

Chulalongkorn University

Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2021

ผลการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบขนานเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือร่วมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ธนิต กาญจนภิรมล
คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd>



Part of the [Science and Mathematics Education Commons](#)

Recommended Citation

กาญจนภิรมล, ธนิต, "ผลการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบขนานเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือร่วมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" (2021). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 5109.

<https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/5109>

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

ผลการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบ
ร่วมมือรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF PROCESS-ORIENTED GUIDED-INQUIRY LEARNING ON COLLABORATIVE
PROBLEM-SOLVING ABILITY OF UPPER SECONDARY STUDENTS



Mr. Thanit Kanchanakomal

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
FACULTY OF EDUCATION
Chulalongkorn University
Academic Year 2021
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบเน้นย้ำกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือร่วมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นายธนิศ กาญจนโกมล
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลา สามีกักดี)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ)

สาขาวิชา การศึกษาวិทยาสาตร์
ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6183336327 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORD: Process-oriented Guided-inquiry Learning, Collaborative Problem-solving Ability, Teamwork

Thanit Kanchanakomal : EFFECTS OF PROCESS-ORIENTED GUIDED-INQUIRY LEARNING ON COLLABORATIVE PROBLEM-SOLVING ABILITY OF UPPER SECONDARY STUDENTS. Advisor: Asst. Prof. Dr. SAIROONG SAOWSUPA, Ph.D.

Collaborative problem-solving is one of the crucial abilities in 21st-century skills. Problem-solving ability was helpful in daily life especially with complex problems. This research aimed to (1) study the collaborative problem-solving ability and (2) compare student's collaborative problem-solving ability before and after learning through Process-oriented Guided-inquiry Learning (POGIL). The experimental group was 20 tenth-grade students from a private school under Office of the Private Education Commission, Bangkok. The research instruments were a set of collaborative problem-solving test, the interview form, the collaborative problem-solving observation form and the teamwork assessment form. The research finding revealed that the mean score of the collaborative problem-solving ability after the experiment was higher than before the experiment. Before the experiment, 30% of students had a high level of the collaborative problem-solving ability while 70% of students had a moderate level. After the experiment, the results showed that 80% of students had a high level of the collaborative problem-solving ability and 20% of students had a moderate level. No student had a low level. Moreover, the POGIL was able to promote development of components of collaborative problem-solving ability, teamwork and team management competency, conceptual understanding, and knowledge application.

Field of Study: Science Education

Student's Signature

Academic Year: 2021

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เนื่องจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้มอบความเมตตา ความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างมาก ตลอดจนการให้กำลังใจและข้อคิดในการใช้ชีวิตขณะที่ทำวิทยานิพนธ์ปริญญาโทฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความปรารถนาดีที่อาจารย์มอบให้ตลอดการเรียนในระดับบัณฑิตศึกษา จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลา สามีภักดิ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่กรุณาตรวจสอบให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัยที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยจนสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้ ที่ตั้งใจเรียนและให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวเป็นอย่างสูงในการดูแล ให้กำลังใจ และการสนับสนุนในทุก ๆ ด้านของผู้วิจัยตลอดมา รวมทั้งขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เป็นกำลังใจในการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณตัวข้าพเจ้าเอง ที่มีความอดทน ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคที่เกิดขึ้นทั้งปวง และเป็นกำลังใจในการฝ่าฟันปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนให้ความรักต่องานที่ทำ จึงทำให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จด้วยดี

ธนิต กาญจนโกมล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
2. คำถามวิจัย.....	8
3. วัตถุประสงค์งานวิจัย.....	8
4. สมมติฐานงานวิจัย	8
5. ขอบเขตงานวิจัย	10
6. นิยามศัพท์เฉพาะ	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
1. การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Problem-Solving).....	15
1.1 ที่มาและความสำคัญของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	15
1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง.....	19
1.3 ลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง.....	20
1.4 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	21

1.5 การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	26
1.6 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	28
2. การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ (Process-oriented Guided-inquiry Learning)	40
2.1 ที่มาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	40
2.2 ความหมายของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	42
2.3 ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	43
2.4 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	44
2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	44
2.6 แนวทางการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	45
2.7 กิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	54
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	58
4. กรอบแนวคิดการวิจัย	66
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	67
1. รูปแบบการวิจัย	67
2. กลุ่มเป้าหมายและการเลือกกลุ่มเป้าหมาย	68
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	69
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	69
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	81
3.3 การขออนุญาตใช้เครื่องมือในการทดลองกับมนุษย์	83
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	85
4.1 การเตรียมการก่อนเก็บรวบรวมข้อมูล	85
4.2 เก็บข้อมูลก่อนการทดลอง	85
4.3 ดำเนินการทดลอง	86

4.4 เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง.....	86
4.5 เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง	86
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล	87
6. การวิเคราะห์ข้อมูล	87
7. วิธีพิทักษ์สิทธิ์และการขอจริยธรรมการวิจัยในคน	93
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	94
ส่วนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน	95
1.1 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการของนักเรียน	95
1.2 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนก่อนเรียนและหลัง เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการของนักเรียน	95
1.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวม พลังของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้น กระบวนการของนักเรียน.....	96
1.4 การวิเคราะห์ผลจากการสัมภาษณ์	97
ส่วนที่ 2 ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน.....	106
2.1 ผลการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนระหว่าง เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	106
2.2 ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากการประเมินตนเอง ของนักเรียนระหว่างเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	110
2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในแต่ละ องค์ประกอบของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้น กระบวนการ	116
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	128

สรุปผลการวิจัย.....	128
ส่วนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน.....	128
ส่วนที่ 2 ศึกษาผลของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเมื่อ เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	129
อภิปรายผล.....	130
ส่วนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน.....	131
ส่วนที่ 2 ศึกษาผลของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเมื่อ เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	132
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	142
ภาคผนวก.....	143
รายการภาคผนวก	144
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	145
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	146
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือ.....	198
บรรณานุกรม.....	208
ประวัติผู้เขียน.....	216

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ของ PISA OECD (2017b)	24
ตารางที่ 2.2 แสดงกิจกรรมการเรียนรู้จากวิธีสอนแบบต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	28
ตารางที่ 2.3 คำอธิบายองค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และเกณฑ์ในการประเมินองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	28
ตารางที่ 2.5 แสดงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	35
ตารางที่ 2.6 แสดงคำอธิบายองค์ประกอบ คำอธิบายตัวบ่งชี้ และประเด็นในการพิจารณาของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	36
ตารางที่ 2.7 แสดงจุดเน้นของนักเรียนในแต่ละบทบาท	47
ตารางที่ 2.8 แสดงบทบาทครูและนักเรียน ในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้	52
ตารางที่ 3.1 แสดงการสรุปรายละเอียดของตัวบ่งชี้ที่วัดด้วยเครื่องมือในการวิจัย	69
ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบ	72
ตารางที่ 3.3 แสดงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	73
ตารางที่ 3.4 แสดงประเด็นในการสัมภาษณ์และคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์	74
ตารางที่ 3.5 แสดงประเด็นในการสังเกตและพฤติกรรมบ่งชี้ในการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	76
ตารางที่ 3.6 แสดงประเด็นในการประเมินพฤติกรรมของสมาชิกทีม	79
ตารางที่ 3.7 แสดงหน่วยการเรียนรู้ พันธุศาสตร์โมเลกุล	82
ตารางที่ 3.8 แสดงองค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ ประเด็นพิจารณาและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	89
ตารางที่ 4.1 แสดงผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน	95
ตารางที่ 4.2 แสดงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน	96

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน.....	96
ตารางที่ 4.4 แสดงความถี่และร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียน ในแต่ละประเด็นทั้ง 3 ครั้ง.....	107
ตารางที่ 4.5 แสดงระดับคะแนนการประเมินตนเองของนักเรียนและร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนทั้ง 4 คนจากแต่ละข้อคำถามทั้ง 3 ครั้ง.....	111
ตารางที่ 4.6 แสดงคะแนนการตอบคำถามของนักเรียนและร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนทั้ง 4 คนจากแต่ละข้อคำถาม ทั้งสิ้น 3 ครั้ง.....	113
ตารางที่ 4.7 แสดงร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในแต่ละประเด็นพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังแบบประเมินตนเองตอนที่ 1 และตอนที่ 2 จากการประเมินทั้ง 3 ครั้ง.....	116
ตารางที่ 4.8 แสดงร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในแต่ละประเด็นพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในภาพรวมทั้ง 3 ครั้ง.....	122
ตารางที่ 4.9 แสดงร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในรายองค์ประกอบจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง.....	125

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
แผนภาพที่ 2.1 นิยามของปัญหา โดย Newell and Simon (1972).....	15
แผนภาพที่ 2.2 แสดงกระบวนการตัดสินใจจากทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์.....	16
แผนภาพที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการสร้างประสบการณ์จากการแก้ปัญหา.....	18
แผนภาพที่ 2.4 ภาพถ่ายหน้าจอโปรแกรมที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2560b).....	33
แผนภาพที่ 2.5 ภาพถ่ายหน้าจอโปรแกรมที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของ Kuo et al. (2018)	34
แผนภาพที่ 2.6 ภาพถ่ายหน้าจอโปรแกรมที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาของ Lin et al. (2015).....	34
แผนภาพที่ 3.1 ตัวอย่างการแสดงผลของแบบวัด	70
แผนภาพที่ 3.2 ภาพแสดงบทสนทนา	71
แผนภาพที่ 5.1 แสดงร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ในแต่ละองค์ประกอบ จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง.....	135

บทที่ 1 บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ในยุคปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี นวัตกรรม และวิทยาการต่าง ๆ เป็นไปอย่างรวดเร็ว การพัฒนาประเทศจึงจำเป็นต้องพัฒนาบุคคลให้มีคุณภาพทั้งด้านความรู้ และประสบการณ์การทำงาน โดยอาศัยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหลายขั้นตอน สามารถเชื่อมโยงหลักการในหลายสาขาวิชา เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาและมีความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงบริบทของปัญหาที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562a) ซึ่งหลักการ องค์ความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อการผลิตกำลังคนให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์แห่งชาติ ในการพัฒนาประเทศให้ทัดเทียมกับประชาคมโลก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2563)

การพัฒนาบุคลากรของประเทศนั้นได้มีการระบุในแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560-2579) โดยในยุทธศาสตร์ที่ 2 มุ่งเน้นการผลิตกำลังคนให้ตรงกับความต้องการของตลาดงาน สามารถนำองค์ความรู้มาวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ซึ่งสถานการณ์ในปัจจุบันมีลักษณะของอุปสรรคและปัญหามีความซับซ้อนแตกต่างไปจากเดิม ยากแก่การเข้าใจ และเป็นอุปสรรคต่อการบริหารจัดการ รวมถึงความรู้ความเข้าใจปัญหาของบุคคลทั่วไป เช่น ตัวอย่างเหตุการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (Novel Coronavirus 2019, 2019-nCoV) เป็นเหตุการณ์ที่ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตของทุกคนทั่วโลก เนื่องจากเชื้อ 2019-nCoV เป็นไวรัสที่เกิดจากการแปรผันทางพันธุกรรม สามารถติดต่อมาสู่มนุษย์ได้ (Manmana, Iamsirithaworn, & Uttayamakul, 2020) อย่างไรก็ตามแนวทางในการป้องกันการแพร่ระบาดและวิธีการเผชิญหน้ากับปัญหาดังกล่าวยังขาดความชัดเจน รวมถึงความรู้ความเข้าใจด้านชีววิทยาของไวรัสชนิดนี้ยังไม่แพร่หลายในประชาชนทั่วไปด้วย (Tantipasawasin, 2020) จากเหตุการณ์ตัวอย่างดังกล่าวบุคคลทั่วไปจำเป็นต้องมีทักษะ ความรู้และความสามารถหลายประการในการทำความเข้าใจกับเหตุการณ์นี้ อาทิ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ (ศุภสิทธิ์ พรธรรณูโณทัย, 2563) รวมถึงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความรู้พื้นฐานจากสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เป็นข้อมูลสำคัญต่อการตัดสินใจเผชิญหน้ากับปัญหา นอกจากนี้บุคคลหรือหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหา ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันเป็นทีม การแบ่งปันทรัพยากรข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การเจรจาต่อรองด้วยเหตุผล และการลงมติข้อสรุปร่วมกัน จึงจะสามารถลดความขัดแย้งในการดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ซึ่ง Alisha, J. Stuart, and Michael (2019) ได้กล่าวถึงความสามารถในลักษณะนี้คือ ความสามารถในการ

การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative problem solving หรือ CPS) โดยมีการฝึกอบรมและพัฒนาความสามารถนี้ทั้งในบริบทของการพัฒนาบุคลากรในองค์กร บุคคลทั่วไป นิสิตนักศึกษา รวมถึงนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาอย่างกว้างขวางซึ่ง Song (2018) ได้อธิบายถึงความจำเป็นในการส่งเสริมความสามารถดังกล่าว ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยเฉพาะการเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งนักเรียนจะต้องฝึกการแสวงหาวิธีการในการรับมือกับปัญหา สามารถตัดสินใจดำเนินการแก้ปัญหา และมีความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของปัญหาในภายภาคหน้า ทั้งนี้คุณสมบัติดังกล่าวยังเป็นเป้าหมายที่สำคัญของแผนการศึกษาแห่งชาติที่เน้นให้นักเรียนมีทักษะการใช้ชีวิต ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2563) รวมถึงความสามารถในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์บนโลกแห่งความเป็นจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562b)

การศึกษาวิทยาศาสตร์มีพันธกิจสำคัญในการพัฒนานักเรียน ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560-2579) ซึ่งสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการได้กล่าวถึงความต้องการกำลังคนที่มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (ช่วง ค.ศ.2001 - ค.ศ.2100) และมีนโยบายให้สถานศึกษามีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Active Learning) สามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ค้นพบวิธีการได้มาซึ่งความรู้ ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการทำงานเป็นทีมที่มีความสอดคล้องกับการทำงานในชีวิตจริง สามารถร่วมมือกับผู้อื่นในการแก้ปัญหาและดำเนินงานจนสำเร็จ เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ในการเผชิญหน้ากับปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2563) โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ให้ความสำคัญกับกลไกที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบสอบด้วยตนเอง การพิสูจน์ข้อเท็จจริงโดยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ รวมถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ การทำงานเป็นทีม และความสามารถในการแก้ปัญหา (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556)

ในทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มีการระบุความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative problem solving หรือ CPS) ว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการร่วมมือกับบุคคลอื่นตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป เพื่อปฏิบัติภารกิจให้สำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด โดยมีการแบ่งปันความรู้ ประสบการณ์ ความสามารถมาสร้างข้อตกลง และแบ่งปันความสำเร็จร่วมกัน (OECD, 2017a) ซึ่งความสามารถนี้มีอิทธิพลอย่างสูงเมื่อบุคคลระดับผู้นำองค์กรหรือผู้นำประเทศนำมาใช้ในการแก้ปัญหาสำคัญต่าง ๆ ดังเช่น การดำเนินงานรับมือกับปัญหาการระบาดของไวรัสโคโรนา ในแต่ละประเทศได้มีการประชุมของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน มีการแบ่งปันข้อมูลสำคัญซึ่งกันและกัน และนำข้อมูลเหล่านั้นมาร่วมกันตัดสินใจในการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ (Buheji, 2020)

เมื่อพิจารณาผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดำเนินการแก้ปัญหาทำให้ความสามารถนี้ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะการบริหารองค์กรในหน่วยงานที่ต้องการผลผลิตเชิงนวัตกรรม หรือหน่วยงานที่ต้องการผลลัพธ์จากการทำงานที่แตกต่างไปจากเดิม รวมถึงหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เช่น องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) PISA (Programme for International Student Assessment) (OECD, 2017b) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาวิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังให้สอดคล้องกับสถานการณ์ของปัญหาในชีวิตจริง โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนอายุ 15-16 ปี มีการจัดการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative problem solving หรือ CPS) ขึ้นในปี พ.ศ. 2558 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนไทยในช่วงอายุดังกล่าว มีคะแนนเฉลี่ย 436 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 500 คะแนน) ทั้งนี้โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนมีคะแนนระหว่าง 429-436 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561c) ผลการประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนไทยในระดับช่วงคะแนนนี้หมายถึงนักเรียนสามารถปฏิบัติการในการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างง่ายได้ และมีการดำเนินการเป็นทีมร่วมกับผู้อื่นในระดับจำกัด ส่วนมากจะเน้นเฉพาะงานที่เป็นหน้าที่ในส่วนของตนเอง และเมื่อเกิดอุปสรรคระหว่างการดำเนินงานจะได้รับความช่วยเหลือจากสมาชิกเป็นส่วนใหญ่

นอกจากนี้โครงการ PISA (OECD, 2017c) ได้รายงานถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนไทยมีแนวโน้มให้ระดับคะแนนการประเมินความสามารถลดลง โดยทำการเก็บข้อมูลแบบสำรวจสภาพแวดล้อมของการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนพบว่า ระบบการคัดเลือกนักเรียนด้วยวิธีการสอบวัดความรู้ทางวิชาการที่เข้มข้นของโรงเรียน การเลือกโรงเรียนของผู้ปกครองจากความคาดหวังผลการเรียนที่สูงทำให้นักเรียนต้องมีการแข่งขันทางวิชาการอยู่เสมอ บรรยากาศของโรงเรียนที่มีการประเมินผลการทดสอบทางวิชาการ นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยรูปแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ และเทคนิคการสอนหลายลักษณะที่เน้นด้านการทำงานเป็นทีม การสร้างประสบการณ์ในการแก้ปัญหาในบริบทของชีวิตจริง ซึ่งนักเรียนไทยส่วนใหญ่ใช้เวลากับการเรียนเสริมนอกเวลาเรียน ทำให้ขาดประสบการณ์ในการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น และส่งผลต่อความมั่นใจเมื่อต้องตัดสินใจในการเผชิญหน้ากับปัญหา ซึ่งการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมคุณลักษณะเหล่านี้ให้แก่นักเรียนแทบจะไม่ได้รับการส่งเสริมหรือผนวกกับกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน แม้ว่าการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจำเป็นต่อการใช้ชีวิตบนโลกแห่งความเป็นจริง

จากรายงานของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) ได้รายงานข้อมูลผลการดำเนินงานตามแผนการพัฒนาการศึกษาเอกชนประจำปีการศึกษา 2562 ได้เสนอจุดเน้นหลายประการที่จำเป็นต้องส่งเสริมพัฒนานักเรียนทั้งด้านทักษะชีวิตและทักษะอาชีพ ด้านประสิทธิภาพการทำงานร่วมกันเป็นทีม ซึ่งที่ผ่านมายังมีการดำเนินงานเป็นส่วนน้อย (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน, 2559) และยังไม่พบรายงานที่แสดงถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง รวมถึงบริบทบางประการของโรงเรียนเรียนเอกชน มีความสอดคล้องกับปัจจัยที่ทำให้ผลของการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังลดลง (OECD, 2017c) ดังนั้นนักเรียนจึงควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เพื่อให้มีวิธีการจัดการกับปัญหาที่เหมาะสม มีความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่ไม่อาจคาดการณ์ได้ รวมถึงสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อการดำรงชีวิต (Care, Griffin, & Wilson, 2018)

การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในมุมมองของนักการศึกษาหลายท่านมีความเห็นสอดคล้องกันว่า ควรส่งเสริมความสามารถนี้ก่อนที่นักเรียนจะสำเร็จการศึกษาระดับมัธยม รวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์นั้นมีหลักการสำคัญที่เหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังคือ ส่งเสริมให้นักเรียนได้เผชิญหน้ากับปัญหา มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และต้องสามารถแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในการทำงานร่วมกันเป็นทีมได้เป็นอย่างดี (Fiore, Graesser, & Greiff, 2018) โดยหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในหลายประเทศได้ผนวกความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง มีการส่งเสริมและพัฒนาด้วยกิจกรรมหลายรูปแบบ รวมถึงมีการประเมินโดยใช้เครื่องมือทางออนไลน์ มีการกำหนดสถานการณ์ของเครื่องมือให้สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยนักเรียนจะต้องดำเนินการแก้ปัญหาร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ซึ่งเขียนโปรแกรมวัดประเมินด้วยภาษา JavaScript และ Python หรือภาษาทางคอมพิวเตอร์อื่น ๆ (OECD, 2017c) นอกจากนี้ยังมีการใช้เครื่องมือแบบบันทึกการสังเกตขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง และแบบประเมินอื่น ๆ ตามวัตถุประสงค์ของนักการศึกษาแต่ละท่าน

ลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง มีลักษณะของการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายในบริบทของการทำงานเป็นทีม (Collaboration) โดยสมาชิกร่วมกันจัดอุปสรรคที่กีดขวางเป้าหมายความสำเร็จของทีม และมีความต้องการผลลัพธ์ของการดำเนินงานที่แตกต่างไปจากเดิมในทิศทางที่ดีขึ้น (Fiore et al., 2018) ซึ่ง PISA (OECD, 2017a) ได้อธิบายความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังประกอบด้วย 3 สมรรถนะหลักได้แก่ 1) การกำหนดและการสร้างความเข้าใจร่วมกัน 2) การระบุวิธีการดำเนินการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม และ 3) การสร้างและรักษาระเบียบของทีม โดยมีการแลกเปลี่ยนแบ่งปันข้อมูล ทรัพยากร ความรู้ความสามารถและ

ประสบการณ์ของตนเองกับให้กับสมาชิกทีม ร่วมกันกำหนดประเด็นของการดำเนินงานและออกแบบวิธีการขจัดปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ จากการอภิปราย เปรียบเทียบ ประเมินประสิทธิผลสร้างข้อตกลงซึ่งกันและกันด้วยเหตุผล เพื่อนำมาสู่ข้อสรุปในแต่ละประเด็นที่เหมาะสมและพึงพอใจกับสมาชิกทุกคนในทีม จากกระบวนการดังกล่าวและการให้ความร่วมมือของสมาชิกทีม Krishna and He (2015) ได้ทำการศึกษาคุณลักษณะที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพของการแก้ปัญหาจากการทำงานให้มีทิศทางที่ดีขึ้นและรวดเร็วยิ่งขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากการนำความรู้และประสบการณ์ของสมาชิกแต่ละคนมาพิจารณา ร่วมกัน รวมถึงการติดตามการดำเนินงาน สรุปผลการดำเนินงาน และการปรับปรุงโครงสร้างการทำงานของทีมยังช่วยให้เกิดการพัฒนาดังกล่าวต่อเนื่องอีกด้วย นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสร้างสรรค์ แตกต่างไปจากวิธีการเดิม เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์ในขณะนั้น

PISA (OECD, 2017c) ได้มีการพิจารณาความสามารถตามองค์ประกอบ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความซับซ้อนอันเนื่องมาจากสมรรถหลัก 3 ประการมาจัดกระทำร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนในระบบเมทริกซ์ โดยมีองค์ประกอบ 12 ประการได้แก่ การระบุทรัพยากร ความรู้ความสามารถของสมาชิกทีม การค้นหาประเภทของการทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของทีม การแสดงวิธีดำเนินการแก้ปัญหา การสร้างคำอธิบายและเข้าใจความหมายของปัญหา การระบุและอธิบายวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานตามเป้าหมาย การกำหนดข้อตกลงและโครงสร้างของทีม การสื่อสารกับสมาชิกทีมในการดำเนินงาน การดำเนินงานตามแผนการดำเนินงาน การปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม การแบ่งปันข้อมูลที่มีหลักฐานสนับสนุน การสังเกตและตรวจสอบการทำงานของตนเอง การให้ข้อเสนอแนะในการทำงานแก่สมาชิกทีม การติดตามและพัฒนารูปแบบการทำงานของ ทีม ดังนั้นในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจึงต้องอาศัยการพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ร่วมกัน ได้แก่ กระบวนการทำงานเป็นทีม การแก้ปัญหา รวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ และสถานการณ์ของปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง

การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมีแนวทางในการจัดการเรียนการสอนโดย Graesser et al. (2018) ได้นำเสนอตัวอย่างของกิจกรรมและข้อจำกัดดังต่อไปนี้ 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ปัญหารอบตัวของนักเรียน ให้นักเรียนได้ร่วมกันดำเนินงานเพื่อแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อย และมีครูสนับสนุนให้นักเรียนเกิดกระบวนการแก้ไขปัญหา แต่ยังคงจุดเน้นด้านกระบวนการทำงานเป็นทีม 2) การจัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษา (Case-based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาเฉพาะด้าน โดยมีการนำกรณีศึกษาที่ใกล้เคียงกันหลาย ๆ กรณี ให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาในบริบทของทีม แต่มีข้อจำกัดที่การเรียนรู้

แบบกรณีศึกษาเป็นลักษณะของการจัดกิจกรรมส่งเสริมนักเรียนแก้ปัญหาเฉพาะทาง นักเรียนจึงต้องผ่านการฝึกฝนกระบวนการทำงานเป็นทีมอย่างชำนาญแล้ว ยังขาดจุดเน้นการพัฒนากระบวนการทำงานเป็นทีม 3) การจัดการเรียนรู้แบบทีมเป็นฐาน (Team-based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นส่งเสริมคุณสมบัติเฉพาะของแต่ละบุคคลในการทำงานเป็นทีม เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ซับซ้อน แปลกใหม่ หรือมีความแตกต่างไปจากเดิม โดยครูเป็นผู้กำหนดเป้าหมายของการดำเนินงานให้นักเรียน ซึ่งนักเรียนต้องเข้าใจบทบาทของการทำงานในแต่ละบทบาทเป็นอย่างดี นักเรียนที่มีพื้นฐานการทำงานเป็นทีม ในระดับที่น้อยจะไม่ได้ถูกฝึกฝนหรือพัฒนากระบวนการทำงานเป็นทีมเท่าที่ควร รวมถึงยังขาดจุดเน้นด้านกระบวนการแก้ปัญหา และ 4) การจัดการเรียนรู้แบบพื้นที่การเรียนรู้เป็นฐาน (Studio-based Learning) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้สร้างผลงานตามโจทย์ปัญหา หรือภาระงานตามที่ครูกำหนดภายในบริเวณที่ถูกออกแบบให้สอดคล้องกับบริบทของการทำงาน เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรม ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) คือขาดจุดเน้นด้านกระบวนการทำงานเป็นทีม อย่างไรก็ตามการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังยังไม่พบรายงานการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ถูกออกแบบมาเพื่อนำมาใช้ในการส่งเสริมความสามารถนี้โดยเฉพาะ รวมถึงกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถสนับสนุนให้นักเรียนเกิดตัวปั้งซีได้อย่างครบถ้วนตามองค์ประกอบ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในบริบทของประเทศไทย

แม้ว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบหรือวิธีสอนต่าง ๆ ที่กล่าวมาจะสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้แต่ยังมีข้อจำกัดของแต่ละรูปแบบหรือวิธีสอนจึงทำให้ไม่เหมาะกับการพัฒนาองค์ประกอบของความสามารถนี้ โดยแต่ละองค์ประกอบนั้นมีความสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในภาพรวม อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น จะใช้กระบวนการสืบสอบเพื่อให้นักเรียนได้สร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการใช้กระบวนการสืบสอบมักจะได้เน้นกระบวนการทำงานเป็นทีม จากการศึกษาพบว่ามีรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หนึ่งที่เน้นกระบวนการสืบสอบควบคู่กับการทำงานเป็นทีม นั่นคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแนะนำเน้นกระบวนการ (Process-oriented Guided-inquiry Learning หรือ POGIL) ซึ่งเป็นลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนฝึกกระบวนการสืบสอบเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการทำงานเป็นทีมแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaboration) โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ POGIL ประกอบด้วยแนวคิดหลักสำคัญ 3 ประการ คือ แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning) แนวคิดของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำ (Guided-inquiry) และแนวคิดของวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) (Irwanto, Saputro, Rohaeti, & Prodjosantoso, 2018) ซึ่งการเรียนรู้ในลักษณะนี้เป็นการเชื่อมโยงสาระสำคัญของการเรียนรู้กับ

ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาใช้ในการกำหนดประเด็นปัญหาของกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน โดยนักเรียนจะมีการศึกษาสาระสำคัญผ่านกระบวนการทำงานเป็นทีม มีการสร้างกลวิธีในการแก้ปัญหา กำหนดโครงสร้างของทีม และมีการบริหารจัดการกระบวนการทำงานด้วยตัวเอง รวมถึงตรวจสอบสาระสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากการอภิปรายหลักฐานเชิงประจักษ์ ภายใต้การอำนวยความสะดวกด้านกระบวนการทำงานโดยครูผู้สอน

Simonson (2019) และ Kussmaul (2016) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่ได้มีการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่าสามารถพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ กับนักเรียน อาทิ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีม รวมถึงความสามารถบางประการของนักเรียน อาทิ ความสามารถในการกำกับตนเอง มีการประเมินตนเองตามสภาพจริง ความสามารถในการปรับมุมมองตามข้อสรุปของทีม ความสามารถในการสื่อสาร และความเป็นผู้นำ นอกจากนี้ Carlson (2018) ได้ศึกษารูปแบบและขั้นตอนของกิจกรรม สามารถประยุกต์ให้เข้ากับบริบทการจัดการเรียนการสอนในหลายรูปแบบและมีการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง ทั้งวิชาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในรายวิชาอื่น ๆ อาทิ คอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ และสังคมศาสตร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการจัดกิจกรรมลักษณะนี้ในระดับอุดมศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลายและมัธยมศึกษาตอนต้น รวมถึงมีการนำไปใช้จัดกิจกรรมในระดับประถมศึกษาอีกด้วย โดยการศึกษาของ Sanggara, Doyan, and Verawati (2019) พบว่าการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ช่วยก่อให้เกิดแรงกระตุ้นต่อการแก้ปัญหาในการทดลองทางฟิสิกส์ และยังเป็นเครื่องมือช่วยในการดำเนินงาน การทำงานเป็นทีมอย่างเป็นระบบ ในขณะที่มีการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ มีกิจกรรมสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะนำ (Guided-inquiry) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการแสวงหาความรู้ ตรวจสอบผลการสืบเสาะได้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning) โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้จากการทำงานร่วมกันเป็นทีม มีการดำเนินงานตามแผนที่กำหนด และยังช่วยให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญของบทเรียนได้จากการอภิปรายแลกเปลี่ยนมุมมองความคิดโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ในการอภิปราย

Dieu, Thi, and Bich (2018) มีการใช้กิจกรรมการทำงานเป็นทีมร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบ ในการพัฒนาความสามารถแบบร่วมมือรวมพลัง รวมถึง Gronvall (2020) ได้นำเสนอ มุมมองการดำเนินการแก้ปัญหาที่มีการร่วมมือกันทำงานเป็นทีม ซึ่งนักการศึกษาทั้ง 2 ท่านให้ข้อสรุปตรงกันว่าสามารถส่งผลให้เกิดผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม Graesser et al. (2018) ได้ให้ข้อสังเกตว่ายังไม่พบรายงานการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้ครบทุกองค์ประกอบ รวมถึงในบริบทของประเทศไทยที่ยังไม่

พบว่ามีการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบใดจะสามารถส่งเสริมความสามารถนี้ได้ครบในทุกมิติ นอกจากนี้ยังพบรายงานเป็นส่วนน้อยที่แสดงถึงการการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังให้แก่คนไทยอย่างชัดเจน แม้ว่าผลการประเมินความสามารถดังกล่าวของนักเรียนยังอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ PISA (OECD, 2017c) ในปี 2558 ก็ตาม ดังนั้นการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังให้ได้ครอบคลุมองค์ประกอบ โดยจัดการเรียนการสอนรู้สืบทสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการจึงมีแนวโน้มที่จะส่งเสริมระดับความสามารถดังกล่าวให้สูงขึ้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลการจัดการเรียนรู้สืบทสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. คำถามวิจัย

