์								/							
2. ให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ โดยการลดความสามารถ		/									/	/	/		
3. ผู้สอนกระตุ้นความสนใจโดยการเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน				/				/							
4. ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อระบุคำถามหรือตั้งคำถามที่เกิดจากความสงสัยและสนใจ			/		/	/				/					

ตาราง 8 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยการโต้แย้งแย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8
5. ให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย และวางแผนการสำรวจ	/	/	/			/				/					
6. ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันระดมสมอง เสนอความคิด วางแผนหาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทุกขั้นตอน	/					/				/					
7. ผู้เรียนร่วมกันหาแนวทางสืบเสาะหาความรู้ ข้อมูล หลักฐานต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้อย่างหลากหลายด้วยตนเอง โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกแหล่งเรียนรู้สำหรับค้นคว้า		/								/					
8. ผู้สอนตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อเป็นแนวทางก่อนการทดลอง กระตุ้นให้ผู้เรียน คิดคำถาม รวมทั้งคิดหาคำตอบ และเสนอความคิดเห็นเป็นระยะ			/			/			/						
9. ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการพยากรณ์ ใช้สร้างคำอธิบายหรือข้อสรุป และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ โดยนำเสนอข้อสรุปและแสดงหลักฐานต่างๆ เพื่อยืนยันหรือปฏิเสธสมมติฐาน	/	/	/				/					/			
10. สร้างคำอธิบาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุนแนวคิดทฤษฎี สร้างคำอธิบาย ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียน			/			/	/				/	/			

ตาราง 8 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยการโต้แย้งแย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์							
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8
10. (ต่อ) ทบทวนเกี่ยวกับความครอบคลุมของข้อมูล ความสัมพันธ์ของข้อมูล															
11. ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุป องค์ความรู้ระหว่างกลุ่มด้วยรูปแบบที่หลากหลาย โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอภิปรายเสนอความคิดเห็นเป็นระยะ			/			/							/		
12. ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นรวมทั้งให้มีการประเมินผลงานโดยเพื่อน ผ่านกิจกรรมการสะท้อนการเรียนรู้ ผู้สอนทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนรู้			/			/								/	
13. ให้ผู้เรียนปรับปรุงชิ้นงานหรือปรับปรุงการเขียนคำอธิบาย หรือวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งการให้เหตุผลโดยใช้หลักฐานถูกต้อง แล้วให้ผู้เรียนทุกกลุ่มร่วมกันสรุปองค์ความรู้			/			/									/

จากตาราง 8 พบว่าลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยการโต้แย้งแย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีความสอดคล้องกับลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทุกลักษณะ

2) สังเคราะห์ลักษณะสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นำผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องมาสังเคราะห์เป็นลักษณะสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ข้อสรุปออกมาเป็น 9 ลักษณะ ดังนี้

1. ผู้สอนอธิบายให้ผู้เรียนทราบถึงองค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็นของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อสรุป หลักฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน) แบ่งกลุ่มละความสามารถประมาณ 5-6 คน เพื่อฝึกทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
2. ผู้สอนเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความแปลกใหม่และท้าทาย ซึ่งสถานการณ์อาจเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของผู้เรียน หรือมาจากคำถามของผู้เรียนที่เป็นประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และข้อกล่าวอ้างที่เป็นประเด็นทางสังคม ที่ผู้เรียนสนใจมุ่งรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคำตอบ โดยผู้สอนมีบทบาทในการผู้อำนวยการอำนวยความสะดวกการเรียนรู้
3. ผู้สอนจัดให้มีการวิเคราะห์ อภิปราย เพื่อเกิดความหลากหลายของการระบุคำถามจากความสงสัย หรือคาดเดาคำตอบหรือระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ที่กำหนดอย่างหลากหลาย โดยผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยอาศัยหลักการ แนวคิด ทฤษฎี ที่มีอยู่มาช่วยสร้างการพยากรณ์ และวางแผนการสำรวจเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลจากการสังเกตและข้อมูลจากการค้นคว้า เพื่อนำไปสู่การทดสอบสมมติฐาน โดยอาจเป็นผู้เรียนเป็นผู้เสนอหรือเกิดจากการระดมสมองโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาและระบุคำถามของปัญหาให้ชัดเจนก่อนวางแผนตรวจสอบจากคำถาม
4. ผู้สอนจัดให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผนและระบุวิธีการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาข้อมูล หลักฐานต่าง ๆ ทั้งจากความรู้เดิมของผู้เรียน และจากแหล่งเรียนรู้อย่างหลากหลาย ด้วยตนเอง และระบุเกณฑ์ในการประเมินข้อมูลหลักฐานที่จำเป็นในออกแบบการทดลอง หรือต้องใช้ในการสร้างคำอธิบายวิธีแก้ปัญหาหรือลงข้อสรุป หรือตอบคำถามที่ตั้งไว้ก่อนหน้านี้
5. ผู้สอนจัดให้มีการร่วมกันระดมสมอง เพื่อการประเมินข้อมูลหลักฐานที่ใช้ออกแบบการทดลอง หรือใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบ เน้นการมีส่วนร่วม และการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อเป็นฝึกพิจารณามุมมองต่าง ๆ บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและความรู้เดิม ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนวางแผนอย่างรอบคอบและเป็นระบบ
6. ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติทดลองตามที่ได้ออกแบบวางแผนไว้ โดยบันทึก รวบรวมข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างเป็นระบบ
7. ผู้สอนให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายเพื่อลงข้อสรุป โดยให้ผู้เรียนได้กำหนด มุมมอง หรือประเด็นที่จะโต้แย้งโดยการอภิปรายรายกลุ่มย่อยเพื่อให้เกิดความหลากหลายของ

มุมมองก่อน และนำข้อมูล หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ผ่านการวิเคราะห์ ดีความ จัดกระทำข้อมูล ไปเชื่อมโยงกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เพื่อใช้ในการสนับสนุนสมมติฐานก่อนและหลังเผชิญสถานการณ์ที่กำหนด หรือโต้แย้งในกรณีที่มีความเห็นต่าง ผู้สอนตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนทบทวนเกี่ยวกับความครอบคลุมของข้อมูลก่อนลงข้อสรุป

8. ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุป องค์ความรู้ระหว่างกลุ่มด้วยรูปแบบที่หลากหลาย โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอภิปรายเสนอความคิดเห็นเป็นระยะเพื่อสนับสนุน คัดค้าน โต้แย้งในประเด็นความเป็นไปได้ ข้อดีข้อจำกัดของข้อมูลหลักฐาน และประเด็นด้าน ทฤษฎี สมมติฐาน การรวบรวมข้อมูลหลักฐาน โดยผู้สอนให้การสนับสนุนการลงข้อสรุปที่ถูกต้องพร้อมหลักฐานที่แท้จริง

9. ผู้สอนจัดให้มีการประเมินโดยเพื่อนผ่านกิจกรรมการสะท้อนการเรียนรู้ โดยแจ้งเกณฑ์การประเมินให้ผู้เรียนทราบ ร่วมกันสรุปองค์ความรู้ และนำไปใช้ปรับปรุงชิ้นงาน หรือปรับปรุงการเขียนคำอธิบาย หรือวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งการให้เหตุผลโดยการนำหลักฐานถูกต้องของตนเอง ผู้สอนทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนรู้จากสภาพจริง ทั้งด้านผลงานและด้านกระบวนการ โดยพิจารณาจากความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานของผู้เรียน

3) สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการนำลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มาสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้เป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY) ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING) ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย (ACTION & CREATE) ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง (EXPLAIN & DEBATE) ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง (EVALUATE & IMPROVE) สรุปได้ดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY)	/	/							
ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING)			/						
ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย (ACTION & CREATE)				/	/	/	/		
ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง (EXPLAIN & DEBATE)								/	
ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง (EVALUATE & IMPROVE)									/

จากตาราง 9 ผู้วิจัยสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ออกมาเป็น 5 ขั้นตอน ที่เรียกว่า EEAAE- Model อ่านว่า อี อี เอ อี อี แต่ละขั้นตอนมีกิจกรรมสำคัญ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมกระตุ้นเร้าความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้สอนใช้สถานการณ์และคำถาม โดยรูปแบบสถานการณ์มีลักษณะเป็นปัญหาที่มีความท้าทาย และมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง หรือข้อกล่าวอ้างที่น่าสนใจ ส่วนการใช้คำถามจะมีลักษณะการใช้คำถามที่เป็นประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจัดให้ผู้เรียนมีการอภิปรายค้นหาประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ หรือเพื่อค้นหาประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ

ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า บันทึก รวบรวมข้อมูล หลักฐานจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จากการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อนำข้อมูลมาเข้าสู่กระบวนการคิดวิเคราะห์เชื่อมโยงความรู้เดิม หลักฐาน ข้อเท็จจริงกับแนวคิดทฤษฎี โดยผู้สอนจัดให้มีการอภิปรายในกลุ่มย่อย เพื่อให้ได้มุมมองที่หลากหลาย นำมาใช้ในการออกแบบ วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในสร้างเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งวิธีการแก้ปัญหาที่ต้องการนำเสนอ

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย (ACTION & CREATE) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ ผ่านการทำงานเป็นทีม โดยบันทึก รวบรวมข้อมูล หลักฐานสำคัญ และเชื่อมโยงข้อมูล หลักฐานเข้ากับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และผู้สอนให้ผู้เรียนได้กำหนดมุมมองของประเด็นที่ชี้ให้เห็นถึงจุดแข็งและข้อจำกัดของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเพื่อนำมาสร้างเป็นคำอธิบาย

ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง (EXPLAIN & DEBATE) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุปที่ได้จากข้อมูล หลักฐานที่เชื่อมโยงกับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนกำหนดให้มีการอธิบายความเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐาน เพื่อสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหาที่นำเสนอ หรือข้อกล่าวอ้าง โต้แย้งข้อกล่าวอ้าง หรือโต้แย้งวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความเห็นต่าง

ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง (EVALUATE & IMPROVE) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้อภิปรายเพื่อประเมินผลการเรียนของเพื่อนต่างกลุ่ม โดยการประเมินข้อโต้แย้งจากการกล่าวอ้าง แนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายความเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐาน เพื่อสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหาที่นำเสนอ หรือข้อกล่าวอ้าง โต้แย้งข้อกล่าวอ้าง หรือโต้แย้งวิธีการแก้ปัญหา นำข้อมูลไปเขียนปรับปรุงการให้เหตุผลของตนเอง ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกับสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ โดยผู้สอนตรวจสอบงานและให้คะแนนเพื่อประเมินผู้เรียน

โดยมีบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 10

ตาราง 10 บทบาทผู้สอนและผู้เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY)	- อธิบายองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ - เสนอประเด็นหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา - ใช้คำถามกระตุ้นการคิด การคาดเดาปัญหาที่เป็นไปได้จากสถานการณ์ - กระตุ้นการมีส่วนร่วมในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นโดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์	- มีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อให้เกิดมุมมองที่หลากหลายในการระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ - สืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาใช้อภิปรายแสดงเหตุผล - เสนอประเด็นที่สนใจที่อยากเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลจากการค้นคว้า
ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING)	- ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันทบทวนความชัดเจน ของประเด็นที่ต้องการศึกษา - ให้ผู้เรียนตรวจสอบความครอบคลุม ความน่าเชื่อถือ สามารถตรวจสอบได้ของข้อมูลที่น่ามาวางแผน - กระตุ้นให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความเห็นเกี่ยวกับข้อมูลที่เพื่อ	- ร่วมกันทำความเข้าใจในปัญหาโดยบูรณาการเนื้อเนื้อหาสาระกับกระบวนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ - ระดมสมอง อภิปรายแสดงความคิดเห็นในการวางแผนการสืบค้นข้อมูล หลักฐาน รวมทั้งแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง - สืบค้นข้อมูล หลักฐาน แนวคิดทฤษฎี และนำเสนอต่อกลุ่ม

ตาราง 10 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
ขั้นที่ 2 (ต่อ)	สนทนทั้งด้านสนับสนุนเมื่อเห็นด้วยและโต้แย้งเมื่อเห็นต่าง 5. อำนวยความสะดวกด้านวัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ 6. แนะนำวิธีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ	4. ร่วมกันประเมินข้อมูลหลักฐาน แนวคิดทฤษฎีที่จำเป็นต้องใช้ในออกแบบวางแผน
ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย (ACTION & CREATE)	1. กระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนที่วางไว้ 2. สังเกต และให้ปรึกษาเมื่อผู้เรียนมีปัญหาขณะลงมือปฏิบัติ 3. กระตุ้นการมีส่วนร่วมขณะลงมือปฏิบัติ ใช้คำถามให้ผู้เรียนตรวจสอบความครอบคลุมในการปฏิบัติการ การบันทึกข้อมูลและหลักฐาน 4. ให้ผู้เรียนร่วมกันกำหนดมุมมองการเสนอประเด็นที่ศึกษาเพื่อนำไปสู่การร่างคำอธิบาย	1. ร่วมปฏิบัติการทดลองแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ตามแผนที่วางไว้ 2. กำหนดมุมมองการสร้างข้อสรุปอภิปรายเพื่อให้เกิดมุมมองที่หลากหลาย 3. วิเคราะห์ หาความสัมพันธ์ของข้อมูล หลักฐาน เชื่อมโยงกับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพื่อร่างคำอธิบาย 4. อภิปรายร่างคำอธิบายเพื่อลงข้อสรุป

ตาราง 10 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
ขั้นที่ 3 (ต่อ)	5. อำนวยความสะดวกด้านวัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้	
ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง (EXPLAIN & DEBATE)	1. กำหนดให้ผู้ฟังมีการเสนอเหตุผลสนับสนุน และเหตุผลในการโต้แย้งข้อมูลหลังจากการนำเสนอเสร็จสิ้น 2. กำหนดให้กลุ่มที่เสนอผลการศึกษา ได้บันทึกข้อมูลการกล่าวสนับสนุน และการโต้แย้งผลการศึกษาจากผู้ฟังต่างกลุ่ม 3. กำหนดให้กลุ่มที่นำเสนอ ได้เสนอข้อมูลโต้แย้งกลับกรณีมีผู้เสนอความเห็นต่างในข้อมูลที่กลุ่มได้เสนอไป 4. ควบคุมกิจกรรมให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด	1. นำเสนอผลการศึกษาโดยใช้ข้อมูล หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ประกอบการอธิบายอย่างสมเหตุสมผล 2. บันทึกข้อสนับสนุนและข้อโต้แย้งข้อกล่าวอ้างที่เกิดขึ้นระหว่างนำเสนอผลการศึกษาจากผู้ฟังในชั้นเรียน 3. ให้เหตุผลโต้แย้งกรณีที่มีผู้เห็นต่าง โดยกล่าวอ้างข้อมูลหลักฐาน ทฤษฎีที่ได้จากการศึกษา
ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง (EVALUATE & IMPROVE)	1. ให้ผู้เรียนได้มีการประเมินผลการศึกษาโดยการอภิปรายสะท้อนผลการศึกษาจากเพื่อนต่างกลุ่ม บันทึกและนำไปเป็นข้อมูลปรับปรุงชิ้นงาน หรือเขียนปรับปรุงผลการศึกษาให้มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่สมเหตุสมผลมากขึ้น 2. ประเมินสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้	1. อภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อสะท้อนผลการศึกษาของเพื่อนต่างกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ประกอบการให้เหตุผลเพื่อระบุจุดบกพร่องที่กลุ่มต้องนำไปปรับปรุง 2. สรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้

ส่วนที่ 2 การหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

หลังจากนั้นนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมิน
ความสอดคล้องของรูปแบบ (IOC) ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย IOC	ผล ประเมิน
1	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ข้อ ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	1	สอดคล้อง
2	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	สอดคล้อง
3	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมแก่การนำไปใช้	1	สอดคล้อง
4	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 องค์ประกอบย่อย		
4.1	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย :องค์ประกอบการลงข้อสรุปแบบนิรนัย	1	สอดคล้อง
4.2	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย :องค์ประกอบการระบุหลักฐานแบบนิรนัย	1	สอดคล้อง
4.3	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย :องค์ประกอบการให้เหตุผลแบบนิรนัย	1	สอดคล้อง
4.4	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย :องค์ประกอบการลงข้อสรุปแบบอุปนัย	1	สอดคล้อง
4.5	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย :องค์ประกอบการระบุหลักฐานแบบอุปนัย	1	สอดคล้อง
4.6	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย :องค์ประกอบการให้เหตุผลแบบอุปนัย	1	สอดคล้อง
5	การจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนมีความสอดคล้องและต่อเนื่อง	1	สอดคล้อง