- 1) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังหลังเรียนแตกต่างจากก่อนเรียนหรือไม่ อย่างไร
- 2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นอย่างไร

3. วัตถุประสงค์งานวิจัย

- 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
- 2) เพื่อศึกษาผลของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

4. สมมติฐานงานวิจัย

แนวคิดในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดย Nelson (1998) ได้จัดกลุ่มวิธีการสอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังไว้ 3 ประการได้แก่ 1) วิธีสอนแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Approach) มีลักษณะสำคัญด้านการพัฒนากระบวนการทำงานเป็นทีม โดยมีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้ในการพัฒนาความสามารถนี้คือ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative learning) 2) วิธีสอนโดยเน้นประสบการณ์ (Experiential Approaches) มีลักษณะสำคัญที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริงหรือใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด มีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้ในการพัฒนาความสามารถนี้คือ การเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Active Learning) ซึ่งให้นักเรียนได้

ลงมือทำและปฏิบัติจริง และ 3) วิธีการสอนแบบคิดแก้ปัญหา (Problem-Solving Approaches) มีลักษณะสำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้วิเคราะห์ สังเคราะห์และสร้างวิธีการนำไปสู่คำตอบ โดยมีการนำมาใช้ผสมผสานกันมีจุดเน้นสำคัญแบ่งเป็น 2 ด้านคือ 1) ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนากระบวนการคิด การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 2) ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อแบ่งปันทรัพยากร ร่วมมือกันวางแผนและกำหนดกลยุทธ์ในการดำเนินงาน ให้ได้ผลลัพธ์ตรงตามต้องการ ซึ่งมีการศึกษารวบรวมรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้จากหลาย ๆ ประเทศ ในระดับชั้นมัธยมศึกษา

การศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ที่สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการพบว่ามีฐานคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีนักศึกษานำกิจกรรมไปใช้ในบริบทต่าง ๆ เช่น Sanggara et al. (2019) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนในรายวิชาปฏิบัติการทางฟิสิกส์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem-Solving) สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม รวมถึง Carlson (2018) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความเข้าใจเนื้อหาวิชาชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา ส่งเสริมศักยภาพการทำงาน และประสิทธิผลทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการสังเกตและการบันทึกกิจกรรมระหว่างจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจชีววิทยา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการทำงานเป็นทีม และมีภาวะผู้นำเพิ่มสูงขึ้น

Kussmaul, Hu, and Pirman (2016) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการ การสื่อสาร การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา และเรียนรู้การทำงานเป็นทีม (Cooperative learning) ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ที่สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการเป็นการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Active Learning) มีบทบาทช่วยให้นักเรียนเรียนรู้การสื่อสารและทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีผลการสังเกตกิจกรรมในชั้นเรียนคือ นักเรียนมีการอภิปรายตอบคำถาม เกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบ นิยามปัญหาที่เกิดขึ้น วางแผนการทำงานให้สอดคล้องกับบริบทการดำเนินงานของตนเอง อภิปรายประเด็นปัญหา ดำเนินงานด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยืนยันข้อมูลด้วยการอ้างอิงข้อพิสูจน์จากหลักฐาน สื่อสารใจความสำคัญด้วยความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ในบริบทของประเทศไทย กรกนก เลิศเดชาภัทร (2559) ทำการศึกษาผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ

การส่งเสริมเอกชนกรุงเทพมหานคร โดยในการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมและพบว่านักเรียนยังไม่สามารถปรับบทบาทหน้าที่ของตนเองไปตามบริบทของสถานการณ์ที่เหมาะสมได้ ซึ่งสามารถอธิบายผลของกิจกรรมการเรียนรู้ POGIL ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากการรวบรวมข้อมูลระหว่างการดำเนินงานตามกิจกรรมของนักเรียน โดยใช้แบบบันทึกการสังเกตการทำงานเป็นทีม และแบบประเมินตนเอง รวมถึงประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในบริบทของสถานการณ์จริงด้วยแบบวัดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง และมีระดับการประเมินความสามารถ 3 ระดับคือ ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีลักษณะของกิจกรรมที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังคือ การเรียนรู้วิธีการทำงานเป็นทีม (Cooperative Learning) การเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Active Learning) และการแก้ปัญหา(Problem-Solving) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการน่าจะมีแนวโน้มในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้ จึงสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

- 1) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จะมีพฤติกรรมบ่งชี้ตามประเด็นพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
- 2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จะมีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. ขอบเขตงานวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร

ตัวแปรในการวิจัยประกอบด้วย

ตัวแปรจัดกระทำ คือ การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลา 7 สัปดาห์จำนวนทั้งสิ้น 22 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ประกอบด้วย 5 เรื่องคือ 1) โครงสร้างและบทบาทของสารพันธุกรรม 2) การจำลองและการซ่อมแซมดีเอ็นเอ (DNA) 3) การสังเคราะห์โปรตีน 4) การกลายพันธุ์ระดับยีน และ 5) กระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

งานวิจัยนี้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะไว้ดังนี้

6.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Problem-Solving หรือ CPS) หมายถึง ความสามารถในการร่วมมือกับบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปเพื่อปฏิบัติภารกิจให้สำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด โดยมีการแบ่งปันประสบการณ์ ความรู้ ความสามารถ มาสร้างข้อตกลงและแบ่งปันความสำเร็จร่วมกัน ซึ่งมีองค์ประกอบ 12 ประการดังนี้

1) ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก (Discovering perspectives and abilities of team members) คือ การเข้าใจ ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานแก้ปัญหาของสมาชิกทีม

2) ค้นพบกลยุทธ์ในการทำงานร่วมกัน (Discovering the type of collaborative interaction to solve the problem, along with goals) คือ การสร้างรูปแบบวิธีการทำงานร่วมกันกับสมาชิกทีม โดยการอภิปราย เสนอแนะประนีประนอมเพื่อสร้างมุมมองในการดำเนินงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของทีม วิธีการทำงานร่วมมือรวมพลังกับสมาชิกทีม เพื่อดำเนินการผ่านอุปสรรคที่กีดขวางเป้าหมายของทีม

3) เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (Understanding roles to solve the problem) คือ การวิเคราะห์สาเหตุสำคัญของปัญหาเพื่อตัดสินใจดำเนินการแก้ปัญหา

4) สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (Building a shared representation and negotiating the meaning of the problem) คือ การร่วมกันสร้างมโนทัศน์ของปัญหาจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของสมาชิกที่สอดคล้องกับปัญหา

5) ระบุและอธิบายวิธีการดำเนินงานให้สำเร็จ (Identifying and describing tasks to be completed) คือ การร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมายการทำงาน และกรอบโครงสร้างในการดำเนินงาน

6) จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (Describing roles and team Organization) คือ การร่วมกันบริหารจัดการโครงสร้างในการดำเนินงานของทีม

7) มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม (Communicating with team members about the actions to be/being performed) คือ การมีส่วนร่วมในการสื่อสารข้อมูล ศึกษา ค้นคว้า มีส่วนร่วมกับสมาชิกทีมระหว่างภารกิจ

8) มีกลวิธีในการทำงาน (Enacting plans) คือ การร่วมกันออกแบบแนวทางการดำเนินงาน สร้างทางเลือกในการดำเนินงาน สามารถปรับมุมมองในการทำงาน และรับมือกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป

9) ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (Following rules of engagement) คือ การรักษา สภาพภาพของกระบวนการดำเนินงาน และมีความพร้อมต่อการปรับโครงสร้างวิธีการดำเนินงานตาม สถานการณ์ที่เปลี่ยนไป

10) อภิปรายผลการปฏิบัติงานร่วมกัน (Monitoring and repairing the shared understanding) คือ ตรวจสอบชุดความคิดที่ได้จากการดำเนินงานและสร้างความเข้าใจตรงกัน

11) ติดตามและประเมินกลวิธีในการดำเนินงาน (Monitoring results of actions and evaluating success in solving the problem) คือ การติดตามและประเมินสถานการณ์ ระหว่างการดำเนินงาน

12) ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (Monitoring, providing feedback and adapting the team organization and roles) คือ การประเมิน ประสิทธิภาพตลอดการดำเนินงาน และสามารถปรับโครงสร้างการทำงาน ปรับข้อตกลงของทีมได้ ตามความเหมาะสม

การวัดองค์ประกอบวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสำเร็จรูปทางออนไลน์ของ PISA ฉบับภาษาไทย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังและแบบ ประเมินการทำงานเป็นทีม

6.2 การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ (Process-oriented guided-inquiry learning หรือ POGIL) หมายถึง กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ของนักเรียนจากประสบการณ์ การทำงานเป็นทีม ภายใต้การอำนวยความสะดวกของครู ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) ระบุสิ่งที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ (Identify a need to learn) เป็นการตั้งประเด็น ปัญหาเพื่อสร้างกรอบในการกำหนดเป้าหมายของกิจกรรม โดยมีครูชี้แจงวัตถุประสงค์และการ ประเมินผลของกิจกรรม

2) เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings) เป็นการใช้คำถามในการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียนและนำไปสู่การระบุรูปแบบของวิธีการไปสู่เป้าหมายโดยการทำงาน

3) สำรวจค้นหาคำตอบ (Explore) ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทำงานร่วมกันเป็นทีม

4) สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation) ร่วมกันตรวจสอบข้อมูลและหลักฐานเพื่อนำไปสู่การระบุหรือสร้างมโนทัศน์ของข้อสรุป

5) ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge) เป็นการสร้างประสบการณ์ร่วมกับมโนทัศน์ที่ได้จากข้อสรุป เพื่อเชื่อมโยงถึงชีวิตประจำวัน

6) ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) ถ่ายโอนมโนทัศน์และกระบวนการทำงานมาใช้แก้ปัญหาในบริบทใหม่

7) สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process) ประเมินประสิทธิภาพการทำงานและออกแบบแนวทางการทำงานให้ดีขึ้นในวงจรการเรียนรู้ครั้งต่อไป

6.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยม สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Problem-Solving)

- 1.1 ที่มาและความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
- 1.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
- 1.3 ลักษณะของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
- 1.4 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
- 1.5 การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
- 1.6 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
 - 1.6.1 ตัวบ่งชี้ และเกณฑ์ในการประเมินองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
 - 1.6.2 ระดับความสามารถของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

2. การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ (Process-oriented guided-inquiry learning)

- 2.1 ที่มาและความสำคัญของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
- 2.2 ความหมายของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
- 2.3 ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
- 2.4 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
- 2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
- 2.6 แนวทางการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
 - 2.6.1 หลักการในการออกแบบกิจกรรม
 - 2.6.2 บทบาทหน้าที่ของนักเรียน
 - 2.6.3 บทบาทหน้าที่ของครู
 - 2.6.4 ขั้นตอนการออกแบบกิจกรรม
 - 2.6.5 การเสริมสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน
- 2.7 กิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4. กรอบแนวคิดการวิจัย

1. การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Problem-Solving)

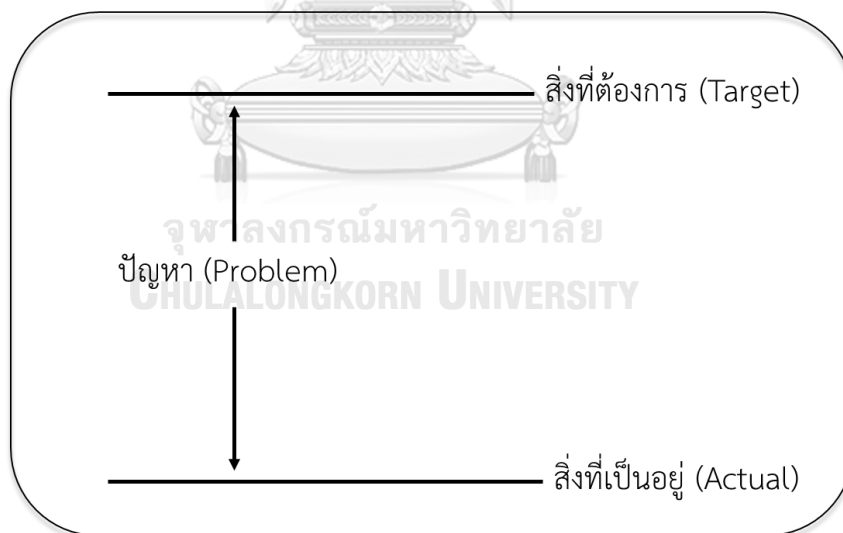
จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Problem-Solving หรือ CPS) สามารถนำเสนอได้ 7 ประเด็นดังนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

การศึกษาที่มาจากความสำคัญของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังประกอบด้วยแนวคิด ทฤษฎี ความเป็นมาและความสำคัญในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง แสดงรายละเอียดได้ 3 ประเด็นดังต่อไปนี้

1.1.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้ คือ

1) แนวคิดการแก้ปัญหาของมนุษย์โดย Newell and Simon (1972) ได้อธิบายการแก้ปัญหาว่า มนุษย์ทุกคนไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเผชิญกับปัญหาตลอดเวลาในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังนั้น ข้อมูลและประสบการณ์ และการเผชิญหน้ากับปัญหา เป็นสิ่งจำเป็นต่อการเอาชีวิตรอดในธรรมชาติ ซึ่ง Newell and Simon (1972) ได้ให้ความหมายของปัญหาและนิยามองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับปัญหาไว้ว่า ปัญหา (Problem) คือ ความแตกต่าง (Gap) ระหว่าง สิ่งที่เป็นอยู่ (Actual) กับสิ่งที่ต้องการ (Target) ดังแผนภาพที่ 2.1

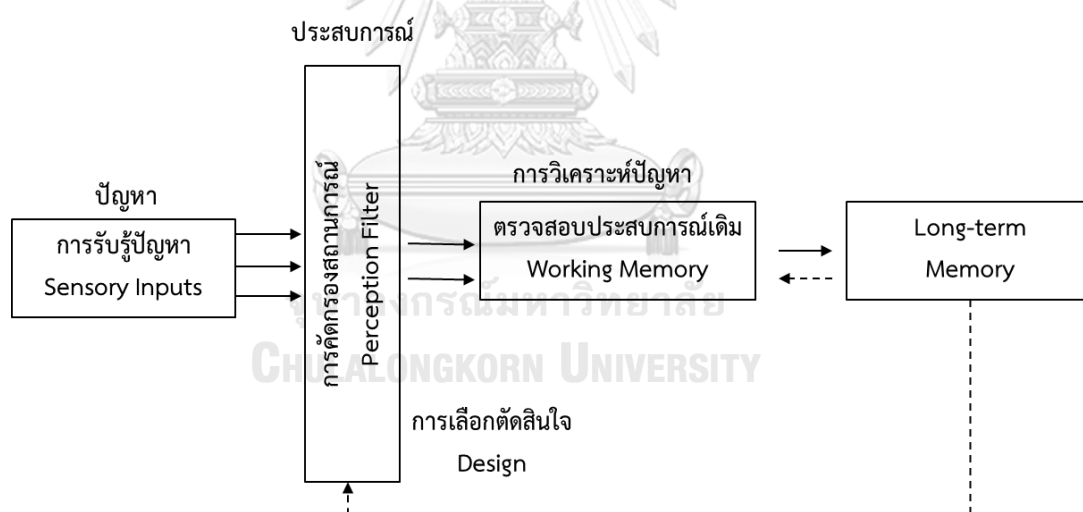


แผนภาพที่ 2.1 นิยามของปัญหา โดย Newell and Simon (1972)

การศึกษาของ Newell และ Simon ทำให้สามารถนำเสนอเป็นทฤษฎีการแก้ปัญหา (The Theory of Problem Solving) โดยมีใจความสำคัญของการแก้ปัญหา 3 ขั้นตอนคือ 1. ขั้นใช้สติปัญญา (Intelligence) เพื่อค้นหาและระบุปัญหา 2. ขั้นตัดสินใจ (Design) กำจัดปัญหาและอุปสรรคที่มีต่อเป้าหมาย 3. ขั้นเลือกใช้วิธีแก้ปัญหา (Choice) ในการระบุวิธีดำเนินการไปสู่เป้าหมาย

ซึ่งอธิบายเพิ่มเติมโดย Simon (1978) ได้อนุมานการแก้ปัญหาของมนุษย์ว่าเหมือนการต่อภาพจิ๊กซอว์ทีละส่วนจนได้ภาพที่สมบูรณ์และได้เสนอทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ ในรายละเอียดประเด็นถัดไป

2) ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ (Information-processing Theory of Human Problem Solving) โดย Simon (1978) ได้นำเสนอทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ มีใจความสำคัญว่า ทุกครั้งที่มนุษย์สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จจะรวบรวมชิ้นส่วนของข้อมูลเก็บไว้ในความทรงจำ เมื่อมนุษย์เผชิญกับปัญหาในบริบทใหม่ ชิ้นส่วนของข้อมูลที่เก็บไว้ในความทรงจำแต่ถูกนำมาประมวลผลเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาในบริบทนั้น โดยข้อมูลและประสบการณ์รวมถึงผลลัพธ์จากกระบวนการแก้ปัญหามากเท่าไร จะทำให้สามารถออกแบบการตัดสินใจ และมีทางเลือกในการดำรงชีวิตที่มากขึ้นตามไปด้วย ดังแผนภาพที่ 2.2 นอกจากนี้ Dostál (2015) ได้อธิบายปัญหาของมนุษย์เพิ่มเติมว่าการ แก้ปัญหาคือ ความสามารถของบุคคลในการระบุความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ต้องการและสิ่งที่เป็นอยู่ โดยบุคคลนั้นจะพยายามหาวิธีการไปสู่สิ่งที่ต้องการด้วยการนำกระบวนการคิดมาออกแบบวิธีการ สามารถปรับเปลี่ยน มุมมอง ความคิด พฤติกรรม และทัศนคติของตนเอง เพื่อให้ไปสู่สิ่งที่ต้องการได้



แผนภาพที่ 2.2 แสดงกระบวนการตัดสินใจจากทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์

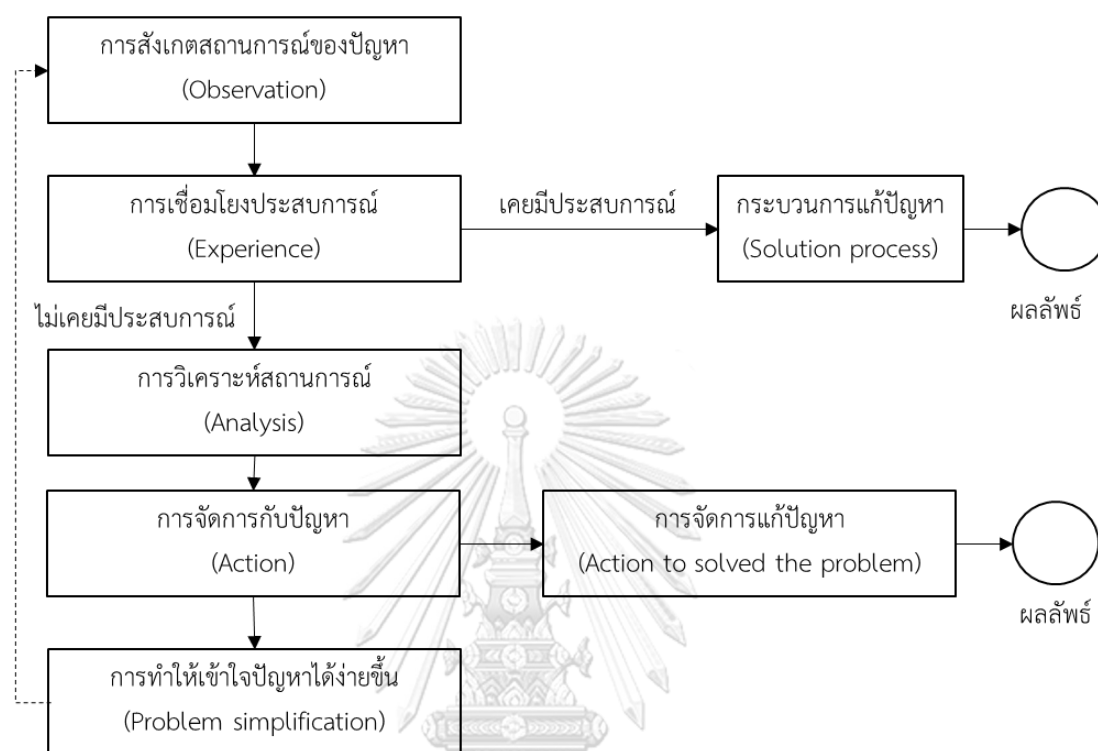
3) ทฤษฎี ลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ของ Maslow (1943) (Maslow's hierarchy of needs) มีใจความสำคัญกล่าวถึงความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ และการกำหนดเป้าหมายของการดำเนินชีวิตของมนุษย์ที่จะทำทุกวิถีทางเพื่อตอบสนองความต้องการในขั้นพื้นฐาน จนกว่าจะเกิดความรู้สึกเต็มอิ่มหรือเพียงพอเสียก่อนที่จะพัฒนาไปสู่ขั้นถัดไป เมื่อมนุษย์รู้สึกเต็มอิ่มในส่วนขั้นพื้นฐานแล้วจะพ้นจากความทุกข์ ความกระวนกระวาย และอยู่ในสภาวะที่มั่นคงในระยะหนึ่ง หลังจากนั้นมนุษย์จะเกิดแรงจูงใจ (Motivation) หรือความต้องการเป้าหมายใหม่ที่สูงขึ้น และ

จะพยายามสร้างวิธีการไปสู่เป้าหมาย กำจัดอุปสรรค เพื่อให้เป้าหมายใหม่ประสบความสำเร็จต่อไป อย่างไรก็ตาม Maslow ยังกล่าวเพิ่มเติมว่า ความรู้สึกเติมเต็มเป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป ส่งผลให้มนุษย์สามารถเกิดความรู้สึกไม่พึงพอใจกับความต้องการขั้นพื้นฐานได้ตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ในขณะนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ในช่วงเวลาหนึ่งของความเป็นมนุษย์ย่อมพบกับอุปสรรค ปัญหาอยู่ตลอดเวลา เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จแล้ว จะเกิดแรงจูงใจในการกำหนดเป้าหมายต่อไปเรื่อย ๆ ไม่มีที่สิ้นสุด

1.1.2) ความสำคัญของการแก้ปัญหา โดย Salovey and Mayer (1990) ได้อธิบายผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาจนสำเร็จของบุคคลว่าเป็นการสะสมประสบการณ์ใหม่ รวมถึงก่อให้เกิดการปรับปรุงโครงสร้างทางปัญญา เมื่อบุคคลนั้นเผชิญหน้ากับปัญหาในสถานการณ์ใกล้เคียงกัน จะมีการนำประสบการณ์เหล่านั้นมาพิจารณาตัดสินใจ สร้างทางเลือกในการใช้ชีวิตมากกว่าบุคคลที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อนดังแผนภาพที่ 2.3 และเมื่อพิจารณาทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์มีความสอดคล้องกับ การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หรือการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์เชิงประจักษ์ (Experiential Learning) โดยการศึกษาของ Dieu et al. (2018) อธิบายการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากกิจกรรมหรือการปฏิบัติซึ่งเป็นประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมเพื่อนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจเชิงนามธรรมผ่านการสะท้อนประสบการณ์ การคิดวิเคราะห์ การสรุปเป็นหลักการ ความคิดรวบยอด และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงการเรียนรู้จากประสบการณ์จึงเป็นปัจจัยหลักของการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง (Transformative Learning) ประสบการณ์นี้หมายรวมทั้งประสบการณ์ที่บุคคลนั้นผ่านพบมาแล้วและประสบการณ์ในชั้นเรียน โดยจะมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูล การตีความหรือสะท้อนคิด เพื่อตรวจสอบและทำความเข้าใจความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ และส่งเสริมการเรียนรู้ด้านเจตคติ มีกิจกรรมให้นักเรียนลงมือทำหรือสัมผัสจริง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณค่าของกิจกรรมหรือสิ่งต่าง ๆ โดยถ้ากิจกรรมนั้นสอดคล้องประสบการณ์ในชีวิตจริงก็จะยิ่งมีโอกาสนำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และนำไปสู่การเปลี่ยนโลกทัศน์ที่สูงขึ้นอีกด้วย

1.1.3) จากแนวคิดการแก้ปัญหาสู่การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดย Saettler (1968) อธิบายว่า ในช่วงศตวรรษที่ 20 มีรายงานที่แสดงถึงการให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาและประสบการณ์ในการแก้ปัญหานำไปสู่ความเจริญทางด้านอุตสาหกรรม มีการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ มาตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวนั้นพบว่าสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมของการพัฒนาอุตสาหกรรมนั้นมีความซับซ้อนของปัญหามีมากขึ้น การแก้ปัญหาจากประสบการณ์เดิมของบุคคลเพียงคนเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนให้สำเร็จ รวมถึงการตัดสินใจแก้ปัญหาของบุคคลหนึ่ง อาจมีผลกระทบต่อบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นการร่วมมือกันแก้ปัญหาของบุคคลที่มีมากกว่า 1 คนขึ้นไป จะส่งผลให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมถึงระยะเวลาในการแก้ปัญหาลดน้อยลง

ตามไปด้วย จึงทำให้เกิดความเจริญทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมมากขึ้นตามลำดับ (Krishna & He, 2015)



แผนภาพที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการสร้างประสบการณ์จากการแก้ปัญหา

ในเวลาต่อมาช่วงปลายศตวรรษที่ 20 เริ่มปรากฏหลักฐานการส่งเสริมการแก้ปัญหาในหลักสูตรการศึกษา และมีการเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้จากการบรรยายไปสู่การสร้างประสบการณ์ให้นักเรียน และมีการประเมินการแก้ปัญหา สอดแทรกอยู่ในหลักสูตรจนถึงปัจจุบัน (Bransford, Brown, & Cocking, 2000) ซึ่งการศึกษาแนวทางที่สามารถทำให้การแก้ปัญหาเกิดผลลัพธ์ไปในทิศทางที่ดีขึ้น คือการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Problem-solving) เป็นการแบ่งปันความรู้ ความสามารถซึ่งกันและกัน จากบุคคลที่มีเป้าหมายแบบเดียวกัน และมีการสร้างข้อตกลงร่วมกันในการดำเนินการแก้ปัญหา (Clark & Wilkes-Gibbs, 1986) นอกจากนี้ยังมีการนำความสามารถนี้ไปใช้อย่างแพร่หลายในบริบทขององค์กรที่เป็นผู้นำทางด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม ต่อมาจึงมีนักการศึกษาให้ความสนใจในการพัฒนาความสามารถนี้ โดย Tudge (1990) ได้ทำการศึกษาขอบเขตของพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเพื่อนำมาใช้ในการส่งเสริมนักเรียนในวัยเด็ก พบว่าปัจจัยที่ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของเด็กจะสูงขึ้น เมื่อได้ทำงานร่วมกับเพื่อนที่มี

ความคุ้นเคยและได้รับการให้ข้อมูลป้อนกลับในทันที นอกจากนี้ Tudge ยังพบว่าขอบเขตการพัฒนาที่ดีที่สุดของความสามารถนี้คือเด็กจะต้องได้ทำงานร่วมกับเพื่อนและได้รับข้อมูลป้อนกลับทันทีระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ Vygotsky (1987) ได้ศึกษาแนวคิดในการพัฒนาความสามารถของเด็ก จึงมีการออกแบบแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังบนฐานช่วยเหลือ (Scaffolding) รวมถึงมีการประเมินความสามารถแบบร่วมมือรวมพลังอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ และมีการจัดกิจกรรมหลายประการที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถนี้ ซึ่งจากรายงานผลการสำรวจความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของ OECD (2012) พบว่ามีปัจจัยหลายประการที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาความสามารถนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังให้ได้ครบตามองค์ประกอบ

1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

การศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้นิยามของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

Hesse, Care, Buder, Sassenberg, and Griffin (2015) ได้นิยามการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังว่า การทำงานเป็นทีมมุ่งสู่เป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ของทีม ด้วยการทำความเข้าใจและแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นอุปสรรคขัดขวางไม่ให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน

OECD (2017b) ได้นิยามการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังไว้ว่า ความสามารถของบุคคล ในการมีส่วนร่วมต่อกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการแบ่งปันความสามารถของแต่ละบุคคล โดยการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา การสร้างและการรักษาระเบียบของกลุ่ม

Dieu et al. (2018) ได้นิยามการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังว่า การทำงานร่วมกันเป็นทีมมุ่งสู่เป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ของทีมและ พยายามหาวิธีทางไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้

Graesser et al. (2018) ได้นิยามการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังว่า การทำงานของบุคคลที่มีบทบาทต่อเป้าหมายของทีม โดยการแบ่งปันผลข้อมูลความสามารถร่วมกัน และเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทำงานจากการสร้างกฎระเบียบร่วมกัน

Dillenbourg and Traum (2006) ได้นิยามการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังว่า การแบ่งปันความรู้ความสามารถของบุคคลที่เป็นสมาชิกของทีม เพื่อทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ร่วมกันระบุไว้

จากการศึกษาและวิเคราะห์ความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง สรุปได้ว่า การร่วมมือกับบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปเพื่อปฏิบัติการกิจให้สำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด โดยมี การแบ่งปันความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์มาสร้างข้อตกลง และแบ่งปันความสำเร็จร่วมกัน

1.3 ลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

การศึกษาลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมีนักการศึกษาหลายท่านและองค์กรที่เกี่ยวข้องได้อธิบายลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมีรายละเอียดได้ ดังนี้

Dillenbourg and Traum (2006) ได้อธิบายลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหาของสมาชิกทีม โดยสมาชิกทีมจะต้องเลือกวิธีการที่ดีที่สุดตามความสามารถและความถนัดของสมาชิกทีม สมาชิกทีมแต่ละคนต้องแบ่งปันความสามารถ ประสบการณ์ความรู้ความถนัดเฉพาะตัวมีการเจรจาต่อรองหาแนวทางในการแก้ปัญหาให้เกิดการแก้ปัญหาได้สำเร็จตามเป้าหมาย

Graesser et al. (2018) ได้อธิบายลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังว่า มีลักษณะผสมผสานระหว่างลักษณะทางพุทธิพิสัยและลักษณะทางสังคม หรืออาจกล่าวได้ว่า ลักษณะของการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้เหตุผลเชิงอุปนัยและนิรนัยประมวลผลข้อมูล ผ่านกระบวนการทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยมีการสื่อสารอภิปรายเจรจาต่อรองปรับมุมมองและทัศนคติได้แย้งในเชิงเหตุผล เพื่อหาข้อสรุปร่วมกันเป็นมติของทีม

Hesse et al. (2015) ได้อธิบายลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังว่า การทำงานในบริบทของเป็นทีมให้สำเร็จตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ของทีม ด้วยการทำความเข้าใจ และแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นอุปสรรคขัดขวางไม่ใหบรรลุเป้าหมายร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการอภิปรายด้วยเหตุผล แลกเปลี่ยนความรู้ ความสามารถ และการโต้แย้งภายในทีม

OECD (2017b) ได้อธิบายลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังว่า ความสามารถของแต่ละบุคคลในการมีส่วนร่วมต่อกระบวนการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพโดยมีสมาชิกตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเพื่อพยายามแก้ปัญหาด้วยการแบ่งปันความสามารถของแต่ละบุคคลในการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพโดยพิจารณาสมรรถนะหลักในการแก้ปัญหาและรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