จากตาราง 11 พบว่าผลประเมินความสอดคล้องมีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกประเด็น แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นตรงกันว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องสามารถนำไปใช้ได้

การพัฒนาเครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จัดทำโดยใช้เนื้อหาวิชาชีววิทยา 1 ประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง หลักการพื้นฐานทางชีววิทยา และเรื่อง คุณสมบัติและลักษณะของสิ่งมีชีวิต จัดเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผน ใช้เวลาในการเรียนทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ รวม 21 ชั่วโมง ผ่านการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00 ทุกประเด็น

แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พัฒนาขึ้นตามแนวคิดของลอว์สัน ประกอบด้วยบทความที่เป็นประเด็นปัญหาทางชีววิทยา ครอบคลุมคลุมการให้เหตุผลแบบอุปนัย และแบบนิรนัย จำนวน 12 ข้อ ผ่านการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00 และมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมทางด้านภาษาหว่าน 4.00 – 4.67 คือเหมาะสมระดับมากถึงมากที่สุด

โดยรายละเอียดของการพัฒนาเครื่องมือแสดงในบทที่ 3

ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

นำแผนการสอนที่ดำเนินการตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ ผลการทดลองใช้สรุปได้ดังนี้

1. จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในชั้นเรียน พบว่า เนื่องจากผู้เรียนไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมที่มุ่งเน้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้มีความสับสนในการอธิบายเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย ซึ่งในชั้นตอนนี้ต้องมีการระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์และต้องให้เหตุผลประกอบ ดังนั้นจึงเพิ่มเวลาจาก 5 นาที เป็น 10 นาที เพื่ออธิบายและยกตัวอย่างลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัยให้เข้าใจตรงกันก่อนเริ่มทำกิจกรรม

2. จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในชั้นเรียน พบว่า การทำกิจกรรมเป็นไปอย่างล่าช้าเนื่องจากผู้เรียนขาดความรู้ในเนื้อหาที่จำเป็นในการทำกิจกรรม ทำให้ขาดความชัดเจนการสืบค้นข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบวางแผนการทำงาน ผู้สอนจึงเพิ่มเวลาในการ

ให้ความรู้ที่จำเป็นในการทำงานขึ้นประมาณ 5 - 10 นาที รวมทั้งแนะนำแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการค้นคว้าข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้หลังการทดลองใช้

ผลจากการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่าสามารถส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีลำดับขั้นตอน จึงยังคงรูปแบบขั้นตอนเดิมไว้ แต่หลังจากการทดลองใช้รูปแบบพบประเด็นที่ต้องปรับปรุงในด้านบทบาทของผู้สอนและจึงได้นำไปปรับปรุงกิจกรรมในขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้และได้เป็นรูปแบบการจัดการเรียนที่นำไปใช้จริงดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมกระตุ้นเร้าความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้สอนใช้สถานการณ์และคำถาม และจัดให้ผู้เรียนมีการอภิปรายค้นหาประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ หรือเพื่อค้นหาประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องมีการระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์และต้องให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย เนื่องจากผู้เรียนไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมที่มุ่งเน้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้มีความสับสนในการอธิบายเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย ดังนั้นจึงเพิ่มเวลาจาก 5 นาที เป็น 10 นาที เพื่ออธิบายและยกตัวอย่างลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัยให้เข้าใจตรงกันก่อนเริ่มทำกิจกรรม

ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า บันทึก รวบรวมข้อมูล หลักฐานจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จากการสืบเสาะหาความรู้ โดยผู้สอนจัดให้มีการอภิปรายในกลุ่มย่อย เพื่อให้ได้มุมมองที่หลากหลายนำมาใช้ในการออกแบบ วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมเกินเวลาที่กำหนด เช่นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การศึกษาทางชีววิทยา และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนสะท้อนว่าภาระงานที่มอบหมายมีมากทำไม่ทันเวลา ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงปรับลดภาระงาน โดยผู้สอนแบ่งกลุ่มตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อกระชับเวลาให้เหมาะสมกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย (ACTION & CREATE) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ ผ่านการทำงานเป็นทีม และให้ผู้เรียนได้กำหนดมุมมองของประเด็นที่ชี้ให้เห็นถึงจุดแข็งและข้อจำกัดของข้อมูลที่ผู้เรียนได้จากการศึกษาเพื่อนำมาสร้างเป็นคำอธิบาย

ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง (EXPLAIN & DEBATE) เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุป โดยผู้สอนกำหนดให้มีการอธิบายความเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐาน เพื่อสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหา ได้แย้งข้อกล่าวอ้าง กรณีที่มีความเห็นต่าง

ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง (EVALUATE & IMPROVE) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้อภิปรายเพื่อประเมินผลการศึกษาค้นคว้าของเพื่อนต่างกลุ่ม โดยการประเมินการกล่าวอ้าง แนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายความเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐาน และนำไปเป็นข้อมูลปรับปรุงการให้เหตุผลของตนเอง และสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้

โดยมีการปรับบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนหลังการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในขั้นที่ 1 และ 2 ดังตาราง 12

ตาราง 12 บทบาทผู้สอนและผู้เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองใช้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม การให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และ ระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY)	- อธิบายองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ - อธิบายและยกตัวอย่างลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย - เสนอประเด็นหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา - ใช้คำถามกระตุ้นการคิด การคาดเดา ปัญหาที่เป็นไปได้จากสถานการณ์ - กระตุ้นการมีส่วนร่วมในการอภิปราย แสดงความคิดเห็นโดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์	- มีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อให้เกิดมุมมองที่หลากหลายในการระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ - สืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาใช้อภิปรายแสดงเหตุผล - เสนอประเด็นที่สนใจที่อยากเรียนรู้ โดยใช้ข้อมูลจากการค้นคว้า

ตาราง 12 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING)	1. ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกัน ทบทวนความชัดเจน ของประเด็นที่ ต้องการศึกษา 2. ให้ความรู้เพื่อเป็นการทบทวน เนื้อหาที่จำเป็นต้องใช้ในการทำ กิจกรรม 3. ให้ผู้เรียนตรวจสอบความ ครบคลุม ความน่าเชื่อถือ สามารถ ตรวจสอบได้ของข้อมูลที่น่า มา วางแผน 4. กำหนดหัวข้องานให้ศึกษากลุ่ม ละ 1 ประเด็น เพื่อกระชับเวลาให้ เหมาะสมกิจกรรม 5. กระตุ้นให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการ แสดงความเห็นเกี่ยวกับข้อมูลที่เพื่อ สอนทั้งด้านสนับสนุนเมื่อเห็น ด้วยและโต้แย้งเมื่อเห็นต่าง 6. อำนวยความสะดวกด้านวัสดุ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ 7. แนะนำวิธีการสืบค้นข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ	1. ร่วมกันทำความเข้าใจในปัญหา โดยบูรณาการเนื้อเนื้อหาสาระกับ กระบวนการศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ 2. ระดมสมอง อภิปรายแสดง ความคิดเห็นในการวางแผนการ สืบค้นข้อมูล หลักฐาน รวมทั้ง แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3. สืบค้นข้อมูล หลักฐาน แนวคิด ทฤษฎี และนำเสนอต่อกลุ่ม 4. ร่วมกันประเมินข้อมูล หลักฐาน แนวคิดทฤษฎีที่ จำเป็นต้องใช้ในออกแบบ วางแผน

นำรูปแบบที่ปรับจนสมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มศึกษาจริงต่อไป

ตอนที่ 2 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ ดำเนินการเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยพิจารณาจากผลการศึกษากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

ผลการศึกษากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จากนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มศึกษาจำนวน 30 คน โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่ง ครอบคลุมการให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัย และประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) ประกอบด้วย 1.1 การลงข้อสรุปแบบนิรนัย 1.2 การระบุหลักฐานแบบนิรนัย 1.3 การระบุเหตุผลเชิงนิรนัย และ
2. การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning) ประกอบด้วย 2.1 การลงข้อสรุปแบบอุปนัย 2.2 การระบุหลักฐานแบบอุปนัย 2.3 การระบุเหตุผลแบบอุปนัย

ได้ผลการศึกษาดังนี้

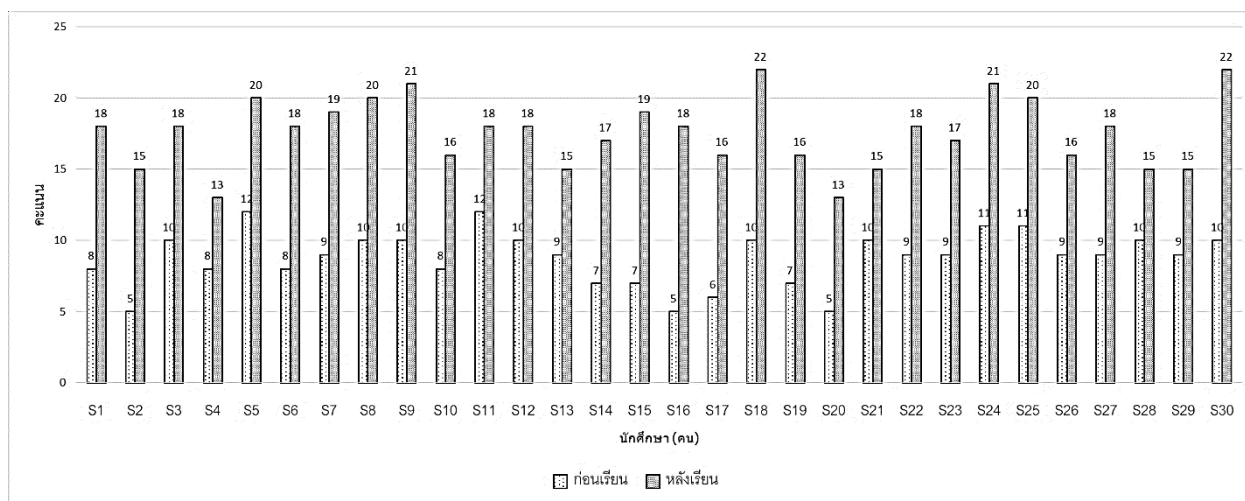
คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวม ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับ สมมติฐานที่ว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งในภาพรวมและรายองค์ประกอบอย่างมีนัยสำคัญ ดังตาราง 13 และ 14

ตาราง 13 เปรียบเทียบภาพรวมคะแนนก่อนและหลังเรียนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว

การทดสอบ	N	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	df	t
ก่อนเรียน	30	24	8.77	1.91	29	22.03
หลังเรียน	30	24	17.57	2.43		

**p<.01

เมื่อพิจารณาคะแนนของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน จำนวน 30 คน รายบุคคล ตามวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย และแบบอุปนัยก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ๔ ของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ที่เรียนในรายวิชาชีววิทยา 1 ผลการวิจัย พบว่า ในภาพรวมนักศึกษามีคะแนนจากการทำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยก่อนเรียนมีคะแนนจากการทำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ กล่าวคือไม่มีนักศึกษาคนใดได้คะแนนเกินกว่าร้อยละ 40 โดยนักศึกษาทั้งหมดมีคะแนนอยู่ในช่วง 5 - 12 คะแนน จากเต็ม 24 คะแนน (คิดเป็นคะแนนร้อยละ 21 - 50) และมีนักศึกษาที่ได้คะแนนอยู่ในสามลำดับแรกเรียงลำดับจากคะแนนมากไปหาน้อย คือ 12 คะแนน จำนวน 2 คน (ร้อยละ 7) 11 คะแนน จำนวน 2 คน (ร้อยละ 7) 10 คะแนน จำนวน 8 คน (ร้อยละ 27) ส่วนคะแนนจากการทำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างสูง โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 13 - 22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน (คิดเป็นคะแนนร้อยละ 54 - 92) และมีนักศึกษาที่ได้คะแนนอยู่ในสามลำดับแรกเรียงลำดับจากคะแนนมากไปหาน้อย คือ 22 คะแนน จำนวน 2 คน (ร้อยละ 7) 21 คะแนน จำนวน 2 คน (ร้อยละ 7) และ 20 คะแนน จำนวน 3 คน (ร้อยละ 10) ดังภาพประกอบ 3



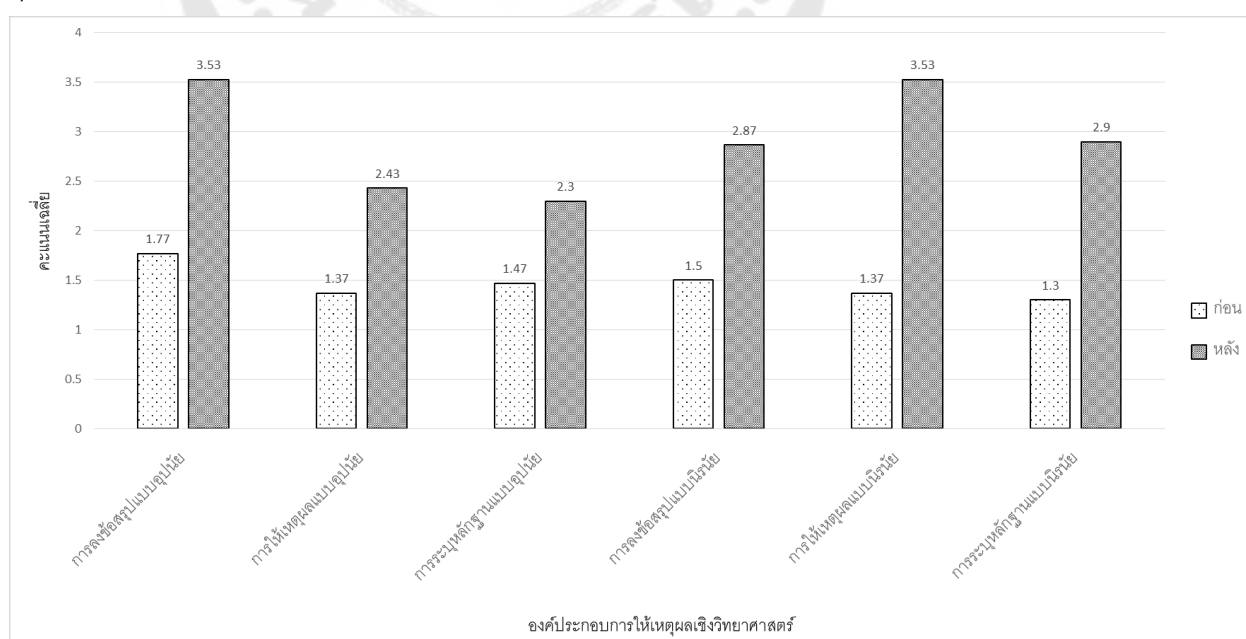
ภาพประกอบ 3 คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์
ก่อนและหลังเรียนจำนวน 30 คน

เมื่อวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผล พบว่า คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบย่อย ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการได้แง่ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ สามารถส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาได้ ดังแสดงในตารางที่ 13 และภาพประกอบ 4

ตาราง 14 คะแนนรายองค์ประกอบย่อยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

องค์ประกอบย่อยของการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	การ ทดสอบ	N	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	df	t
1. การลงข้อสรุปแบบอุปนัย	ก่อนเรียน	30	4	3.53	0.57	29	11.84
	หลังเรียน	30	4	1.77	0.73	29	
2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย	ก่อนเรียน	30	4	1.37	0.89	29	4.75
	หลังเรียน	30	4	2.43	1.10	29	
3. การระบุหลักฐานแบบอุปนัย	ก่อนเรียน	30	4	1.47	0.68	29	3.70
	หลังเรียน	30	4	2.30	1.34	29	
4. การลงข้อสรุปแบบนิรนัย	ก่อนเรียน	30	4	1.50	0.78	29	7.02
	หลังเรียน	30	4	2.87	0.86	29	
5. การให้เหตุผลแบบนิรนัย	ก่อนเรียน	30	4	1.37	0.61	29	11.27
	หลังเรียน	30	4	3.53	0.82	29	
6. การระบุหลักฐานแบบนิรนัย	ก่อนเรียน	30	4	1.30	0.53	29	8.19
	หลังเรียน	30	4	2.90	1.06	29	