Dieu et al. (2018) ได้อธิบายลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังว่า การทำงานร่วมกันเป็นทีมมุ่งสู่เป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ของทีมด้วยวิธีการที่มาจากการแลกเปลี่ยนความรู้ ความสามารถ การอภิปราย โต้แย้งภายในทีมเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่มีอยู่ พยายามหาวิธีทางไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ ด้วยกระบวนการคิดและสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมร่วมกัน

Graesser et al. (2018) ได้อธิบายลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังว่า การดำเนินการกิจ ไปสู่สิ่งที่ต้องการโดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเองให้สอดคล้องกับบริบทของทีม เพื่อไปสู่เป้าหมายที่ต้องการได้ โดยที่บุคคลจะต้องมีความสามารถในการระบุความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ต้องการและสิ่งที่เป็นอยู่ พยายามหาวิธีการการนำกระบวนการคิดมาออกแบบวิธีการ

อาจสรุปได้ว่า ลักษณะของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง มีลักษณะการ ดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย ในบริบทของการทำงานเป็นทีม มีการแลกเปลี่ยนความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ของตนเองกับสมาชิกทีม มีปฏิสัมพันธ์ในการสร้างข้อตกลงเพื่อบรรลุเป้าหมายของทีม โดยร่วมกันสร้างและออกแบบวิธีการไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ รวมถึงการติดตามการดำเนินงาน และสรุปผลการดำเนินงาน ประเมินประสิทธิภาพของตนเองและทีม เพื่อใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานของตนเองและทีมร่วมกัน

1.4 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

การศึกษาองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมีนักการศึกษาและ องค์กรที่เกี่ยวข้อง ได้อธิบายรายละเอียดองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง มีรายละเอียดดังนี้

Trilling and Fadel (2009) ได้อธิบายองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง คือ การแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการแบ่งปันความรู้ ความสามารถของสมาชิกทีมที่หลากหลาย สามารถใช้ความประนีประนอมยืดหยุ่นและเต็มใจในการ ทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายและให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของสมาชิกทีมแต่ละคน Trilling และ Fadel ในปี ค.ศ.2009 ยังได้อธิบายองค์ประกอบของการทำงานแบบร่วมมือรวมพลัง ที่เป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การแก้ปัญหา (Problem-solving) หมายถึง การก้าวข้ามอุปสรรคระหว่าง เป้าหมายที่กำหนดและสิ่งที่ตนเองเป็นอยู่ โดยบุคคลนั้นจะพยายามหาวิธีทางไปสู่เป้าหมายที่กำหนด ไว้ ด้วยกระบวนการคิดและสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเอง ไปสู่สิ่งที่ต้องการได้

2) การทำงานแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaboration) หมายถึง การปฏิบัติงาน ร่วมกับบุคคลอื่น ที่มีบุคลิกแตกต่างไปจากเรา โดยการใช้สติปัญญาในการช่วยปรับวิธีการทำงานให้ ยืดหยุ่น รวมถึงการสร้างข้อตกลงที่สมาชิกทีมสามารถยอมรับได้ด้วยความสมัครใจ

Care et al. (2018) ได้อธิบายองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง คือ องค์ประกอบทางสังคม (The Social Components) หมายถึงความสามารถในการร่วมกิจกรรมหรือ

ทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน โดยสมาชิกของทีมจะดำเนินกิจกรรมการสื่อสาร การแลกเปลี่ยนความรู้หรือความคิดเห็น ปรับเปลี่ยนการแสดงออกของตนเองอย่างมีมนุษยสัมพันธ์ เพื่อรักษาเสถียรภาพในการทำงานร่วมกัน สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย 3 องค์ประกอบคือ

1) การมีส่วนร่วม (Participation) หมายถึง การกระทำการโต้ตอบและการทำให้ภารกิจเสร็จสมบูรณ์

2) การปรับมุมมอง (Perspective) หมายถึง การปรับเปลี่ยนความคิดเห็นตามบริบทข้อสรุปของสมาชิกทีมโดยอ้างอิงจากข้อมูลพื้นฐาน สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเองให้สอดคล้องกับสมาชิกทีม

3) การกำกับบริบททางสังคม (Social Regulation) หมายถึง การรับรู้ความหลากหลายของกลุ่มซึ่งแบ่งออกเป็นความรู้เกี่ยวกับตัวเอง และความรู้เกี่ยวกับความรู้จุดแข็งและจุดอ่อนของทีมงานร่วมกัน

นอกจากนี้ Care et al. (2018) ได้อธิบายองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังทางพุทธิพิสัย (Cognitive Components) ซึ่งหมายถึงการสำรวจสถานการณ์ของปัญหาจากการสังเกต ค้นหาข้อมูล ค้นหาข้อจำกัดหรืออุปสรรค เพื่อทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ได้รับและข้อมูลที่ค้นพบ จากนั้นมีการสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา การวางแผน และการดำเนินการแก้ปัญหา รวมถึงการตรวจสอบและการสะท้อนผลการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยมีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบหลักได้แก่

1) ระเบียบภาระงาน (Task Regulation) หมายถึง กระบวนการจัดกระทำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาประกอบด้วย การวางแผน กำหนดสมมติฐาน วิธีการบรรลุเป้าหมายและการระบุวิธีการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา

2) การสร้างองค์ความรู้ (Learning Knowledge Building) หมายถึง การสร้างองค์ความรู้จากข้อมูลที่ได้จากการอภิปราย การรับฟังความคิดเห็นของทีม เพื่อสร้างตัวแทนของปัญหา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และมีการตรวจสอบหาคำตอบของปัญหา

OECD (2017b) ได้กำหนดขององค์ประกอบในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังโดยพิจารณาลักษณะสำคัญร่วมกัน 2 ลักษณะคือ 1) สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง 2) ขั้นตอนของการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณา 2 ลักษณะดังกล่าวได้มีการออกแบบองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้ 12 องค์ประกอบ โดยสามารถแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง มี 3 ประการคือ

1.1) การกำหนดและการสร้างความเข้าใจร่วมกัน (Establishing and maintaining shared understanding) หมายถึง การสร้างและระบุข้อมูลที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์ของ

สมาชิกในทีม ด้วยการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกัน เพื่อใช้ในการตัดสินใจสร้างความหมายและลักษณะของปัญหาร่วมกัน

1.2) การระบุวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม (Taking appropriate action to solve the problem) หมายถึง การเข้าใจและระบุข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ออกแบบ ติดตาม และประเมินองค์ประกอบของวิธีการแก้ปัญหาพร้อมระบุภาระงานมอบหมายให้สมาชิกทีมดำเนินงาน

1.3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and maintaining team organization) หมายถึง การเข้าใจบทบาทในการแก้ปัญหา ระบุข้อตกลงดำเนินงานตามหน้าที่ให้สำเร็จตามเป้าหมาย ตรวจสอบ ติดตามความคืบหน้า เสนอและแก้ปัญหาการทำงานของทีมงานได้อย่างมีประสิทธิภาพของทีมงาน

2) ขั้นตอนของการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการคิดทำความเข้าใจสถานการณ์ของอุปสรรค พยายามก้าวผ่านอุปสรรคในสถานการณ์นั้นเพื่อสร้างผลสัมฤทธิ์ และสะท้อนวิธีการก้าวผ่านอุปสรรคนั้น ไว้เป็นข้อมูลสำหรับการดำรงชีวิต โดยมีขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

2.1) การสำรวจและทำความเข้าใจลักษณะของปัญหา (Exploring and Understanding) หมายถึง การสำรวจสถานการณ์ของปัญหา จากการสังเกต ค้นหาข้อมูล ค้นหาข้อจำกัดหรืออุปสรรค ทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับและข้อมูลที่ค้นพบ

2.2) การสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา (Representing and Formulating) หมายถึง การสร้างตัวแทนของความคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

2.3) การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Executing) หมายถึง การกำหนดเป้าหมาย การวางแผนการดำเนินการ การทำให้เป้าหมายชัดเจน

2.4) การตรวจสอบและการสะท้อนการดำเนินการ (Monitoring and Reflecting) หมายถึง การติดตามความคืบหน้าระหว่างดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน ประเมินผลการดำเนินงานและ สะท้อนผลของการแก้ปัญหา

การระบุองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของ PISA (OECD, 2017b) ได้กำหนดองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้ 12 องค์ประกอบจากการจัดกระทำตัวแปรในระบบเมทริกซ์ ซึ่งมีการกำหนดสัญลักษณ์ในการจัดกระทำตัวแปรนี้ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นสัญลักษณ์แบบตัวเลข 1 – 3 หมายถึงสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังและแบบที่ 2 เป็นสัญลักษณ์แบบตัวอักษรภาษาอังกฤษ A – D แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา เมื่อนำสมรรถนะหลักและขั้นตอนการแก้ปัญหามาพิจารณาร่วมกัน ดังนั้นจึงแสดงองค์ประกอบของการแก้ปัญหา

แบบร่วมมือรวมพลัง A1 - D3 ได้ 12 องค์ประกอบดังตารางที่ 2.1 โดยสามารถแสดงรายละเอียดในแต่ละประเด็นดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ของ PISA OECD (2017b)

สมรรถนะหลัก	สมรรถนะที่ 1	สมรรถนะที่ 2	สมรรถนะที่ 3
กระบวนการแก้ปัญหา	การกำหนดและการสร้างความเข้าใจร่วมกัน	การระบุวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม	การสร้างและรักษาระเบียบของทีม
A	A1	A2	A3
การสำรวจและทำความเข้าใจปัญหา	ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก	ค้นพบกลยุทธ์ในการทำงานร่วมกัน	เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา
B	B1	B2	B3
การสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา	สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน	ระบุและอธิบายวิธีการดำเนินงานให้สำเร็จ	จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง
C	C1	C2	C3
การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหา	มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม	มีกลวิธีในการทำงาน	ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม
D	D1	D2	D3
การตรวจสอบและการสะท้อนการทำงาน	อภิปรายผลการปฏิบัติงานร่วมกัน	ติดตามและประเมินกลวิธีในการดำเนินงาน	ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม

1) ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก (Discovering perspectives and abilities of team members) หมายถึง การเข้าใจ ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานแก้ปัญหของสมาชิกทีม

2) ค้นพบกลยุทธ์ในการทำงานร่วมกัน (Discovering the type of collaborative interaction to solve the problem, along with goals) หมายถึง การสร้างรูปแบบวิธีการทำงานร่วมกันกับสมาชิกทีม โดยการอภิปราย เจรจาประนีประนอมเพื่อสร้างมุมมองในการดำเนินงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของทีม วิธีการทำงานร่วมมือรวมพลังกับสมาชิกทีม เพื่อดำเนินการผ่านอุปสรรคที่กีดขวางเป้าหมายของทีม

3) เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (Understanding roles to solve the problem) หมายถึง การวิเคราะห์สาเหตุสำคัญของปัญหาเพื่อตัดสินใจดำเนินการแก้ปัญหา

4) สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (Building a shared representation and negotiating the meaning of the problem) หมายถึง การร่วมกันสร้างมโนทัศน์ของปัญหาจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของสมาชิกที่สอดคล้องกับปัญหา

5) ระบุและอธิบายวิธีการดำเนินงานให้สำเร็จ (Identifying and describing tasks to be completed) หมายถึง การร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมายการทำงาน และกรอบโครงสร้างในการดำเนินงาน

6) จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (Describing roles and team Organization) หมายถึง การร่วมกันบริหารจัดการโครงสร้างในการดำเนินงานของทีม

7) มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม (Communicating with team members about the actions to be/being performed) หมายถึง การมีส่วนร่วมในการสื่อสารข้อมูล ศึกษา ค้นคว้า มีส่วนร่วมกับสมาชิกทีม ระหว่างภารกิจ

8) มีกลวิธีในการทำงาน (Enacting plans) หมายถึง การร่วมกันออกแบบแนวทางการดำเนินงาน สร้างทางเลือกในการดำเนินงาน สามารถปรับมุมมองในการทำงาน และรับมือกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป

9) ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (Following rules of engagement) หมายถึง การรักษาสภาพของกระบวนการดำเนินงาน และมีความพร้อมต่อการปรับโครงสร้างวิธีการดำเนินงานตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป

10) อภิปรายผลการปฏิบัติงานร่วมกัน (Monitoring and repairing the shared understanding) หมายถึง ตรวจสอบชุดความคิดที่ได้จากการดำเนินงานและสร้างความเข้าใจตรงกัน

11) ติดตามและประเมินกลวิธีในการทำงาน (Monitoring results of actions and evaluating success in solving the problem) หมายถึง การติดตามและประเมินสถานการณ์ระหว่างการทำงาน

12) ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (Monitoring, providing feedback and adapting the team organization and roles) หมายถึง การประเมินประสิทธิภาพตลอดการทำงาน และสามารถปรับโครงสร้างการทำงาน ปรับข้อตกลงของทีมได้ตามความเหมาะสม

จากการศึกษาองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง พบว่าความสามารถนี้มีการพิจารณาจากประเด็น 2 คือ 1) การศึกษา รวบรวมข้อมูล และดำเนินการเพื่อให้สำเร็จตามเป้าหมาย (Cognitive Components) 2) การมีปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน (Social Components) โดยการพิจารณาของ PISA (OECD, 2017b) ได้กำหนดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังไว้ 12 องค์ประกอบและมีการนำไปใช้ศึกษาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริม พัฒนาความสามารถให้แก่ นักเรียน รวมถึงการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้สำหรับเยาวชนอายุระหว่าง 15 -16 ปี สามารถการวัดและ

การประเมินความสามารถนี้ในบริบทที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ดังนั้นการกำหนดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในการศึกษาวิจัยนี้กำหนดองค์ประกอบ 12 ประการตามรายละเอียดของ PISA (OECD, 2017b)

1.5 การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักการศึกษาหลายท่านมีประเด็นสำคัญสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

Nelson (1998) ได้จัดกลุ่มวิธีการสอนที่เป็นจุดเน้นสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังโดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

1) วิธีสอนแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Approach) มีลักษณะสำคัญด้านการพัฒนากระบวนการทำงานเป็นทีม โดยมีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้ในการพัฒนาความสามารถนี้คือ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ทำงานเป็นทีมในบทบาทหน้าที่ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาวิธีการเรียนรู้ในบทบาทที่เหมาะสมกับตนเอง รวมถึงเรียนรู้บทบาทหน้าที่อื่น ๆ ของสมาชิกทีม การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Learning) เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนค้นหาแนวทางในการดำเนินงานร่วมกับผู้อื่น โดยเน้นกระบวนการทำงานตามความสอดคล้องกับความถนัดของสมาชิกให้มากที่สุด เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ในการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นกว่าเดิม

2) วิธีสอนโดยเน้นประสบการณ์ (Experiential Approaches) มีลักษณะสำคัญที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริงหรือใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด (Experiential Learning) มีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้ในการพัฒนาความสามารถนี้คือ การเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Active Learning) ซึ่งให้นักเรียนได้ลงมือทำและปฏิบัติจริง

3) วิธีการสอนแบบคิดแก้ปัญหา (Problem-solving Approaches) มีลักษณะสำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้วิเคราะห์ สังเคราะห์และสร้างวิธีการนำไปสู่คำตอบ โดยมีวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้ในการพัฒนาความสามารถนี้ไว้ 2 ประการคือ 1) วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐาน (Inquiry-based Learning) หมายถึง การเรียนรู้ของนักเรียนจากการที่นักเรียนทำการสืบค้น แสวงหาคำตอบ สำนวจตรวจสอบคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และและสร้างความหมายขององค์ความรู้นั้นด้วยตนเอง นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานยังส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย 2) วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) หมายถึง การส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจสถานการณ์

ของปัญหา กำหนดเป้าหมาย สังเกต ค้นหาข้อมูล ค้นหาข้อจำกัดหรืออุปสรรค ทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับและข้อมูลที่ค้นพบ การสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหา การตรวจสอบ และการสะท้อนผลการทำงาน

Griffin and Care (2015) ได้ให้ข้อเสนอแนะของการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง กรณีของนักเรียนที่ยังไม่มีประสบการณ์ทำงานโดยอิสระมาก่อน ต้องมีการสนับสนุนให้ความช่วยเหลือขอบเขตในการพัฒนาประสบการณ์ของนักเรียน (Scaffolding) โดยการชี้แนะแนวทางการดำเนินงาน มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนในทันที (Immediately Feedback) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กรณก เลิศเดชาภัทร (2559) ได้นำวิธีการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังมาใช้พัฒนาความสามารถนี้ ได้ให้ข้อเสนอแนะว่านักเรียนยังไม่สามารถปรับบทบาทหน้าที่ของตนเองไปตามบริบทของสถานการณ์ที่เหมาะสม อาจสรุปได้ว่านักเรียนที่ยังขาดประสบการณ์ในการทำงานเป็นทีมและการแก้ปัญหายังอ่อนแอ จึงควรส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการดำเนินการแก้ปัญหาและการทำงานเป็นทีม รวมถึงการจัดการเรียนรู้สืบสอบโดยทั่วไปในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะชีววิทยา เป็นลักษณะของปัญหาที่มีคำตอบของกิจกรรมชัดเจนและมีรูปแบบไม่แตกต่างกัน

Kuhlthau, Maniotes, and Caspari (2015) ได้อธิบายกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำ เป็นลักษณะของการส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างกระบวนการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูให้การสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ของนักเรียน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการทำงาน การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และนักเรียนจะได้นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันอย่างแท้จริง

อาจสรุปได้ว่า การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจำเป็นต้องอาศัยการสนับสนุนให้ความช่วยเหลือขอบเขตในการพัฒนาประสบการณ์ของนักเรียน (Scaffolding) ซึ่งได้แก่ประสบการณ์ในการทำงาน บทบาทหน้าที่ของสมาชิกทีม โครงสร้างของทีม รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา การตรวจสอบผลการดำเนินงาน และการสะท้อนคิดในระหว่างการทำงาน โดยมีวิธีการจัดการเรียนรู้สามารถสรุปได้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงกิจกรรมการเรียนรู้จากวิธีสอนแบบต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

วิธีสอนแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Approaches)	วิธีสอนโดยเน้นประสบการณ์ (Experiential Approaches)	วิธีการสอนแบบคิดแก้ปัญหา (Problem-Solving Approaches)
- การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)	- การเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ (Active Learning)	- การเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน (Inquiry-based Learning)
- การเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative Learning)	- การเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์จริง (Experiential Learning)	- การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)

1.6 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังโดยมีรายละเอียดแบ่งเป็น 3 ประเด็นดังนี้

1.6.1 ตัวบ่งชี้องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

การศึกษาของ He, von Davier, Greiff, Steinhauer, and Borysewicz (2017) ได้อธิบายรายละเอียดขององค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 2.3 ซึ่งได้มีการอธิบายในแต่ละองค์ประกอบตามที่ PISA (OECD, 2017b) ได้ทำการสร้างเครื่องมือเพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในกลุ่มประเทศที่เป็นสมาชิกของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) และมีการนำประเด็นที่ได้จากการศึกษาไปใช้โดย Lien, Van Trang, and Ninh (2018) ซึ่งได้มีการกำหนดสัญลักษณ์ A1.1 – D3.3 แสดงตัวบ่งชี้ขององค์ประกอบสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

ตารางที่ 2.3 คำอธิบายองค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และเกณฑ์ในการประเมินองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

องค์ประกอบ	คำอธิบาย องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	คำอธิบาย ตัวบ่งชี้	ความสามารถ ระดับพื้นฐาน	ความสามารถระดับ ปานกลาง	ความสามารถระดับ ก้าวหน้า
1. ค้นพบ มุมมองและ ความ ความ	ระบุทรัพยากร ความรู้ ความสามารถ	A1.1	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการ แก้ปัญหาจาก	ไม่สามารถระบุข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับการ แก้ปัญหาจากสมาชิก	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการ แก้ปัญหาจาก	สามารถระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการ แก้ปัญหาที่จำเป็น

องค์ประกอบ	คำอธิบาย องค์ประกอบ	ผู้ เกี่ยวข้อง	คำอธิบาย ตัวบ่งชี้	ความสามารถ ระดับพื้นฐาน	ความสามารถระดับ ปานกลาง	ความสามารถระดับ ก้าวหน้า
สามารถของ สมาชิก (A1)	ของสมาชิกทีม		สมาชิก	ได้	สมาชิกได้บางส่วน	จากสมาชิกได้
		A1.2	มอบหมายภาระ งานให้แก่สมาชิก ทีมตาม ความสามารถ	มอบหมายภาระงาน โดยการสุ่ม	มอบหมายภาระงาน โดยไม่มีการเจรจา ต่อรอง	มอบหมายภาระงาน โดยการเจรจาต่อรอง และสรุปร่วมกัน
		A1.3	ศึกษาค้นคว้า ข้อมูลร่วมกับทีม	ไม่สามารถแบ่งปัน และสร้างทรัพยากร ให้กับทีม	มีทรัพยากรของทีม บางส่วน แต่ไม่มาก พอสำหรับการ ดำเนินงาน	มีแหล่งข้อมูลที่ เปรียบเทียบเพื่อ สนับสนุนทีม
2. ค้นพบกล ยุทธ์ในการ ทำงาน ร่วมกัน (A2)	การค้นหา ประเภทของ การทำงาน ร่วมกันเพื่อให้ บรรลุเป้าหมาย ของทีม	A2.1	เสนอความคิดเห็น เกี่ยวกับวิธีการ ดำเนินงาน	ไม่สามารถเสนอ ประเภทการทำงาน ร่วมกันที่เหมาะสม	เสนอรูปแบบพื้นฐาน ในการทำงานร่วมกัน	เสนอรูปแบบการ ทำงานร่วมกันที่มี ประสิทธิภาพและ สร้างสรรค์
		A2.2	ใช้วิธีการทำงาน เป็นทีมประเภท ต่าง ๆ	ใช้การทำงานเป็นทีม เพียงประเภทเดียว	ใช้การทำงานเป็นทีม สองสามประเภท	ใช้กระบวนการ ทำงานเป็นทีมได้ เหมาะสมกับ ความสามารถ
		A2.3	จำนวนครั้งและ คุณภาพของการ ประชุม	ไม่มีการประชุมเป็น ทีมหรือพบเพียงครั้ง เดียวหรือสองครั้งและ ทำให้ไม่มีผล	ประชุมทีมบ่อยครั้ง แต่ไม่เกิด ประสิทธิภาพจริง	ประชุมทีมเท่าที่เป็น ประจำและมี ประสิทธิภาพสูง
3. เข้าใจ บทบาทของ การ แก้ปัญหา (A3)	สามารถแสดง วิธีการ แก้ปัญหาได้	A3.1	สามารถระบุปัญหา ได้	ไม่สามารถระบุปัญหา ได้	สามารถระบุปัญหา ต่าง ๆ แต่ไม่สามารถ แสดงให้เห็นได้ ชัดเจน	สามารถระบุปัญหา และนำเสนอตัวแทน ของปัญหาอย่าง ชัดเจน
		A3.2	จำแนก องค์ประกอบของ ปัญหา	ไม่สามารถจำแนก องค์ประกอบของ ปัญหาได้	จำแนกองค์ประกอบ ของปัญหาได้ บางส่วน	จำแนกองค์ประกอบ ของปัญหาได้ ครบถ้วน
		A3.3	สามารถระบุสาเหตุ สำคัญของปัญหา	ไม่สามารถวิเคราะห์ สาเหตุสำคัญได้	พบสาเหตุสำคัญแต่ ไม่สามารถหา หลักฐานสนับสนุน ได้	สามารถหาสาเหตุ หลักและแสดงให้เห็น ได้อย่างชัดเจน
4. สร้าง ความหมาย	สร้างคำอธิบาย ปัญหาและ	B1.1	อธิบาย ความสัมพันธ์	ไม่สามารถค้นหา ความสัมพันธ์ได้	สามารถเข้าใจ ความสัมพันธ์ แต่	สามารถเข้าใจ ความสัมพันธ์และ

องค์ประกอบที่	คำอธิบายองค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	คำอธิบายตัวบ่งชี้	ความสามารถระดับพื้นฐาน	ความสามารถระดับปานกลาง	ความสามารถระดับก้าวหน้า
ของปัญหา ร่วมกัน (B1)	เข้าใจ ความหมาย		ระหว่างปัญหาและ ความรู้ทางวิชาการ		เหตุและผลไม่ สอดคล้องกัน	แสดงเหตุผลอย่างมี ประสิทธิภาพ
		B1.2	อธิบายถึง ความสำคัญของ ปัญหาในชีวิตจริง	ไม่สามารถอธิบาย ความสำคัญของ ปัญหาได้	สามารถอธิบาย แนวคิดแต่ยังขาด ความชัดเจน	สามารถอธิบาย แนวคิดได้อย่างมี ประสิทธิภาพ
		B1.3	ระบุความสัมพันธ์ ระหว่างทฤษฎีที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา ในชีวิตจริง	ไม่สามารถระบุ ความสัมพันธ์ระหว่าง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและ ชีวิตจริงได้	สามารถระบุ ความสัมพันธ์ ระหว่างทฤษฎีที่ เกี่ยวข้องและชีวิต จริงได้	สามารถระบุ ความสัมพันธ์ระหว่าง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาและเชื่อมโยง กับชีวิตจริงได้
5. ระบุและ อธิบาย เป้าหมาย ของการ ดำเนินงาน ให้สำเร็จ (B2)	ระบุและ อธิบาย วัตถุประสงค์ ของการ ดำเนินงานตาม เป้าหมาย	B2.1	ระบุและอธิบาย วัตถุประสงค์ของ การดำเนินงานและ ข้อมูลสำคัญที่ เกี่ยวข้อง	ไม่สามารถระบุทั้ง 2 ประเด็น	สามารถระบุได้ 1 ประเด็นของตัวบ่งชี้	สามารถระบุและ อธิบายทั้ง 2 ประเด็น ของตัวบ่งชี้
		B2.2	ระบุและอธิบาย วัตถุประสงค์ของ การทำงานเป็นทีม และวัตถุประสงค์ ของกระบวนการ แก้ปัญหา	ไม่สามารถระบุทั้ง 2 ประเด็น	สามารถระบุได้ 1 ประเด็นของ ตัวบ่งชี้	สามารถระบุและ อธิบายทั้ง 2 ประเด็นของตัว บ่งชี้
		B2.3	ระบุและอธิบาย ทัศนคติที่มีต่อการ ทำงานและทัศนคติ ต่อการแก้ปัญหา	ไม่สามารถระบุทั้ง 2 ประเด็น	สามารถระบุได้ 1 ประเด็นของ ตัวบ่งชี้	สามารถระบุและ อธิบายทั้ง 2 ประเด็นของตัว บ่งชี้
6. จัด ระเบียบ ทรัพยากร และร่วมกัน สร้าง ข้อตกลง (B3)	กำหนด ข้อตกลงและ โครงสร้างทีม	B3.1	การเลือกผู้นำใน ภาระงานต่าง ๆ	ไม่มีผู้นำให้แก่ทีม	มีผู้นำที่ขาด คุณสมบัติ	มีผู้นำที่เหมาะสมที่ สามารถทำงานให้ เสร็จได้ดี
		B3.2	กำหนดข้อตกลง ร่วมกันในทีม	ไม่มีส่วนร่วมกำหนด ข้อตกลงได้	ไม่กระตือรือร้นใน การร่วมสร้าง ข้อตกลงของทีม	กระตือรือร้นในการ ร่วมสร้างข้อตกลง ของทีม
		B3.3	ปฏิบัติตาม ข้อตกลงของทีม	ไม่เคยปฏิบัติตาม ข้อตกลงของทีม	ปฏิบัติตามข้อตกลง ของทีมโดยไม่เต็มใจ	ปฏิบัติตามข้อตกลง ของทีมด้วยความเต็ม ใจเสมอ

องค์ประกอบ	คำอธิบาย องค์ประกอบ	ผู้ วัด	คำอธิบาย ตัวบ่งชี้	ความสามารถ ระดับพื้นฐาน	ความสามารถระดับ ปานกลาง	ความสามารถระดับ ก้าวหน้า
7. มี ปฏิสัมพันธ์ กับสมาชิก ในทีม (C1)	สื่อสารกับ สมาชิกทีมใน การดำเนินงาน	C1.1	มีส่วนร่วมในการ ประชุมของทีม	ไม่เคยมีส่วนร่วมใน การประชุมของทีม	มีส่วนร่วมในการ ประชุมของทีมใน บางครั้ง	มีส่วนร่วมในการ ประชุมทีมอย่าง สม่ำเสมอ
		C1.2	ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและแสดงความคิดเห็น	ไม่เคยค้นคว้างานที่ได้รับมอบหมาย	ทำการศึกษาค้นคว้าแต่ไม่แสดงความคิดเห็น	ทำการศึกษาค้นคว้าและแสดงความคิดเห็นอย่างกระตือรือร้น
		C1.3	อภิปรายอย่างสร้างสรรค์ เพื่อหาคำตอบ	ไม่เคยเข้าร่วมการอภิปราย	รับฟัง แต่ไม่ร่วมอภิปราย ข้อเสนอแนะแก่ผู้อื่น	อภิปรายอย่างกระตือรือร้นกับผู้อื่นเสมอ
8. มีกลวิธี ในการ ทำงาน (C2)	ดำเนินงานตาม แผนเพื่อแก้ไข ปัญหา	C2.1	เสนอแนวทางการดำเนินงาน	ไม่สามารถเสนอวิธีแก้ปัญหได้	เสนอวิธีแก้ปัญหโดยไม่มีคำอธิบาย	เสนอวิธีแก้ปัญหและให้ข้อเสนอแนะที่มีประสิทธิภาพ
		C2.2	ปรับแนวทางการดำเนินงานตามความคิดของสมาชิกทีม	มุ่งเน้นไปยังความขัดแย้งทางความคิดที่แตกต่าง	ค้นหาหาแนวทางการจัดความขัดแย้งทางความคิด	ค้นพบทางออกที่ดีที่สุดของความขัดแย้งโดยที่ทุกคนยอมรับได้
		C2.3	มีทางเลือกในการดำเนินงานที่หลากหลาย	ไม่มีทางเลือกในการดำเนินงาน	ไม่สามารถรวบรวมทางเลือกในการดำเนินงาน	สามารถรวบรวมทางเลือกที่เหมาะสมกับการดำเนินงานได้
9. ปฏิบัติ ตาม ข้อตกลงของ ทีม (C3)	ปฏิบัติตาม ข้อตกลงของ ทีม	C3.1	บันทึกเหตุการณ์ในการดำเนินงานของทีม	ไม่เคยบันทึกเหตุการณ์ในการดำเนินงานของทีม	ไม่บันทึกเหตุผลสำคัญของการดำเนินงาน	บันทึกเหตุผลสำคัญของการดำเนินงาน
		C3.2	ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่สมาชิกที่ไม่กระตือรือร้น	ไม่เคยให้ข้อมูลย้อนกลับแก่สมาชิกที่ไม่กระตือรือร้น	ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่สมาชิกทีมเป็นครั้งคราว	ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่สมาชิกที่ไม่กระตือรือร้นอยู่เสมอ
		C3.3	ปรับข้อตกลงของทีมตามสถานการณ์เฉพาะหน้า	ไม่เคยหาสาเหตุในการปรับข้อตกลงของทีม	หาสาเหตุ แต่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนตามข้อตกลงของทีม	หาสาเหตุในการปรับข้อตกลงของทีมตามสถานการณ์เฉพาะหน้าได้
10. อภิปรายผล การ ปฏิบัติงาน	แบ่งปันข้อมูลผ่านการตรวจสอบ	D1.1	ตรวจสอบข้อมูลที่ขาดหายไปได้จากชุดความคิด	ไม่สามารถตรวจพบข้อมูลที่ขาดหายไปจากชุดความคิด	สามารถตรวจพบข้อมูลที่ขาดหายไปได้บางส่วนจากชุดความคิด	สามารถตรวจพบข้อมูลที่ขาดหายไปทั้งหมดจากชุดความคิด

องค์ประกอบที่	คำอธิบายองค์ประกอบ	ผู้รับใช้	คำอธิบายตัวบ่งชี้	ความสามารถระดับพื้นฐาน	ความสามารถระดับปานกลาง	ความสามารถระดับก้าวหน้า
ร่วมกัน (D1)		D1.2	ปรับพฤติกรรมให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจากชุดความคิด	ไม่สามารถปรับพฤติกรรมให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจากชุดความคิด	เห็นด้วยกับการอภิปรายของทีม แต่ไม่สามารถปรับพฤติกรรมจากชุดความคิด	ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้สอดคล้องกับจากชุดความคิดได้
		D1.3	แก้ไขข้อโต้แย้งและวิธีดำเนินการตามสถานการณ์เฉพาะ	ไม่สามารถแก้ไขข้อโต้แย้งและวิธีดำเนินการตามสถานการณ์	ดำเนินงานตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป	แก้ไขข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของตรรกศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม
11. ติดตามและประเมินกลยุทธ์ในการดำเนินงาน (D2)	สังเกตและตรวจสอบการทำงานของตนเอง	D2.1	สังเกตกระบวนการแก้ไข้ปัญหา	ไม่มีการสังเกตบันทึกกระบวนการแก้ไข้ปัญหา	มีการสังเกตบ้าง แต่ขาดความรอบคอบในการบันทึก	สังเกตและบันทึกความก้าวหน้าของทีมอย่างละเอียด
		D2.2	ปรับเปลี่ยนการดำเนินงานตามความเหมาะสม	ไม่มีการปรับเปลี่ยนการดำเนินงานเมื่อไม่สามารถหาทางออกได้	มีการปรับวิธีการดำเนินงาน แต่ขาดประสิทธิภาพ	มีการปรับวิธีการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ
		D2.3	ให้คะแนนผลลัพธ์ของทีม	ไม่สามารถแก้ปัญหาได้	การแก้ปัญหาที่ไม่มีประสิทธิภาพ	สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
12. ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3)	สังเกตให้ข้อเสนอแนะและประยุกต์ให้เหมาะสมกับข้อตกลงของทีม	D3.1	ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสมาชิกของแต่ละทีม	ไม่เคยให้ข้อเสนอแนะกับสมาชิกในทีม	ให้ข้อเสนอแนะ แต่ไม่เจาะจงและไม่ก่อให้เกิดประโยชน์	ให้ข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์แก่การพัฒนาการทำงานเป็นทีม
		D3.2	แบ่งปันความคิดเห็นส่วนตัวเพื่อปรับข้อตกลงของทีม	ไม่เคยแบ่งปันความคิดเห็นส่วนตัวเพื่อปรับข้อตกลงของทีม	ไม่เคยปรับข้อตกลงของทีมตามความเห็นของสมาชิกทีม	ปรับข้อตกลงของทีมตามความเห็นของสมาชิกทีม
		D3.3	ปรับแนวทางของตนเองให้เข้ากับกฎระเบียบของทีม	ไม่ทำตามข้อตกลงของทีม	ปรับแนวทางของตนเองให้เข้ากับข้อตกลงของทีม แต่ไม่เต็มใจ	ปรับแนวทางของตนเองให้เข้ากับข้อตกลงของทีมด้วยความเต็มใจ

1.6.2 เครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

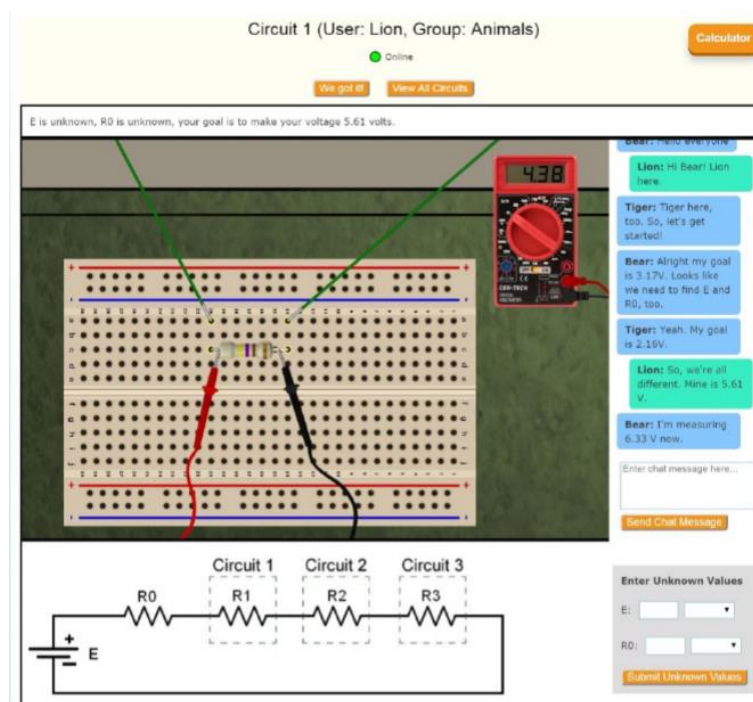
PISA (OECD, 2013) ได้ทำการสร้างเครื่องมือโดยมีการพิจารณาตามสมรรถนะย่อยของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ซึ่งแต่ละสมรรถนะมีลักษณะขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่สามารถวัดได้ตั้งประเด็นพิจารณาต่อไปนี้

1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมีลักษณะของเครื่องมือในบริบทของการดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยมีการออกแบบเครื่องมือทางออนไลน์ มีการดำเนินการแก้ปัญหาร่วมกับผู้แทน ซึ่งหมายถึงบุคคลเสมือนจริง (ปัญญาประดิษฐ์) เป็นตัวละครสมมติเข้ามาร่วมมือกับนักเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังด้วยระบบคอมพิวเตอร์ มีลักษณะสถานการณ์ปัญหา โดยอ้างอิงจากสถานการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตจริงของนักเรียน การทำแบบทดสอบของผู้เข้าร่วมทดสอบจะต้องร่วมกันแก้ไขปัญหาและปฏิบัติภาระงานให้สำเร็จตามเป้าหมายร่วมกับผู้แทนปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกกำหนดให้เป็นสมาชิกในทีมเดียวกันกับผู้เข้าร่วมทดสอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โครงการ PISA ประเทศไทยได้ปรับบริบทเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังตามความเหมาะสมของบริบท หลักการออกแบบสถานการณ์ของปัญหาให้สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย รวมถึงให้สอดคล้องกับปัญหาที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวันดังตัวอย่างแผนภาพที่ 2.4 - 2.5



แผนภาพที่ 2.4 ภาพถ่ายหน้าจอโปรแกรมที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2560b)



แผนภาพที่ 2.5 ภาพหน้าจอโปรแกรมที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของ Kuo et al. (2018)

Lin et al. (2015) ได้ทำการสร้างแบบวัดทักษะความสามารถการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังด้วยระบบคอมพิวเตอร์ มีลักษณะสถานการณ์ปัญหา โดยอ้างอิงจากสถานการณ์ของปัญหาที่ประเทศจีน ซึ่งมีการปรับบริบทของแบบวัดแตกต่างออกไปตามสถานการณ์ของแบบวัดคือ เป็นการแก้ปัญหาในการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา (STEM Education) ดังแผนภาพที่ 2.6



แผนภาพที่ 2.6 ภาพหน้าจอโปรแกรมที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาของ Lin et al. (2015)

ในการประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังนั้น PISA (OECD, 2017c) ได้ศึกษาความสามารถนี้ใน 72 ประเทศที่เป็นสมาชิกของโครงการ มีการวัดและประเมินตัวบ่งชี้ของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นลักษณะแบบเลือกตอบ ซึ่งใช้สำหรับประเมินความสามารถกับนักเรียนอายุเฉลี่ย 15 ปี ประกอบด้วยข้อคำถามของแบบวัดมีจำนวน 117 ข้อคำถาม คะแนนเต็ม 144 คะแนน โดยวัดองค์ประกอบทั้ง 12 องค์ประกอบดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงจำนวนข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบ

สมรรถนะหลัก	สมรรถนะที่ 1	สมรรถนะที่ 2	สมรรถนะที่ 3	รวม
กระบวนการแก้ปัญหา				
การสำรวจและการทำความเข้าใจกับปัญหา (A)	12	5	5	22
การสร้างตัวแทนทางความคิด (B)	21	9	7	37
การวางแผนและการดำเนินการ (C)	20	5	10	35
การตรวจสอบและการสะท้อนการทำงาน (D)	8	7	8	23
รวม	61	26	30	117

1.6.3 ระดับและเกณฑ์การประเมินความสามารถของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจำนวน 12 องค์ประกอบผ่านการทำแบบวัดระบบออนไลน์ และสามารถกำหนดระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้ 3 ระดับดังนี้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
97-144	ระดับสูง
49-96	ระดับปานกลาง
0-48	ระดับต่ำ

ระดับสูง หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติการกิจแก้ปัญหาระดับสูง ด้วยการทำงานร่วมกันอย่างดียิ่ง มีความตระหนักถึงพลังของกลุ่มและประกันได้ว่าสมาชิกกลุ่มปฏิบัติงานตามบทบาทที่ได้ตกลงกันไว้ในขณะที่การแก้ปัญหาดำเนินไป ต่างมีความคิดริเริ่มและทำงานตามหน้าที่ รายงานอุปสรรคและขอความช่วยเหลือจากสมาชิกทีมได้

ระดับปานกลาง หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติภารกิจแก้ปัญหาในระดับปานกลาง ที่อาจจะเป็นภารกิจที่ซับซ้อนหรือการร่วมกันทำงานที่มีความซับซ้อน รู้สาระข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้แก้ปัญหา ร้องขอสมาชิกในทีมที่มีข้อมูลและบอกได้ว่าข้อมูลนั้นไม่ถูกต้อง สามารถปฏิบัติภารกิจที่มีหลายขั้นตอนและแต่ละขั้นตอนต้องการสาระข้อมูลหลายส่วน

ระดับต่ำ หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติภารกิจในระดับที่มีความยากไม่มากนัก สามารถสื่อสารในทีมเกี่ยวกับงานที่ต้องทำ มีการทำงานร่วมกันเป็นทีมในระดับจำกัด ส่วนมากจะเน้นเฉพาะงานที่เป็นหน้าที่ในส่วนของตนเอง และได้รับความช่วยเหลือจากสมาชิก เมื่อต้องทำการแก้ปัญหาต่างๆ สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้ เข้าใจเฉพาะบทบาทหน้าที่ของตนเอง อาสาให้ข้อมูลแต่สมาชิกทีม แต่ไม่ขอความช่วยเหลือจากสมาชิกในทีมหรือให้ความช่วยเหลือสมาชิกทีมเมื่อเกิดอุปสรรค

2) แบบบันทึกการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง และแบบประเมินการทำงานเป็นทีม เป็นชุดเครื่องมือสำหรับใช้รวบรวมข้อมูลเชิงพฤติกรรมของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถอธิบายตัวบ่งชี้ และประเด็นในการพิจารณาของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจำนวน 12 องค์ประกอบ ซึ่งมีการกำหนดสัญลักษณ์ในการจัดกระทำตัวแปรนี้ 2 แบบคือ แบบที่ 1 เป็นสัญลักษณ์แบบตัวเลข 1 – 3 หมายถึง สมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังและแบบที่ 2 เป็นสัญลักษณ์แบบตัวอักษรภาษาอังกฤษ A – D แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา เมื่อนำสมรรถนะหลักและขั้นตอนการแก้ปัญหามาพิจารณาร่วมกัน โดยมีตัวบ่งชี้และประเด็นพิจารณาตามที่ Lien et al. (2018) ได้ทำการศึกษาไว้ รวมถึงได้มีการกำหนดสัญลักษณ์ A1.1 – D3.3 แสดงตัวบ่งชี้และประเด็นในการพิจารณา ดังแสดงในตารางที่ 2.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 แสดงคำอธิบายองค์ประกอบ คำอธิบายตัวบ่งชี้ และประเด็นในการพิจารณาของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

องค์ประกอบที่	คำอธิบายองค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	คำอธิบายตัวบ่งชี้	ประเด็นในการพิจารณา
A1	ระบุทรัพยากรความรู้ความสามารถของสมาชิกทีม	A1.1	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาจากสมาชิก	นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงถึงรวบรวมข้อดีและข้อเสียของสมาชิกทีม
		A1.2	มอบหมายภาระงานให้แก่สมาชิกทีมตามความสามารถ	นักเรียนมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ให้แก่สมาชิกทีมตามความถนัด
		A1.3	ศึกษาค้นคว้าข้อมูลร่วมกับทีม	นักเรียนมีส่วนร่วมในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลของทีม

องค์ประกอบที่	คำอธิบายองค์ประกอบ	ตัวชี้วัด	คำอธิบายตัวบ่งชี้	ประเด็นในการพิจารณา
A2	การค้นหาประเภทของการทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของทีม	A2.1	เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงาน	นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดแนวทางการทำงานของทีมให้สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน
		A2.2	ใช้วิธีการทำงานเป็นทีมประเภทต่าง ๆ	นักเรียนสามารถเลือกเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกในการทำงานร่วมกับสมาชิกทีม
		A2.3	จำนวนครั้งและคุณภาพของการประชุม	นักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดของการอภิปรายประเด็นของปัญหาได้
A3	สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้	A3.1	สามารถระบุปัญหาได้	นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมเพื่อทำความเข้าใจปัญหาร่วมกับสมาชิกทีม
		A3.2	จำแนกองค์ประกอบของปัญหา	นักเรียนสามารถเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา
		A3.3	สามารถระบุสาเหตุสำคัญของปัญหา	นักเรียนสามารถระบุสาเหตุสำคัญของปัญหา
B1	สร้างคำอธิบายปัญหาและเข้าใจความหมาย	B1.1	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและความรู้ทางวิชาการ	นักเรียนสามารถอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและหลักการที่เกี่ยวข้องได้
		B1.2	อธิบายถึงความสำคัญของปัญหาในชีวิตจริง	นักเรียนสามารถระบุความสำคัญของปัญหาในชีวิตจริง
		B1.3	ระบุความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	นักเรียนสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตจริง
B2	ระบุและอธิบายวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานตามเป้าหมาย	B2.1	ระบุและอธิบายวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานและข้อมูลสำคัญ	นักเรียนสามารถสรุปวัตถุประสงค์ของการทำงานในชั้นเรียนได้
		B2.2	ระบุและอธิบายวัตถุประสงค์ของการทำงานเป็นทีมและวัตถุประสงค์ของกระบวนการแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถคาดคะเนผลลัพธ์ของการทำงานในชั้นเรียนได้
		B2.3	ระบุและอธิบายทัศนคติที่มีต่อการทำงานและทัศนคติต่อการแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถแสดงมุมมองการทำงานในชั้นเรียน ที่มีต่อการใช้ชีวิตประจำวันได้
B3	กำหนดข้อตกลงและโครงสร้าง	B3.1	การเลือกผู้นำในการะงานต่าง ๆ	นักเรียนสามารถคัดเลือกสมาชิกทีมเพื่อรับผิดชอบต่อการะงานย่อยได้

องค์ประกอบที่	คำอธิบาย องค์ประกอบ	ตัวชี้วัด	คำอธิบายตัวบ่งชี้	ประเด็นในการพิจารณา
	ทีม	B3.2	กำหนดข้อตกลงร่วมกันในทีม	นักเรียนมีการกำหนดเงื่อนไขข้อตกลงร่วมกับสมาชิกในทีม
		B3.3	ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม
C1	สื่อสารกับสมาชิกทีมในการดำเนินงาน	C1.1	มีส่วนร่วมในการประชุมของทีม	นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายความคืบหน้าของการทำงานในชั้นเรียนได้
		C1.2	ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและแสดงความคิดเห็น	นักเรียนสามารถแสดงผลการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่สอดคล้องกับภาระงาน
		C1.3	อภิปรายอย่างสร้างสรรค์ เพื่อหาคำตอบ	นักเรียนสามารถแสดงเจตนาให้สมาชิกทีมรวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องได้
C2	ดำเนินงานตามแผนเพื่อแก้ไขปัญหา	C2.1	เสนอแนวทางการดำเนินงาน	นักเรียนมีส่วนร่วมกับการจัดการกับประเด็นที่คลุมเครือ
		C2.2	ปรับแนวทางการดำเนินงานตามความคิดของสมาชิกทีม	นักเรียนสามารถสร้างข้อตกลงใหม่ร่วมกับสมาชิกทีมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป
		C2.3	มีทางเลือกในการดำเนินงานที่หลากหลาย	นักเรียนมีความยืดหยุ่นเมื่อได้รับมอบหมายภาระงานตามข้อตกลงของทีม
C3	ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม	C3.1	บันทึกเหตุการณ์ในการดำเนินงานของทีม	นักเรียนมีการบันทึกข้อมูล หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
		C3.2	ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่สมาชิกที่ไม่กระตือรือร้น	นักเรียนสามารถแสดงมุมมองของตนเองให้แก่สมาชิกที่ขาดปฏิสัมพันธ์กับทีม
		C3.3	ปรับข้อตกลงของทีมตามสถานการณ์เฉพาะหน้า	นักเรียนสามารถปรับรูปแบบการดำเนินงานของตนเอง ตามความเหมาะสมของเหตุการณ์เฉพาะหน้า
D1	แบ่งปันข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบ	D1.1	ตรวจสอบข้อมูลที่ขาดหายไปได้จากชุดความคิด	นักเรียนมีส่วนร่วมกับการตรวจสอบเหตุการณ์ หลักฐานเชิงประจักษ์ และข้อมูลที่ขาดหายไป ขณะอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป
		D1.2	ปรับปรุงกิจกรรมให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจากชุดความคิด	นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลเดิมและยอมรับความรู้ใหม่โดยพิจารณาจาก

องค์ประกอบที่	คำอธิบายองค์ประกอบ	ตัวชี้วัด	คำอธิบายตัวบ่งชี้	ประเด็นในการพิจารณา
				หลักฐานเชิงประจักษ์
		D1.3	แก้ไขข้อโต้แย้งและวิธีดำเนินการตามสถานการณ์เฉพาะ	นักเรียนสามารถอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยใช้ชุดข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลเชื่อมโยงกัน
D2	สังเกตและตรวจสอบการทำงานของงานของตนเอง	D2.1	สังเกตกระบวนการแก้ไขปัญหา	นักเรียนมีการสังเกตการทำงานของสมาชิกในทีม
		D2.2	ปรับเปลี่ยนการดำเนินงานตามความเหมาะสม	นักเรียนสามารถแสดงผลของการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลที่ดีขึ้นได้
		D2.3	ให้คะแนนผลลัพธ์ของทีม	นักเรียนสามารถประเมินผลลัพธ์ของกิจกรรมในชั้นเรียนได้
D3	สังเกตให้ข้อเสนอแนะและประยุกต์ให้เหมาะสมกับข้อตกลงของทีม	D3.1	ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสมาชิกของแต่ละทีม	นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำงานของสมาชิกทีมได้
		D3.2	แบ่งปันความคิดเห็นส่วนตัวเพื่อปรับข้อตกลงของทีม	นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเพื่อพัฒนาวิธีการทำงานของทีมได้
		D3.3	ปรับแนวทางของตนเองให้เข้ากับกฎระเบียบของทีม	นักเรียนสามารถเสนอแนวทางการทำงานให้แก่สมาชิกร่วมพิจารณาได้

2. การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ (Process-oriented Guided-inquiry Learning)

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ (Process-oriented Guided-inquiry Learning หรือ POGIL) สามารถนำเสนอได้ 7 ประเด็นดังนี้

2.1 ที่มาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถอธิบายที่มาและความสำคัญของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ในศตวรรษที่ 19 การเรียนรู้แบบสืบสอบและการเรียนรู้จากประสบการณ์เป็นลักษณะของการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อวงการการศึกษาเป็นอย่างสูง และยังคงเป็นการเรียนรู้ที่มีการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างกว้างขวางในวงการการศึกษามาจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากปรากฏหลักฐานงานวิจัยทางด้านการศึกษา สนับสนุนการเรียนรู้แบบสืบสอบว่าสามารถนำไปใช้พัฒนาระบวนการคิด การสร้างความรู้ด้วยตนเอง และการแก้ปัญหาให้นักเรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้งานวิจัยทางด้านจิตวิทยาการศึกษา ได้อธิบายกลไกการเกิดพฤติกรรมของนักเรียน โดยสนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบในด้านการสร้างแรงจูงใจเชิงบวกของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมภายในห้องเรียน ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียน (Dewey, 1933)

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ให้ความสำคัญกับกลไกของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ การสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การพิสูจน์ข้อเท็จจริงโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ รวมถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์การทำงานเป็นทีม และความสามารถในการแก้ปัญหา (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556) ซึ่ง Simonson (2019) ได้อธิบายแนวทางการจัดการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่มีการนำไปใช้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการทำงานเป็นทีมที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ (Process-oriented guided-inquiry learning หรือ POGIL) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นความร่วมมือทางสังคม (Social Collaborative) สนับสนุนให้นักเรียนได้สร้างความรู้ ความเข้าใจ เนื้อหาสาระ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นบทบาททำงานเป็นทีม (Co-operative Learning) ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (Active Learning) และการทำงานแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaboration) โดยมีครูคอยชี้แนะด้านกระบวนการดำเนินงานให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่กำหนด และให้ความช่วยเหลือด้านทักษะกระบวนการในบางส่วนแก่นักเรียนที่ยังขาดประสบการณ์ตามวัยของพัฒนาการ (Scaffold) ซึ่งจะช่วยผลักดันการเรียนรู้ของนักเรียนไปสู่การพัฒนาทางด้านประสบการณ์การเรียนรู้ และความสามารถต่าง ๆ ในระดับสูงยิ่งขึ้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะนี้เป็นไปตามทฤษฎีสรคนิยม (Constructivism Theory) ซึ่งเชื่อว่ากระบวนการสร้างความรู้ของนักเรียนจะต้องถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง ไม่สามารถส่งผ่านโดยตรงจากบุคคลอื่นได้ จากแนวคิดนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการออกแบบสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียนจึงเน้นไปที่การสร้างประสบการณ์ บรรยากาศภายในห้องเรียนจะเป็นลักษณะเปิดกว้างให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระภายใต้กรอบการทำงานที่มีครูเป็นผู้กำหนดหัวข้อ วัตถุประสงค์ เกณฑ์การประเมินให้แก่ นักเรียน ซึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะมีอิสระในการออกแบบวิธีการหาคำตอบด้วยตนเอง มีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน โดยความรู้และประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับจากในห้องเรียนจะถูกนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน (Kusmaul et al., 2016) ซึ่งนักเรียนในประเทศไทยยังขาดประสบการณ์ดังกล่าวอยู่เป็นจำนวนมาก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2561)

ผลการสำรวจและวิเคราะห์แนวโน้มของการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562b) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาความสามารถที่สำคัญหลายประการ เช่น การคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ นอกจากนี้ยังพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยมีจุดเน้นให้นักเรียนได้รับเนื้อหาสาระการเรียนรู้มากขึ้น แต่ให้ความสำคัญกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์การเรียนรู้ลดลง ส่งผลให้ทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนมีแนวโน้มที่จะพัฒนาได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการใช้ชีวิต ทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะการทำงานเป็นทีม ทักษะการแก้ปัญหา รวมถึงความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยการนำแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ยังมีลักษณะที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง และยังสามารถส่งเสริมให้นักเรียนรวบรวมข้อมูล สร้างองค์ความรู้ และส่งเสริมประสบการณ์ในการดำรงชีวิตให้แก่ นักเรียนได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความเป็นผู้นำทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม รวมถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมในอนาคต

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ สามารถพัฒนานักเรียนในหลายด้าน อาทิ ความสามารถในการแก้ปัญหา กระบวนการทำงานเป็นทีม การเข้าใจความสามารถของตนเองและสมาชิกทีม การอภิปรายรับฟังความคิดเห็นและยอมรับข้อตกลงของสมาชิกทีม การโต้แย้งด้วยเหตุผลโดยอาศัยหลักฐานในการสนับสนุนความคิดและสมมติฐานของตนเอง ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการกำกับตัวเอง ซึ่งมีส่วนช่วยให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้โดยการนำตนเองไปสู่เป้าหมายได้ (Sanggara et al., 2019) นอกจากนี้

Irwanto et al. (2018) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดขั้นสูง ตามทฤษฎีของ Bloom (1956) ซึ่งมีการจัดจำแนกการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยรายละเอียดของการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการจะนำเสนอในประเด็นถัดไป

2.2 ความหมายของการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การศึกษาความหมายของการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้นิยามของการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

Hudson (2006) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนจากการทำงานเป็นทีม ด้วยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานตามกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำผ่านกระบวนการทำงานเป็นทีม สร้างองค์ความรู้ด้วยวงจรการเรียนรู้

Irwanto et al. (2018) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบทอดแบบแนะนำ โดยครูเป็นผู้ชี้แนะให้เข้าสู่วัฏจักรของ การสำรวจการค้นหาคำถามและ การประยุกต์ใช้แนวคิด มุ่งเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกและทักษะการคิดขั้นสูง

Azizah, Khoerunnisa, and Mulyani (2016) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้แบบทีมที่พัฒนาความเข้าใจ ส่งเสริมให้เกิดการวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การตรวจสอบข้อมูลและหลักฐาน ตัวอย่าง หรือแบบจำลอง โดยการตอบคำถามเชิงวิพากษ์ และนำไปสู่วงจรการเรียนรู้ในบริบทต่อไป

Judd (2014) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์การทำงาน แก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ผ่านบริบทของทีม

Kussmaul (2016) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้แบบมีกลยุทธ์อิงหลักฐานเชิงประจักษ์ อาศัยความร่วมมือรวมพลังกับสมาชิกทีม ให้ค้นพบและเข้าใจแนวคิดหลัก ในขณะที่เดียวกัน ทีมจะพัฒนาทักษะกระบวนการไปพร้อมกับกิจกรรมการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการอาจสรุปได้ว่ากระบวนการสืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการทำงานเป็นทีม ภายใต้การอำนวยความสะดวกของครู โดยมีการกำหนดเป้าหมายของการทำงานเป็นการทำความเข้าใจแนวคิดหลักของบทเรียน มีการรวบรวมข้อมูลและเชื่อมต่อ เนื้อหา กระบวนการแก้ปัญหา การสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง และสะท้อนถึงกระบวนการทำงาน เพื่อนำไปพัฒนาวิธีการดำเนินงาน

2.3 ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

Hudson (2006) ได้อธิบายลักษณะของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการไว้ในหนังสือคู่มือแนะนำ Instructor's Guide to Process-oriented Guided-inquiry Learning ว่า การเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนจากการทำงานเป็นทีม ด้วยการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานตามกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำ นักเรียนจะค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ ผ่านกระบวนการทำงานเป็นทีม การมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับทีมในเชิงบวก

Irwanto et al. (2018) ได้อธิบายลักษณะของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการว่า วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือรวมพลังตามแนวคิดของสรรคนิยมใช้กระบวนการสืบสอบ โดยครูเป็นผู้ชี้แนะให้เข้าสู่วัฏจักรของ การสำรวจการค้นหาแนวคิด และการประยุกต์ใช้แนวคิด มุ่งเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างความเข้าใจเชิงลึกและพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง

Judd (2014) ได้อธิบายลักษณะการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ว่า การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเพื่อสร้างความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ผ่านบริบทของทีม

Kussmaul (2016) ได้อธิบายลักษณะของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการไว้ว่าการเรียนการสอนแบบมีกลยุทธ์อิงหลักฐานเชิงประจักษ์ อาศัยความร่วมมือรวมพลังกับสมาชิกทีม ให้ค้นพบและเข้าใจแนวคิดหลัก ในขณะเดียวกันทีมจะพัฒนาทักษะกระบวนการไปพร้อมกับกิจกรรมการเรียนรู้

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการอาจสรุปได้ว่า มีลักษณะการเรียนรู้หลายรูปแบบร่วมกันคือ การเรียนรู้จากประสบการณ์การทำงานเป็นทีม มีการอภิปราย เจรจาต่อรอง ประนีประนอมตามข้อตกลงของสมาชิก โดยช่วยกันแสวงหาความรู้ ในบริบทที่สอดคล้องกับสถานการณ์จริง ดำเนินการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการที่มาจากร่วมกันออกแบบการดำเนินงาน และปรับปรุงกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยการสะท้อนผลการดำเนินงาน

2.4 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีลักษณะสำคัญของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ต่าง ๆ หลายประการโดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายลักษณะสำคัญของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ได้ดังนี้

Hudson (2006) และ Kussmaul (2016) ได้อธิบายลักษณะสำคัญของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการไว้ 3 ประการคือ

1) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning) คือ การสร้างประสบการณ์การเรียนรู้จากกระบวนการทำงานเป็นทีม โดยมีการการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อไปสู่เป้าหมายที่ได้มาจากการกำหนดร่วมกัน ซึ่งการเรียนรู้แบบร่วมมือมีเป้าหมายสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้คือ ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักบทบาทต่าง ๆ ในโครงสร้างการทำงานเป็นทีม

2) การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำ (Guided-inquiry) คือ การสร้างประสบการณ์การเรียนรู้และแสวงหาความรู้จากการสืบค้น เสาะหา สำนวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อเกิดความเข้าใจ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ จากนั้นสร้างคำอธิบาย ระบุความหมาย และให้คำนิยามต่อสิ่งที่ค้นพบ ซึ่งนักเรียนจะต้องออกแบบวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวก กำหนดประเด็นในการศึกษาและกำหนดแนวทางการประเมินให้แก่นักเรียน

3) วงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) คือ กระบวนการปรับโครงสร้างความรู้ ทักษะ และเจตคติด้วยการนำประสบการณ์เดิมมามาผนวกผสมผสานกับข้อค้นที่ได้จากการสร้างประสบการณ์ ความรู้ ทักษะและเจตคติ จากการสะท้อนผลของกิจกรรมการเรียนรู้และมีการนำไปใช้ในบริบทถัดไป ซึ่งประกอบด้วยวงจรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนคือขั้นที่ 1 ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept Invention) ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ (Applying Knowledge)

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีทฤษฎีเกี่ยวข้อง 3 ประการคือ

1) ทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism Theory) กล่าวว่า ความรู้ถูกสร้างขึ้นจากตัวนักเรียนเองไม่สามารถถ่ายทอดความรู้มาจากบุคคลอื่นได้ โดยนักเรียนจะมีวิธีการสร้างความรู้จากการเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้ในอดีตของตนเองกับประสบการณ์ในสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งนักเรียนต้องอาศัยกระบวนการปรับปรุงโครงสร้างทางปัญญา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรมอย่าง

ถาวร โดยทฤษฎีสรณนิยมมีหลักการสำคัญคือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องสัมพันธ์กับ ประสบการณ์และบริบทที่ทำให้นักเรียนเต็มใจที่จะเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับประสบการณ์เดิม สามารถออกแบบและสร้างวิธีการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งมีหลักการของการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนคือ กระตุ้นให้นักเรียนค้นพบวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการอภิปราย ตั้งคำถาม และหา คำตอบระหว่างทำกิจกรรมอยู่ตลอดเวลา โดยนักเรียนจะได้รับชุดข้อมูลชุดใหม่ จากทรัพยากรที่ หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับความจริง เพื่อเพิ่มโอกาสให้นักเรียนสร้างความรู้ขึ้นมาจาก ประสบการณ์ (Fosnot, 2013)