**p<.01



ภาพประกอบ 4 คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

โดยมีคะแนนเฉลี่ยตามองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยในทุกองค์ประกอบย่อย มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ โดยองค์ประกอบ การให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบอุปนัย มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X} = 3.53$, S.D. = 0.57 จากคะแนนเต็ม 4) ลำดับที่สองคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการลง ข้อสรุปแบบนิรนัย ($\bar{X} = 1.50$, S.D. = 0.78 จากคะแนนเต็ม 4) และลำดับที่สามคือ องค์ประกอบ ย่อยของการให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการระบุหลักฐานแบบอุปนัย ($\bar{X} = 1.47$, S.D. = 0.68 จาก คะแนนเต็ม 4) และน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการระบุหลักฐาน แบบนิรนัย ($\bar{X} = 1.30$, S.D. = 0.53 จากคะแนนเต็ม 4) ส่วนคะแนนเฉลี่ยตามองค์ประกอบย่อย ของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่า ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยในทุกองค์ประกอบ ย่อย มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน โดยในองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X} = 3.53$, S.D. = 0.82 จากคะแนนเต็ม 4) ลำดับที่สองคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการระบุหลักฐานแบบนิรนัย ($\bar{X} = 2.90$, S.D. = 1.06 จากคะแนนเต็ม 4) และลำดับที่สามคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผล แบบนิรนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบนิรนัย ($\bar{X} = 2.87$, S.D. = 0.86 จากคะแนนเต็ม 4) และน้อยที่สุด คือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบอุปนัย ($\bar{X} = 1.77$, S.D. = 0.73 จากคะแนนเต็ม 4) ตัวอย่างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนมีดังนี้

ตัวอย่างคำอธิบายการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จากแบบวัดการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ตัวอย่างคำอธิบายการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ในการจัดกลุ่มคำตอบของนักศึกษาของแต่ละองค์ประกอบของการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบย่อยเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้อง ทั้งหมด ระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน และระบุเหตุผลได้ไม่สอดคล้อง ได้ตัวอย่าง คำอธิบาย ทั้ง 6 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

1) ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย: การลงข้อสรุปแบบนิรนัย

การศึกษาองค์ประกอบย่อย การลงข้อสรุปแบบนิรนัย โดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเกี่ยวกับความเครียดทำให้ผมหงอกเร็วขึ้นจริงหรือไม่ (พรณพร กะตะจิตต์, 2564, ออนไลน์)

S2 ก่อนเรียน: ความเครียดมีแนวโน้มที่จะทำให้ผมร่วงและเพิ่มการหลุดร่วงมากกว่าทำให้กลายเป็นสีเทา (อธิบายระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน)

S2 หลังเรียน: ที่ปรึกษาด้านผิวหนัง Miri Seiberg จาก Global Dermatology Institute กล่าวว่า ความเครียดมีแนวโน้มที่จะทำให้ผมร่วงและเพิ่มการหลุดร่วงมากกว่าทำให้กลายเป็นสีเทา (อธิบายระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด)

2) ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย: การระบุหลักฐานแบบนิรนัย

การศึกษาองค์ประกอบย่อย การระบุหลักฐานแบบนิรนัย โดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเกี่ยวกับการคาดเดาการเกิดโรคระบาดเกิดจากภาวะโลกร้อนใช่หรือไม่เพราะเหตุใด (ศิริประภาภรณ์ สิงหนราจารย์, 2564, ออนไลน์)

S30 ก่อนเรียน: ทำให้แบคทีเรียไวรัสชนิดจำเพาะของ ทำให้แบคทีเรียไวรัสชนิดจำเพาะของสัตว์ป่าต่างถิ่นได้มาเจอกันสร้างความเป็นไปได้ของการฆ่าเหล่าให้พวกมันได้ปลดปล่อยหัสต์ตัวมันมาสู่คน (อธิบายระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน)

S30 หลังเรียน : เชื่อจากหลายแหล่งมีโอกาสมาผสมกันอาจเกิดการกลายพันธุ์คือแบคทีเรียไวรัสชนิดจำเพาะของสัตว์ป่าต่างที่ต่างถิ่นได้มาเจอกันสร้างความเป็นไปได้ของการฆ่าเหล่าให้พวกมันได้ทดลองผสมเชื้อกลายพันธุ์มาเป็นเชื้ออีกอย่างหนึ่งที่รุนแรงกว่าเดิมมาสู่คนได้ (อธิบายระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด)

3) ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย: การให้เหตุผลแบบนิรนัย

การศึกษาองค์ประกอบย่อย การให้เหตุผลแบบนิรนัย โดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเรื่อง เหตุใดความสูงของคนเราจึงลดลงตามอายุ? (พรณพร กะตะจิตต์, 2563, ออนไลน์)

S13 ก่อนเรียน: เพราะกระดูกจะมีการพัฒนาตั้งแต่ช่วงวัยรุ่นแล้ววัยชราจะไม่มีการพัฒนากระดูก (อธิบายระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน)

S13 หลังเรียน: การออกกำลังกายแบบลงน้ำหนัก จะช่วยพัฒนาระดุกให้แข็งแรงตั้งแต่วัยรุ่นและส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อแต่จะไม่พัฒนาในช่วงวัยชราแต่จะช่วยให้กระดูกแข็งแรง (อธิบายระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด)

4) ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย: การลงข้อสรุปแบบอุปนัย

การศึกษาองค์ประกอบย่อย การลงข้อสรุปแบบอุปนัยโดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเกี่ยวกับการพิสูจน์ข้อสันนิษฐานของทฤษฎี Panspermia ซึ่งเชื่อเรื่องความเป็นไปได้ของการรอดชีวิตของหมีน้ำหรือ “ทาร์ดิเกรด” ในยานอวกาศ ว่าเหตุใดทฤษฎีดังกล่าวจึงไม่น่าเชื่อถือ (BBC News Thai I&, 2017, online)

S11 ก่อนเรียน: ทฤษฎี Panspermia อาจมีข้อจำกัดและเป็นไปได้ยากกว่า อย่างเช่นประเด็นของหมีน้ำเป็นสัตว์หลายเซลล์จะไม่สามารถทนต่อแรงปะทะขณะอุกกาบาตพุ่งชนโลกซึ่งชนด้วยความเร็ว 11 กิโลเมตรต่อวินาที (อธิบายระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน)

S11 หลังเรียน: หมีน้ำเป็นสัตว์หลายเซลล์จะไม่สามารถทนต่อแรงปะทะขณะอุกกาบาตพุ่งชนโลกซึ่งปกติจะชนด้วยความเร็ว 11 กิโลเมตรต่อวินาที และไม่อาจทนต่อแรงกระแทกขณะอุกกาบาตพุ่งชนดาวอังคารซึ่งปกติจะชนด้วยความเร็ว 8 กิโลเมตรต่อวินาทีได้ (อธิบายระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด)

5) ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย: การระบุหลักฐานแบบอุปนัย

การศึกษาองค์ประกอบย่อย การระบุหลักฐานแบบอุปนัยโดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเกี่ยวกับการทดลองใช้ผงชูรสในการห้ามเลือด (ณัฐดนัย เนียมทอง, 2561, ออนไลน์)

S1 ก่อนเรียน: เนื่องจากมีการทดลองในหนูแรท 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับไซเดียมคลอไรด์พบว่ามีการเกาะกันของเส้นไฟบรินที่หนาแน่นซึ่งพบในกลุ่มที่ 2 เช่นกัน แต่หนูแรทกลุ่มที่ไม่ได้รับสารห้ามเลือดมีลักษณะเลือดแข็งตัวช้ากว่าทั้ง 2 กลุ่ม (อธิบายระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน)

S1 หลังเรียน : พบว่ามีงานวิจัยทดลองเกี่ยวกับกลไกการแข็งตัวของเลือดเพื่อศึกษากลไกการรักษาสมดุลของของเหลวในร่างกายของสัตว์เลือดอุ่นโดยใช้หนูแรทซึ่งเป็นสัตว์เลือดอุ่นมาทดลองเพื่อศึกษาเรื่องนี้โดยเฉพาะ โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มดังนี้ คือกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองได้ไซเดียมคลอไรด์ กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลองได้รับผงชูรส กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสารใดๆ และจากการทดลอง พบว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสารใดๆ มีการแข็งตัว

ของเลือดที่ช้ากว่ากลุ่มที่ได้รับสารที่เป็นคลอไรด์และผงชูรสเพราะว่าในกระบวนการแข็งตัวของเลือดเกิดขึ้นตามธรรมชาติไม่มีสารใดๆไปเร่งการทำงานเกี่ยวกับกระบวนการแข็งตัวของเลือด (อธิบายระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด)

6) ผลการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย: การให้เหตุผลแบบอุปนัย

การศึกษาของศัประกอบย่อยการให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยใช้ประเด็นทางชีววิทยาเกี่ยวกับการเกิดโรคระบาดมีความเกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อน และให้ค้นหาเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงมีการบุกรุกป่าจนทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของเชื้อโรค (ศิริประภาภรณ์ สิงหบุรจารย์, 2564, ออนไลน์)

S15 ก่อนเรียน: เพราะว่าเกิดจากมนุษย์มีจำนวนมากขึ้นจึงทำให้ความต้องการการบริโภคเนื้อสัตว์เพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้จึงทำให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกเมื่ออุณหภูมิโลกที่เพิ่มมากขึ้นทำให้บริเวณนั้นร้อนที่สุดไม่เหมาะกับการเพาะปลูกพืชบางชนิด (อธิบายระบุเหตุผลถูกต้องและสอดคล้องบางส่วน)

S15 หลังเรียน: อุณหภูมิโลกที่เพิ่มขึ้นทำให้บริเวณนั้นร้อนจึงไม่เหมาะกับการปลูกพืชบางชนิด เพิ่มโอกาสที่จะสัมผัสสัตว์ป่าที่เป็นแหล่งสะสมของแบคทีเรียเชื้อโรค ไวรัสต่างๆจึงทำให้เกิดโรคระบาดขึ้นได้ (อธิบายระบุเหตุผลได้ถูกต้องและสอดคล้องทั้งหมด)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ ผู้วิจัยสรุป อภิปรายผล และเสนอแนะตามลำดับต่อไปนี้

1. คำถามวิจัย

- 1.รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ ควรมีลักษณะอย่างไร
- 2.รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ได้ หรือไม่ อย่างไร

2. ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์

3. สมมติฐานในการวิจัย

นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งในภาพรวมและรายองค์ประกอบอย่างมีนัยสำคัญ

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) ประกอบด้วย 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. ศึกษาสภาพปัญหาของความสามารถในการให้เหตุผลของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับที่ใช้ในการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้แก่

รูปแบบและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ การจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย การพัฒนารูปแบบการ จัดการเรียนรู้ และการหาคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้

โดยศึกษาข้อมูลฐานเพื่อใช้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้จากลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สร้างรูปแบบและหาคุณภาพของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องของกิจกรรมกรรมแต่ละขั้นของรูปแบบ

ส่วนที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบ วัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

โดยศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพัฒนา เครื่องมือวิจัยและหาคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้ ซึ่งประกอบด้วย แผนการ จัดการเรียนรู้และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1. แผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง หลักการพื้นฐานทาง ชีววิทยาและเรื่องคุณสมบัติและลักษณะของสิ่งมีชีวิต มี ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลจาก วิเคราะห์ ผลลัพธ์การเรียนรู้และคำอธิบายรายวิชาตามรายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3) รายวิชา ชีววิทยา 1 รหัสวิชา 4031101 จำนวน 3 หน่วยกิต พบว่า เป็นวิชาที่การบรรยายเนื้อหาและเน้นการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง เวลาเรียน 3 คาบต่อสัปดาห์ โดยได้วิเคราะห์ข้อมูลคำอธิบายรายวิชาและ จุดประสงค์รายวิชา เพื่อกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ พบว่าประกอบด้วย 8 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่ง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คือ เรื่อง หลักการพื้นฐานทางชีววิทยา ประกอบด้วย 5 หัวข้อย่อย คือ 1) ความหมายและความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง 2) การศึกษาทางชีววิทยา 3) วิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ 4) ศึกษาวิเคราะห์ตัวอย่างการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ 5) การแก้ปัญหาทางชีววิทยาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คุณสมบัติและลักษณะของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วย หัวข้อ คุณสมบัติและลักษณะของสิ่งมีชีวิต นำหัวข้อมาจัดลำดับและจำแนกเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ได้จำนวน 4 แผน ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายและความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และคุณสมบัติและลักษณะของสิ่งมีชีวิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การศึกษาทางชีววิทยา และวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ศึกษาวิเคราะห์ตัวอย่างการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแก้ปัญหาทางชีววิทยาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

และมีการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

2. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบวัดมีจำนวน 12 ข้อ ครอบคลุมการวัดการให้เหตุผลแบบอุปนัยและแบบนิรนัย ประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางชีววิทยา จำนวน 1 ท่าน พบว่ามีค่าความสอดคล้องระหว่าง 0.67 – 1.00 ทุกประเด็น มีค่าความเหมาะสมระหว่าง 4.00 – 4.67 มีความเหมาะสมระดับมากถึงมากที่สุด หลังจากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 2 กลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา จำนวน 30 คน หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค พบว่าแบบวัดมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.63

ระยะที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้กับนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 2 กลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา จำนวน 30 คน จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้จะนำไปปรับปรุงกิจกรรมให้เหมาะสมก่อนนำไปใช้จริง

ระยะที่ 4 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้จริง

นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้จัดการเรียนรู้กับนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มศึกษาจำนวน 30 โดยการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา ชีววิทยา 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ดำเนินการโดยมีการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 แผน ใช้เวลาเรียน 7 สัปดาห์ รวม 21 ชั่วโมง และเก็บข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นโดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกับใช้วัดก่อนเรียน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง โดยทำแบบวัดนอกเวลาเรียน

5. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

5.1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์

ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมกระตุ้นเร้าความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้สอนใช้สถานการณ์ และคำถาม และจัดให้ผู้เรียนมีการอภิปรายค้นหาประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ หรือเพื่อค้นหาประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องมีการระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์และต้องให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย เนื่องจากผู้เรียนไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมที่มุ่งเน้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้มีความสับสนในการอธิบายเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย ดังนั้นจึงเพิ่มเวลาจาก 5 นาที เป็น 10 นาที เพื่ออธิบายและยกตัวอย่างลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัยให้เข้าใจตรงกันก่อนเริ่มทำกิจกรรม

ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า บันทึก รวบรวมข้อมูล หลักฐานจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จากการสืบ

เสาะหาความรู้ โดยผู้สอนจัดให้มีการอภิปรายในกลุ่มย่อย เพื่อให้ได้มุมมองที่หลากหลาย นำมาใช้ในการออกแบบ วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมเกินเวลาที่กำหนด เช่นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การศึกษาทางชีววิทยา และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนสะท้อนว่าภาระงานที่มอบหมายมีมากทำไม่ทันเวลา ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงปรับลดภาระงาน โดยผู้สอนแบ่งกลุ่มตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อกระชับเวลาให้เหมาะสมกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย (ACTION & CREATE) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ ผ่านการทำงานเป็นทีม และให้ผู้เรียนได้กำหนดมุมมองของประเด็นที่ชี้ให้เห็นถึงจุดแข็งและข้อจำกัดของข้อมูลที่ผู้เรียนได้จากการศึกษาเพื่อนำมาสร้างเป็นคำอธิบาย

ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง (EXPLAIN & DEBATE) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุป โดยผู้สอนกำหนดให้มีการอธิบายความเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐาน เพื่อสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหา ได้แย้งข้อกล่าวอ้าง กรณีที่มีความเห็นต่าง

ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง (EVALUATE & IMPROVE) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้อภิปรายเพื่อประเมินผลการศึกษาของเพื่อนต่างกลุ่ม โดยการประเมินการกล่าวอ้าง แนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายความเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐาน และนำไปเป็นข้อมูลปรับปรุงการให้เหตุผลของตนเอง และสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้

5.2 ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้พิจารณาจากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งในภาพรวมและรายองค์ประกอบย่อย