2) ทฤษฎีสรณนิยมเชิงสังคม (Social Constructivism Theory) กล่าวว่า การ สร้างความรู้ของนักเรียน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 รวบรวมข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมใน ระดับสังคม โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น ขั้นที่ 2 สร้างองค์ความรู้ในระดับตัวบุคคล โดย สร้างเป็นความเข้าใจของตนเองเรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือ สกีม่า (Schema) ซึ่งในแต่ละบุคคลจะนำประสบการณ์ ความรู้ ความเข้าใจเดิมของตนเอง มาหลอมรวมกับ ประสบการณ์หรือความรู้ใหม่ที่มีความหมายในแบบเฉพาะของตนเอง โดยแต่ละบุคคลสามารถสร้าง ความหมายที่แตกต่างกันได้ เพราะมีประสบการณ์ หรือ ความรู้ความเข้าใจเดิมที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Vygotsky (1987) ยังอธิบายแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนว่า สังคมและ วัฒนธรรมจะเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นต่อการพัฒนารูปแบบและคุณภาพของปัญญา ให้มี พัฒนาการสูงกว่าขอบเขตของพัฒนาการตามช่วงอายุ (Zone of Proximal Development) โดย Vygotsky ยังเชื่อว่าบุคคลที่มีความรู้และประสบการณ์มากกว่า สามารถช่วยส่งเสริมการสร้างความรู้ และประสบการณ์ของนักเรียนที่อยู่ต่ำกว่าขอบเขตของพัฒนาการตามช่วงอายุได้ โดยนักเรียนจะ ได้รับการช่วยเหลือ (Scaffolding) จากกิจกรรมที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม กิจกรรมใน ลักษณะนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนปฏิบัติงานร่วมกันเป็นทีม คิดพิจารณาประเด็นคำถาม และสนับสนุน ให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการกระตุ้น การให้คำแนะนำของครู ฝึกประสบการณ์การเผชิญกับปัญหา อัน เป็นรากฐานของสถานการณ์ในชีวิตจริง (Kim, 2001)

2.6 แนวทางการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถอธิบายแนวทางการจัดการเรียนการสอนเรียนรู้สืบสอบแบบ แนะนำเน้นกระบวนการได้เป็น 5 ประเด็นดังนี้

2.6.1 หลักการในการออกแบบกิจกรรม

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้น กระบวนการมีรายละเอียดตามข้อสรุปของนักการศึกษาต่อไปนี้

Simonson (2019) ได้อธิบายหลักการในการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการว่า นักเรียนจะได้เรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำ และวงจรการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะเฉพาะคือ นักเรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาสาระในหลักสูตรจากการทำงานเป็นทีม ตามโครงการที่ครูเป็นผู้เสนอให้นักเรียน และชี้แจงรายละเอียดของโครงการให้นักเรียนทราบ จากนั้นนักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปราย และแสดงบทบาทหน้าที่ของการทำงานต่าง ๆ โดยมีหลักการในการออกแบบกิจกรรมดังต่อไปนี้

1) กำหนดโครงสร้างของกิจกรรม คือ การกำหนดหัวข้อ เป้าหมายของการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีประเด็นในการพิจารณาคือ

1.1) กำหนดเรื่องราว (Story Point) คือการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชา และระบุรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ประมาณ 4-5 หัวข้อ (Task Size) หัวข้อละ 1 วงจรการเรียนรู้ โดยในแต่ละหัวข้อนั้น จะเรียกว่า ภาระงาน (Task)

1.2) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Objective) คือการกำหนดผลการเรียนรู้เมื่อนักเรียนเรียนจบในแต่ละวงจรการเรียนรู้ ประกอบด้วย พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย โดยให้น้ำหนักของ พุทธิพิสัยประมาณ 40% ทักษะพิสัยประมาณ 40% และจิตพิสัยประมาณ 20% สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามบริบทที่ต้องการให้เป็นจุดเน้นแก่นักเรียน

1.3) กำหนดแบบจำลอง (Model) คือการกำหนดตัวแทนของความคิดรวบยอดที่ใช้ในการอธิบายภาระงานในแต่ละหัวข้อย่อย หรือ 1 วงจรการเรียนรู้

1.4) กำหนดคำถามสำคัญ (Key Questions) คือการตั้งประเด็นคำถามในแต่ละชั้นของวงจรการเรียนรู้ เพื่อเป็นคำถามนำให้นักเรียนหาคำตอบตามบริบทของกิจกรรมในแต่ละวงจรการเรียนรู้

1.5) กำหนดการวัดและการประเมิน (Evaluation and Assessment) คือการระบุเครื่องมือ เกณฑ์การประเมินที่ใช้ในการวัดและการประเมินตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) การออกแบบทีมและบทบาทของสมาชิก คือ การกำหนดสถานการณ์ในแต่ละภาระงานและระบุบทบาทหน้าที่ในการทำงานให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายของกิจกรรม โดยมีการกำหนดบทบาทสำคัญบางประการ เช่น ผู้จัดการ ผู้บันทึก ผู้ประสานงานและผู้วิเคราะห์ ให้แก่นักเรียนเพื่อจำลองบทบาทหน้าที่การทำงานในชีวิตจริง ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ลักษณะการทำงานสลับเปลี่ยนกันไปในแต่ละวงจรการเรียนรู้ดังตารางที่ 2.7 โดยมีรายละเอียดของบทบาทหน้าที่และลักษณะงานดังนี้

2.1) ผู้จัดการ (Manager) มีหน้าที่รับผิดชอบคือ กำกับดูแลการทำงานของทีม อำนวยความสะดวกให้แก่สมาชิกทีม และกำกับระยะเวลาการทำงานในแต่ละช่วงให้แก่สมาชิกทีม ตั้งคำถาม เพื่อให้สมาชิกทีมแต่ละคนได้ร่วมกันอภิปราย กำกับการอภิปรายให้สมาชิกทีมมีส่วนร่วมต่อการออกแบบวางแผนการทำงานในภาพรวม กำกับการทำงานของสมาชิกทีม สังเกตปัญหาการทำงานที่เกิดขึ้นในทีม แก้ไขปัญหาแก่สมาชิกทีมเพื่อวางแผนร่วมกันแก้ปัญหาการทำงาน

2.2) ผู้บันทึก (Recorder) มีหน้าที่รับผิดชอบคือ ควบคุมประเด็นระหว่างการอภิปราย และนำการอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป บันทึกเหตุการณ์การอภิปรายของสมาชิกทีม ทำรายงานการอภิปราย บันทึกหลักฐานของข้อมูลที่สมาชิกเสนอ ดำเนินการอภิปรายตามวาระการอภิปรายตามแผนการดำเนินงานของทีม

2.3) ผู้ประสานงาน (Presenter) มีหน้าที่รับผิดชอบคือ นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสรุปของสมาชิกทีม อภิปรายร่วมกับครูและทีมอื่น สร้างรูปแบบตัวแทนของข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากข้อสรุปของสมาชิกทีม ติดต่อกับสื่อสาร เจรจา ปรัชญา กับสมาชิกทีมอื่น และครูผู้สอน เรียบเรียงและจัดกระทำข้อมูล

2.4) ผู้วิเคราะห์ (Analyst) มีหน้าที่รับผิดชอบคือ วิเคราะห์หลักฐานของข้อมูล วิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อการทำงานเป็นทีม ตรวจสอบเอกสาร และจัดทำรายงานสรุปให้หัวหน้าและครูประเมินประสิทธิภาพของทีมตามลำดับ ตรวจสอบผลการนำเสนอและผลการอภิปรายจากสมาชิกทีมอื่น ออกแบบและวางแผนสำรองกรณีเกิดเหตุการณ์ที่จำเป็นต้องเปลี่ยนรูปแบบการทำงาน

ตารางที่ 2.7 แสดงจุดเน้นของนักเรียนในแต่ละบทบาท

หน้าที่ของนักเรียน	จุดเน้นที่นักเรียนรับผิดชอบ
ผู้จัดการ	กำกับดูแลการทำงานของทีม อำนวยความสะดวกให้แก่สมาชิกทีม และกำกับระยะเวลาการทำงานให้แก่สมาชิกทีม
ผู้บันทึก	ควบคุมประเด็นระหว่างอภิปราย และนำการอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป บันทึกเหตุการณ์การอภิปรายของสมาชิกทีม
ผู้ประสานงาน	นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสรุปของสมาชิกทีม อภิปรายร่วมกับครูและทีมอื่น สร้างรูปแบบตัวแทนของข้อมูล
ผู้วิเคราะห์	ตรวจสอบเอกสาร จัดทำรายงานสรุปให้ วิเคราะห์หลักฐานข้อมูล วิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อการทำงาน วางแผนสำรอง

2.6.2 บทบาทหน้าที่ของนักเรียน

Hudson (2006) และ Simonson (2019) ได้อธิบายบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบเน้นกระบวนกรมีรายละเอียด 3 ประเด็นดังนี้

1) บทบาทการทำงานเป็นทีม (Teamwork) คือ การเรียนรู้ที่จะอภิปรายแลกเปลี่ยนและค้นพบแนวทางไปสู่เป้าหมาย แบ่งปันความสำเร็จร่วมกัน โดยที่นักเรียนจะได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่นจากการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้การทำงานร่วมกันทั้ง 3 ลักษณะคือ

1.1) การทำงานเป็นกลุ่ม (Group Work) คือ วิธีการทำงานให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายด้วยการเลือกสมาชิกแบบเจาะจงตามลักษณะงาน

1.2) เรียนรู้การทำงานเป็นทีมแบบร่วมมือ (Co-operative Learning) คือ วิธีการเรียนรู้บทบาทหน้าที่ของการทำงาน เพื่อให้ทราบบทบาทหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในทีม และดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่กำหนดจากครูผู้สอน ได้แก่ ผู้จัดการ ผู้บันทึก ผู้ประสานงานและผู้วิเคราะห์ โดยมีการสับเปลี่ยนบทบาทหน้าที่ เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์การทำงานที่หลากหลาย

1.3) การทำงานเป็นทีมแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaboration) คือ วิธีการทำงานให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย ด้วยการเลือกลักษณะภาระงานให้สอดคล้องกับความสามารถของสมาชิกทีมในรูปแบบที่เหมาะสม

2) การเรียนรู้แบบสืบสอบ คือ การหาแนวทางเสาะแสวงหาคำตอบ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้กำหนดหัวข้อและเป้าหมายของการเรียนรู้ให้นักเรียนเพียงเท่านั้น ซึ่งนักเรียนสามารถออกแบบวิธีการหาคำตอบจากการวิเคราะห์หัวข้อหรือประเด็นคำถาม มีการตั้งสมมติฐาน ออกแบบวิธีการหาคำตอบรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการเสาะแสวงหาคำตอบเพื่อให้ได้ข้อสรุป จากการเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้เดิมเข้ากับประสบการณ์และความรู้ใหม่

3) วงจรการเรียนรู้ของนักเรียน คือ กระบวนการสร้างความรู้สะสม จากการนำความรู้เดิมของนักเรียนมาผนวกเข้ากับความรู้และประสบการณ์ชุดใหม่ โดยมีการปรับโครงสร้างของความรู้ ก่อให้เกิดองค์ความรู้ในรูปแบบของตนเอง และเก็บไว้องค์ความรู้นั้นไว้ในความทรงจำระยะยาว เมื่อนักเรียนเผชิญหน้ากับเหตุการณ์ใหม่ จะนำองค์ความรู้นั้นกลับมาพิจารณาปรับโครงสร้างให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นในแบบของตนเอง เป็นวงจรที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ไม่มีที่สิ้นสุด นักเรียนจะได้นำความรู้และประสบการณ์จากการทำงาน การสรุปและการประเมินผลการทำงาน มาร่วมอภิปรายในสถานการณ์ใหม่ทุกครั้งที่ครบ 1 วงจรการเรียนรู้

2.6.3 บทบาทหน้าที่ของครู

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีรายละเอียดดังนี้

Kussmaul (2017) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับบทบาทของครูว่า การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในรายวิชาที่มีเนื้อหาเชิงลึก นักเรียนอาจพบว่ายากเกินความสามารถในการเข้าใจเนื้อหา ครูในฐานะผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ต้องมีความเข้าใจกระบวนการได้มาซึ่งความรู้เป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นต่อแนวทางในการพัฒนานักเรียน ครูอาจจะรู้สึกอึดอัดที่จะเฉลยคำตอบ ครูจึงพยายามที่จะบรรยายสาระสำคัญของคำตอบ อย่างไรก็ตามนักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะกระบวนการที่สำคัญต่อทักษะวิชาชีพ เช่น การสื่อสาร การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาและการทำงานเป็นทีม ครูจึงควรแนะเพียงวิธีหาคำตอบ แหล่งข้อมูล การติดต่อประสานงาน และทีมเวิร์ค เป็นสำคัญ โดยสามารถระบุเป็นประเด็นสำคัญได้ 4 ประเด็นดังนี้

1) ผู้นำกิจกรรม คือ การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีให้นักเรียน โดยพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ให้วัตถุประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน รวมถึงเนื้อหาและทักษะกระบวนการการทำงานเป็นทีม ครูต้องให้ความชัดเจนแก่นักเรียนในด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เกณฑ์การประเมินกิจกรรม โครงสร้างของทีม โครงสร้างของชั้นเรียน การจัดห้องเรียน ระยะเวลาการจัดกิจกรรม และกรอบการดำเนินงานที่ชัดเจน

2) ผู้ดูแล คือ สนับสนุนกิจกรรมในชั้นเรียน โดยการเฝ้าสังเกตและประเมินพฤติกรรมของนักเรียนทั้งรายบุคคลและภาพรวมของทีม เพื่อเก็บข้อมูลนักเรียนมาใช้ในการตรวจสอบปัญหาและอุปสรรคระหว่างกิจกรรมในชั้นเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหามากกว่าการหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน ซึ่งครูสามารถสอบถามถึงสาเหตุพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปของนักเรียน หากพบว่าพฤติกรรมนั้นต้องให้คำแนะนำเพิ่มเติม อาจจำเป็นต้องใช้เวลานอกเหนือจากคาบเรียน เพื่อช่วยเหลือในเบื้องต้น

3) ผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยจากคำถามที่ครูกำหนดให้ หรือข้อสงสัยจากกิจกรรมการเรียนการสอน รวมถึงสังเกตพฤติกรรมที่เพิกเฉยต่ออุปสรรคการทำงานในระหว่างทำกิจกรรม โดยครูจะต้องเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนออกแบบวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ หรือวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง

4) ผู้ประเมิน คือ สรุปบทเรียนในชั้นเรียนนั้น โดยการให้นักเรียนอภิปรายคำตอบของกิจกรรมและอภิปรายผลการดำเนินงาน เพื่อให้นักเรียนสรุปประเด็นสำคัญ อภิปรายกลยุทธ์ของการปฏิบัติงาน และประเมินผลการดำเนินงานของแต่ละทีม นอกจากนี้ครูต้องประเมิน

ประสิทธิภาพประสิทธิผลของทีม การบรรลุเป้าหมายของทีม และแง่มุมอื่น ๆ ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2.6.4 ขั้นตอนการออกแบบกิจกรรม

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีนักการศึกษาหลายท่านได้แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรม สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

Hudson (2006) ได้อธิบายกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการเพื่อเป็นแนวทางให้แก่ผู้เริ่มใช้การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน โดยมี 7 ขั้นตอนดังนี้

- 1) ระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ (Identify a need to learn) ค้นหาประเด็นที่สนใจ และเชื่อมโยงเข้าสู่การกำหนดเป้าหมายกำหนดวัตถุประสงค์และเกณฑ์การประเมิน
- 2) เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings) ยกประเด็นปัญหาโดยอภิปรายบนพื้นฐานความรู้ที่นักเรียนมีเพื่อออกแบบสมมติฐาน
- 3) สำรวจค้นหาคำตอบ (Explore) สร้างตัวแทนของวิธีการหาคำตอบ ระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน นักเรียนตรวจสอบข้อมูลด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 4) สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation) ระบุมโนทัศน์สำคัญที่ได้จากการทำงาน ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานและการตอบคำถามอย่างมีวิจารณญาณ
- 5) ฝึกประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge) นำความรู้ที่ได้มาอภิปรายหาข้อตกลงร่วมกันใช้เพื่อเสริมความเข้าใจ
- 6) ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) ถ่ายโอนมโนทัศน์หลักที่ได้มาใช้แก้ปัญหาในบริบทใหม่ ตอบคำถามและแก้ปัญหาด้วยการบูรณาการมโนทัศน์อื่น
- 7) สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process) ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของทีม ประเมินตนเอง และเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขการทำงานในครั้งต่อไป

Kussmaul (2016) ได้อธิบายกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ โดยมีขั้นตอน 3 ขั้นตอนหลัก ๆ คือ

ขั้นที่ 1 สำรวจ (Explore) ค้นหาประเด็นที่สนใจ และเชื่อมโยงเข้าสู่ การวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 2 คิดค้นหาคำตอบ (Invent) ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือปรากฏการณ์ นำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์ แผลผล สรุปผล

ขั้นที่ 3 นำความรู้ไปใช้ในบริบทอื่น (Apply) นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น

จากการศึกษาหลักของการออกแบบกิจกรรมและแนวทางการดำเนินกิจกรรมจากนักการศึกษาหลายท่านอาจสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอนสืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถออกแบบกรอบในการดำเนินกิจกรรม 7 ขั้นตอนดังนี้

1) ระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ (Identify a need to learn) เป็นขั้นตอนในการเริ่มทำกิจกรรม โดยมีครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียน อธิบายโครงการที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม ชี้แจงกรอบการทำงาน วัตถุประสงค์ของกิจกรรม การประเมินผลของกิจกรรม และอภิปรายประเด็นปัญหา และกำหนดเป้าหมายร่วมกัน โดยนักเรียนมีบทบาทดังต่อไปนี้ ร่วมกันกำหนดเป้าหมาย แบ่งปันความรู้ความสามารถ กำหนดวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน

2) เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings) เชื่อมโยงประเด็นปัญหา เป้าหมาย และความรู้เดิมของนักเรียน โดยอภิปรายบนพื้นฐานความรู้ที่นักเรียนมีเพื่อออกแบบสมมติฐาน มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ ครูและนักเรียนร่วมกันระบุแบบจำลองของปัญหา รูปแบบลักษณะของปัญหา กำหนดเป้าหมาย ออกแบบวิธีการนำไปสู่เป้าหมาย และตรวจสอบแบบจำลองของประเด็นปัญหาและวิธีไปสู่เป้าหมายร่วมกัน

3) สำรวจค้นหาคำตอบ (Explore) นักเรียนระบุตัวแทนของวิธีการหาคำตอบ ระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน ตรวจสอบข้อมูลด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกระบวนการสืบสอบหาคำตอบ โดยมีการเจรจาต่อรองบทบาทหน้าที่ ร่วมกันปฏิบัติภารกิจ สืบสอบหาคำตอบ โดยรับผิดชอบภาระหน้าที่ส่วนตัวตามบทบาทที่ได้รับและประชุมทีมเพื่อตรวจสอบความคืบหน้า

4) สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation) นักเรียนอภิปรายร่วมกันระบุมโนทัศน์สำคัญที่ได้จากการทำงาน ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานและการตอบคำถามอย่างมีวิจารณญาณ สมาชิกทีมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบหาคำตอบ ระบุมโนทัศน์ของคำตอบ และร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยการให้หลักฐานที่ได้จากการสืบสอบ เพื่อลงข้อสรุป

5) ฝึกประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge) นำความรู้ที่ได้มาอภิปรายหาข้อตกลงร่วมกันใช้เพื่อเสริมความเข้าใจ และร่วมกันสร้างแบบจำลองของคำตอบเพื่อให้ นักเรียนนำความรู้ ข้อค้นพบ มาตรวจสอบความเข้าใจของสมาชิกในทีมให้มีความเข้าใจมโนทัศน์ตรงกัน

6) ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) ถ่ายโอนโมโนทัศน์หลักที่ได้มาใช้แก้ปัญหาในบริบทใหม่ โดยครูนำเสนอประเด็นปัญหาที่แตกต่าง ใกล้เคียงหรือข้อยกเว้นของเหตุการณ์นั้น เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ มาใช้ในสถานการณ์ใหม่ ตอบคำถาม และแก้ปัญหาด้วยการบูรณาการณัสมโนทัศน์อื่น

7) สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process) ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของทีม ประเมินตนเอง ประเมินโมโนทัศน์ที่ร่วมกันสร้างจากการทำงานเป็นทีม และเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขการทำงานในวงจรการเรียนรู้ครั้งต่อไป

โดยสามารถสรุปขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทครู และบทบาทนักเรียนได้ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 แสดงบทบาทครูและนักเรียน ในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้	นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนชี้แจงกรอบการทำงาน วัตถุประสงค์ของกิจกรรม การประเมินผลของกิจกรรม	ร่วมกันกำหนดเป้าหมาย อภิปราย แบ่งปันมุมมองของตนเอง กำหนดวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน
2. เชื่อมโยงความรู้เดิม	นำอภิปราย ตั้งคำถาม เชื่อมโยงประเด็นที่เกี่ยวข้องให้นักเรียน	ร่วมกันสร้างแบบจำลองของปัญหา รูปแบบลักษณะของปัญหา จากการรวบรวมและสรุปความรู้เดิมของนักเรียน ออกแบบวิธีการนำไปสู่เป้าหมาย และตรวจสอบแบบจำลองของประเด็นปัญหาและวิธีไปสู่เป้าหมายร่วมกัน
3. สำรวจค้นหาคำตอบ	สนับสนุนสื่อการเรียนรู้ชี้แนะช่องทางในการดำเนินงาน	นักเรียนอภิปรายเจรจาต่อรองบทบาทหน้าที่ ร่วมกันปฏิบัติการสืบสอบหาคำตอบ โดยรับผิดชอบภาระหน้าที่ส่วนตัวตามบทบาทที่ได้รับ รายงานความคืบหน้าให้สมาชิกทีม
4. สร้างมโนทัศน์	นำอภิปราย ตั้งคำถาม เชื่อมโยงประเด็นเพื่อลงข้อสรุปให้นักเรียน	อภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบหาคำตอบ สมาชิกทีมสร้างมโนทัศน์ร่วมกัน และนำเสนอมโนทัศน์
5. ฝึกประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้	ครูนำเสนอประเด็นใกล้เคียงเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้	ฝึกใช้ความรู้ที่ได้ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงหรือแตกต่างจากสถานการณ์ของกิจกรรม

ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	มาใช้ในสถานการณ์ใหม่	
6. ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่	ครูนำเสนอประเด็นที่แตกต่างหรือข้อยกเว้นของเหตุการณ์นั้น	นักเรียนนำความรู้ที่ได้ มาปรับโครงสร้างหรือตั้งสมมติฐานใหม่ เพื่อเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาด้วยการบูรณาการณั้สมโนทัศน์อื่น
7. สะท้อนกระบวนการทำงาน	นำอภิปราย อำนวยความสะดวก และส่งเสริมพื้นที่ปลอดภัยในการประเมินตามสภาพจริงให้แก่นักเรียน	สะท้อนสิ่งที่ได้จากการทำงาน โดยการประเมินตนเอง และเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขการทำงานในวงจรการเรียนรู้ครั้งต่อไป

2.6.5 การเสริมสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปการเสริมสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการได้ 7 ประเด็น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ คือ การออกแบบบรรยากาศการเรียนรู้ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน เพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนให้นำไปใช้ได้ในสภาพสิ่งแวดล้อมจริง (Kukla, 2013)

2) การสร้างแรงจูงใจเชิงบวกของนักเรียนต่อกิจกรรมภายในห้องเรียน คือ การสร้างพื้นที่ให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยจากการกระทำที่ผิดพลาดและให้นักเรียนเรียนรู้จากข้อผิดพลาดมาพัฒนาตนเอง เพราะแรงจูงใจเป็นหลักการพื้นฐานของการเกิดพฤติกรรมของมนุษย์ การสร้างบรรยากาศให้เกิดการเรียนรู้ภายในห้องเรียนซึ่งมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในตัวนักเรียน (Ryan & Deci, 2016)

3) ร่วมกันสร้างข้อตกลงในชั้นเรียน คือ การร่วมกันหาแนวในการทำงานร่วมกัน โดยคำนึงถึงความสำคัญของนักเรียนทุกคน เพื่อรักษาบรรยากาศภายในห้องเรียนที่มีลักษณะเปิดกว้างให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็น มีอิสระในการออกแบบวิธีการหาคำตอบภายใต้หลักการและความถนัดของตนเองภายใต้กรอบการทำงานที่มีครู เป็นผู้กำหนดหัวข้อวัตถุประสงค์เกณฑ์การประเมินให้แก่นักเรียน (Krishna & He, 2015)

4) ให้โอกาสนักเรียนได้ฝ่าฟันปัญหาและอุปสรรคด้วยตนเอง คือ การเคารพการตัดสินใจของนักเรียนถึงแม้ว่าครูจะคาดการณ์ปัญหาได้ล่วงหน้าก็ตาม เพราะการแก้ปัญหาของนักเรียนคือการเก็บรวบรวมประสบการณ์ เมื่อนักเรียนเผชิญกับปัญหาในบริบทใหม่ ชิ้นส่วนของ

ข้อมูลที่เก็บไว้ในความทรงจำแต่ถูกนำมาประมวลผลเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาในบริบทนั้น (Mayer & Wittrock, 2006)

5) เรียนรู้ไปพร้อมกับนักเรียน คือ การแสดงให้เห็นนักเรียนเห็นว่าครูยังไม่ทราบคำตอบเช่นเดียวกัน เหมือนมีจุดเริ่มต้นนักเรียนพร้อมกับนักเรียน (Hudson, 2006)

6) ส่งเสริมภาวะผู้นำ (Leadership) คือ การส่งเสริมให้นักเรียนกล้าเสนอตัวเองเข้ามารับผิดชอบกับปัญหาด้วยความสามารถด้านภาวะผู้นำ โดยการกระตุ้นให้สมาชิกในทีมกระทำกิจกรรมอย่างเต็มความสามารถและพยายามให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายในสถานการณ์ที่กำหนด (รัตติกรณ์ จงวิศาล, 2561)

7) ส่งเสริมการสื่อสาร (Communication) คือ การส่งเสริมให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นของตนเอง แบ่งปันความรู้ความสามารถส่วนบุคคล (Prior Knowledge) จากประสบการณ์ส่วนตัว การยอมรับและให้เกียรติความสามารถที่แตกต่างกันโดยไม่ตัดสินจากภาพลักษณ์ภายนอก นอกจากนี้การส่งเสริมให้นักเรียนสร้างพื้นที่ส่วนกลางในการทำงานร่วมกัน (Grounding in Collaboration)

2.7 กิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

จากการศึกษาความหมาย ลักษณะ องค์ประกอบและหลักในการออกแบบกิจกรรม พบว่ามีแนวโน้มของการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่จะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสามารถแสดงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรม ทั้ง 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ (Identify a need to learn) มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียน ชี้แจงกรอบการทำงาน วัตถุประสงค์ของกิจกรรม การประเมินผลของกิจกรรม นำอภิปรายประเด็นปัญหา และกำหนดเป้าหมายร่วมกัน โดยนักเรียนมีบทบาทคือ ร่วมกันกำหนดเป้าหมาย แบ่งปันความรู้ความสามารถ กำหนดวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 1. ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก (A1) 3. เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (A3) และ 5. ระบุและอธิบายเป้าหมายของการดำเนินงานให้สำเร็จ (B2)

2) เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings) เชื่อมโยงประเด็นปัญหาโดยอภิปรายบนพื้นฐานความรู้ที่นักเรียนมีเพื่อออกแบบสมมติฐาน มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ ครูและนักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองของปัญหา รูปแบบ ลักษณะของปัญหา จากการรวบรวมและสรุปความรู้เดิมของนักเรียน ออกแบบวิธีการนำไปสู่เป้าหมาย และตรวจสอบแบบจำลองของประเด็นปัญหาและวิธีไปสู่

เป้าหมายร่วมกัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 2. ค้นพบกลยุทธ์ในการทำงานร่วมกัน (A2) 3. เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (A3) 4. สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1) และ 5. ระบุและอธิบายเป้าหมายของการดำเนินงานให้สำเร็จ (B2)

3) สืบค้นหาคำตอบ (Explore) สร้างตัวแทนของวิธีการหาคำตอบ ระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน นักเรียนตรวจสอบข้อมูลด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนอภิปรายเจาะจงต่อรองบทบาทหน้าที่ ร่วมกันปฏิบัติภารกิจ สืบสอบหาคำตอบ โดยรับผิดชอบภาระหน้าที่ส่วนตัวตามบทบาทที่ได้รับ รายงานความคืบหน้าให้สมาชิกทีม ซึ่งมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 1. ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก (A1) 4. สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1) 6. จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (B3) 7. มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม (C1) 9. ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (C3) และ 11. ติดตามและประเมินกลวิธีในการดำเนินงาน (D2)

4) สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation) ระบุมโนทัศน์สำคัญที่ได้จากการทำงาน ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานและการตอบคำถามอย่างมีวิจารณญาณ มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ สมาชิกทีมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบหาคำตอบ สมาชิกทีมสร้างมโนทัศน์ร่วมกัน และนำเสนอโมทัศน์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 2. ค้นพบกลยุทธ์ในการทำงานร่วมกัน (A2) 4. สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1) 9. ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (C3) และ 10. อภิปรายผลการปฏิบัติงานร่วมกัน (D1)

5) ฝึกประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge) นำความรู้ที่ได้มาอภิปรายหาข้อตกลงร่วมกันใช้เพื่อเสริมความเข้าใจ มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ ครูนำเสนอประเด็นใกล้เคียงเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ มาใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบ ข้อ 4. สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1) 7. มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม (C1) และ 11. ติดตามและประเมินกลวิธีในการดำเนินงาน (D2)

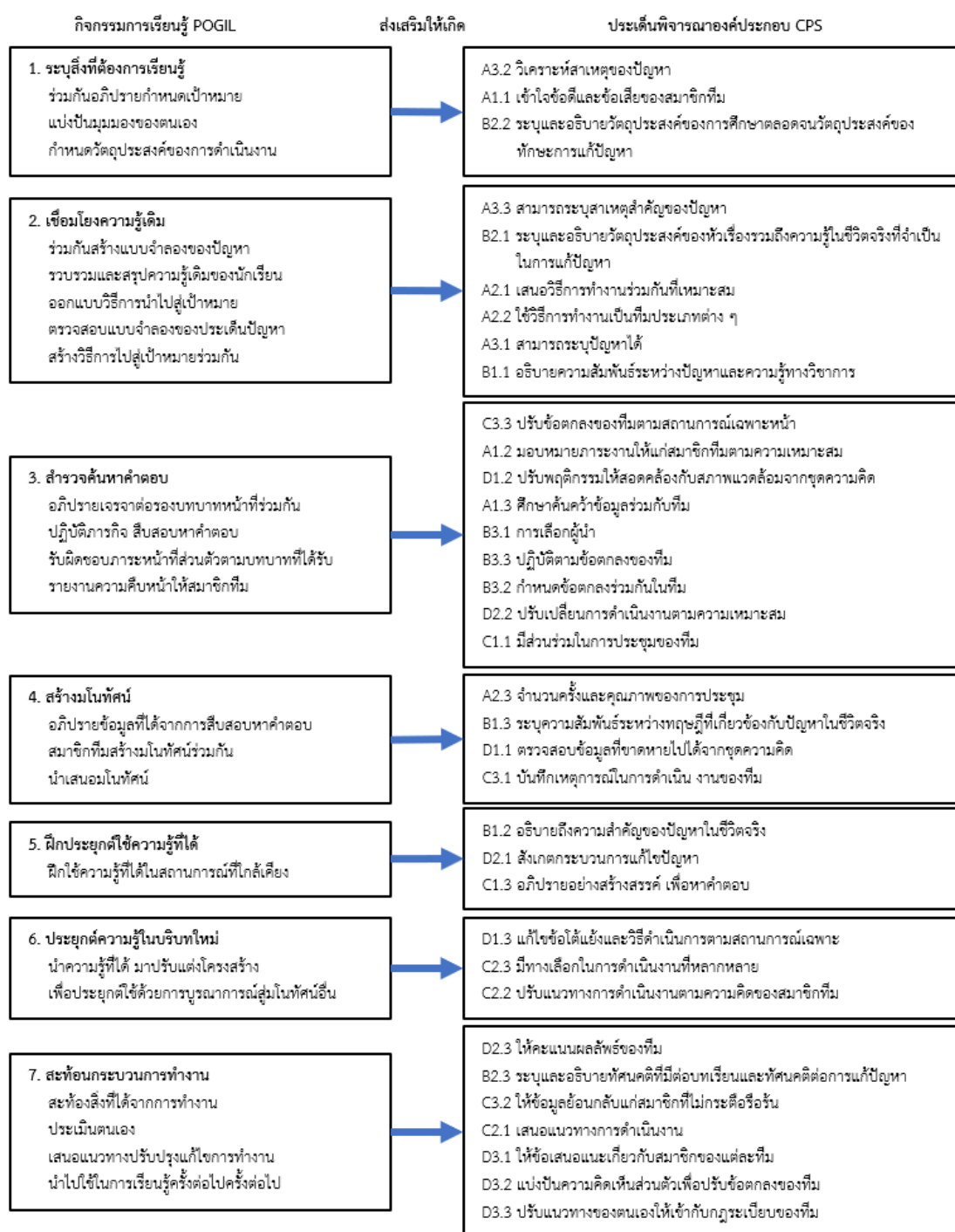
6) ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) ถ่ายโอนมโนทัศน์หลักที่ได้มาใช้แก้ปัญหาในบริบทใหม่ มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ ครูนำเสนอประเด็นที่แตกต่างหรือข้อยกเว้นของเหตุการณ์นั้น เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ ตอบคำถามและแก้ปัญหาด้วยการบูรณาการสู่โมทัศน์อื่น ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง 8. มีกลวิธีในการทำงาน (C2) และ 10. อภิปรายผลการปฏิบัติงานร่วมกัน (D1)

7) สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process) ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของทีม มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ ประเมินตนเอง และเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขการทำงาน ในวงจรการเรียนรู้ครั้งต่อไปครั้งต่อไป ซึ่งมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 5. ระบุและอธิบายเป้าหมายของการดำเนินงานให้สำเร็จ (B2) 8.

มีกลวิธีในการทำงาน (C2) 9. ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (C3) และ 12. ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3)

เมื่อครบวงจรการเรียนรู้ใน 1 รอบนักเรียนจะได้นำผลการสะท้อนการทำงาน และข้อเสนอแนะมาประยุกต์และปรับปรุงรูปแบบการทำงานของทีมในวงจรถัดไป เมื่อพิจารณาตัวบ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสามารถสรุปกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังแสดงดังแผนภาพที่ 2.7





แผนภาพที่ 2.7 แสดงกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงถึงประเด็นพิจารณาองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561a) ได้รายงานปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในประเทศไทย พบว่าเหตุปัจจัยประกอบการหลายด้าน นอกเหนือจากทางวิชาการ เช่น สิ่งแวดล้อมทางการเรียน บรรยากาศทางการเรียนด้านระเบียบวินัย จากข้อมูลทางสถิติทำนายชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีผลการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังต่ำ ส่วนหนึ่งมาจากการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการปฏิบัติหลายอย่างไม่ส่งผลทางบวก สามารถแบ่งได้ 3 ประเด็นดังนี้

1) พื้นฐานของนักเรียนนักเรียน โดยนักเรียนแต่ละคนมีความรู้ประสบการณ์และบุคลิกลักษณะที่แตกต่างกันความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนจะครอบคลุมความรู้ด้านวิชาการ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การอ่าน การเขียนรวมถึงความรู้ในชีวิตประจำวัน

2) บุคลิกลักษณะของนักเรียน ได้แก่ ทักษะด้านมนุษยสัมพันธ์ อารมณ์ เจตคติ ปัจจัยด้านบุคลิกภาพ ความใจกว้าง การมีสำนึก การเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล การประนีประนอม ความมั่นคงทางอารมณ์ และแรงจูงใจ

3) ความสามารถในการคิดของแต่ละคน เช่น ความสามารถในการจดจำข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะ และความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังไม่พบการดำเนินงานที่แสดงถึงส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถนี้ รวมถึงมีกิจกรรมการเรียนการสอนเพียงบางส่วนที่สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทย

กรกนก เลิศเดชภัทร (2559) ได้รายงานงานวิจัยเรื่องผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการส่งเสริมเอกชนกรุงเทพมหานครจำนวน 73 คนโดยกำหนดนักเรียนเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลัง 37 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป 36 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาคะแนนรวมตามสมรรถนะหลัก 3 สมรรถนะจากผลการศึกษาผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะต่อไปคือการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งหน้าที่ดังต่อไปนี้คือ หัวหน้าทีม ผู้ดูแลอุปกรณ์ ผู้นำเสนอ และผู้บันทึก ในระหว่างทำกิจกรรมพบว่ามีความสถานการณ์อื่น ๆ เพิ่มเติมนอกเหนือจากกรอบการทำงานที่ผู้วิจัยได้กำหนดให้แก่แก่นักเรียน เช่น การควบคุมเวลาปฏิบัติงานการติดตามดำเนินงานของสมาชิกกลุ่มซึ่งนักเรียนยังไม่สามารถปรับบทบาทหน้าที่ไปตามบริบทของสถานการณ์ที่เหมาะสมได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

O'Neill, Goffin, and Gellatly (2012) ศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมโดยวัดทักษะ ความรู้ และความสามารถของการทำงานเป็นทีม เพื่อดำเนินการจัดลำดับกลุ่มองค์ประกอบที่ครอบคลุมของความสามารถในการทำงานเป็นทีม ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการทำงานเป็นทีมเบื้องต้นพบว่าค่าความเที่ยงเฉลี่ยตามเกณฑ์ จากนั้นทำวิเคราะห์การยืนยันองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีมพบว่ามีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ไม่สามารถทำการวิเคราะห์โครงสร้างขององค์ประกอบได้ กล่าวโดยสรุปพบว่ามีองค์ประกอบของการทำงานเป็นทีม 9 องค์ประกอบดังนี้ 1) ทักษะความรู้ความสามารถระหว่างบุคคล 2) การแก้ไขข้อขัดแย้งด้วยการประนีประนอมข้อตกลง 3) การสื่อสารกับเพื่อนร่วมทีม 4) ความร่วมมือกันในการแก้ปัญหา 5) ทักษะความรู้ความสามารถในการจัดการตนเอง 6) การกำหนดเป้าหมายและการจัดการทรัพยากร 7) การวางแผนและการประสานงาน 8) ทักษะความรู้ความสามารถในการทำงานเป็นทีม 9) การปฏิบัติงาน

Dieu et al. (2018) ศึกษาการพัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอย่างยั่งยืนของนักเรียนผ่านการเรียนรู้จากประสบการณ์ โดยทำการศึกษาทดลองเบื้องต้นกับนักเรียน อายุ 15 ปี ในประเทศเวียดนาม ด้วยการจัดการเรียนรู้จากประสบการณ์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยครูผู้สอนจะมอบภารกิจให้ 2 ภารกิจดังนี้ ภารกิจที่ 1 ออกแบบวางแผนและสืบค้นประวัติเกี่ยวกับผังเมืองด้วยรถบัส สัมภาษณ์ชาวต่างชาติเกี่ยวกับมุมมองของผังเมืองเป็นเวลา 5 นาที วางแผนจัดกิจกรรมอภิปรายผลการศึกษาเป็นเวลา 20 นาที ภารกิจที่ 2 ให้นักเรียนทำกิจกรรม นำเสนอสารคดีเกี่ยวกับเมืองโฮจิมินห์ด้วยรูปแบบตามความสนใจเป็นเวลา 60 นาทีจากการศึกษาพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์สามารถเสริมแรงให้นักเรียนแสดงบทบาทเสนอความคิดวางแผนตัดสินใจและออกแบบการนำเสนอด้วยตนเอง และยังช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากบทบาทที่นักเรียนได้ปฏิบัติ โดยเปรียบเทียบองค์ประกอบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังก่อนเรียนและหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Sanggara et al. (2019) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนในรายวิชาปฏิบัติการทางฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 นอกจากนี้ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการช่วยต่อให้เกิดแรงกระตุ้นในการแก้ปัญหาค้นหาทางฟิสิกส์แล้วยังเป็นเครื่องมือในการดำเนินงานอย่างเป็นระบบขณะดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีกิจกรรมสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบทอดที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการแสวงหาความรู้ ตรวจสอบผลการสืบเสาะได้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเน้นกระบวนการจะเป็นเครื่องมือในการช่วยกำกับตนเอง ในการดำเนินงาน และยังช่วยให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญของบทเรียนได้จากการอภิปรายแลกเปลี่ยนมุมมองความคิด โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ในการอภิปราย

Irwanto et al. (2018) ได้ศึกษาการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหาของครูประถมศึกษาผ่านการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเป็นกระบวนการในประเทศอินโดนีเซีย โดยมีรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองและมีวัตถุประสงค์การวิจัย 2 ข้อ คือ 1) ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหาของครูประถมศึกษาด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการเทียบกับการเรียนรู้แบบดั้งเดิม 2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า 1) ความแตกต่างระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหามีความสำคัญเชิงบวกระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถ พัฒนาระบวนการคิดขั้นสูงได้หลายประการ จากกิจกรรมของการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนมีการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับผู้อื่น มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนมุมมอง แนวคิดและผลของการดำเนินงาน มีการสืบเสาะ ตรวจสอบข้อมูล และลงข้อสรุปตามขั้นตอนของการสืบเสาะ ช่วยให้

นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้จากประสบการณ์ที่หลากหลายของสมาชิกแต่ละคน ซึ่งนักเรียนได้สะท้อนผลการดำเนินงานว่าการทำงานเป็นทีมเป็นทางออกที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา

Carlson (2018) ศึกษาการส่งเสริมการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนหลายประเภทคือ กระบวนการแก้ปัญหานักเรียน ความเข้าใจเนื้อหาวิชาชีววิทยา ส่งเสริมความมั่นใจในตนเอง การเคารพความสามารถของผู้อื่น และประสิทธิผลทางการเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาชีววิทยา และส่งเสริมการเรียนรู้ด้านอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ทำการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาชีววิทยาจำนวน 112 คน ทำการแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยให้นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการทั้งหมด 56 คนและนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมจำนวน 56 คนโดยการเปรียบเทียบ คะแนนการทำโครงการ ผลสอบกลางภาคของนักเรียน และผลสอบปลายภาคของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ผลการสังเกตและผลการบันทึกกิจกรรมระหว่างจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รวมถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการแก้ปัญหาความสามารถในการทำงานเป็นทีม และความเป็นผู้นำเพิ่มสูงขึ้น จากการใช้กิจกรรมการเรียนการสอน สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการในชั้นเรียน สะเต็มศึกษาพบว่าปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการทำงานกลุ่มเพราะกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบโดยมีการออกแบบตรวจสอบรายการ มีคำอธิบายบทบาทหน้าที่ที่นักเรียนต้องรับผิดชอบอย่างชัดเจน มีผู้รับผิดชอบบันทึกเหตุการณ์สำคัญในการดำเนินงาน มีผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบหลักฐานเชิงประจักษ์ และใช้เวลาให้กับการเตรียมการนำเสนอ ส่งผลให้กระบวนการทำงานมีเป้าหมายที่ชัดเจนมีการสื่อสารกันระหว่างสมาชิกในทีมให้ดำเนินงานตามแผนที่วางไว้

Kussmaul (2017) ศึกษารูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน และบทบาทของผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ การจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ เป็นพื้นฐานสำคัญต่อ STEM ศึกษา ในการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้นักเรียนจะได้ทำงานเป็นทีมเรียนรู้ทำความเข้าใจประเด็นสาระสำคัญของเนื้อหาและยังพัฒนาทักษะกระบวนการ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ทำการศึกษาโดยการวิเคราะห์จากรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ 9 ประเด็น ดังนี้

1) การจัดสมาชิกทีมตามความสามารถ คือ การออกแบบสมาชิกทีมให้นักเรียนต้องคำนึงถึงความสามารถและแรงจูงใจในการทำงานของแต่ละทีมโดยผู้อำนวยความสะดวกสามารถจัดทีมให้นักเรียนโดยมีสมาชิกทีมความสามารถในระดับสูงถึงปานกลาง ปานกลางถึงต่ำ และไม่ควรจัดสมาชิกทีมให้มีความสามารถสูงถึงต่ำ

2) การจัดสมาชิกทีมตามลักษณะของนักเรียน คือ การออกแบบสมาชิกทีมให้นักเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างของสมาชิกทีม ไม่ควรให้สมาชิก 1 คนในทีมมีความแตกต่างจากสมาชิกทีมที่เหลือเช่น เพศ เชื้อชาติ หรือปัจจัยอื่น ๆ

3) ให้ความสำคัญกับการพัฒนาจุดแข็งของนักเรียน คือ การอธิบายเหตุผลรายการพัฒนาจุดแข็งของนักเรียนที่นักเรียนมีความสามารถดีอยู่แล้วและแนะนำให้นักเรียนแบ่งปันเทคนิคให้แก่ผู้อื่น

4) ให้ความสำคัญกับการรายงาน คือ การให้นักเรียนหยุดทำกิจกรรมในขณะที่ทีมอื่นกำลังรายงานความคืบหน้าหรือมีการอภิปรายการทำงานและให้ผู้อภิปรายยืนยันขึ้น ระหว่างการอภิปราย

5) การปรับเปลี่ยนบทบาทของทีม คือ การมอบหมายให้สมาชิกทีมอื่น ย้ายทีมหรือมีการปรับเปลี่ยนสมาชิกในทีมเมื่อทีมใดทีมหนึ่งเกิดปัญหาและขาดบุคลากรที่เชี่ยวชาญเฉพาะทาง

6) พุดในฐานะของสมาชิกทีม คือ การนำเสนอข้อมูลการตอบคำถามของผู้อภิปรายจะต้องมาจากการตกลงและเห็นด้วยกับสมาชิกในทีมทุกคน

7) ตรวจสอบปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน คือ การให้ความสนใจกับนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนให้มีปฏิสัมพันธ์ต่อบกิจกรรมในชั้นเรียนอยู่เสมอ

8) ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน คือการให้นักเรียนได้สะท้อนการทำงานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและนำเสนอแนวทางในการพัฒนากิจกรรมในมุมมองของนักเรียน

9) เน้นกระบวนการทำงาน คือ การให้นักเรียนให้ความสนใจจัดกระบวนการทำงานของทีมและการแบ่งงานภายในทีมมากกว่าผลสัมฤทธิ์ที่ถูกต้อง

Chase (2017) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ University Christian High School รัฐ North Carolina ประเทศสหรัฐอเมริกาจากกลุ่มตัวอย่าง 23 คน วิชาชีววิทยาตอนเรียนที่ 1 มีตัวอย่าง 15 คน ตอนเรียนที่ 2 มีกลุ่มตัวอย่าง 8 คนโดยเลือกจากนักเรียนในตอนเรียนของผู้ทำวิจัย ได้รับอนุญาตจาก Montana State University's Institutional ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าสาระการเรียนรู้โครงสร้าง หน้าที่ของเซลล์ และการ

ลำเลียงสารผ่านเซลล์ สารการเรียนรู้ ชีวพลังงาน และ สารการเรียนรู้ระบบนิเวศน์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลจากการการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน กลุ่มทดลองมีพลังในการเรียนรู้ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม และจากการสอบถามนักเรียนพบว่านักเรียนมีทัศนคติทางบวกต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ POGIL ในวิชาชีววิทยา

Kussmaul et al. (2016) ศึกษาการส่งเสริมทักษะกระบวนการ การสื่อสาร การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีมด้วยการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ พบว่าสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นทักษะกระบวนการในโรงเรียนมัธยมหรือหลักสูตรวิทยาลัย ดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายหรือทำงานร่วมกัน การทำงานผ่านกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ การเรียนรู้แนวคิดหลักและการพัฒนาทักษะกระบวนการ มีบทบาทช่วยให้นักเรียนเรียนรู้การสื่อสารและทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากกิจกรรมดังนี้ ร่วมกันกำหนดเป้าหมาย สร้างวิธีการดำเนินงาน และแบ่งปันความสำเร็จร่วมกัน สื่อสารกับผู้อื่นอย่างเข้าใจ อภิปรายข้อค้นพบ สะท้อนสิ่งที่ค้นพบ ตั้งข้อสังเกตในสิ่งที่ค้นพบ อภิปราย ตอบคำถาม เกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบ นิยามปัญหาที่เกิดขึ้น วางแผนการทำงานให้สอดคล้องกับบริบท อภิปรายวิธีการดำเนินงานของตนเอง อภิปรายประเด็นปัญหา ดำเนินงานด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยืนยันข้อมูลด้วยการอ้างอิงข้อพิสูจน์จากหลักฐาน สื่อใจความสำคัญด้วยความเข้าใจ นำข้อค้นพบที่ได้ไปใช้ในบริบทอื่น ตรวจสอบความรู้ ข้อมูล สารสนเทศที่มีอยู่ สะท้อนคิดในสิ่งที่ค้นพบ อภิปราย ตอบคำถาม เกี่ยวกับข้อค้นพบในบริบทใหม่

Azizah et al. (2016) ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหา กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยศึกษากลยุทธ์ และแนวคิดพื้นฐาน เพื่อช่วยให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงปรากฏการณ์ทางเคมีและแนวคิดของกรด-เบส โดยมีกระบวนการพัฒนาเริ่มต้นจากการวิเคราะห์หลักสูตรพัฒนาแนวคิด ออกแบบกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการอิงตามบริบท เตรียมเครื่องมือสำหรับวัดแนวคิดต้นแบบของนักเรียนและการประยุกต์การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจเรื่อง กรด-เบส และมีความสนใจในการเรียนวิชาเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของการทำงาน โดยมีหลักฐานที่ปรากฏเป็นแบบบันทึกการดำเนินงานของนักเรียน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมนักเรียนจะให้ความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ของภาระงานมากกว่ากระบวนการทำงานที่ถูกต้อง

Judd (2014) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการต่อคะแนนสอบวิทยาศาสตร์การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของคะแนนการทดสอบวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเคมีระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีการเรียนรู้การเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการเทียบกับนักเรียนที่สอนโดยการสอนแบบดั้งเดิม การศึกษานี้ยังตรวจสอบความแตกต่างระหว่างนักเรียนที่สอนโดยวิธี การเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการกับนักเรียนที่สอนโดยครูที่มีครูเป็นศูนย์กลางโดยคำนึงถึงความแตกต่างกันคะแนนการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ ACT: ผลการวิจัยพบว่าตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนเอกชนคริสเตียนชานเมืองสองแห่ง แบบทดสอบก่อนเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจาก ACT ก่อนและหลังเรียนโดยกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการสูงกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่าคะแนนทดสอบของเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตชานเมืองทั้ง 2 แห่งมีคะแนนทดสอบแตกต่างกันกับค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบจากนักเรียนทั้งหมดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของการทำงาน โดยมีหลักฐานที่ปรากฏเป็นแบบบันทึกการดำเนินงานของนักเรียน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมนักเรียนจะให้ความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ของภาระงานมากกว่ากระบวนการทำงานที่ถูกต้อง

Dillenbourg and Traum (2006) ศึกษาเชิงสำรวจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ที่ทดสอบจากการตรวจสอบอุปกรณ์สื่อที่แตกต่างกันสองแบบคือกระดานเขียนด้วยปากกาเคมีและการสื่อสารด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จากการศึกษาอัตราการสื่อสาร (ความถี่ที่สมาชิกให้ความเห็นย้อนกลับเมื่อมีการรับรู้เข้าใจและมีส่วนร่วมของสมาชิก) ผลการวิจัยพบว่ากระดานเขียนด้วยปากกาเคมีส่วนใหญ่จะใช้เพื่อแสดงสถานะการแก้ไขปัญหาและการสื่อสารด้วยระบบคอมพิวเตอร์จะใช้สำหรับการต่อฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นบนกระดานเขียนด้วยปากกาเคมี ผลลัพธ์เหล่านี้แสดงถึงการปฏิสัมพันธ์ของข้อมูล การใช้การสื่อสารด้วยระบบคอมพิวเตอร์ทำให้ความมั่นคงทางการสื่อสารมากขึ้นในขณะที่กระดานเขียนด้วยปากกาเคมีถูกใช้เป็นหน่วยความจำที่ใช้ร่วมกันไม่ใช่เครื่องมือพื้นฐานในการมีปฏิสัมพันธ์

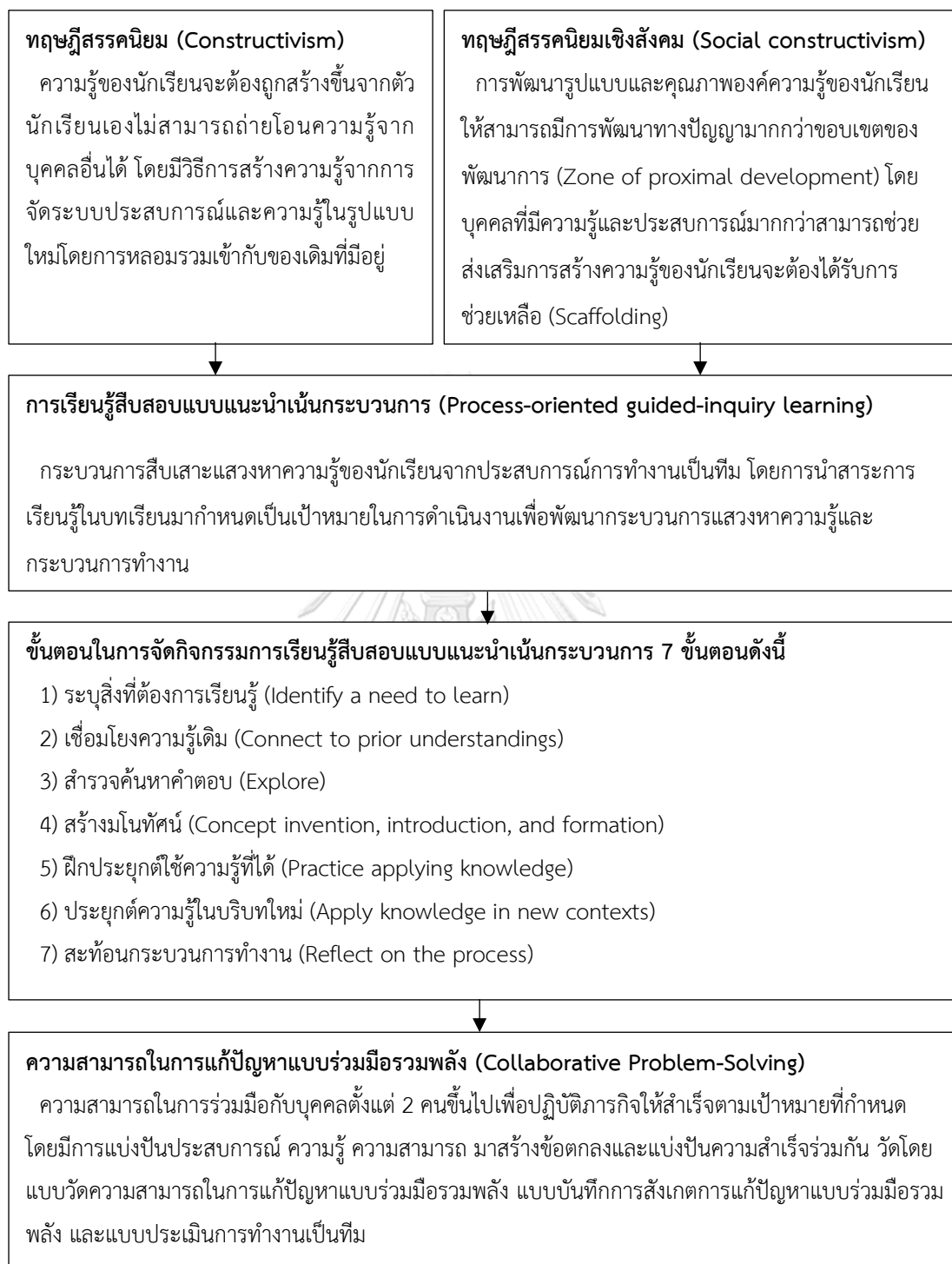
Rodriguez, Hunter, Scharlott, and Becker (2020) ได้ทำการรวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ การผลงานศึกษาเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการกับการสอนแบบบรรยาย พบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนสืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการสนับสนุนให้นักเรียน

เกิดการเรียนรู้ของอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น วิชากายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ สุขภาพและสิ่งแวดล้อม ในระดับอุดมศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่า ลักษณะของกิจกรรมมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ เช่น ทฤษฎีสรรรคนิยม (Constructivism) ทฤษฎีสรรรคนิยมเชิงสังคม (Social Constructivism) ทฤษฎีเชิงสังคมและวัฒนธรรม (Sociocultural Theory) ทฤษฎีภาระการทำงานทางปัญญา (Cognitive Load Theory) และส่งผลในเชิงบวกต่อผลลัพธ์ทางพุทธิปัญญา (Cognitive Learning Outcomes) รวมถึงความสามารถในการพัฒนากลยุทธ์การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่ดีขึ้นของนักเรียน

กัลยา ภูทัตโต (2559) ได้นำการจัดการเรียนการสอนสืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการเพื่อทำการศึกษาผลของการใช้การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีคะแนนเฉลี่ย ของมโนทัศน์ทางเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางเคมีหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการหลังการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์คิดเป็นร้อยละ 78 สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ควรเสริมเทคนิคเพิ่มเติมร่วมกับการร่วมมือรวมพลัง เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนทุกคน มีส่วนร่วมไปสู่ความสำเร็จของทีม

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังยังไม่พบรายงานการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการส่งเสริมความสามารถนี้อย่างครบถ้วนตามองค์ประกอบให้แก่แก่นักเรียนในบริบทของประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4. กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกำหนดวิธีดำเนินการวิจัย 5 ประเด็นได้แก่

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมายและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทดลองแบบการทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research) ซึ่งเป็นการออกแบบการวิจัยที่มีกลุ่มเป้าหมายเพียงกลุ่มเดียวและสมาชิกของกลุ่มเป้าหมายไม่ได้มาจากกระบวนการสุ่มและไม่มีกลุ่มควบคุม โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียวเป็นกรณีศึกษา โดยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest-posttest Design) กล่าวคือ จัดให้มีกลุ่มเป้าหมาย 1 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนสืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

การวิจัยทดลองแบบ Pre-experimental Design

$O_1 \text{ --- } X \text{ --- } O_2$

O_1 หมายถึง การเก็บข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนด้วยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

2. กลุ่มเป้าหมายและการเลือกกลุ่มเป้าหมาย

2.1 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ทำการศึกษา ในการวิจัยนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการคัดเลือกตาม ขั้นตอนดังนี้

2.1.1 การคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ รวมทั้งสิ้น 20 คน จำนวน 1 ห้องเรียน โดยมีเกณฑ์ในการเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมายคือ

1) กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในรายวิชาเพิ่มเติม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง ปี 2560)

2) ไม่เคยเข้าร่วมโปรแกรม โครงการ หรือหลักสูตรที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของหน่วยงานใดมาก่อน

3) ไม่เคยทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ฉบับออนไลน์ ที่ PISA (OECD, 2015) ได้ทำการทดสอบกับนักเรียนอายุ 14 – 16 ปี ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก

4) นักเรียนมีอายุอยู่ระหว่าง 14 – 16 ปี

5) นักเรียนให้ความยินยอมในการเข้าร่วมโครงการวิจัยและได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง

6) เกณฑ์ในการคัดออกของผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัยคือ เมื่อนักเรียนหรือผู้ปกครองมีความประสงค์ที่จะไม่ข้อมูล ให้สัมภาษณ์ หรือให้การบันทึกขณะทำการวิจัย

2.2. การเลือกโรงเรียนของกลุ่มเป้าหมาย ใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน โดยมีเกณฑ์ในการเลือกโรงเรียนของกลุ่มเป้าหมายคือ

1) มีการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในรายวิชาเพิ่มเติม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง ปี 2560)

2) เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร

3) ผู้บริหารให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภทคือ

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

3.1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

3.1.2 แบบสัมภาษณ์นักเรียน

3.1.3 แบบบันทึกการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

3.1.4 แบบประเมินการทำงานเป็นทีมของนักเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดยมีการรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพพร้อมด้วย ซึ่งการรวมข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นการศึกษาระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนในสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง แบบบันทึกการสังเกต และแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เชิงคุณภาพเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนมีประเด็นในการสัมภาษณ์คือ กิจกรรมของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยใช้แบบสัมภาษณ์ ซึ่งพิจารณาลักษณะตัวบ่งชี้ของการแก้ปัญหา (Lien et al., 2018) และโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้สามารถสรุปรายละเอียดของเครื่องมือได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการสรุปรายละเอียดของตัวบ่งชี้ที่วัดด้วยเครื่องมือในการวิจัย

การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ			การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ
แบบบันทึกการสังเกต	แบบประเมินการทำงาน	แบบวัด	แบบสัมภาษณ์
ตัวบ่งชี้	A1.1, A3.1, B1.1, B3.1, B3.2, B3.3, C1.1, C1.2,	A1.2, A1.3, A2.1, A2.2, A2.3, A3.2, A3.3, B1.2,	ประเด็นในการสัมภาษณ์ - กิจกรรมที่ส่งเสริม ความสามารถ CPS
	C1.3, C2.1, C2.2, C3.1,	B1.3, B2.1, B2.2, B2.3,	
	C3.2, D1.1, D1.2, D1.3,	C2.3, C3.3, D2.3	
	D2.1, D2.2, D3.1, D3.2,		
	D3.3		
รวม	21 ตัวบ่งชี้	15 ตัวบ่งชี้	12 องค์ประกอบ

3.1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อตอบคำถามวิจัยว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังหลังเรียนแตกต่างจากก่อนเรียนหรือไม่ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561b) ซึ่งมี การปรับบริบทของภาษาจากแบบวัดของ PISA (OECD, 2015b) มีรายละเอียดของเครื่องมือดังนี้

1) ศึกษาลักษณะของเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ซึ่งเป็นการแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่ไม่อิงเนื้อหาชีววิทยาแต่เป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มีหลักการออกแบบสถานการณ์ของปัญหาให้สอดคล้องกับปัญหาที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน มีรายละเอียดดังนี้

1.1) ลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เป็นแบบวัดในระบบออนไลน์ มีการกำหนดสถานการณ์ของปัญหาให้ โดยเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และมีคนตั้งแต่สองคนขึ้นไปมาร่วมกันแก้ไขปัญหาซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ข้อสอบมาตรฐานของ PISA 2015 ฉบับภาษาไทยที่ใช้วัดและประเมินนักเรียนในประเทศไทยปีพ.ศ. 2558