6. อภิปรายผล

การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ นำเสนอการอภิปรายผล 2 ประเด็น คือ 1) ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) ผลการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง

6.1 ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุศาสตร์ หรือ EEAE – Model อ่านว่า อี อี เอ อี อี ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY: E) ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING: E) ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย (ACTION & CREATE: A) ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง (EXPLAIN & DEBATE: E) และ ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง (EVALUATE & IMPROVE: E)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญคือ ในทุกขั้นตอนมุ่งเน้นกิจกรรมการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เน้นการมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนทั้งการสืบค้นข้อมูลหลักฐาน การนำเสนอข้อมูลโดยแสดงเหตุผลในการสนับสนุนหลักฐานของตนเองและโต้แย้งข้อมูลที่เห็นว่าไม่สอดคล้องกับความคิดหรือผลการศึกษาของตนโดยการให้เหตุผลโต้แย้งกลับโดยใช้ข้อมูลหลักฐานและทฤษฎีที่ได้จากการศึกษา จุดเน้นในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็น มุ่งเน้นการอธิบายองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือข้อสรุป หลักฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Okumus, & Unal (2012, p. 461) พบว่าการที่ผู้เรียนไม่ทราบรายละเอียดของการให้เหตุผลในการโต้แย้งโดยเฉพาะผู้เข้าร่วมกิจกรรมเป็นครั้งแรก จะส่งผลต่อการให้เหตุผลในการโต้แย้งในระดับที่ต่ำ จะต้องกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนโดยใช้สถานการณ์ที่ท้าทาย หรือใช้ประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน โดยให้ร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลมาวิเคราะห์ ทำความเข้าใจปัญหา คಾದเดาและระบุปัญหาหรือสิ่งที่ประเด็นที่น่าสงสัยจากสถานการณ์ที่ศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับ Lawson (2009, p. 336) ที่พบว่า การเสนอปัญหาที่น่าสงสัยจะช่วยกระตุ้นการแสวงหาความรู้โดยนำข้อมูลจากการค้นคว้ามาประกอบการให้เหตุผลเพื่อตอบปัญหาที่สงสัย จากการสังเกตการทำกิจกรรมในขั้นที่ 1 พบว่า เนื่องจากผู้เรียนไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมที่มุ่งเน้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้มีความสับสนในการอธิบายเหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัย ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องมีการระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์และต้องให้เหตุผลประกอบ ดังนั้นจึงเพิ่มเวลาจาก 5 นาที เป็น 10 นาที เพื่ออธิบายและยกตัวอย่างลักษณะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยและแบบนิรนัยให้เข้าใจตรงกัน ก่อนเริ่มทำกิจกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Csanadi, Kollar, & Fischer (2021, p. 150) ศึกษาการให้เหตุผลโดยการใช้หลักฐานของนักศึกษาครูระหว่างการแก้ปัญหาการสอน พบว่า อาจยังต้องการข้อมูลที่เป็นความรู้ด้านทฤษฎีและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้สอนควรให้ความรู้ก่อนทำกิจกรรม

ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน มุ่งให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อใช้ในการวางแผนการตรวจสอบ หรือออกแบบวางแผนในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า เช่น Bao (2009) Crawford, Kelly, & Brown (2000) และ Driver et al. (2000) ต่างพบว่า การจัดกิจกรรมที่เป็นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และฝึกการคิดการให้เหตุผลส่งผลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยผู้เรียนต้องอธิบายเหตุผลที่ประกอบด้วยข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือ เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งในประเด็นความเป็นไปได้ของการปฏิบัติ ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนระบุคำถามของปัญหา คาดเดาหรือตั้งสมมติฐานให้ชัดเจนก่อนวางแผนตรวจสอบจากคำถาม สอดคล้องกับการศึกษาของ Fischer et al. (2014, p. 33) ที่พบว่า การระบุคำถามมีส่วนทำให้มีการวางแผนการศึกษาอย่างเป็นระบบ คำถามจะถูกเกลาโดยการให้เหตุผลของสมาชิกกลุ่ม สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Göhner, & Krell (2020, p. 409) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมที่มีความหลากหลาย เช่น การระบุปัญหา การซักถาม การสร้างสมมติฐาน ส่งผลต่อความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการทำกิจกรรมในขั้นที่ 2 พบว่า เนื่องจากผู้เรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมเกินเวลาที่กำหนดไปมาก โดยเฉพาะในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การศึกษาทางชีววิทยา และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนสะท้อนว่าภาระงานที่มอบหมายมีมากเกินไป ดังนั้นผู้สอนจึงได้ปรับลดภาระงานลงโดย ผู้สอนแบ่งกลุ่มตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อกระชับเวลาในการทำกิจกรรมและลดภาระงานของผู้เรียน และผู้สอนระบุหมายเลขย่อหน้าในกรณีศึกษาเพื่อให้อำนวยความสะดวกในการค้นข้อมูลในการกล่าวอ้าง ก่อนการนำเสนอบทพบนองค์ประกอบของการให้เหตุผลและการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้การนำเสนอมีความครบถ้วนครอบคลุมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด สอดคล้องกับการค้นพบของ Tawfik, & Kolodner (2016, p. 11) ที่ศึกษาการสอนแบบให้คำแนะนำช่วยเหลือสำหรับการเรียนรู้โดยใช้

ปัญหาเป็นฐาน พบว่า กิจกรรมที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานอาจยากไปสำหรับผู้เรียนที่ไม่เคยร่วมกิจกรรมมาก่อน อาจทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ ผ่านการทำงานเป็นทีม โดยการรวบรวมข้อมูล หลักฐานสำคัญ ประเมินหลักฐาน และเชื่อมโยงข้อมูล หลักฐานเข้ากับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการสนับสนุนสมมติฐานก่อนและหลังเผชิญสถานการณ์ที่กำหนด หรือโต้แย้งในกรณีที่มีความเห็นต่าง สอดคล้องกับการศึกษาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ของ Kind (2013, p. 530) พบว่า กิจกรรมการตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการประเมินหลักฐาน เหล่านี้ช่วยสนับสนุนการสร้างความรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ความรู้ขั้นตอน และความรู้เกี่ยวกับวิธีการหาความรู้

ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง มุ่งให้ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุป องค์ความรู้ระหว่างกลุ่มด้วยรูปแบบที่หลากหลาย โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอภิปรายเสนอความคิดเห็นเป็นระยะเพื่อสนับสนุน หรือโต้แย้งกรณีที่มีความเห็นต่างในประเด็นความเป็นไปได้ ข้อดีข้อจำกัดของข้อมูลหลักฐานหรือวิธีการแก้ปัญหาที่นำเสนอ สอดคล้องกับการศึกษาของ Csanadi, Kollar & Fischer (2021, p. 147) และ Kolodner (2006, p. 225) ซึ่งพบว่าในขณะที่มีการนำเสนองานหรือขณะที่มีการกล่าวสนับสนุน โต้แย้ง ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายโดยเชื่อมโยงกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล และประเมินด้าน ทฤษฎี สมมติฐาน การรวบรวมข้อมูลหลักฐาน โดยผู้สอนให้การสนับสนุนการลงข้อสรุปที่ถูกต้องพร้อมหลักฐานที่แท้จริงและการศึกษาของ Osborne et al. (2004, p. 996) พบว่าความรู้ในเนื้อหาความรู้ด้านแนวคิด ทฤษฎีส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลได้อย่างมาก

ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง มุ่งให้ผู้เรียนประเมินผลงานเพื่อนผ่านกิจกรรมการสะท้อนการเรียนรู้ โดยแจ้งเกณฑ์การประเมินให้ผู้เรียนทราบ ร่วมกันสรุปองค์ความรู้ และนำไปใช้ปรับปรุงชิ้นงานหรือปรับปรุงการเขียนคำอธิบาย หรือวิธีการแก้ปัญหารวมทั้งการให้เหตุผลโดยการใช้หลักฐานถูกต้องของตนเอง ผู้สอนทำหน้าที่ประเมินผลการเรียนรู้จากสภาพจริง ทั้งผลงานและกระบวนการ โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานความก้าวหน้าของผู้เรียน สอดคล้องกับ Stamm et al. (2019, p. 16) ที่พบว่าการจัดให้ผู้เรียนสะท้อนผลการปฏิบัติเป็นการส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน

6.2 ผลการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปใช้จริง

6.2.1 การศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยในภาพรวม นักศึกษาคณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นปีที่ 2 มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งแบบอุปนัยและแบบนิรนัยหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ส่วนใหญ่สามารถระบุเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปได้ถูกต้องและสอดคล้อง โดยนักศึกษาสามารถอธิบายโดยระบุเหตุผลและมีการสรุปเชื่อมโยงหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้กับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้ค่อนข้างสมบูรณ์ คำอธิบายส่วนใหญ่เป็นการอธิบายโดยการเรียบเรียงตามเอกสารที่ค้นคว้า เมื่อวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผล พบว่า คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบย่อย ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยตามองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่า ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยในทุกองค์ประกอบย่อย มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน โดยในองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ลำดับที่สองคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการระบุหลักฐานแบบนิรนัย และลำดับที่สามคือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบนิรนัย การที่ผลการวิจัยพบว่าองค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบนิรนัย ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด อาจเป็นไปได้ว่า ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเรียนแบบนิรนัยมาเป็นระยะเวลานานเคยชินกับการเรียนในรูปแบบของการเรียนเนื้อหาก่อนแล้วจึงทำการศึกษาทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ ลฎาภา สุทธกุล และลีอชา ลดาชาติ (2556, น. 109) และ ชญากานต์ ส่วนบุญ (2562, น. 38) ซึ่งให้สรุปที่สอดคล้องกันว่า โดยส่วนใหญ่ผู้เรียนในประเทศไทยมักเรียนรู้โดยกล่าวถึงหลักการทฤษฎีก่อน นำมาสู่การตั้งสมมติฐาน จากนั้นพิสูจน์ด้วยการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาสรุปเชื่อมโยงเพื่อยืนยันทฤษฎี จึงสามารถแสดงความสามารถในด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัยได้ดี และเหตุผลอีกประการหนึ่ง อาจเนื่องจากในรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีขั้นที่ให้ผู้ได้ร่างคำอธิบายขึ้นมาก่อนและนำไปอภิปรายแลกเปลี่ยนภายในกลุ่ม ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ทุกคนได้แสดงเหตุผล ทั้งการสนับสนุนและโต้แย้ง ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย สอดคล้องกับการศึกษาของ Lawson (2009, p. 340) ที่พบว่า ให้เหตุผลแบบนิรนัยจำเป็นต้องมีการออกแบบการทดลอง หรือหาข้อมูลหลักฐานที่น่าเชื่อถือมากกล่าวอ้างเพื่อยืนยันคำตอบ และสอดคล้องกับ วรรณญา จำปามูล (2555) ซึ่งพบว่า การสอนในชั้นของการให้ผู้เรียนได้สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และนำข้อเสนอมายืนยัน

สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยได้ เนื่องจากผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลหลักฐานและเชื่อมโยงไปยังสมมติฐานที่วางไว้ และมีการตรวจสอบข้อโต้แย้งโดยการอภิปรายโดยเพื่อน

จากผลการศึกษาในภาพรวม คณะแผนกเล็งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้จริง อาจเป็นไปได้ว่ากิจกรรมแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ออกแบบให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีม มีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในทุกขั้นตอน สอดคล้องกับการศึกษาของ นลินี สอนชา (2561, น. 124) พบว่าการฝึกการทำงานร่วมกันทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐาน ฝึกวิเคราะห์ตีความหมายข้อมูล โดยการร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยน สะท้อนความคิดเห็น และลงข้อสรุป จะช่วยพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Duschl, & Grady (2013, p. 2109) ที่พบว่า การจัดให้มีการฝึกการอภิปรายทางวิชาการเพิ่มขึ้น จะเปิดโอกาสให้มีใช้ทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และ Hartmann, zu Belzen, Krüger, & Pant (2015, p. 51) ที่พบว่า การฝึกการอภิปรายทางวิชาการจะทำให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียนรู้ที่หลากหลายด้านความรู้ในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น สามารถทำความเข้าใจบริบททางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลต่อทักษะการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาข้อมูลความรู้ หลักฐาน แนวคิดทฤษฎีต่างๆ โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมที่ให้มีการตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน มีความถี่ของการปฏิบัติอาจยังน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Krell, Dawborn-Gundlach, & van Driel, (2020, p. 32) ที่พบว่าหากนักศึกษาได้รับโอกาสซ้ำๆ เกี่ยวกับการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้า สังเกต ตั้งคำถามจากสถานการณ์ หรือประเด็นปัญหาที่พบ โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมที่ให้มีการตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน จะพัฒนาทักษะการใช้เหตุผลได้ดีที่สุด และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ EEAE ยังเปิดโอกาสให้แสดงเหตุผลผ่านกิจกรรมการระดมสมอง การอภิปรายเพื่อวิเคราะห์ ตีความหมายข้อมูล นำมาใช้ในการสร้างคำอธิบายเพื่อนำเสนอผลการศึกษา ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงข้อมูลหลักฐานกับแนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ประกอบการอธิบาย โดยมีผู้สอนกระตุ้นการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตลอดจนให้คำปรึกษาเมื่อผู้เรียนมีปัญหา และสนับสนุนสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่จำเป็นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Zorlu & Zorlu (2022, p. 7) ที่ศึกษาการให้เหตุผลของนักศึกษาพบว่า นักศึกษาสามารถอธิบายโดยระบุเหตุผลและมีการสรุปเชื่อมโยงหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้กับแนวคิดทฤษฎีทาง

วิทยาศาสตร์ได้ค่อนข้างสมบูรณ์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนเน้นการมีส่วนร่วมอย่างเหมาะสม โดยผลการศึกษาของ Krüger et al. (2020, p. 261), Lawson (2004, p. 307) และ Stammen et al. (2018) ต่างให้ข้อสรุปที่สอดคล้องกันว่า การออกแบบกิจกรรมอย่างเหมาะสมช่วยเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ต่างๆ ซึ่งอาจส่งผลในทางบวกต่อการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ Csanadi, Kollar, & Fischer (2021, p. 150) ยังพบว่า การที่สมาชิกกลุ่มมีความเห็นที่แตกต่างกันในการหาวิธีแก้ปัญหา ดังนั้นจึงอาจต้องการการสนับสนุนด้านคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้สอนช่วยแนะนำ เพื่อหาข้อสรุปร่วมกันถึงวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ทำให้มีการแสดงเหตุผลและหลักฐานต่อกลุ่ม ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

เมื่อพิจารณาการให้เหตุผลแบบนิรนัยในภาพรวม พบว่า การเขียนคำตอบของนักศึกษาส่วนหนึ่งที่จัดว่าตอบได้ถูกต้องสอดคล้องนั้น เขียนคำอธิบายที่มีการกล่าวที่มาของข้อมูลจากการศึกษาแต่ละส่วนในขนาดการเชื่อมโยงหลักการ แนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุป และเป็นการเรียบเรียงจากเอกสารโดยตรง การเขียนคำอธิบายส่วนใหญ่เป็นการอธิบายเพื่อเพื่อยืนยันข้อสรุป และมีส่วนน้อยที่โต้แย้งข้อสรุป โดยใช้การเรียบเรียงตามเอกสารที่ค้นคว้า สอดคล้องกับผลการศึกษาของ กุลชญา พิบูลย์ และ จินตวิทย์ คล้ายสังข์ (2019, น. 63) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็บเล็ตที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้เหตุผลสนับสนุนข้อสรุปของสมาชิกในกลุ่มไม่พบการโต้แย้ง รวมทั้งข้อมูลที่ใช้อธิบายไม่หลากหลาย ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าผู้เรียน เรียนเนื้อหาที่จำเป็นต้องใช้ในการทำกิจกรรมมาน้อยจึงมีผลต่อการนำข้อมูลมาใช้ในการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Krell. et al. (2022, p. 1) พบว่าปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลทั้งต่อการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และความรู้ในเนื้อหา คือ จำนวนครั้งของการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งการค้นพบนี้สนับสนุนสมมติฐานที่ว่าความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็นข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ การศึกษาของ Osborne et al. (2004, p. 996) ที่ศึกษาการยกระดับคุณภาพของการโต้แย้งในโรงเรียนที่เน้นการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าการขาดความรู้ด้านแนวคิด ทฤษฎีอาจลดความสามารถในการให้เหตุผลได้อย่างมาก เช่นเดียวกับ Bruckermann, Ochsen, & Mahler (2018, p. 1) ที่ให้ข้อสรุปว่าความรู้ในเนื้อหานั้นเป็นข้อกำหนดเบื้องต้นเฉพาะสำหรับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อกนิษฐ์ (2019, น. 444) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาความเข้าใจและการประยุกต์ใช้แนวคิดอุณหพลศาสตร์ของ

นักศึกษาศรีวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์บูรณาการการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์พบว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนขาดการเชื่อมโยงเนื้อหาเป็นการอธิบายจากความเข้าใจ

ส่วนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนเฉลี่ยค่อนข้างน้อย คือ องค์ประกอบย่อยของการให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านการลงข้อสรุปแบบอุปนัย โดยองค์ประกอบดังกล่าวต้องระบุการเชื่อมโยงข้อมูล หลักฐานเข้ากับแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ซึ่งส่วนใหญ่ไม่พบในการเขียนอธิบายคำตอบของนักศึกษา อย่างไรก็ตามแม้ว่าคะแนนเฉลี่ยของการให้เหตุผลแบบอุปนัยจะมีค่าค่อนข้างน้อยแต่เมื่อพิจารณาการเขียนคำอธิบายการให้เหตุผลก่อนและหลังเรียนมีการเปลี่ยนแปลงการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นลินี สอนชา, เมษะมาศ คงเสมา และ จีระวรรณ เกษสิงห์ (2564, น. 151) ที่ได้วัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาชีววิทยา พบว่า นักศึกษาขาดความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยไม่สามารถจำแนกข้อมูลและลงข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหลักฐานได้ เช่นเดียวกับ ชานนท์ คำปิวทา, ธิติยา บงกชเพชร และปราณี นางงาม (2561, น. 68) รวมถึงการศึกษาของ Zorlu, & Zorlu (2022, p. 7) พบว่านักศึกษาไม่สามารถระบุแหล่งที่มาของข้อมูลหลักฐานที่น่าเชื่อถือและใช้มันได้อย่างเต็มที่

7. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

7.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1) ผลจากการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งสามารถพัฒนาการให้เหตุผลของนักศึกษาศรีวิทยาศาสตร์ได้ค่อนข้างดี ดังนั้นควรส่งเสริมการใช้การจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาศรีวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาวิทยาศาสตร์ทั้งเพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลของนักศึกษาเอง ยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดการให้เหตุผลในนักเรียนที่กลุ่มนักศึกษาเหล่านี้จะสอนในอนาคตด้วย

2) จากผลการวิจัย พบว่า การให้เหตุผลมีความสัมพันธ์กับความรู้ในเนื้อหา ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน จะต้องมั่นใจว่าผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาในขั้นที่ 2 การสืบค้นข้อมูล รวมถึง ขั้นที่ 3 การลงมือปฏิบัติการและสร้างคำอธิบาย ก่อนที่จะนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง เพื่อให้การให้เหตุผลของผู้เรียนสมบูรณ์

3) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ให้ความสำคัญกับกิจกรรมการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่มีความน่าเชื่อถือ ดังนั้นก่อนการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้จะต้องฝึกทักษะการสืบค้นข้อมูลให้กับผู้เรียน หรือให้เวลาในการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม

4) จากการศึกษพบว่า การเสนอปัญหาในขั้นแรกค่อนข้างสำคัญ ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และสืบค้นข้อมูล โดยปัญหาที่ใช้จะต้องใช้สถานการณ์ที่ท้าทายและสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน ดังนั้นการเลือกปัญหาสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงความท้าทายและสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนเป็นสำคัญ

7.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) เนื่องจากผลการศึกษพบว่า คะแนนเฉลี่ยภาพรวมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นแต่คะแนนที่ได้อาจจะยังไม่สูงมากนัก อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยที่ระบุว่าระยะเวลาที่มีผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรทำวิจัยในประเด็นเกี่ยวกับจำนวนครั้งที่เหมาะสมของการทำกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2) จากผลการศึกษา พบว่า ในส่วนของการให้เหตุผลแบบอุปนัยมีการพัฒนาน้อยกว่า การให้เหตุผลเชิงนิรนัยค่อนข้างมาก ดังนั้นควรจะทำการศึกษาถึงสภาพปัญหาของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลแบบอุปนัย รวมทั้งควรทำวิจัยเพื่อหารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

3) จากการสังเกตระหว่างการเรียนรู้ พบว่า ในขณะที่ผู้เรียนศึกษาบทความที่เป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและต้องวิเคราะห์และระบุประเด็นสำคัญที่เป็นที่มาของสาเหตุของปัญหา ผู้เรียนประสบปัญหาของการระบุประเด็นต่าง ๆ ที่กล่าวมา เนื่องจากยังขาดทักษะการอ่านเพื่อวิเคราะห์ตีความ ดังนั้น ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการคิดวิเคราะห์ตีความหมายข้อมูลเนื่องจากทักษะดังกล่าวมีความจำเป็นต้องใช้ในการสนับสนุนการให้เหตุผลในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างน่าเชื่อถือ

บรรณานุกรม

- Acar, O., & Patton, B. R. (2012). Argumentation and formal reasoning skills in an argumentation based guided inquiry course. *Procedia–Social and Behavioral Sciences*, 46, 4756–4760.
- Akcay, B. (2009). Problem-Based Learning in Science Education. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 26-30.
- Anderson, T. P. (1997). *Using models of instruction*. In C. R. Dills, & A. J. Romiszowski (Eds), *Instructional development paradigms*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Arends, R. I. (1999). *Classroom instruction and management*. New York: McGraw Hill.
- Ates, S., & Cataloglu, E. (2007). The effects of students' reasoning abilities on conceptual understandings and problem-solving skills in introductory mechanics. *European Journal of Physics*, 28(6), 1161.
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., & Wu, N. (2009). Learning and scientific reasoning. *Science*, 323(5914), 586-587.
- Barrett, T. (2010). The problem-based learning process as finding and being in flow. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(2), 165–174.
- Barrow H. S. (1996). *Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A brief Overview*. In L. Wilkerson and W.H. Gijseleers (Eds.). *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice* (pp.3-12). San Francisco: Jossey-Bass.
- Barrow H.S. & Tamblyn R. (1980). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York: Springer Publishing Company.
- BBC News Thailand. (2021). Water bear "Tardigrade" resistant to taunts survived even in

bullets fired from High-speed gunfire. Retrieved from

<https://www.bbc.com/thai/international-57199493>

Benford, R., & Lawson, A. E. (2001). *Relationships between Effective Inquiry Use and the Development of Scientific Reasoning Skills in College Biology Labs*. Arizona State University.

Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26–55.

[Boudreaux](#) , A. [Peter, S. Shaffer](#), [Paula, R. L. Heron](#), & [Lillian, C. McDermott](#). (2008).

Student understanding of control of variables: Deciding whether or not a variable influences the behavior of a system. *American Journal of Physics*, 76(2), 163-170.

Bruckermann, T., Ochsen, F., & Mahler, D. (2018). Learning opportunities in biology teacher education contribute to understanding of nature of science. *Education Sciences*, 8,103.

Csanadi, A., Kollar, I. & Frank Fischer, F. (2021). Pre-service teachers' evidence-based reasoning during pedagogical problem-solving: better together? *European Journal of Psychology of Education*, 36, 147–168.

Cavagnetto, A.R. (2010). Argument to foster scientific literacy: A review of argument interventions in K-12 science contexts. *Review of Educational Research*, 80(3), 336-371.

Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and instruction*, 8(4), 293-332.

Chin, C., & Chia, L. G. (2006). Problem-based learning: Using ill-structured problems in biology project work. *Science Education*, 90(1), 44-67.

Coletta, V. P., & Phillips, J. A. (2005). Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction Scores, and scientific reasoning ability. *American Journal of Physics*, 73(12), 1172-1182.

Crawford, T., Kelly, G. J., & Brown, C. (2000). Ways of knowing beyond facts and laws of

- science: An ethnographic investigation of student engagement in scientific practices. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(3), 237-258.
- Cronbach, L.J. (1974). *Essentials of Psychological Testing (3rd edition)*. Construct validity in Psychological tests, *Psychological Bulletin*, 52(4), 281-302.
- Crowl, T. K., Kaminsky, S., & Podell, D. M. (1997). *Educational psychology: Windows on teaching*. Madison, WI: Brown and Benchmark.
- Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issue in high school genetics. *Journal of research in science education*, 40, 133-148.
- Dick, W., & Carey, L. (1985). *The system design of instruction*. IL: Foresman.
- Dorfner, T., Förtsch, C., Germ, M., & Neuhaus, B. J. (2018). Biology instruction using a generic framework of scientific reasoning and argumentation. *Teaching and Teacher Education*, 75, 232-243.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the Norm's of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duch, B. J., Groh, S. E., and Allen, D. E. (2001). *The Power of Problem-Based Learning*, Stylus, Sterling, V
- Duke, Daniel, L. (2004). *The Challenges of Educational Change*. Pearson Education, Inc.
- Dunbar, K., & Fugelsang, J. (2005). Scientific thinking and reasoning. *The Cambridge handbook of thinking and reasoning*, 705-725.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science & Education*, 22(9), 2109-2139.
- European Commission. (2015). Science education for responsible citizenship. Brussels: European Commission. Retrieved from http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf.
- Fischer, F., Kollar, I., Ufer, S., Sodian, B., Hussmann, H., Pekrun, R., & Eberle, J. (2014).

Scientific reasoning and argumentation: advancing an interdisciplinary research agenda in education. *Frontline Learning Research*, 2(3), 28-45.

Friedler, Y., Nachmias, R., & Linn, M. C. (1990). Learning scientific reasoning skills in microcomputer-based laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 173-192.

Gall, Joyce P., Gall, M.D., & Borg, W. R. (2005). *Applying Educational Research: a Practical Guide*. Boston: Pearson

Gallagher, S. A. (1997). Problem-Based Learning: Where did it come from? What does it do? And Where is it going? *Journal for the Education of the Gifted*, 20(4), 332-362.

Gedikoglu, T. (2005). Turkish Education System in the European Union process: Problems and Solutions. Mersin University, *Journal of Education Faculty*, 1(1), 66-80.

Giere, R. N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning*. USA: Holt, Rinehart and Winston.

Göhner, M., & Krell, M. (2022). Preservice Science Teachers' Strategies in Scientific Reasoning: the Case of Modeling. *Res Sci Educ*, 52,395 – 414.

Greenes, C.; & Findell, C. (1999). *Developing Students' Algebraic Reasoning Abilities*. In *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Edited by Lee V. Stiff and Frances

R. Curcio. pp. 127-137. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.

Greenhoot, A. F., Semb, G., Colombo, J., & Schreiber, T. (2004). Prior beliefs and methodological concepts in scientific reasoning. *Applied cognitive psychology*, 18(2), 203-221.

Habaci, I, Karat as, E., Adıgüzelli, F., Ürker, A., & Atici, R. (2013). Current problems of teachers. *Turkish Studies*, 8(6), 264.

Hartmann, S., Zu Belzen, A. U., Krüger, D., & Pant, H. A. (2015). *Scientific reasoning in*

- higher Education*. Festschrift für Psychologies. 223(1): 47–53. *Communications and technology 3rd ed.* (pp.485 - 506). New York: Erlbaum.
- Hmelo-Silver, C. E., & Barrows, H. S. (2006). Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. *Interdisciplinary journal of problem-based learning*, 1(1), 4.
- Hogan, K., & Fisherkeller, J. (2005). Dialogue as data: Assessing students' scientific reasoning with interactive protocols. In *Assessing science understanding* (pp. 95-127). Academic press.
- Holyoak, K.J., & Morrison, R.G. (Eds.). (2005). Thinking and reasoning: A reader's guide. In *The Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 1–9). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hung, W., Jonassen, D. H., & Liu, R. (2008). *Problem-based learning*. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 485-506). Routledge.
- Jensen, J. L., & Lawson, A. (2011). Effects of collaborative group composition and Effects of Inquiry Instruction on reasoning gains and achievement in undergraduate biology. *CBE – Life Sciences Education*, 10, 64-73.
- Joyce, B. and Weil, M. , & Calhoun, E. (2004). *Models of teaching*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kant, J. M., Scheiter, K., & Oschatz, K. (2017). How to sequence video modeling examples and inquiry tasks to foster scientific reasoning. *Learning and Instruction*, 52, 46-58.
- Kemp, J. E., Morrison, G. R., & Ross, S. M. (1994). *Designing effective instruction*. New York: Macmillan college.
- Kind, P. M. (2013). Establishing assessment scales using a novel disciplinary rationale for scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5), 530-560.
- Kind, P. E. R., & Osborne, J. (2017). Styles of scientific reasoning: A cultural rationale for science education?. *Science education*, 101(1), 8-31.
- Klaczynski, P. A. (2000). Motivated scientific reasoning biases, epistemological beliefs,

- and theory polarization: A two-process approach to adolescent cognition. *Child Development*, 71(5), 1347-1366.
- Koballa, T.R., Glynn, S.M. & Upson, L. (2005). Conceptions of Teaching Science Held by Novice Teachers in an Alternative Certification Program. *J Sci Teacher Educ* 16, 287–308.
- Koenig, K., Schen, M., & Bao, L. (2012). Explicitly Targeting Pre-service Teacher Scientific Reasoning Abilities and Understanding of Nature of Science through an Introductory Science Course. *Science Educator*, 21(2).
- Kolodner, J. L. (2006). Case-based reasoning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 225–242). Cambridge: Cambridge University Press.
- Koul, L. (1984). *Methodology of Educational Research*. New Delhi: Vani Education Book.
- Krell, M., Dawborn-Gundlach, M., & van Driel, J. (2020). Scientific reasoning competencies in science teaching. *Teaching Science*, 66(2), 32-42.
- Krell, M., Khan, S., Vergara, C., Cofré, H., Mathesius, S., & Krüger, D. (2022). Pre-Service Science Teachers' Scientific Reasoning Competencies: Analysing the Impact of Contributing Factors. *Research in Science Education*, 1-21.
- Krell, M., Redman, C., Mathesius, S., Krüger, D., & van Driel, J. (2020). Assessing pre-service science teachers' scientific reasoning competencies. *Research in Science Education*, 50(6), 2305-2329.
- Krüger, D., Hartmann, S., Nordmeier, V., and Upmeier zu Belzen, A. (2020). *Measuring scientific reasoning competencies*. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, H. A. Pant, M. Toepper, and C. Lautenbach (Eds.), *Student Learning in German Higher Education* (pp. 261–280).
- Kuhn, D. (1989). Children and adults as intuitive scientists. *Psychological Review*, 96, 674–689.
- Kuhn, D. (2004). What is scientific thinking and how does it develop? In U. Goswami (Ed.), *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (pp. 371–393). Malden, MA: Blackwell.

- Kruse, K. (2008). Introduction to instructional design and the ADDIE model. Retrieved from http://www.transformativedesigns.com/id_systems.html
- Lave, J. (1991). *Situating learning in communities of practice*.
- Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24.
- Lawson, A. (2004). The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 307–338.
- Lawson, A. E. (2009). Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery. *International Journal of Science Education*, 94, 336-364
- Lawson, A. E., Banks, D. L., & Logvin, M. (2007). Self-efficacy, reasoning ability, and achievement in college biology. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(5), 706-724.
- Levin, D. M., Grant, T., & Hammer, D. (2012). Attending and responding to student thinking in science. *The American biology Teacher*, 74(3), 158-162.
- Lin, S., & Mintzes, J.J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017.
- Llewellyn, D. (2013). *Teaching high school science through inquiry and argumentation* (2nd ed.). The United States of America: Library of congress cataloging-in publication data.
- Llewellyn, D., & Rajesh, H. (2011). Fostering Argumentation Skills: Doing What Real Scientists Really Do. *Science Scope*, 35(1), 22-28.
- McNeil, K.L., & J.S. Krajcik. (2008). *Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning*. Chapter 11 in *Science as Inquiry in the Secondary Setting*. J.A. Luft, R.L. Bell, and J. Gess-Newsome, eds, NSTA Press.
- Moore, J. C., & Rubbo, L. J. (2012). Scientific reasoning abilities of nonscience majors in physics-based courses. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8(1), 010106.