1.2) มีการให้รายละเอียดของข้อมูลในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และกำหนดเงื่อนไขของปัญหา รวมถึงระบุบทบาทหน้าที่ของนักเรียน และเพื่อนร่วมกลุ่มซึ่งเป็นตัวละครสมมติจากคอมพิวเตอร์ดังแสดงตัวอย่างในแผนภาพที่ 3.1

42:16:20 **งานปีใหม่** **ออกจากการทำงาน**

ห้องเรียนของนักเรียนจะจัดงานฉลองวันขึ้นปีใหม่ในวันพุธที่ 24 ธันวาคม

นิชา และ กนกเป็นเพื่อนร่วมห้องของนักเรียน
นักเรียน นิชา และ กนก ได้รับมอบหมายให้ซื้อของเพื่อใช้ในงานฉลองวันขึ้นปีใหม่

งานของนักเรียนคือร่วมมือกับ นิชา และ กนก เพื่อซื้อของ 4 อย่าง ได้แก่

1. ขนมขบเคี้ยว
2. น้ำผลไม้
3. หมวกปาร์ตี้ทรงกรวย
4. ของขวัญสำหรับจับฉลาก

หน้าจอดีไปจะให้คำแนะนำวิธีทำงานร่วมกับ นิชา และ กนก

คลิกเพื่อเข้าสู่บทสนทนา

แผนภาพที่ 3.1 ตัวอย่างการแสดงผลของแบบวัด

1.3) ปัญหาในแต่ละสถานการณ์จะประกอบไปด้วยภาระงานย่อยหลายงาน นักเรียนและเพื่อนร่วมทีมจะต้องร่วมกันทำงานย่อยแต่ละงานให้สำเร็จตามลำดับ โดยต้องมีการสนทนากันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ตัดสินใจ และแก้ไขปัญหาร่วมกัน

1.4) มีการสนทนาโต้ตอบกับเพื่อนร่วมกลุ่มใช้ลักษณะของการแชท (Chat) โดยที่นักเรียนต้องเลือกประโยคสนทนาที่เหมาะสมจากตัวเลือกที่มีให้ ระดับคะแนนที่ได้ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงระดับสมรรถนะด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยในการทำแบบวัด นักเรียนจะต้องสนทนาโต้ตอบกับเพื่อนร่วมกลุ่ม ซึ่งเป็นตัวละครสมมติจากคอมพิวเตอร์ การโต้ตอบกับเพื่อนนั้นมีลักษณะคล้ายกับการแชทในสังคมออนไลน์ ดังแผนภาพที่ 3.2 โดยนักเรียนจะต้องเลือกประโยคสนทนาจากตัวเลือกที่มีให้ ซึ่งทางเลือกของการสนทนามีหลากหลายเส้นทาง ถ้านักเรียนเลือกคำตอบที่ไม่ช่วยให้งานดำเนินต่อไปได้ เพื่อนในกลุ่ม (ซึ่งเป็นตัวละครสมมติ) จะช่วยนำทางให้กลุ่มไปสู่ทางที่เหมาะสมกับงานนั้น ๆ และในท้ายที่สุดก็จะประสบความสำเร็จในการทำงานย่อยนั้นได้ ไม่ว่า นักเรียนจะเลือกคำตอบเป็นตัวเลือกใดก็ตาม ทั้งนี้ การสนทนาในแต่ละเส้นทางจะมีระดับคะแนนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน ซึ่งจะแสดงถึงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน



การโต้ตอบกับเพื่อนนั้นมีลักษณะคล้ายกับการแชท (Chat) ในสังคมออนไลน์

แผนภาพที่ 3.2 ภาพแสดงบทสนทนา

2) ศึกษาสถานการณ์ของปัญหาที่ใช้ในแบบวัด โดยการกำหนดสถานการณ์ของปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของนักเรียน ในแต่ละสถานการณ์จะปรากฏประเภทของงาน ลักษณะภาระงาน บริบท

ของสิ่งแวดล้อม เนื้อหาหลักของสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป โดยแบบวัดจะมี 4 สถานการณ์ ได้แก่ งานปีใหม่ การเลี้ยงปลา การจัดห้องประชุม และการทำสบู่ใช้ในโรงเรียน รวมจำนวนข้อคำถามในแบบวัด 117 ข้อ คะแนนเต็ม 144 คะแนน นอกจากนี้แต่ละข้อคำถาม โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดมาตรฐานนี้มาจาก PISA (OECD, 2015b) ซึ่งมีการกำหนดรหัสข้อคำถาม และองค์ประกอบที่วัดตั้งคือ CC100101 – CC106307 แต่ละข้อให้คะแนนเป็น 0 – 1 ยกเว้นบางข้อคำถามเป็นข้อคำถามในสถานการณ์ต่อเนื่องกัน จะให้คะแนนเป็น 0, 1 และ 2 เป็นแบบวัดเดียวกันที่ใช้ในการสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังปีพ.ศ. 2558 ประเทศไทย มีรายละเอียดของจำนวนข้อคำถามตามองค์ประกอบของแต่ละสมรรถนะคือ 1.1) การกำหนดและการสร้างความเข้าใจร่วมกัน (Establishing and maintaining shared understanding) คือ การสร้างและระบุข้อมูลที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกัน เพื่อใช้ในการตัดสินใจสร้างความหมายและลักษณะของปัญหาร่วมกัน 1.2) การระบุวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาย่างเหมาะสม (Taking appropriate action to solve the problem) คือ การเข้าใจและระบุข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ออกแบบ ติดตาม และประเมินองค์ประกอบของวิธีการแก้ปัญหาร่วมระบุภาระงานมอบหมายให้สมาชิกทีมดำเนินงาน และ 1.3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and maintaining team organization) คือ การเข้าใจบทบาทในการแก้ปัญหา ระบุข้อตกลง ดำเนินงานตามหน้าที่ให้สำเร็จตามเป้าหมาย ตรวจสอบติดตามความคืบหน้า เสนอและแก้ปัญหการทำงานของทีม การทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพของทีม ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบ

สมรรถนะหลัก	จำนวนข้อคำถาม			รวม
	สมรรถนะที่ 1	สมรรถนะที่ 2	สมรรถนะที่ 3	
กระบวนการแก้ปัญหา				
การสำรวจและการทำความเข้าใจกับปัญหา (A)	12	5	5	22
การสร้างตัวแทนทางความคิด (B)	21	9	7	37
การวางแผนและการดำเนินการ (C)	20	5	10	35
การตรวจสอบและการสะท้อนการทำงาน (D)	8	7	8	23
รวม	61	26	30	117

4) ดำเนินการขอจริยธรรมในการทำวิจัยเสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน เพื่อชี้แจงรายละเอียดของงานวิจัยในหัวข้อดังต่อไปนี้ 1) ความสำคัญของงานวิจัย 2) จำนวนผู้เข้าร่วมวิจัย 3) ระยะเวลาในการทำวิจัย 4) วิธีการดำเนินการวิจัยที่จัดกระทำให้นักเรียน 5) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 6) แผนการดำเนินงานวิจัย และ 7) เอกสารขออนุญาตที่เกี่ยวข้อง

5) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังฉบับมาตรฐานใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่เป้าหมาย โดย PISA (OECD, 2017b) ได้รายงานคุณภาพเครื่องมือนี้มีค่าความเที่ยงของแบบวัดเท่ากับ 0.83 มีค่าความยากของข้อสอบเฉลี่ย 0.50 ในระดับปานกลาง และมีค่าอำนาจจำแนก 0.62 จำแนกได้ดี โดยมีเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากคะแนนเต็มของแบบวัด คือ 144 คะแนนมีรายละเอียดของระดับความสามารถดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
97-144	ระดับสูง
49-96	ระดับปานกลาง
0-48	ระดับต่ำ

การกำหนดระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้ 3 เกณฑ์ดังนี้

ระดับสูง หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติการแก้ปัญหาในระดับสูง ด้วยการทำงานร่วมกันอย่างดียิ่ง มีความตระหนักถึงพลวัตของกลุ่มและประกันได้ว่าสมาชิกกลุ่มปฏิบัติงานตามบทบาทที่ได้ตกลงกันไว้ในขณะที่การแก้ปัญหาดำเนินไป ต่างมีความคิดริเริ่มและทำงานตามหน้าที่ รายงานอุปสรรคและขอความช่วยเหลือจากสมาชิกทีมได้

ระดับปานกลาง หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติการแก้ปัญหาในระดับปานกลาง ที่อาจจะเป็นภารกิจที่ซับซ้อนหรือการร่วมกันทำงานที่มีความซับซ้อน รู้สาระข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้แก้ปัญหา ร้องขอสมาชิกในทีมที่มีข้อมูลและบอกได้ว่าข้อมูลนั้นไม่ถูกต้อง สามารถปฏิบัติการที่มีหลายขั้นตอนและแต่ละขั้นตอนต้องการสาระข้อมูลหลายส่วน

ระดับต่ำ หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติการในระดับที่มีความยากไม่มาก สามารถสื่อสารในทีมเกี่ยวกับงานที่ต้องทำ มีการทำงานร่วมกันเป็นทีมในระดับจำกัด ส่วนมากจะเน้นเฉพาะงานที่เป็นหน้าที่ในส่วนของตนเอง และได้รับความช่วยเหลือจากสมาชิก เมื่อต้องทำการแก้ปัญหาย่อยๆ สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้ เข้าใจเฉพาะบทบาทหน้าที่ของตนเอง อาสาให้ข้อมูลแต่สมาชิกทีม แต่ไม่ขอความช่วยเหลือจากสมาชิกในทีมหรือให้ความช่วยเหลือสมาชิกทีมเมื่อเกิดอุปสรรค

6) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังไปใช้วัดความสามารถนี้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

3.1.2 แบบสัมภาษณ์นักเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อตอบคำถามวิจัยว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร โดยใช้แบบสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากมีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังด้วยแบบวัดเรียบร้อยแล้ว โดยมีรายละเอียดของการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของ เครื่องมือนี้นี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์นักเรียนโดยกำหนดประเด็นในการสังเกตจาก PISA OECD (2017a) ศึกษาบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในบริบทของประเทศไทย แบบสัมภาษณ์ที่ใช้เป็นลักษณะกึ่งโครงสร้าง

2) ดำเนินการกำหนดขอบเขตในการสัมภาษณ์คือ ให้นักเรียนได้แสดงมุมมองของตนเองต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีประเด็นคำถามคือกิจกรรมใดของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีผลต่อการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังแบบกว้างๆ จากนั้นทำการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนโดยตรวจสอบความสอดคล้องของคำ ความหมาย และประโยคที่ใช้ในการสัมภาษณ์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ กำหนดประเด็นในการสัมภาษณ์และคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์นักเรียนตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงประเด็นในการสัมภาษณ์และคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์

ประเด็นในการสัมภาษณ์	คำถามที่ใช้
1. การส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองจากกิจกรรมการเรียนการสอน	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนคิดว่าตนเองมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนให้มีความเข้าใจชัดเจนขึ้นหรือไม่ - กิจกรรมใดที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากขึ้น - นักเรียนได้สรุปองค์ความรู้ของบทเรียนด้วยวิธีใด - บทบาทของครูและกิจกรรมการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
2. กิจกรรมที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถระบุปัญหาและอุปสรรคของการทำงานได้หรือไม่ - นักเรียนตัดสินใจอย่างไรบ้างเมื่อพบปัญหาในการดำเนินงาน โดยยกตัวอย่าง 1-2 เหตุการณ์ - กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง

ประเด็นในการสัมภาษณ์	คำถามที่ใช้
	- นักเรียนคิดว่าปัญหาใดบ้างในกิจกรรมที่จัดขึ้นสอดคล้องกับปัญหาในชีวิตจริง
3. กิจกรรมการเรียนรู้ การสอนช่วยส่งเสริมการทำงานเป็นทีม	- ให้นักเรียนเล่าประสบการณ์ทำงานเป็นทีมของนักเรียน ทั้งในมุมมองที่เป็นข้อดี และข้อเสีย - กิจกรรมการเรียนรู้การสอนช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นทีมของนักเรียนอย่างไรบ้าง - นักเรียนได้ประสบการณ์ทำงานเป็นทีมอย่างไรบ้าง
4. ข้อเสนอแนะที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ สอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ	- ข้อเสนอแนะที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะนี้มีอะไรบ้าง

3) นำแบบสัมภาษณ์ ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์คณะครุศาสตร์หรือศึกษาศาสตร์ 2 ท่านและอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 1 ท่าน โดยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างประเด็นในการสังเกตกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) ให้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.66 ซึ่งผลการประเมินค่า IOC เท่ากับ 0.79 และได้ปรับข้อความตามผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ

4) นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้

3.1.3 แบบบันทึกการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน เพื่อตอบคำถามวิจัยว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร โดยใช้แบบบันทึกการสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในการสังเกตการแก้ปัญหาของนักเรียนขณะที่มีการดำเนินกิจกรรมการทำงานเป็นทีม จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ มีรายละเอียดของการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือแบบบันทึกการสังเกต การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังโดยกำหนดประเด็นในการสังเกตจาก PISA OECD (2017a) ศึกษา บริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเกต และความหมายคำและประโยคที่ใช้ในบริบทของ ประเทศไทย ซึ่ง กรรณก เลิศเดชภัทร (2559) ได้มีการสร้างแบบบันทึกการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังตามสมรรถนะที่ PISA ได้ระบุไว้ จากนั้นดำเนินการออกแบบ แบบบันทึกการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง แบบบันทึกการสังเกต จำนวน 21 ข้อ ตามตัวบ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ รวมพลัง

2) ดำเนินการสร้างแบบบันทึกการสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังโดย ตรวจสอบความสอดคล้องของคำ ความหมาย และประโยคที่ใช้เป็นประเด็นในการสังเกตพฤติกรรมของ นักเรียนในแต่ละตัวบ่งชี้องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจำนวน 21 ตัวบ่งชี้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ กำหนดรูปแบบการสังเกตการแสดงผลพฤติกรรมของ นักเรียนเป็นรายบุคคลซึ่งมีรายละเอียดของพฤติกรรมที่แสดงออกตามพฤติกรรมบ่งชี้ตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงประเด็นในการสังเกตและพฤติกรรมบ่งชี้ในการสังเกตความสามารถในการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

	ประเด็นในการสังเกต	พฤติกรรมบ่งชี้ในการสังเกต
A1.1	นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงถึงรวบรวม ข้อดีและข้อเสียของสมาชิกทีม	นักเรียนพูดคุย นำเสนอ พักหน้า หรือแสดงความเห็น เกี่ยวกับรูปแบบการทำงานที่สมาชิกในทีมถนัด
A3.1	นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมเพื่อทำ ความเข้าใจปัญหาร่วมกับสมาชิกทีม	นักเรียนมีการพูดคุย พักหน้า จดบันทึกหรือแลกเปลี่ยน ความเห็นต่อการอภิปราย เพื่อทำความเข้าใจรอบการทำงาน
B1.1	นักเรียนสามารถอภิปราย ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและ หลักการที่เกี่ยวข้องได้	นักเรียนแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อสนับสนุนแนวคิดของ ตนเองขณะทำการอภิปราย
B3.1	นักเรียนสามารถคัดเลือกสมาชิกทีม เพื่อรับผิดชอบต่อภาระงานย่อยได้	นักเรียนมีการมอบหมายงานหรือได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ งาน นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอน
B3.2	นักเรียนมีการกำหนดเงื่อนไข ข้อตกลงร่วมกับสมาชิกในทีม	นักเรียนมีการพูดคุยเจรจาต่อรอง พักหน้าหรือส่ายหน้า ขณะที่สมาชิกทีมกำหนดข้อตกลง เช่น กำหนดเวลารวบรวม งาน นัดหมายการประชุม หรือกำหนดขอบเขตของการทำงาน
B3.3	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามข้อตกลง ของทีม	นักเรียนสามารถรักษาสัญญาและปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม
C1.1	นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย	นักเรียนมีการพูดคุย พักหน้าหรือส่ายหน้า ขณะมีการนำ

ประเด็นในการสังเกต	พฤติกรรมบ่งชี้ในการสังเกต
ความคืบหน้าของการทำงานในชั้นเรียนได้	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาไวรัสโคโรนาในชั้นเรียน
C1.2 นักเรียนสามารถแสดงผลการศึกษา ค้นคว้าข้อมูลที่สอดคล้องกับภาระงาน	นักเรียนพูด อ่าน หรือแสดงหลักฐานเกี่ยวกับข้อมูลของไวรัสโคโรนาที่สืบค้นด้วยตนเอง
C1.3 นักเรียนสามารถแสดงเจตนาให้สมาชิกทีมรวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องได้	นักเรียนมีการเสนอประเด็น ตั้งคำถาม พักหน้า สายหน้า หรือมองไปยังผู้ที่ตั้งคำถาม เพื่อตรวจสอบข้อมูลของสมาชิกทีม
C2.1 นักเรียนมีส่วนร่วมกับการจัดการกับประเด็นที่คลุมเครือ	นักเรียนมีการพูดคุยโต้แย้ง แลกเปลี่ยนข้อมูล พักหน้าหรือสายหน้า ในขณะที่สมาชิกทีมสนทนาในประเด็นคลุมเครือ
C2.2 นักเรียนสามารถสร้างข้อตกลงใหม่ร่วมกับสมาชิกทีมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป	นักเรียนมีการระบุข้อตกลง มอบหมายงาน พูดคุย พักหน้าหรือสายหน้า ขณะที่สมาชิกทีมปรับปรุงแก้ไขผลการดำเนินงาน
C3.1 นักเรียนมีการบันทึกข้อมูล หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะในทำกิจกรรมในชั้นเรียน	นักเรียนแสดงหลักฐานในการบันทึกข้อมูล สารสนเทศ ภาระงานหรือกำหนดการขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน
C3.2 นักเรียนสามารถแสดงมุมมองของตนเองให้แก่สมาชิกที่ขาดปฏิสัมพันธ์กับทีม	นักเรียนมีการเรียกชื่อ สนทนา พูดคุย สอบถาม แสดงความคิดเห็น กับสมาชิกที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อทีมลดลง หรือขาดปฏิสัมพันธ์ต่อทีม
D1.1 นักเรียนมีส่วนร่วมกับการตรวจสอบเหตุการณ์ หลักฐานเชิงประจักษ์ และข้อมูลที่ขาดหายไป ขณะอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป	นักเรียนมีการพูดคุย ตั้งคำถาม ทักท้วงโต้แย้ง พักหน้าหรือสายหน้า ขณะรวบรวมข้อมูลของไวรัสโคโรนา โดยมีคำสำคัญในประโยคเช่น ...มาจากไหน ...มีลักษณะอย่างไร ...มีองค์ประกอบอะไรบ้าง ...เป็นอย่างนั้น/เป็นเช่นนั้นจริงหรือไม่
D1.2 นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลเดิมและยอมรับความรู้ใหม่โดยพิจารณาจากหลักฐานเชิงประจักษ์	นักเรียนตั้งคำถาม พูดคุย อภิปรายโต้แย้ง พักหน้าหรือสายหน้า ขณะลงข้อสรุปเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับไวรัสโคโรนา
D1.3 นักเรียนสามารถอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยใช้ชุดข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลเชื่อมโยงกัน	นักเรียนมีการพูดคุย สนทนาโต้แย้ง เชื่อมโยงข้อมูล รับฟัง พักหน้า สายหน้า ขณะอภิปรายลงข้อสรุป โดยมีคำสำคัญเช่น เพราะ...จึง... เนื่องจาก... ทำไม...จึงเป็นเช่นนั้น ...เป็นผลมาจากอะไร

ประเด็นในการสังเกต	พฤติกรรมบ่งชี้ในการสังเกต
D2.1 นักเรียนมีการสังเกตการทำงานของสมาชิกในทีม	นักเรียนมีการพูดคุย เรียกชื่อ สอบถาม จดบันทึก ในระหว่างดำเนินงาน โดยมีคำสำคัญขณะสนทนา เช่น ...เป็นอย่างไรบ้าง ...ทำถึงไหนแล้ว ...หาเจอไหม ...โอเครีเปล่า ...ทำได้ไหม เป็นต้น
D2.2 นักเรียนสามารถแสดงผลของการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลที่ดีขึ้นได้	นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขและจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับไวรัสโคโรนาให้มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย
D3.1 นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำงานของสมาชิกทีมได้	นักเรียนพูด บอก หรือสนทนาเพื่อแสดงมุมมองของตนเองเกี่ยวกับวิธีการทำงานของสมาชิก
D3.2 นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเพื่อพัฒนาวิธีการทำงานของทีมได้	นักเรียนพูด บอก หรือสนทนาเพื่อแสดงมุมมองของตนเองเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของทีม
D3.3 นักเรียนสามารถเสนอแนวทางการทำงานให้แก่สมาชิกร่วมพิจารณาได้	นักเรียนพูด เสนอวิธีการที่อาจช่วยให้กระบวนการทำงานดีขึ้นให้แก่สมาชิกทีม

3) นำแบบบันทึกการสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์คณะครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์ 2 ท่านและอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 1 ท่าน โดยแบบบันทึกการสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างประเด็นในการสังเกตกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) ให้มีค่ามากกว่า 0.66 ซึ่งผลการประเมินค่า IOC เท่ากับ 0.83 และได้ทำการปรับแก้ไขข้อความตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4) คัดเลือกผู้ช่วยวิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 1 คน คนโดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกคือ มีประสบการณ์สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไม่น้อยกว่า 5 ปี มีประสบการณ์การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

5) นำแบบบันทึกการสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาดูตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้กับเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ โดยสุ่มกลุ่มนักเรียนจำนวน 1 กลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการสังเกต

6) คำนวณความน่าเชื่อถือของผู้สังเกต (Interrater Reliability : IRR-Testing) โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ทำการสังเกตในคาบเรียนปรับพื้นฐาน (คาบเรียนในสัปดาห์ที่ 1 ก่อนทำการทดลองเก็บข้อมูลจริง) โดยสถิติทดสอบค่าที (Paired Sample t-test) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตเองและผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้สังเกต มีค่าความน่าเชื่อถือของผู้สังเกตคิดเป็นร้อยละ 98.1

3.1.4 แบบประเมินการทำงานเป็นทีม

แบบประเมินการทำงานเป็นทีมมีวัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่องมือในการตอบคำถามวิจัยว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบเน้นนำเน้นกระบวนการ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลจากทำแบบประเมินการทำงานเป็นทีม โดยให้นักเรียนสำรวจพฤติกรรมที่เกิดขึ้นของตนเองและสมาชิกทีมหลังจบการทำกิจกรรม ในแต่ละบทเรียน ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลของเครื่องมือนี้ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เป็นระดับคะแนน 4 ระดับ (Rating scale) คือ น้อยที่สุด (1 คะแนน) น้อย (2 คะแนน) มาก (3 คะแนน) และ มากที่สุด (4 คะแนน) และศึกษามุมมองของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน โดยมีรายละเอียดของการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของ เครื่องมือดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือแบบประเมินการทำงานเป็นทีมโดยดัดแปลงจาก Le Thai Hung and Vy (2017) และ Lien et al. (2018) โดยแบบประเมินการทำงานเป็นทีมเป็นแบบระดับคะแนน 4 ระดับ (Rating scale) คือ น้อยที่สุด (1 คะแนน) น้อย (2 คะแนน) มาก (3 คะแนน) และ มากที่สุด (4 คะแนน) ให้นักเรียนทำการประเมินเพื่อสะท้อนการดำเนินการแก้ปัญหาของตนเองและสมาชิกทีม จำนวน 15 ข้อ และตอบคำถามเพื่อรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานของนักเรียน 11 ข้อประเด็นคำถาม

2) ดำเนินการสร้างแบบประเมินการทำงานเป็นทีมโดยการตรวจสอบและประเมินพฤติกรรมของนักเรียนที่สอดคล้องกับประเด็นในการสังเกตพฤติกรรมของตัวบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจำนวน 15 ตัวบ่งชี้ และข้อคำถามเพื่อสอบถามสาเหตุของพฤติกรรมบางประการที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีการกำหนดประเด็นที่ใช้ในประเมินพฤติกรรมของสมาชิกในทีมเพื่อใช้ในการสร้างข้อคำถามของแบบประเมินการทำงานของสมาชิกทีมแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงประเด็นในการประเมินพฤติกรรมของสมาชิกทีม

ตัวบ่งชี้	ประเด็นในการประเมินพฤติกรรมของสมาชิกทีม
A1.2 มอบหมายภาระงานให้แก่สมาชิกทีมตามความสามารถ	นักเรียนมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ให้แก่สมาชิกทีมตามความถนัด
A1.3 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลร่วมกับทีม	นักเรียนมีส่วนร่วมในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลของทีม
A2.1 เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงาน	นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดแนวทางการทำงานของทีมให้สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน

ตัวบ่งชี้	ประเด็นในการประเมินพฤติกรรมของสมาชิกทีม
A2.2 ใช้วิธีการทำงานเป็นทีมประเภทต่าง ๆ	นักเรียนสามารถเลือกเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกในการทำงานร่วมกับสมาชิกทีม
A2.3 จำนวนครั้งและคุณภาพของการประชุม	นักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดของการอภิปรายประเด็นของปัญหาได้
A3.2 จำแนกองค์ประกอบของปัญหา	นักเรียนสามารถเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา
A3.3 สามารถระบุสาเหตุสำคัญของปัญหา	นักเรียนสามารถระบุสาเหตุสำคัญของปัญหา
B1.2 อธิบายถึงความสำคัญของปัญหาในชีวิตจริง	นักเรียนสามารถระบุความสำคัญของปัญหาในชีวิตจริง
B1.3 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	นักเรียนสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตจริง
B2.1 ระบุและอธิบายวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานและข้อมูลสำคัญ	นักเรียนสามารถสรุปวัตถุประสงค์ของการทำงานในชั้นเรียนได้
B2.2 ระบุและอธิบายวัตถุประสงค์ของการทำงานเป็นทีมและวัตถุประสงค์ของกระบวนการแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถคาดคะเนผลลัพธ์ของการทำงานในชั้นเรียนได้
B2.3 ระบุและอธิบายทัศนคติที่มีต่อการทำงานและทัศนคติต่อการแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถแสดงมุมมองการทำงานในชั้นเรียน ที่มีต่อการใช้ชีวิตประจำวันได้
C2.3 มีทางเลือกในการดำเนินงานที่หลากหลาย	นักเรียนมีความยืดหยุ่นเมื่อได้รับมอบหมายภาระงานตามข้อตกลงของทีม
C3.3 ปรับข้อตกลงของทีมตามสถานการณ์เฉพาะหน้า	นักเรียนสามารถปรับรูปแบบการดำเนินงานของตนเองตามความเหมาะสมของเหตุการณ์เฉพาะหน้า
D2.3 ให้คะแนนผลลัพธ์ของทีม	นักเรียนสามารถประเมินผลลัพธ์ของกิจกรรมในชั้นเรียนได้

3) นำแบบประเมินการทำงานเป็นทีม ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์คณะครุศาสตร์หรือศึกษาศาสตร์ 2 ท่าน และอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 1 ท่าน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างประเด็นในการสังเกตกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) ให้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.66 ซึ่งผลการประเมินค่า IOC เท่ากับ 0.67 และได้ปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4) นำแบบประเมินการทำงานเป็นทีมที่ปรับแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการโดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการรวมถึงศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้แก่ หน่วยการเรียนรู้พันธุศาสตร์โมเลกุล ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่อยู่ในหลักสูตรของโรงเรียนที่ใช้ในการทดลองได้กำหนดไว้รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม

2) เรียบเรียงและจัดเนื้อหาสาระเพื่อใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะของกิจกรรมเป็นรูปแบบการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงาน โดยครูและนักเรียนมีการจัดตั้งโครงการ “ประชาสัมพันธ์ข่าวกรองพิเศษของนักเรียน” ซึ่งเป็นประเด็นกลุ่มเครือข่ายหรือประเด็นน่าสนใจในสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ ร่วมกันวิเคราะห์ สรุป และนำเสนอตัวแทนของข้อมูลในรูปแบบของการทำงานเป็นทีม จากนั้นประชาสัมพันธ์ให้แก่ครูและนักเรียน โดยครูเป็นผู้เลือกหัวข้อและกำหนดประเด็นในการดำเนินงานให้แก่ นักเรียน โดยนักเรียนจะได้เรียนมนวัตกรรมสำคัญ พร้อม ๆ กับการดำเนินงาน (ขั้นตอนที่ 1 – 4 เป็นกิจกรรมเน้นให้นักเรียนสร้างมนวัตกรรม และขั้นตอนที่ 5-7 เป็นกิจกรรมให้นักเรียนได้นำมนวัตกรรมไปประยุกต์ใช้) มีแผนการเรียนรู้จำนวน 6 แผน (แผนที่ 1-6) ประกอบด้วย 20 คาบเรียน และคาบสรุปกิจกรรม 2 คาบเรียนสรุปในตารางที่ 3.5

3) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ 1 หน่วยการเรียนรู้และจำนวนคาบที่กำหนดประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนคือ

3.1) ระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ (Identify a need to learn) เป็นขั้นตอนในการเริ่มทำกิจกรรม โดยมีครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งประเด็นคำถามให้แก่ นักเรียน อธิบายโครงการที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม ชี้แจงกรอบการทำงาน วัตถุประสงค์ของกิจกรรม การประเมินผลของกิจกรรม และอภิปรายประเด็นปัญหา และกำหนดเป้าหมายร่วมกัน โดยนักเรียนมีบทบาทดังต่อไปนี้ ร่วมกันกำหนดเป้าหมาย แบ่งปันความรู้ความสามารถ กำหนดวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน และมีการกำหนดปัญหาสำคัญของหน่วยการเรียนรู้คือ บุคคลรอบตัวที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในการเผชิญหน้ากับปัญหาการระบาดของเชื้อไวรัส Covid-19 โดยแสดงรายละเอียดประเด็นคำถามในแต่ละบทเรียนของหน่วยการเรียนรู้ดังตารางที่ 3.7

3.2) เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings) เชื่อมโยงประเด็นปัญหา เป้าหมาย และความรู้เดิมของนักเรียน โดยอภิปรายบนพื้นฐานความรู้ที่นักเรียนมีเพื่อออกแบบสมมติฐาน มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ ครูและนักเรียนร่วมกันระบุแบบจำลองของปัญหา รูปแบบ

ลักษณะของปัญหา กำหนดเป้าหมาย ออกแบบวิธีการนำไปสู่เป้าหมาย และตรวจสอบแบบจำลองของประเด็นปัญหาและวิธีไปสู่เป้าหมายร่วมกัน

ตารางที่ 3.7 แสดงหน่วยการเรียนรู้ พันธุศาสตร์โมเลกุล

ลำดับที่	เนื้อหาวิชาที่สอน	จำนวนคาบเรียน
1	แนะนำหน่วยการเรียนรู้และร่างโครงการ (บุคคลทั่วไปจะมีความรู้พื้นฐานของไวรัส Covid-19 ได้อย่างไร)	2
2	โครงสร้างและบทบาทของสารพันธุกรรม (สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสัมพันธ์กับไวรัส Covid-19 อย่างไร)	3
3	การจำลองและการซ่อมแซม DNA (ไวรัส Covid-19 เพิ่มจำนวนได้อย่างไร)	4
4	การสังเคราะห์โปรตีน (ไวรัส Covid-19 ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายอย่างไร)	4
5	การกลายพันธุ์ระดับยีน (ไวรัส Covid-19 มาจากไหน ติดต่อกันได้อย่างไร)	3
6	กระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ (นักวิทยาศาสตร์มีการดำเนินการกับ ไวรัส Covid-19 อย่างไรบ้าง)	4
7	สรุปและอภิปรายผลการจัดกิจกรรม	2
รวม		22