Morris, B., Croker, S., Masnick, A., & Zimmerman, C. (2012). *The emergence of scientific reasoning*.

In H. Kloos, B. Morris, & J. Amaral (Eds.), Current topics in children's learning and cognition (pp. 61–82).

Moshman, D. (2011). *Adolescent rationality and development: Cognition, morality, and identity* (3th ed.). USA: Taylor and Francis Group, LLC

National Research Council. (2000). *Educating Teachers of Science, Mathematics, and*

Technology. Washington, DC : National Academies Press.

Okumus, S. & Unal, S. (2012). The effects of argumentation model on students' achievement and Argumentation skills in science. *Social and Behavioral Sciences*, 46, 457-461.

Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. *Thinking skills and creativity*, 10, 265-279.

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.

Norman, G. (2005). Research in clinical reasoning: past history and current trends *Medical. Education*, 39(4), 418–427.

Patel, V. L., Yoskowitz, N. A., Arocha, J. F., & Shortliffe, E. H. (2009). Cognitive and learning sciences in biomedical and health instructional design: A review with lessons for biomedical informatics education. *Journal of biomedical informatics*, 42(1), 176-197.

Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. In. Retrieved from https://www.pitt.edu/~strauss/origins_r.pdf

Richard , A. (1997). *Classroom Instruction and Management*. New York: McGraw-Hill.

Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of

Criterion-referenced test item validity. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 2, 49-60.

- Sadaghiani, H. R. (2010, October). Scientific Reasoning for Pre-service Elementary Teachers. In *AIP Conference Proceedings*, 1289(1), 57-60.
- Sampson, V., and S. Schleigh. 2012. *Scientific argumentation in biology: 30 classroom activities*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-driven inquiry as a way to Help students learn how to participate in scientific argumentation and craft Written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257.
- Savery, J.R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. Interdisciplinary. *Journal of Problem-Based Learning*, 1 (1), 9-20.
- Saylor, J. G. (1981). *Curriculum planning for better teaching and learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Schauble, L., Glaser, R., Duschl, R. A., Schulze, S., & John, J. (1995). Students' understanding of the objectives and procedures of experimentation in the science classroom. *The journal of the Learning Sciences*, 4(2), 131-166.
- Seifert, E. H., & Simmons, D. (1997). *Learning centered schools using a problem-based approach*. NASSP Bulletin, 81(587), 90-97.
- Shadmi, Y. (1981). Teaching 'control of variables' to primary school teachers. *Physics Education*, 16, 93-98.
- She, H. C., & Liao, Y. W. (2010). Bridging scientific reasoning and conceptual change through Adaptive web-based learning. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(1), 91-119.
- Simon, H. A., & Newell, A. (1971). Human problem solving: The state of the theory in 1970. *American psychologist*, 26(2), 145.
- Slavin, R.E. (1990). *Cooperative Learning Theory, Research and Practice*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Spencer, A. J. (1999). *Learner Centered Approaches in Medical Education*. Ebscohost: Web Full Display.

- Stammen, A., Malone, K., & Irving, K. (2018). Effects of modeling instruction professional development on biology teachers' scientific reasoning skills. *Education Sciences*, 8(119), 1-19.
- Sternberg, R. J. (2009). *Cognitive Psychology*. Belmont, CA: Wadsworth. (p. 578)
- Stiggins, Richard. (1997). *Student-Centered Classroom Assessment*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Sweller, J., & Chandler, P. (1991). Evidence for cognitive load theory. *Cognition and instruction*, 8(4), 351-362.
- Tawfik, A. A., & Kolodner, J. L. (2016). Systematizing scaffolding for problem-based learning: A view from case-based reasoning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(1), 6.
- Tan, O. S. (2003). *Problem-Based Learning Innovation: Using Problems to Power Learning in The 21st Century*. Singapore: Cengage Learning.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Vander Vleuten, C.P.M., Norman, G.R. and DeGraaff, E. (1991). Pitfalls in the pursuit of objectivity: Issues of reliability. *Medical Education*, 25 (2), 110-118.
- Tytler, R., & Peterson, S. (2003). Tracing young children's scientific reasoning. *Research in Science Education*, 33(4), 433-465.
- Van der Vleuten, C. P. M., Norman, G. R., & De Graaff, E. (1991). Pitfalls in the pursuit of objectivity: issues of reliability. *Medical education*, 25(2), 110-118.
- Vernon, D. T. A. & Blake, R. L. (1993). Does problem-Based learning work?. A metaanalysis of Evaluation research. *Academic Medicine*, 68 (7), 550-563.
- Vikstrom, A. (2008). What is intended, what is realized, and what is learned?. Teaching and learning Biology in the primary school classroom. *Journal of Science Teacher Education*. 19, 211-233.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: the developmental of higher psychological process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Weld, J., Stier, M., & Birren, J.M. (2011). The Development of a Novel Measure of

- Scientific Reasoning Growth Among College Freshmen: The Constructive Inquiry Science Reasoning Skills Test. *Research and teaching*, 40(4), 101-107.
- Walker, J. P. (2011). *Argumentation in undergraduate chemistry laboratories*. The Florida State University.
- Walker, J., & Sampson, V. (2013). "Learning to Argue and Arguing to Learn: Argument Driven Inquiry as a way to Help Undergraduate Chemistry Students Learn How to Construct Arguments and Engage in Argumentation During a Laboratory Course". *Journal of Research In Science Teaching*, 50(5), 561-596.
- Williams, W.M., Papierno, P.B., Makel, M.C., & Ceci, S.J. (2004). Thinking like a scientist about real-world problems: The Cornell Institute for Research on Children Science Education Program. *Applied Developmental Psychology*, 25, 107–126.
- Zeineddin, A., & Abd-El-Khalick, F. (2010). Scientific Reasoning and Epistemological Commitments: Coordination of Theory and Evidence among College Science Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1064-1093.
- Zohar, A., & Nemet. F. (2002). Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research In Science Teaching*, 39(1): 35-62.
- Zorlu, F., & Zorlu, Y. (2022). The investigation of preservice science teachers' analogical reasoning skills from thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, 43, 100981.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- กุลชญา พิบูลย์ และ จินตวีร์ คล้ายสังข์. (2562). ผลการเรียนรู้การสอนด้วยรูปแบบการสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังออนไลน์ร่วมกับแท็กคลาวด์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *Humanities, Social Sciences and arts*, 12(1), 51-67.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2548). *การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน : สารานุกรมศึกษาศาสตร์*. (34 (มกราคม) : 79-80.
- เกรียงไกร อกัยวงศ์. (2548). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการการตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์*

ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คฤหัสถ์บุญเย็น. (2546). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ค.ม.). สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.

จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง. (2549). การศึกษารูปแบบการบริหารจัดการรายวิชาระบบ E-Learning ตามแนวการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานระดับอุดมศึกษา. (ปริญญาโทบริหารธุรกิจ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต กศ.ด.) (เทคโนโลยีการศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

จันทร์ ตียะวงศ์. (2549). รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 6(2), 135-146. ถ้าพี่ทำให้ไม่ทันก็ต้องใช้วิธีนั้นไปก่อนจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในงานวิจัย, กรุงเทพฯ : วิทยาลัย

ครูพระนครชานนท์ คำปิวทา, ธิดิยา บงกชเพชร และปราณี นางงาม. (2561). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสร้างข้อโต้แย้ง เรื่อง ระบบย่อยอาหารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต, 12(1), 56-71.

ชูศรี วงศ์รัตน. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์ โพรเกรสซิฟ

ณัฐดนัย เนียมทอง. (2561). จริงหรือไม่ที่บอกว่าผงชูรสห้ามเลือดได้. สืบค้นจาก

<https://www.scimath.org/article-biology/item/8505-2018-07-18-04-51-29>

ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทร์ขันธ์. (2562). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, 39(1), 130-141.

ณัฐมน สุขย์รัตน์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถ

ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ้อยแถลงการเรียนรู้ของนักเรียน ระดับชั้น
มัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ค.ม.) (การศึกษา
วิทยาศาสตร์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ชัย พงษ์ชนะ. (2559). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบโต้แย้งและประเมินที่มีต่อ
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของ
นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ค.ม.)
(การศึกษาวิทยาศาสตร์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ทิววรรณ จิตตะภาค. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารด้วย 7
การ จัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning /
PBL). (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต กศ.ม.) (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

ทิตนา แหมมณี. (2551). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทิตนา แหมมณี. (2553). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตนา แหมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตนา แหมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทศพล สุวรรณพุ่ม และ ธิตยา บงกชเพชร. (2562). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้
เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย
, 11(2), 395-409.

ทองจันทร์ หงส์ดารมภ์. (2538). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning).
กรุงเทพฯ: ข่าวสารกองบริการการศึกษา.

ธัญพร ศรีวิชัย. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนรู้ และความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง
ปฏิกิริยาเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตร

มหาบัณฑิต. ศศ.ม.) (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
รังสิต. กรุงเทพฯ.

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์
การคิดวิเคราะห์ และการให้ เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต กศ.ม.) (การสอน
วิทยาศาสตร์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

นลินี สอนชา. (2561). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้ง. (วิทยานิพนธ์ปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต กศ.ม.) (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพมหานคร.

นลินี สอนชา, เมษะมาศ คงเสมา และจีระวรรณ เกษสิงห์. (2564). การพัฒนาการให้เหตุผลเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะที่มีการโต้แย้ง. วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต, 15(2),
140-153.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: เอส.พรินต์
ไทยแฟคตอรี.

บุญศรี พรหมมาพันธุ์. (2557). การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน. เอกสารการสอนชุดวิชา การพัฒนาเครื่องมือวัดด้านพุทธิพิสัย. (พิมพ์ครั้งที่ 4).
นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปิยะมาศ บุญประกอบ. (2554). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการ
เรียนรู้ไม่ตาคอกนิชันที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และความสามารถในการคิด
อย่างมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
ค.ม.). (การศึกษาวิทยาศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิชญา ศิลาม่อม. (2561). ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็น
ฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ค.ม.) (หลักสูตรและการสอน), จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2556). ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อ
มโนทัศน์ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิง

- วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต)
(การศึกษาวิทยาศาสตร์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- พวงลักษ์ จันตะวัน, วาสนา ตันมา และสิริพร กุลวงศ์. (2551). การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการ
เรียนโดยใช้ถ้ำเป็นช่วงที่ไม่ใช่โครงปัญหา (PBL) เป็นหลักเรื่องระบบนิเวศบ้านพะเยากลุ่ม
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต กศ.ม.). มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.
- พรณพร กะตะจิตต์. (2563). เหตุใดความสูงของคนเราจึงลดลงตามอายุ. สืบค้นจาก
<https://www.scimath.org/article-biology/item/11482-2020-04-21-07-38-30>
- พรณพร กะตะจิตต์. (2664). วิธีการเลือกดอกไม้ของผึ้งเมื่อ. สืบค้นจาก <https://www.scimath.org/article-Biology/item/11641-2020-06-30-03-31-52>
- พรพิมล คงเจริญสุข. (2561). ผลการเรียนรู้การสอนตามแนววงจรการเรียนรู้ร่วมกับการโต้แย้งทาง
วิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ ผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาชีววิทยาและมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต กศ.ม.) (การสอนวิทยาศาสตร์), มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- พรสุดา ทันนา. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องพันธะโคเวเลนต์ และ
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการสอนแบบอุปมาอุปไมยสำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต) (สาขาวิชาเคมี),
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. (2565). เอกสารประกอบการบรรยายโครงการพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL). สืบค้นจาก
<https://ph.kku.ac.th/thai/images/file/km/pbl-he-58-1.pdf>
- ภาคพร อิศระ. (2557). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการ
เรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิง
วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ส่วนภูมิภาค.
(วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต) (หลักสูตรและการสอน). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
กรุงเทพฯ.
- ภัทราวรรณ ไชยมงคล. (2560). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง
ปริมาณสารสัมพันธ์โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ
โต้แย้ง. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 8(1), 27.

- มัทธรา ธรรมบุศย์. (2545). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning), *วารสารวิชาการ*, 5(2), 11-17.
- ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต ค.ด.). (สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- รชกร ไชยวงศ์, นิเวศน์ วงศ์สุวรรณ และ สมชัย ศรีนอก. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้ทางพุทธศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์. *วารสารปัญญา*, 28(3), 1-14.
- ธนีกร หงษ์พันธ์. (ม.ป.ป.). การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน: ความหมายสู่การเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม. *วารสารมนุษยศาสตร์ปริทรรศน์*, 26(1): 44-53.
- รัตนา เกตุสม. (2559). การศึกษาผลการเรียนรู้และทักษะการให้เหตุผลและการนำความรู้ไปใช้เรื่องประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 9(2), 2216-2230.
- ลฎาภา สุทธกุล และ ลือชา ลดาชาติ. 2556. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 21(3): 107-123.
- วาริรัตน์ แก้วอุไร. (2549). เอกสารคำสอน การพัฒนาหลักสูตรและการสอน. พิษณุโลก: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วาสนา ภูมิ. (2555). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. . (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต กศ.ม.). (การมัธยมศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- วราพร รัชมีจาดุรงค์. (2561) การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต ศศ.ม.). (การสอนวิทยาศาสตร์), มหาวิทยาลัยรังสิต/ปทุมธานี.

วรัญญา จำปามูล. (2555). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้งที่มีต่อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียน
มัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย. (พิมพ์ครั้งที่ 4).

กรุงเทพมหานคร : บุญศิริการพิมพ์.

ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์ และ ยุพา วรรณ ศรีสวัสดิ์. (2554). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น

สำคัญ: วิธีการ สอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์,
3(1).

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ, ปิยพัทธ์ เปียกบุตร. (2564). การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิง
วิทยาศาสตร์โดยใช้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การแบ่งชั้นบรรยากาศของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์, 32(3), 147-161.

สิริประภาภรณ์ สิงหนุราจารย์. (2564). โรคระบาดเกี่ยวอะไรกับภาวะโลกร้อน. สืบค้นจาก

<https://www.scimath.org/article-biology/item/11659-2020-06-30-06-16-15>

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบใช้
ปัญหา. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมวินัยกรรมการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษา.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579.

กรุงเทพมหานคร: พรักหวานกราฟฟิค จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม
วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). รายงานผล
การวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาวิทยาศาสตร์, สมุทรปราการ : แอดวานซ์ พรินติ้ง
เซอร์วิส

สิทธิ ธีรธรรม. (2550). แนวคิดพื้นฐานการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : พรินท์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

สันติ วิจักขณาลัญญ์, สุวารี ฤกษ์จारी, สันติสุดา พลธรรม, ศุภการต์ ประเสริฐรัตน์, เอกสิทธิ์ ทิพย์
แสนพรหม และศุภจิตา ศรีพงษ์วิวัฒน์. (2548). ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิลิซึม.

สืบค้นจาก <http://ednet.kku.ac.th/~sumcha/cles/inforQ1.html>.

สมทรง สุพานิช. (2551). *เอกสารประกอบการสอน เรื่องทฤษฎีการเรียนรู้*. อุบลราชธานี:

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

สมบูรณ์ ชิตพงศ์; และเต๋อนใจ เกตุษา. (2556). *การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดด้าน
พุทธิพิสัย*. ใน เอกสารการสอนชุดวิชา สถิติ วิจัย และประเมินผลการศึกษา.

(พิมพ์ครั้งที่ 4, น. 57-67). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). เทคโนโลยีการศึกษา หลักการ ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ. ขอนแก่น:

คลังนานาวิทยา.

สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

อานูภาพ เลขะกุล. (2565). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL).

สืบค้นจาก <https://tmed.psu.ac.th/files/articles/PBL.pdf>

เอกภูมิ จันทราชันตี. (2559, มกราคม-มิถุนายน). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการ
โต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 11(1), 217-232.

อกนิษฐ์ ศรีภูธร. (2562). การพัฒนาความเข้าใจและการประยุกต์ใช้แนวคิดอุณหภูมิตามของ
นักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงสถานการณ์บูรณาการการให้เหตุผลทาง
วิทยาศาสตร์. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 12 (1), 433-449.

อังคณา อ่อนธานี. (2552). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถใน
การเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้โดยอิงแนวคิดการจัดการความรู้สำหรับนิสิต
ครู*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต กศ.ด.). มหาวิทยาลัยนเรศวร,
พิษณุโลก.

อังสุรีย์ พันธุ์แก้ว. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLICK เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการตกลึกทางปัญญา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการศึกษา
ปฐมวัย*. (วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต กศ.ด.). มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการ
สอน
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิธร ไสภารัตน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไป
วิทยาลัยการฝึกหัดครู
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทิพย์ ทิพย์เลิศ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์
อูบล ทั่วไป
คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรม
การศึกษา
มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์



ภาคผนวก ข

ใบรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์



**หนังสือยืนยันการยกเว้นการรับรอง
คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**

(เอกสารนี้เพื่อแสดงว่าคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยนี้)

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการได้แก่งทางวิทยาศาสตร์
เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นาง สุวิมล นาเพ็ญ

หน่วยงานต้นสังกัด : ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา

รหัสโครงการวิจัย : SWUEC-G-294/2564X

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้น (Research with Exemption from SWUEC)

วันที่ยืนยัน : 28 มิถุนายน 2564

ยืนยันโดย : คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ดำเนินการ
รับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, the
Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in Good Clinical
Practice (ICH-GCP)

ออกให้ ณ วันที่ 16 กรกฎาคม 2564

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิตรกุล)
กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/X/G-294/2564

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

ภาคผนวก ค

- ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
- ค่าความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
- ค่าความสอดคล้องของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ตาราง 15 ผลประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
1	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ข้อ ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมแก่การนำไปใช้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 องค์ประกอบย่อย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.1	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย : องค์ประกอบการลงข้อสรุปแบบนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.2	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย : องค์ประกอบการระบุหลักฐานแบบนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.3	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย : องค์ประกอบการให้เหตุผลแบบนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.4	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย : องค์ประกอบการลงข้อสรุปแบบอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.5	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย : องค์ประกอบการระบุหลักฐานแบบอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.6	ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย : องค์ประกอบการให้เหตุผลแบบอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5	การจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนมีความสอดคล้องและต่อเนื่อง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 ผลประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง					
	1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
1	มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2	มุ่งส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	2. ด้านการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้					
3	มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4	มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5	มีความสอดคล้องกับรูปแบบที่ได้พัฒนาขึ้น	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
6	กิจกรรมส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ใน การแก้ปัญหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7	กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการอภิปราย โต้แย้ง สะท้อนความคิดในการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8	กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน					
8.1	ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.2	ขั้นที่ 2 สืบค้นและวางแผน ปฏิบัติได้สอดคล้อง ครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.3	ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้าง คำอธิบาย ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.4	ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง ปฏิบัติ ได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.5	ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง ปฏิบัติได้สอดคล้อง ครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (ต่อ)					
	3. สื่อและแหล่งเรียนรู้					
9	มีความเหมาะสม สอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
10	ช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	4. การวัดผลและประเมินผล					
11	เกณฑ์การประเมินผลสอดคล้องกับนิยามขององค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 6 องค์ประกอบย่อย คือ					
11.1	การลงข้อสรุปเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.2	การระบุหลักฐานเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.3	การระบุเหตุผลเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.4	การลงข้อสรุปเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.5	การระบุหลักฐานเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.6	การระบุเหตุผลเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
12	เกณฑ์การประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ และระดับขั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การศึกษาทาง ชีววิทยา และวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์					
	1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
1	มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2	มุ่งส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	2. ด้านการออกแบบกิจกรรมการจัดการ เรียนรู้					
3	มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4	มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5	มีความสอดคล้องกับรูปแบบที่ได้พัฒนาขึ้น	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
6	กิจกรรมส่งเสริมการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7	กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการอภิปราย โต้แย้ง สะท้อนความคิดในการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8	กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน					
8.1	ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็น ปัญหา ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.2	ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน ปฏิบัติได้สอดคล้อง ครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.3	ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้าง คำอธิบาย ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.4	ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.5	ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง ปฏิบัติได้สอดคล้อง ครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ))

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (ต่อ)					
	3. สื่อและแหล่งเรียนรู้					
9	มีความเหมาะสม สอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
10	ช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	4. การวัดผลและประเมินผล					
11	เกณฑ์การประเมินผลสอดคล้องกับนิยามขององค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 6 องค์ประกอบย่อย คือ					
11.1	การลงข้อสรุปเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.2	การระบุหลักฐานเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.3	การระบุเหตุผลเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.4	การลงข้อสรุปเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.5	การระบุหลักฐานเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.6	การระบุเหตุผลเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
12	เกณฑ์การประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ และระดับขั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ศึกษาวิเคราะห์ ตัวอย่างการศึกษาทางวิทยาศาสตร์						
	1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
1	มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
2	มุ่งส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	2. ด้านการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้					
3	มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4	มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5	มีความสอดคล้องกับรูปแบบที่ได้พัฒนาขึ้น	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
6	กิจกรรมส่งเสริมการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7	กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการอภิปรายโต้แย้ง สะท้อนความคิดในการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8	กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น					
8.1	ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.2	ขั้นที่ 2 สืบค้นและวางแผน ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.3	ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.4	ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.5	ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (ต่อ)					
	3. สื่อและแหล่งเรียนรู้					
9	มีความเหมาะสม สอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
10	ช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	4. การวัดผลและประเมินผล					
11	เกณฑ์การประเมินผลสอดคล้องกับนิยามขององค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 6 องค์ประกอบย่อย คือ					
11.1	การลงข้อสรุปเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.2	การระบุหลักฐานเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.3	การระบุเหตุผลเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.4	การลงข้อสรุปเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.5	การระบุหลักฐานเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.6	การระบุเหตุผลเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
12	เกณฑ์การประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ และระดับขั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแก้ปัญหาทาง ชีววิทยาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
1	มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
2	มุ่งส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผล เชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	2. ด้านการออกแบบกิจกรรมการจัดการ เรียนรู้					
3	มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4	มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5	มีความสอดคล้องกับรูปแบบที่ได้พัฒนาขึ้น	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
6	กิจกรรมส่งเสริมการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7	กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการอภิปราย โต้แย้ง สะท้อนความคิดในการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8	กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน					
8.1	ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็น ปัญหา ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.2	ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน ปฏิบัติได้สอดคล้อง ครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.3	ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้าง คำอธิบาย ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.4	ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง ปฏิบัติได้สอดคล้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.5	ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง ปฏิบัติได้สอดคล้อง ครบถ้วน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ)					
	3. สื่อและแหล่งเรียนรู้					
9	มีความเหมาะสม สอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
10	ช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	4. การวัดผลและประเมินผล					
11	เกณฑ์การประเมินผลสอดคล้องกับนิยามขององค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 6 องค์ประกอบย่อย คือ					
11.1	การลงข้อสรุปเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.2	การระบุหลักฐานเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.3	การระบุเหตุผลเชิงนิรนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.4	การลงข้อสรุปเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.5	การระบุหลักฐานเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
11.6	การระบุเหตุผลเชิงอุปนัย	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
12	เกณฑ์การประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ และระดับขั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตาราง 17 ผลประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของแบบวัดการให้เหตุผลเชิง
วิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	ความเหมาะสม					ความสอดคล้อง				
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	แปลผล	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	ผลประเมิน
	1	2	3			ผข 1	ผข 2	ผข 3		
1	4	4	5	4.33	มาก	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2	4	4	3	3.67	มาก	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
3	4	5	3	4.00	มาก	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4	4	5	2	3.67	มาก	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
5	4	3	2	3.00	ปานกลาง	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
6	5	5	2	4.00	มาก	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
7	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1	สอดคล้อง
8	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1	สอดคล้อง
9	4	5	1	3.33	ปานกลาง	1	1	1	1	สอดคล้อง
10	4	3	5	4.00	มาก	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
11	4	3	5	4.00	มาก	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
12	4	5	1	3.33	ปานกลาง	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
13	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
14	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
15	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
16	4	5	3	4.00	มาก	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
17	4	5	1	3.33	ปานกลาง	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
18	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
19	4	5	3	4.00	มาก	1	1	0	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อ	ความเหมาะสม					ความสอดคล้อง				
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	แปลผล	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	ผลประเมิน
	1	2	3			ผช 1	ผช 2	ผช 3		
20	4	5	4	4.33	มาก	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
21	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
22	4	5	3	4.00	มาก	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
23	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
24	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
25	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
26	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
27	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
28	4	5	3	4.00	มาก	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
29	4	5	1	3.33	ปานกลาง	1	1	-1	0.33	ไม่สอดคล้อง
30	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
31	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
32	4	5	3	4.00	มาก	1	1	-1	0.33	ไม่สอดคล้อง
33	4	5	5	4.67	มากที่สุด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
34	4	5	1	3.33	ปานกลาง	1	1	-1	0.33	ไม่สอดคล้อง
35	4	5	3	4.00	มาก	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
36	4	5	3	4.00	มาก	1	1	0	0.67	สอดคล้อง

ภาคผนวก ง

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
- ตัวอย่างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

**ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ชื่อวิชา	ชีววิทยา 1	รหัสวิชา 4031101	จำนวนหน่วยกิต	3 (3-0-6)
หน่วยการเรียนรู้	ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง			เวลา 3 ชั่วโมง

แนวคิดหลัก เรื่อง ความหมายของชีววิทยา

ชีววิทยาเป็นวิชาหรือศาสตร์แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) ที่ศึกษาเกี่ยวกับชีวิต และสิ่งมีชีวิต

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยาในด้านต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลหลักฐาน แนวคิดที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ ได้อย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยาจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างมีเหตุผล
3. มีความรับผิดชอบและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (EEAEE-Model)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นการเรียนรู้และระบุประเด็นปัญหา (ENGAGE & IDENTIFY) (5 นาที)

1. ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มให้มีสมาชิกกลุ่มละ 5-6 คน
2. ผู้สอนให้ดูภาพ และใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย หรือ ถามคำถาม เพื่อนำไปสู่การระบุประเด็นปัญหา



Edward Osborne Wilson บิดาแห่งชีววิทยาสังคม

(สุทัศน์ ยกส้าน. 2556: ออนไลน์)

- จากภาพ นักศึกษาคิดว่า เป็นภาพที่สามารถสื่อถึง ความหมายและความสำคัญของชีววิทยาได้หรือไม่ เพราะเหตุใด?

- ให้นักศึกษาร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบที่ได้ และช่วยกันระบุประเด็นที่ต้องค้นหาคำตอบเพื่อให้สามารถสรุปคำตอบของคำถามที่ได้โดยใช้ข้อเท็จจริงและเหตุผลที่กล่าวอ้างประกอบ แหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ

(แนวคำตอบ : ประเด็นที่ต้องหาคำตอบเพิ่ม คือ ความหมายและความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้องในทางชีววิทยา กระบวนการในการศึกษาทางชีววิทยา.)

ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (EXPLORE & PLANING) (20 นาที)

3. ให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อวางแผนว่าข้อมูลที่ต้องการหาคำตอบนั้น จะทำการสำรวจ สืบค้นเพื่อให้ได้ข้อมูลหลักฐานเกี่ยวกับ ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยาจากแหล่งเรียนรู้ใด พร้อมทั้งให้เหตุผล การพิจารณา

4. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ร่วมเสนอความคิดเห็นและ เน้นย้ำถึงความครอบคลุมของการวางแผนการสืบค้น ที่ต้องมุ่งให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับ ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยาที่ชัดเจน ถูกต้อง และจากหลากหลายแหล่งเรียนรู้ที่มีความน่าเชื่อถือ

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและสร้างคำอธิบาย (ACTION & CREATE) (25 นาที)

5. สมาชิกทุกคนลงมือปฏิบัติการค้นคว้าหาข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับ ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยา ตามแผนที่วางไว้

6. สมาชิกทุกคนนำข้อมูล หลักฐานที่ได้จากการสำรวจค้นหาเกี่ยวกับ ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยามาเสนอต่อ กลุ่ม และร่วมกันวิเคราะห์ อภิปรายหาข้อสรุปร่วมกันโดยใช้เกณฑ์ที่กลุ่มร่วมกันกำหนด เช่น ในประเด็น ความน่าเชื่อถือ ความเป็นไปได้ และความสอดคล้องของข้อมูล หลักฐาน ที่เชื่อมโยงหลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่กล่าวอ้าง

7. นำผลการอภิปรายจากข้อ 6 มาร่างคำอธิบายข้อสรุปของกลุ่ม โดยผู้สอนถามคำถามเพื่อให้มีการทบทวนความครบถ้วนของประเด็นที่ต้องตอบคำถามจากภาพ รวมทั้งจุดแข็งและข้อจำกัดของข้อมูล เช่น “ข้อมูล ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยา ที่สืบค้นมาได้นั้น นักศึกษาสามารถอธิบาย หรือตรวจสอบได้หรือไม่?”

ขั้นที่ 4 นำเสนอข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้ง (EXPLAIN & DEBATE) (30 นาที)

8. ให้นำเสนอผลรายงานการศึกษา กลุ่มละ 5 นาที ผู้สอนระบุสิ่งที่ต้องนำเสนอ

1) เสนอข้อมูล หลักฐาน เกี่ยวกับ ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยาพร้อมแหล่งอ้างอิง ที่ได้จากการสืบค้น และเสนอเกณฑ์หรือเงื่อนไขในการเลือกใช้ข้อมูลหลักฐานเพื่อใช้สนับสนุน หรือยืนยันข้อสรุปของตนเอง หรือเพื่อโต้แย้งในกรณีที่มีความเห็นต่าง

2) สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลหลักฐานเพื่อใช้สนับสนุนอย่างเป็นเหตุเป็นผล

9. ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ทั้งในกรณีเห็นด้วยกับผู้เสนอ หรือกรณีที่เห็นต่าง ทั้งเหตุผลที่โต้แย้ง หรือระบุประเด็นที่สนับสนุนพร้อมทั้งเหตุผล

ขั้นที่ 5 ประเมินและปรับปรุง (EVALUATE & IMPROVE) (10 นาที)

10. หลังจากการนำเสนอแต่ละกลุ่ม ให้ผู้ฟังต่างกลุ่ม ประเมินผลการศึกษาของกลุ่มที่เสนอรายงาน โดยการแสดงความเห็นต่อข้อมูลในกรณีที่มีความเห็นต่าง ในประเด็น ดังต่อไปนี้

1) ความน่าเชื่อถือของ เหตุผลที่ประกอบด้วย ข้อมูล หลักฐานในการเสนอข้อมูล ความหมายสำคัญของชีววิทยา

2) ความถูกต้องของเหตุผลที่ประกอบด้วย หลักการ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่สนับสนุนการเสนอข้อมูล ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และ กระบวนการศึกษาทางชีววิทยา

3) ความเชื่อมโยงของข้อมูล หลักฐานกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการเสนอข้อมูล ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และ กระบวนการศึกษาทางชีววิทยา

4) ความน่าเชื่อถือของ แหล่งอ้างอิงที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล ความหมายและความสำคัญของชีววิทยา

11. ให้นักศึกษาทุกคนนำผลการประเมิน และข้อโต้แย้ง ของผู้ฟังต่างกลุ่ม ทั้งด้าน ข้อมูล หลักฐาน หลักการ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายเชื่อมโยงข้อมูลหลักฐานกับ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการปรับปรุงการเขียนคำอธิบายการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ในหัวข้อ ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และ กระบวนการศึกษาทางชีววิทยาของตนเอง แล้วส่งให้ผู้สอนประเมินท้ายคาบ

12. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยา

ใบกิจกรรมที่ 1.1

เรื่อง ค้นหาความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยา

คำชี้แจง

ให้นักศึกษาพิจารณาภาพที่กำหนดให้ และให้ระบุสิ่งที่ต้องการค้นหาคำตอบ หรือสำรวจ ตรวจสอบ โดยให้ระบุ ข้อมูล หลักฐานที่มีแหล่งอ้างอิงที่สามารถอธิบายได้โดยใช้หลักการ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์



จงอธิบาย

1) จากภาพที่กำหนดให้ สามารถสื่อถึงความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยา ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”

ตอบ กรณีตอบไม่ครบให้คาดเดาว่าสิ่งใดหายไป

คำตอบ	ระบุเหตุผล
ครบ	

2) จากข้อ 1) ประเด็น/ข้อสรุปจากการอภิปราย คือ.....

3) จากข้อ 2) ระบุวิธีการค้นหาคำตอบ หรือ แหล่งสืบค้น จาก.....

4) เสนอผลการศึกษา พร้อมหลักฐานและเหตุผล ต่อกลุ่ม

สมาชิก คนที่	ผลการสืบค้น/การอธิบาย		แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง		แหล่งข้อมูล/แหล่งอ้างอิง	
	ข้อสนับสนุน	ข้อโต้แย้ง	ข้อสนับสนุน	ข้อโต้แย้ง	ข้อสนับสนุน	ข้อโต้แย้ง
1						
2						
3						
4						
5						
6						

5) เขียนคำอธิบายข้อสรุปของกลุ่ม (การลงข้อสรุปแบบนิรนัย)

จากภาพดังกล่าวสื่อความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการ
ศึกษาทางชีววิทยา ได้/ไม่ได้ เหตุผล เพราะ

.....
.....

5) นำเสนอหน้าชั้นเรียน

กลุ่มที่	ผลการสืบค้น/การอธิบาย		แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง		แหล่งข้อมูล/แหล่งอ้างอิง	
	ข้อสนับสนุน	ข้อโต้แย้ง	ข้อสนับสนุน	ข้อโต้แย้ง	ข้อสนับสนุน	ข้อโต้แย้ง
1						
2						
3						
4						
5						
6						

6) เขียนข้อสรุปที่ได้.....

.....
.....

เกณฑ์การให้คะแนนใบงาน

เกณฑ์การให้คะแนนความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยา

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
ระบุ ข้อมูล ที่มาของรากศัพท์ ชีววิทยา พร้อมทั้งอธิบายความหมายของรากศัพท์ <u>และ</u> ระบุขอบข่ายการศึกษาทางชีววิทยา เช่น การศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ รวมถึงการศึกษาโครงสร้าง การทำงาน การเจริญเติบโต ถิ่นกำเนิด และการกระจายพันธุ์ อนุกรมวิธาน และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต <u>และ</u> โดยอาศัยวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต <u>และ</u> นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะการช่วยให้สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน สามารถอยู่ร่วมกันบนโลกได้อย่างยั่งยืนยาว	2
ระบุ ข้อมูล ที่มาของรากศัพท์ ชีววิทยา พร้อมทั้งอธิบายความหมายของรากศัพท์ <u>หรือ</u> ระบุขอบข่ายการศึกษาทางชีววิทยา เช่น การศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ รวมถึงการศึกษาโครงสร้าง การทำงาน การเจริญเติบโต ถิ่นกำเนิด และการกระจายพันธุ์ อนุกรมวิธาน และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต <u>หรือ</u> โดยอาศัยวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต <u>หรือ</u> นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะการช่วยให้สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน สามารถอยู่ร่วมกันบนโลกได้อย่างยั่งยืนยาว	1
ไม่ระบุทั้ง ข้อมูล ที่มาของรากศัพท์ ชีววิทยา พร้อมทั้งอธิบายความหมายของรากศัพท์ <u>และ</u> ระบุขอบข่ายการศึกษาทางชีววิทยา เช่น การศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ รวมถึงการศึกษาโครงสร้าง การทำงาน การเจริญเติบโต ถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์ อนุกรมวิธาน และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต <u>และ</u> โดยอาศัยวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต <u>และ</u> นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะการช่วยให้สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน สามารถอยู่ร่วมกันบนโลกได้อย่างยั่งยืนยาว	0

ใบความรู้ที่ 1.1

เรื่อง ความหมาย ความสำคัญของชีววิทยา สาขาที่เกี่ยวข้อง และกระบวนการศึกษาทางชีววิทยา

ชีววิทยาและความหมายของชีววิทยา

ชีววิทยาเป็นวิชาหรือศาสตร์แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) ที่ศึกษาเกี่ยวกับชีวิตและสิ่งมีชีวิต

1. ความหมายของชีววิทยา

คำว่าชีววิทยา หรือ “Biology” มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกประกอบด้วย คำว่า “Bios” หมายถึง สิ่งมีชีวิต และคำว่า “Logos” หมายถึง ความคิดหรือเหตุผล ดังนั้นชีววิทยาจึงหมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตอย่างมีเหตุผล กล่าวคือ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ และสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์หรือจุลินทรีย์ซึ่งรวมถึงการศึกษาโครงสร้าง การทำงาน การเจริญเติบโต ถิ่นกำเนิด การกระจายพันธุ์ อนุกรมวิธาน และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยอาศัยเหตุและผลรวมทั้งกระบวนการความคิด และการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต รวมถึงสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และที่สำคัญยังช่วยให้สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน สามารถอยู่ร่วมกันบนโลกได้อย่างยั่งยืนยาว

2. ความสำคัญของชีววิทยา

ชีววิทยาเป็นศาสตร์สาขาหนึ่งซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน ดังนี้

1.3.2.1 ด้านโภชนาการ

มนุษย์เราได้นำความรู้ทางชีววิทยาไปประยุกต์ใช้ในด้านโภชนาการ เช่น การคัดเลือกอาหาร เพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพคุณค่าอาหารอย่างพอเพียงโดยที่สารอาหารต่างๆ และพลังงานที่ได้รับอย่างสมดุลไม่มากหรือน้อยจนเกินไป เพื่อที่ร่างกายมีภาวะโภชนาการที่ดีไม่เป็นโรคขาดสารอาหาร หรือเป็นโรครับสารอาหารเกิน

1.3.2.2 ด้านการแพทย์และสาธารณสุข

ทำให้ทราบวิธีการดูแลรักษาร่างกายไม่ให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บ การป้องกันและรักษาโรคจากวัคซีนและยาที่ผลิตขึ้นมาใหม่ๆ ที่ได้จากการศึกษาสิ่งมีชีวิตที่เป็นสาเหตุของโรคนั้นๆ นอกจากนี้ยังมี

พืชที่สามารถใช้เป็นสมุนไพรเพื่อรักษาโรคต่างๆ ที่ยาแผนปัจจุบันไม่สามารถรักษาได้ ตลอดจนการรักษาโรคโดยใช้สัตว์หลายชนิดตามอาการของโรค เช่น การใช้ปลิงดูดเลือดเพื่อรักษาผู้ป่วยที่มีอาการเลือดคั่งตามร่างกาย การใช้หนอนแมลงวันกัดกินแผลที่เน่าเปื่อยจากโรคเบาหวาน เป็นต้น

1.3.2.3 ด้านการควบคุมศัตรูพืชและสัตว์

โดยอาศัยความรู้ทางชีววิทยาประกอบในด้านการจัดจ านกสิ่งมีชีวิต นิเวศวิทยาเพื่อนำมาควบคุมการจัดการศัตรูพืชและสัตว์ในทางชีววิธี (biological control) การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีเป็นกรรมวิธีที่นำสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยนำเอาแมลงและสัตว์อื่นๆ ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ได้แก่ ตัวห้ำ ตัวเบียน เชื้อรา และแบคทีเรียมาช่วยกำจัดแมลงศัตรูพืช วิธีการนี้เป็นวิธีการดั้งเดิมซึ่งมนุษย์มีแนวความคิดที่จะใช้สิ่งที่มีประโยชน์ในธรรมชาติมาช่วยปราบแมลงศัตรูพืชเป็นการลดการใช้ยาฆ่าแมลงซึ่งเป็นอันตรายทั้งต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น การใช้แมลงที่เป็นตัวห้ำ มาใช้ในการควบคุมแมลงที่เป็นศัตรูพืช ได้แก่ การใช้มวนพิฆาตในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย และหนอนชอนใบ เป็นต้น การใช้ด้วงเต่าลายในการควบคุมเพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง เป็นต้น ส่วนการใช้แมลงที่เป็นตัวเบียน เช่น การใช้แตนเบียนแมลงวันผลไม้ในการเข้าทำลายตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.) ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าในพืชการใช้เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัสธูริงจิส (*Bacillus thuringiensis*) ในการควบคุมหนอนใยผัก หนอนเจาะฝักและลำต้น เป็นต้น

1.3.2.4 ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ ความหลากหลายทางชีวภาพการป้องกัน และแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นนั้น ปัจจุบันสามารถทำได้หลายวิธีทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ การออกกฎหมายควบคุม และอีกหลายๆ วิธีนักวิจัยที่ทำงานในด้านนี้จึงต้องอาศัยความรู้ด้านความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต อนุกรมวิธาน นิเวศวิทยา เป็นต้น เพื่อเป็นองค์ความรู้ประกอบในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

1.3.2.5 ด้านการพัฒนาประเทศ

โดยอาศัยความรู้ทางชีววิทยาหลายๆ ด้านมาประยุกต์ใช้ เช่น การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรโดยการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ พัฒนาให้การเกษตรสามารถผลิตวัตถุดิบที่ปราศจากสารเคมีเพื่อบริโภคและส่งออก พัฒนาพืชเศรษฐกิจเพื่อนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทน เช่น ก๊าซชีวภาพ น้ำมันไบโอดีเซล (biodiesel) เอทานอล (ethanol)

ตัวอย่างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 12 ข้อ ประกอบด้วยการกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องทางชีววิทยา
2. ให้นักศึกษาพิจารณาบทความโดยละเอียด จากนั้นเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้
 - 2.1 ส่วนที่ 1 เป็นข้อสอบแบบปรนัย 3 ตัวเลือก
 - 2.2 ส่วนที่ 2 เป็นข้อสอบแบบอัตนัย เป็นการเขียนอธิบายเพื่อให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบในส่วนที่ 1
3. เวลา 60 นาที

บทความที่ 1 เรื่อง โรคระบาดเกี่ยวอะไรกับภาวะโลกร้อน

วันนี้เราจะมาขยายข้อสงสัยในประเด็นร้อนที่ทุกคนทุกประเทศกำลังเผชิญเกี่ยวกับโรคระบาด ถึงแม้ว่านักวิทยาศาสตร์จะยังไม่ออกมาสรุปแน่ชัดเกี่ยวกับโรคระบาดเชื้อไวรัสโคโรนา (Covid-19) จังลองมองในอีกมุมหนึ่งว่าโลกที่ร้อนขึ้นเกี่ยวอะไรกับภาวะโลกร้อน

อุณหภูมิโลกที่ร้อนขึ้นส่งผลอะไรได้บ้าง ประเด็นหนึ่งในนั้นคือ ชั้นดินเยือกแข็งตัว หรือเพอร์มาฟรอสต์ (Permafrost) เราอาจจะเคยได้ยินว่าโลกร้อนทำให้น้ำแข็งขั้วโลกละลาย แล้วชั้นดินเยือกแข็งนี้คืออะไร ชั้นดินเยือกแข็งเป็นบริเวณผืนดินที่ถูกปกคลุมด้วยน้ำแข็งที่ไม่ละลายมากกว่าพันปีมาแล้ว ชั้นบรรยากาศ และโลกที่อุ่นขึ้นได้ทำให้มันละลาย อาจจะเคยได้ยินมาบ้างว่าน้ำแข็งขั้วโลกค่อย ๆ ละลายทีละนิดตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป และชั้นดินเยือกแข็งนี้ก็เป็นเช่นนั้น ตามความคิดของนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน แต่ความจริงไม่เป็นอย่างนั้น เพอร์มาฟรอสต์ละลายเร็วกว่าชั้นน้ำแข็งทั่วไป เนื่องจากเป็นชั้นดินที่ถูกทับถมมานานด้วยซากพืชซากสัตว์ทำให้มีแก๊สมีเทนถูกปลดปล่อยออกมาด้วย และแก๊สมีเทนนั้นเองที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของแก๊สเรือนกระจกไม่เพียงเท่านั้นแก๊สมีเทนยังปล่อยพลังงานความร้อนที่ทำให้เพอร์มาฟรอสต์ละลายเร็วมากยิ่งขึ้นไปอีก และชั้นดินเพอร์มาฟรอสต์ที่ไม่เคยละลายนี้เองที่ทำหน้าที่เหมือนกล่องเก็บของ หรือที่นักวิทยาศาสตร์เรียกกันว่า Pandora Box ในหนังสือไฟท์ไมโซเรื่องเหนือความคาดหมายเลย แผ่นน้ำแข็งและเพอร์มาฟรอสต์ ราว 20 กว่าล้านตารางกิโลเมตรนั้น มีปริศนาที่ถูกฟริสแซ่แข็งอะไรบางอย่าง จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อแบคทีเรียไวรัสที่ฝังอยู่ในชั้นดินแช่แข็งนั้นได้มีโอกาสออกมาสัมผัสโลกเหนือจุดเยือกแข็ง



ถ้ำน้ำแข็ง

ที่มา : สิริประภาภรณ์ สิงหุราจารย์. 2564: ออนไลน์

อีกประเด็นหนึ่งของภาวะโลกร้อนเมื่อมนุษย์มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทำให้ความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์ พืช เพิ่มมากขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้และแน่นอนว่าเกษตรกรกรปลูกสัตว์ต่าง ๆ ต้องขยายพื้นที่เพาะปลูกเลี้ยงสัตว์ออกจากเส้นศูนย์สูตรบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เดิม หรือแม้แต่อุณหภูมิลูกโลกที่เพิ่มขึ้นก็ทำให้บริเวณที่ร้อนที่สุดอย่างเส้นศูนย์สูตรไม่เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชบางชนิดอีกเช่นกัน การบุกรุกพื้นที่ป่านั้นทำให้มนุษย์เราเพิ่มโอกาสสัมผัสสัตว์ในบริเวณพื้นที่ที่ไม่เคยสัมผัส โรคระบาดส่วนใหญ่ นั้น เกิดจากแบคทีเรีย ไวรัส ไวรอยด์ สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ นี้ไม่ใช่สัตว์ พวกมันเป็นเพียงรหัสพันธุกรรมที่สามารถวิวัฒนาการ (Mutation) ผ่าเหล่าได้รวดเร็วกว่าสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น ตลาดค้าสัตว์ป่านั้นก็ทำหน้าที่เป็นเหมือน พื้นที่ทำงานร่วมกัน (Co-Working Space) ให้แบคทีเรีย ไวรัส ชนิดจำเพาะของสัตว์ป่าต่างที่ต่างถิ่นได้มาเจอกันสร้างความเป็นไปได้ของการผ่าเหล่าให้พวกมันได้ทดลองปลดปล่อยรหัสตัวมันเองมาสู่คน

นี่เป็นเพียงตัวอย่างไม่กี่ประเด็นจากอีกหลายร้อยเหตุผล แสดงให้เห็นความสอดคล้องว่า โรคระบาดที่ดูเป็นเรื่องไกลตัวนั้นใกล้ตัวเรามากกว่าที่คิด มนุษย์เราทำได้เพียงตั้งรับเมื่อเกิดโรคระบาดจริงหรือ โรคระบาดเป็นภัยธรรมชาติที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้จริงหรือ เราอาจจะต้องกลับมาตั้งทบทวนว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมนั้นล้วนเกิดจากสองมือของมนุษย์เราทั้งสิ้น

ที่มา : สิริประภาภรณ์ สิงหุราจารย์, (2564, ออนไลน์)

1. จากบทความข้างต้น การเกิดโรคระบาดเกิดจากภาวะโลกร้อนใช่หรือไม่เพราะเหตุใด

ก. ใช่ เพราะ อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้เกิดการละลายของน้ำแข็งที่มีเชื้อโรคอยู่ก่อนแล้ว

ข. ไม่ใช่ เพราะ เกิดจากพลังงานความร้อนจากแก๊สมีเทนทำให้เชื้อโรคแพร่ระบาดเร็วขึ้น

ค. ใช่ เพราะ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเสียหายต่อการเกษตรกรรม มนุษย์จึงบุกรุกพื้นที่ป่าทำให้เสี่ยงต่อการระบาดของเชื้อโรค

จงให้เหตุผลประกอบการเลือกตอบ (การลงข้อสรุปแบบอุปนัย)

.....

.....

.....

.....



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สุวิมล นาเพีย
วัน เดือน ปี เกิด	27 ตุลาคม 2516
สถานที่เกิด	ศรีสะเกษ
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2539 การศึกษาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2544 การศึกษามหาบัณฑิต (ชีววิทยา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ.2565 การศึกษาดุษฎีบัณฑิต วิทยาศาสตร์ศึกษา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