3.3) สำรวจค้นหาคำตอบ (Explore) นักเรียนระบุวิธีการหาคำตอบ ระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน ตรวจสอบข้อมูลด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกระบวนการสืบสอบหาคำตอบ โดยมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ร่วมกันปฏิบัติภารกิจ สืบสอบหาคำตอบ โดยรับผิดชอบภาระหน้าที่ส่วนตัวตามบทบาทที่ได้รับและประชุมทีมเพื่อตรวจสอบความคืบหน้า

3.4) สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation) นักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อระบุมโนทัศน์สำคัญที่ได้ จากการทำงานผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานและการตอบคำถามอย่างมีวิจารณญาณ สมาชิกทีมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบหาคำตอบ ระบุมโนทัศน์ของคำตอบ และร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยการให้หลักฐานที่ได้จากการสืบสอบ เพื่อลงข้อสรุป

3.5) ฝึกประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge) นำความรู้ที่ได้มาอภิปรายหาข้อตกลงร่วมกันใช้เพื่อเสริมความเข้าใจ และร่วมกันสร้างแบบจำลองของคำตอบ เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้ ข้อค้นพบ มาตรวจสอบความเข้าใจของสมาชิกในทีมให้มีความเข้าใจมโนทัศน์ตรงกัน

3.6) ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) ถ่ายโอนมโนทัศน์หลักที่ได้มาใช้แก้ปัญหาในบริบทใหม่ โดยครูนำเสนอประเด็นปัญหาที่แตกต่างหรือใกล้เคียง กันกับเหตุการณ์นั้น เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ มาใช้ในสถานการณ์ใหม่ ด้วยการบูรณาการมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้เพื่อตอบคำถามและแก้ปัญหา

3.7) สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process) ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของทีม ประเมินตนเอง ประเมินมโนทัศน์ที่ร่วมกันสร้างจากการทำงานเป็นทีม และเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขการทำงานในวงจรการเรียนรู้ครั้งต่อไป

4) นำแผนที่ผู้วิจัยพัฒนาไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านอาจารย์คณะครุศาสตร์หรือศึกษาศาสตร์ 2 ท่านและอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 1 ท่าน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างประเด็นในการสังเกตกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) ให้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.66 โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) มีค่าเท่ากับ 0.67 พิจารณาตรวจสอบความตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ความตรงตามมาตรฐาน ตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การจัดกิจกรรมตลอดจนความเหมาะสมกับเวลาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาอีกครั้งจากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาแก้ไขปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย

3.3 การขออนุญาตใช้เครื่องมือในการทดลองกับมนุษย์

โดยจัดทำเอกสารข้อมูลสำหรับตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ขอเชิญนักเรียนเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่นักเรียนจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย
- 2) โครงการวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้คือ นักการศึกษาได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการและสามารถนำไปปรับใช้เพื่อพัฒนาความสามารถ

ในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนในบริบทอื่น ๆ ระยะเวลาที่จะทำวิจัยทั้งสิ้น 2 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน - พฤษภาคม 2565

3) นักเรียนได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เนื่องจากนักเรียนเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (สช.) ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งสิ้น 20 คน

4) หากนักเรียนตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยจะขอให้นักเรียนปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

4.1) เข้าเรียนวิชาเพิ่มเติมของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว 32242 ชื่อวิชา ชีววิทยา 1 เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 22 คาบเรียน

4.2) ในขณะที่เข้าเรียนและทำกิจกรรม ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจะขอทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 100 นาทีโดยการสังเกตพฤติกรรมในการดำเนินงานแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนจำนวน 1 กลุ่มโดยการเลือกแบบเจาะจงคือกลุ่มที่นั่งประจำที่บริเวณด้านหลังห้องเรียน เนื่องจากสามารถบันทึกวีดิทัศน์และให้ผู้ช่วยวิจัยได้สังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการประเมินผลการดำเนินงานของนักเรียนจากแบบประเมินการทำงานเป็นทีม ทั้งนี้ในการสังเกตของผู้ช่วยวิจัยจะมีการจัดที่นั่งถัดจากกลุ่มของนักเรียนไม่เกิน 2 เมตรเพื่อลดการรบกวนนักเรียนขณะทำกิจกรรมและอยู่ในตำแหน่งที่สามารถสังเกตได้ชัดเจน โดยในการบันทึกวีดิทัศน์นั้น ผู้วิจัยจะหลีกเลี่ยงการบันทึกภาพที่ติดใบหน้าของนักเรียนขณะทำกิจกรรมในห้องเรียน ในกรณีที่บันทึกภาพติดใบหน้าของนักเรียนนั้น ผู้วิจัยจะทำการปกปิดใบหน้าของนักเรียน เพื่อไม่ให้สามารถระบุตัวตนได้ และจะไม่มีการเผยแพร่ภาพที่บันทึกไว้ ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม

4.3) หลังจากที่นักเรียนเรียนจบ 7 สัปดาห์ ขอให้นักเรียนทำแบบประเมินผลการทำงานเป็นทีม แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 รูปแบบมาตรฐานประมาณค่าจำนวน 15 ข้อและตอนที่ 2 รูปแบบเขียนตอบอย่างสั้น จำนวน 11 ข้อใช้เวลาทำแบบประเมิน 30 – 45 นาที และ 4) ทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง (ออนไลน์) ด้วยแบบวัดมาตรฐานขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ด้วยโปรแกรมการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในปี 2558 (PISA Programme for International Student Assessment) จำนวน 4 เรื่องตามสถานการณ์ที่แบบวัดกำหนด โดยใช้เวลาในการทำแบบวัดประมาณ 15 - 20 นาทีต่อ 1 สถานการณ์ รวมระยะเวลาทั้งฉบับประมาณ 60 – 80 นาทีรวม 117 ข้อ คิดเป็น 144 คะแนน

5. ผู้วิจัยจะดำเนินการทำลายข้อมูลที่ได้จากการทำแบบวัด แบบสังเกต แบบประเมินการทำงานเป็นทีม และข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ตลอดจนข้อมูลอื่น ๆ ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนภายหลังเสร็จสิ้นการวิจัยทันที โดยทำการลบข้อมูลที่เกี่ยวข้องและทำลายเอกสารฉบับจริงที่เกี่ยวข้องภายในวันที่ 31 พฤษภาคม 2565

6. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอาจแบ่งได้เป็นกรณีหากต้องปฏิบัติตามมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา (Covid-19) และจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Online จะทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านโปรแกรม Discord โดยเป็นการแบ่งกลุ่มย่อยและให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เปิดกล้องขณะทำกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีผู้ช่วยวิจัยร่วมสังเกตด้วยทั้งนี้ผู้วิจัยจะหลีกเลี่ยงการบันทึกภาพที่ติดใบหน้าของนักเรียนขณะทำกิจกรรมในห้องเรียน ในกรณีที่บันทึกภาพติดใบหน้าของนักเรียนนั้น ผู้วิจัยจะทำการปกปิดใบหน้าของนักเรียนเพื่อไม่ให้สามารถระบุตัวตนได้ และจะไม่มีเผยแพร่ภาพที่บันทึกไว้ ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม นอกจากนี้ขณะทำกิจกรรมนักเรียนจะต้องทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในคาบเรียนที่ 1 จำนวน 4 เรื่องตามสถานการณ์ที่แบบวัดกำหนด โดยใช้เวลาในการทำแบบวัด ประมาณ ทั้งหมดประมาณ 60 – 80 นาทีรวม 117 ข้อ และทำแบบวัดชุดเดิมในคาบเรียนสุดท้าย

7. หากนักเรียนอาจรู้สึกอึดอัด หรืออาจรู้สึกไม่สบายใจอยู่บ้างกับบางคำถาม นักเรียนมีสิทธิ์ที่จะไม่ตอบคำถามเหล่านั้นได้ รวมถึงนักเรียนมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการนี้เมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อนักเรียนแต่อย่างใด

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองร่วมกับผู้ช่วยวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะคือ ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 ก่อนการทดลอง

4.1 การเตรียมการก่อนเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนทำการเก็บข้อมูล มีการดำเนินการดังต่อไปนี้คือ ผู้วิจัยศึกษาและพัฒนาเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ให้เรียบร้อย พร้อมกับแจ้งนักเรียนเกี่ยวกับรายละเอียดของการใช้การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในการจัดการเรียนการสอน

4.2 เก็บข้อมูลก่อนการทดลอง

4.2.1 เก็บข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังก่อนเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการ

แก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนเรียน ในคาบเรียนที่ 1 เป็นการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

ระยะที่ 2 ระหว่างการทดลอง

4.3 ดำเนินการทดลอง

4.3.1 จัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล รหัสวิชา ว 32241 ชื่อวิชา ชีววิทยา 1 เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 22 คาบเรียน โดยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย เพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตรงตามตัวบ่งชี้ของหน่วยการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

4.4 เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง

4.4.1 รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบบันทึกการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังและแบบประเมินการทำงานเป็นทีม ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จำนวน 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ระหว่างคาบเรียนที่ 10-13 ครั้งที่ 2 ระหว่างคาบเรียนที่ 14-16 และครั้งที่ 3 คาบเรียนที่ 17-20 โดยการสังเกตพฤติกรรมในการดำเนินงานแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม จากผู้ช่วยวิจัย 1 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงคือกลุ่มที่นั่งประจำที่บริเวณด้านหลังห้องเรียน เนื่องจากสามารถบันทึกพฤติกรรมและให้ผู้ช่วยวิจัยได้สังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการประเมินผลการดำเนินงานของนักเรียนจากแบบประเมินการทำงานเป็นทีม โดยมีการบันทึกพฤติกรรมไว้เป็นหลักฐาน

ระยะที่ 3 หลังการทดลอง

4.5 เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

4.5.1 ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

4.5.2 นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเพื่อตรวจสอบคำถามวิจัย อภิปรายและสรุปผลการวิจัย ร่วมกับการใช้แบบบันทึกการสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังและแบบประเมินการทำงานเป็นทีม

4.5.3 รวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ซึ่งจะทำการคัดเลือกนักเรียน 3 คน ในการสัมภาษณ์ ที่มีระดับคะแนนผลต่างของคะแนนน้อยที่สุด 1 คน ปานกลาง 1 คน และแตกต่างกันมากที่สุด 1 คน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1) ข้อมูลจากแบบบันทึกการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังและแบบประเมินการทำงานเป็นทีม ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จำนวน 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ระหว่างคาบเรียนที่ 10-13 ครั้งที่ 2 ระหว่างคาบเรียนที่ 14-16 และครั้งที่ 3 คาบเรียนที่ 17-20 โดยการสังเกตพฤติกรรมในการดำเนินงานแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนและการประเมินผลการดำเนินงานของนักเรียนจากแบบประเมินการทำงานเป็นทีม ทั้งนี้ในการสังเกตของผู้ช่วยวิจัยจำนวน 1 คน จะมีการจัดที่นั่งถัดจากกลุ่มของนักเรียนไม่เกิน 2 เมตรและอยู่ในตำแหน่งที่สามารถสังเกตได้ชัดเจน

2) ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนเรียน และหลังเรียนมีการเก็บข้อมูลก่อนเรียน จะทำการเก็บข้อมูลหลังจากการจัดการเรียนรู้คาบเรียนที่ 2 เนื่องจากคาบเรียนที่ 1 เป็นการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ และการข้อมูลหลังเรียน จะทำการเก็บข้อมูลในคาบเรียนที่ 21

3) เมื่อนักเรียนเรียนครบตามโปรแกรมแล้วจะมีการเลือกนักเรียน 3 คน โดยพิจารณาจากคะแนนแบบวัดในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังหลังเรียนและก่อนเรียน โดยเลือกจากนักเรียนที่มีผลต่างของคะแนนน้อยที่สุด ปานกลาง และแตกต่างกันมากที่สุดมาสัมภาษณ์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นคำถามคิดเป็น 4 ประเด็นรวมทั้งสิ้น 12 ข้อคำถาม

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ประเด็นเพื่อตอบคำถามวิจัยคือ

1) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังหลังเรียนแตกต่างจากก่อนเรียนหรือไม่ อย่างไร โดยมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1.1) การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยายเพื่ออธิบายการแจกแจงของกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ร้อยละความถี่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน

1.2) เขียนวิเคราะห์ข้อมูลโดยการบรรยายข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนจากแบบสัมภาษณ์ (Data Analysis)

2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบเน้นกระบวนการ จะมี
ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็น อย่างไร

2.1) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการสังเกตความสามารถในการ
แก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเป็นแบบตรวจสอบรายการ มีประเด็นในการสังเกต 21 ประเด็นตามตัว
บ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบนั้นประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ละ 3 ประเด็น
จากการรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบบันทึกการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
สามารถวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการบรรยายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละรอบของการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึง การบรรยายเหตุการณ์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบ่งชี้ ในแต่ละ
ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบเน้นกระบวนการ ซึ่งแสดงถึงความถี่ และร้อยละ
การแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนที่สังเกตจากพฤติกรรมบ่งชี้ทั้ง 21 รายการ โดยแต่ละประเด็น
การสังเกตจะนำมาคิดเป็นคะแนนร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม ซึ่งปรับมาจากวิธีการหาร้อยละ
การแสดงออกของพฤติกรรมโดย Care and Griffin (2014) มีวิธีการคำนวณร้อยละการแสดงออกของ
พฤติกรรมในเครื่องมือนี้คือ

$$P_1 = \frac{q}{q_{\max}} \times 100$$

โดยที่ P_1 = ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมจากการสังเกต

q = ความถี่ที่นักเรียนแสดงพฤติกรรม

q_{\max} = ความถี่สูงสุดที่เป็นไปได้ (ความถี่พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมากที่สุด)

1.2) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินการทำงานเป็นทีมตอนที่ 1 คือ ข้อมูล
ที่ได้จากการประเมินตนเองของนักเรียนเป็นการรวบรวมพฤติกรรมบ่งชี้องค์ประกอบของ
ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังตอนที่ 1 เป็นแบบระดับคะแนน 4 ระดับ (Rating
scale) (Rating scale) คือ น้อยที่สุด (1 คะแนน) น้อย (2 คะแนน) มาก (3 คะแนน) และ มากที่สุด
(4 คะแนน) ให้นักเรียนทำการประเมินเพื่อสะท้อนการดำเนินการแก้ปัญหาของตนเองและสมาชิกทีม
จำนวน 15 ชื่อ โดยแต่ละชื่อจะนำมาคิดคะแนนเป็นร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม มีวิธีการ
คำนวณร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในเครื่องมือนี้คือ

$$P_2 = \frac{r}{r_{\max}} \times 100$$

โดยที่ P_2 = ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมจากการประเมินตนเองของนักเรียน

r = คะแนนที่นักเรียนประเมินตนเอง

r_{\max} = คะแนนเต็มของการประเมิน

1.3) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินการทำงานเป็นทีมตอนที่ 2 คือการตอบคำถามอัตร้อยอย่างสั้นจำนวน 11 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยแต่ละข้อจะนำมาคิดคะแนนเป็นร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม มีวิธีการคำนวณร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในเครื่องมือนี้คือ

$$P_3 = \frac{t}{t_{\max}} \times 100$$

โดยที่ P_3 = ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมจากการตอบคำถามอัตร้อย

t = คะแนนของนักเรียนที่ตอบถูก

t_{\max} = คะแนนเต็มในแต่ละข้อ

1.4) นำคะแนนร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในแต่ละประเด็นพิจารณาที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละเครื่องมือ มาหาค่าเฉลี่ยเพื่ออธิบายร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในแต่ละองค์ประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 3.8 หากกรณีที่ 1 ประเด็นพิจารณามีการประเมินมากกว่า 1 ข้อคำถามจะมีการเฉลี่ยให้คะแนนร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมมีคะแนนเต็มเท่ากับ 100 คะแนนก่อนนำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบ ทั้ง 12 องค์ประกอบ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมรายองค์ประกอบจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง

ตารางที่ 3.8 แสดงองค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ ประเด็นพิจารณาและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้	ประเด็นพิจารณา	เครื่องมือในการประเมิน	ข้อที่
1. ค้นพบ มุมมองและ ความสามารถ ของสมาชิก (A1)	1.1 มีปฏิสัมพันธ์ในการอภิปราย ภาระกิจของสมาชิกทีมตามความ ถนัด	นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงถึง รวบรวมข้อดีและข้อเสียของ สมาชิกทีม	แบบสังเกต	1
	1.2 เสนอบทบาทหน้าที่ในการ ทำงานตามความถนัดของสมาชิก ทีม	นักเรียนมีการกำหนดบทบาท หน้าที่ให้แก่สมาชิกทีมตาม ความถนัด	แบบประเมิน ตอนที่ 1	1
	1.3 แบ่งปันข้อมูลจากการสืบค้น เพื่อรวบรวมสารสนเทศ	นักเรียนมีส่วนร่วมในการศึกษา ค้นคว้าข้อมูลของทีม	แบบประเมิน ตอนที่ 1 แบบประเมิน ตอนที่ 2	2 1
2. ค้นพบกล	2.1 มีการอภิปรายแจกแจง	นักเรียนมีส่วนร่วมในการ	แบบประเมิน	3

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้	ประเด็นพิจารณา	เครื่องมือในการประเมิน	ข้อที่
ยุทธศาสตร์ในการ ทำงานร่วมกัน (A2)	รายละเอียดของภาระงานในแต่ละ บทบาทหน้าที่	กำหนดแนวทางการทำงานของ ทีมให้สอดคล้องไปในทิศทาง เดียวกัน	ตอนที่ 1	
	2.2 มีการตกลงกันเกี่ยวกับการ เข้าถึงข้อมูล สารสนเทศ และ ทรัพยากรส่วนกลางของทีม	นักเรียนสามารถเลือกเครื่องมือ ในการอำนวยความสะดวกใน การทำงานร่วมกับสมาชิกทีม	แบบประเมิน ตอนที่ 1	4
			แบบประเมิน ตอนที่ 2	2
	2.3 ระบุสาระสำคัญจากการประชุม ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและการ ดำเนินงานได้	นักเรียนสามารถอธิบาย รายละเอียดของการอภิปราย ประเด็นของปัญหาได้	แบบประเมิน ตอนที่ 1	5
			แบบประเมิน ตอนที่ 2	3
3. เข้าใจ บทบาทของ การแก้ปัญหา (A3)	3.1 มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกทีม ระหว่างการดำเนินงานในประเด็นที่ เกี่ยวข้องกับภารกิจ	นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วม เพื่อทำความเข้าใจปัญหา ร่วมกับสมาชิกทีม	แบบสังเกต	2
	3.2 มีการแลกเปลี่ยนมุมมอง เสนอแนวคิด ของตนเองในระหว่างการอภิปราย	นักเรียนสามารถเสนอข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา	แบบประเมิน ตอนที่ 1	6
			แบบประเมิน ตอนที่ 2	4
	3.3 สามารถสร้างตัวแทนสาเหตุ ของปัญหาที่ได้จากการอภิปราย	นักเรียนสามารถระบุสาเหตุ สำคัญของปัญหา	แบบประเมิน ตอนที่ 1	7
			แบบประเมิน ตอนที่ 2	5
4. สร้าง ความหมายของ ปัญหาร่วมกัน (B1)	4.1 แสดงหลักฐานอ้างอิงในการ เสนอข้อมูลปัญหาขณะทำการ อภิปราย	นักเรียนสามารถอภิปราย ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา และหลักการที่เกี่ยวข้องได้	แบบสังเกต	3
	4.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของการ ดำเนินงานกับชีวิตประจำวันได้	นักเรียนสามารถระบุ ความสำคัญของปัญหาในชีวิต จริง	แบบประเมิน ตอนที่ 1	8
			แบบประเมิน ตอนที่ 2	6
	4.3 อธิบายเหตุการณ์ใน ชีวิตประจำวันด้วยหลักการทาง วิทยาศาสตร์	นักเรียนสามารถระบุ ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีที่ เกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตจริง	แบบประเมิน ตอนที่ 1	9
			แบบประเมิน ตอนที่ 2	7

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้	ประเด็นพิจารณา	เครื่องมือในการประเมิน	ข้อที่
5. ระบุและอธิบายเป้าหมายของการดำเนินงานให้สำเร็จ (B2)	5.1 อธิบายวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานได้	นักเรียนสามารถสรุปวัตถุประสงค์ของการทำงานในชั้นเรียนได้	แบบประเมินตอนที่ 1	10
			แบบประเมินตอนที่ 2	8
	5.2 แสดงตัวแทนของอุปสรรคในการทำงานได้	นักเรียนสามารถคาดคะเนผลลัพธ์ของการทำงานในชั้นเรียนได้	แบบประเมินตอนที่ 1	11
			แบบประเมินตอนที่ 2	9
	5.3 มีปฏิสัมพันธ์ในการสร้างเงื่อนไขข้อตกลงเพื่อดำเนินงาน	นักเรียนสามารถแสดงมุมมองการทำงานในชั้นเรียน ที่มีต่อการใช้ชีวิตประจำวันได้	แบบประเมินตอนที่ 1	12
			แบบประเมินตอนที่ 2	10
6. จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (B3)	6.1 เจรจาต่อรองแลกเปลี่ยนเงื่อนไขข้อตกลงจนสามารถหาผู้นำในการะงานย่อยได้	นักเรียนสามารถคัดเลือกสมาชิกทีมเพื่อรับผิดชอบต่อการะงานย่อยได้	แบบสังเกต	4
	6.2 เจรจาต่อรองแลกเปลี่ยนเงื่อนไขข้อตกลงจนสามารถลงข้อสรุปได้	นักเรียนมีการกำหนดเงื่อนไขข้อตกลงร่วมกับสมาชิกในทีม	แบบสังเกต	5
	6.3 รับผิดชอบต่อข้อตกลงที่ร่วมกันสร้าง	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม	แบบสังเกต	6
7. มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม (C1)	7.1 มีปฏิสัมพันธ์ในการอภิปรายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงาน	นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายความคืบหน้าของการทำงานในชั้นเรียนได้	แบบสังเกต	7
	7.2 มีส่วนร่วมในการประเมินและคัดกรองข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงาน	นักเรียนสามารถแสดงผลการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่สอดคล้องกับภาระงาน	แบบสังเกต	8
	7.3 มีส่วนร่วมในการอภิปรายพิจารณาตรวจสอบข้อมูลของสมาชิกทีมในแต่ละคน	นักเรียนสามารถแสดงเจตนาให้สมาชิกทีมรวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องได้	แบบสังเกต	9
8. มีกลวิธีในการทำงาน (C2)	8.1 มีปฏิสัมพันธ์ต่อการอภิปรายประเด็นกลุ่มหรือร่วมกับสมาชิกทีม	นักเรียนมีส่วนร่วมกับการจัดการกับประเด็นที่กลุ่มเครือ	แบบสังเกต	10
	8.2 ยอมรับมติข้อสรุปของสมาชิก	นักเรียนสามารถสร้างข้อตกลง	แบบสังเกต	11

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้	ประเด็นพิจารณา	เครื่องมือในการประเมิน	ข้อที่
	และสามารถปฏิบัติได้	ใหม่ร่วมกับสมาชิกทีมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป		
	8.3 เลือกวิธีการดำเนินงานในรูปแบบของตนเองที่สอดคล้องกับมติของสมาชิกทีม	นักเรียนมีความยืดหยุ่นเมื่อได้รับมอบหมายภาระงานตามข้อตกลงของทีม	แบบประเมินตอนที่ 1	13
9. ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (C3)	9.1 มีร่องรอยของการบันทึกเหตุการณ์ขณะดำเนินงาน	นักเรียนมีการบันทึกข้อมูลหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะในทำกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกต	12
	9.2 เปรียบเทียบสมาชิกทีมที่ขาดปฏิสัมพันธ์ขณะดำเนินงาน	นักเรียนสามารถแสดงมุมมองของตนเองให้แก่สมาชิกที่ขาดปฏิสัมพันธ์กับทีม	แบบสังเกต	13
	9.3 แสดงวิธีการทำงานในรูปแบบของตนเองที่สอดคล้องกับพันธกิจของทีม	นักเรียนสามารถปรับรูปแบบการดำเนินงานของตนเอง ตามความเหมาะสมของเหตุการณ์เฉพาะหน้า	แบบประเมินตอนที่ 1	14
10. อภิปรายผลการปฏิบัติงานร่วมกัน (D1)	10.1 ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่เชื่อถือได้ในขณะปฏิบัติงาน	นักเรียนมีส่วนร่วมกับการตรวจสอบเหตุการณ์ หลักฐานเชิงประจักษ์ และข้อมูลที่ขาดหายไป ขณะอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป	แบบสังเกต	14
	10.2 เสนอประเด็นพิจารณาเมื่อมีปัจจัยที่ส่งผลที่แผนการดำเนินงาน	นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลเดิมและยอมรับความรู้ใหม่โดยพิจารณาจากหลักฐานเชิงประจักษ์	แบบสังเกต	15
	10.3 ปรับรูปแบบการตอบสนองต่อเหตุการณ์ผิดปกติดิตตามข้อสรุปของทีม	นักเรียนสามารถอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยใช้ชุดข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลเชื่อมโยงกัน	แบบสังเกต	16
11. ติดตามและประเมินผลวิธีในการดำเนินงาน (D2)	11.1 แสดงพฤติกรรมที่ขัดแย้งกับความเคยชินของตนเองตามมติของทีม	นักเรียนมีการสังเกตการทำงานของทีม	แบบสังเกต	17
	11.2 สามารถปรับมุมมองต่อการทำงานที่ไม่คุ้นเคยได้	นักเรียนสามารถแสดงผลของการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลที่ดีขึ้นได้	แบบสังเกต	18
	11.3 เสนอทางเลือกในการปรับ	นักเรียนสามารถประเมินผลลัพธ์	แบบประเมิน	15

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้	ประเด็นพิจารณา	เครื่องมือในการประเมิน	ข้อที่
	วิธีการทำงาน	ของกิจกรรมในชั้นเรียนได้	ตอนที่ 1	
			แบบประเมิน	11
			ตอนที่ 2	
12. ติดตามและให้ข้อมูลการทำงาน	12.1 แก้ไขข้อโต้แย้งด้วยการเจรจาเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน	นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำงานของสมาชิกทีมได้	แบบสังเกต	19
ย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3)	12.2 แสดงความคิดเห็นส่วนตัวที่มีต่อการดำเนินงาน	นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเพื่อพัฒนาวิธีการทำงานของทีมได้	แบบสังเกต	20
	12.3 อภิปรายผลการดำเนินงานเพื่อค้นหาแนวทางการดำเนินงานที่ดีขึ้น	นักเรียนสามารถเสนอแนวทางการทำงานให้แก่สมาชิกทีมพิจารณาได้	แบบสังเกต	21

7. วิธีพิทักษ์สิทธิ์และการขอจริยธรรมการวิจัยในคน

ผู้วิจัยดำเนินการชี้แจงเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย รวมถึงสิทธิ์ของนักเรียนในการปฏิเสธไม่เข้าร่วมการให้ข้อมูลวิจัย โดยการทำการขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยกับทางโรงเรียนและมีการขออนุญาตผู้ปกครองเป็นลายลักษณ์อักษร ทั้งนี้ในระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูลและภายหลังการเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลของครูจะถูกเก็บเป็นความลับ ใช้ประโยชน์เพื่อการวิจัยเท่านั้น การนำเสนอรายงานผลการวิจัยจะนำเสนอในภาพรวมเท่านั้นโดยจะไม่มีแสดงชื่อหรือข้อมูลที่สามารถระบุตัวตนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย รวมไปถึงชื่อโรงเรียนที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่ นอกจากนี้งานวิจัย นี้มีการดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยด้วย

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่

ส่วนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน

ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

- 1.1 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการของนักเรียน
- 1.2 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการของนักเรียน
- 1.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการของนักเรียน
- 1.4 การวิเคราะห์ผลจากการศึกษากรณีตัวอย่างของการวิจัย

ส่วนที่ 2 ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน

ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่

- 2.1 ผลการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนระหว่างเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
- 2.2 ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากการประเมินตนเองของนักเรียนระหว่างเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
- 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
สามารถนำเสนอข้อมูลแต่ละช่วงของการวิจัย ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของกลุ่มเป้าหมายด้วยสถิติบรรยาย สามารถแสดงได้ดังนี้

1.1 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการของนักเรียน

การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจำนวน 117 ข้อซึ่งมีคะแนนเต็ม 144 คะแนนเมื่อพิจารณาระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ สามารถแสดงได้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบ ร่วมมือรวมพลัง	ก่อนเรียน		หลังเรียน			
	\bar{x}	sd	$\bar{x}_{ร้อยละ}$	\bar{x}	sd	$\bar{x}_{ร้อยละ}$
ผลคะแนน	91.84	19.72	63.78	112.63	15.88	78.22

ผลคะแนนจากตาราง พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังซึ่งมีคะแนนเต็ม 144 คะแนน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 91.84 คะแนน (ร้อยละ 63.84) คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 112.63 คะแนน (ร้อยละ 78.22)

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการโดยการใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน

1.2 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการของนักเรียน

การวิเคราะห์ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเมื่อนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนจำนวน 20 คน มาจัดกลุ่มตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง 3 ระดับตามช่วงคะแนนได้แก่ระดับต่ำมีคะแนนอยู่ในช่วงที่ 0 - 48 คะแนน ระดับปานกลาง มีช่วงคะแนนอยู่ที่ 49 - 96 คะแนน และระดับสูง มีช่วงคะแนนอยู่ที่ 97 - 144 คะแนนแสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน

ระดับความสามารถ	จำนวนนักเรียนก่อนเรียน		จำนวนนักเรียนหลังเรียน	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับสูง (97-144 คะแนน)	6	30.00	16	80.00
ระดับปานกลาง (49-96 คะแนน)	14	70.00	4	20.00
ระดับต่ำ (0-48 คะแนน)	0	0.00	0	0.00
รวม	20	100	20	100

จากตารางที่ 4.2 สรุปได้ว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังก่อนเรียนมีนักเรียนอยู่ในระดับปานกลางจำนวนมากที่สุดคือ 14 คน (ร้อยละ 70.00) รองลงมาคือระดับสูงคือ 6 คน (ร้อยละ 30.00) และไม่พบนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในระดับต่ำ นอกจากนี้ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังหลังเรียนมีนักเรียนอยู่ในระดับสูงจำนวนมากที่สุดคือ 16 คน (ร้อยละ 80.00) รองลงมาคือระดับปานกลางคือ 4 คน (ร้อยละ 20.00) และไม่พบนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในระดับต่ำ

1.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการของนักเรียน

การวิเคราะห์ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเมื่อนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนจำนวน 20 คน มาพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยแบ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนความสามารถเพิ่มขึ้น ระดับคะแนนความสามารถเท่าเดิม และระดับคะแนนความสามารถลดลง แสดงผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน

การเปลี่ยนแปลงของระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับคะแนนเพิ่มขึ้น	16	80.00
ระดับคะแนนเท่าเดิม	1	5.00

การเปลี่ยนแปลงของระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับคะแนนลดลง	3	15.00
รวม	20	100

จากตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเมื่อนำพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง พบว่ามีนักเรียนระดับคะแนนเพิ่มขึ้นจำนวน 16 คน (ร้อยละ 80.00) ระดับคะแนนเท่าเดิมจำนวน 1 คน (ร้อยละ 5.00) ระดับคะแนนลดลงจำนวน 3 คน (ร้อยละ 15.00) จากนั้นได้ทำการคัดเลือกนักเรียนที่มีระดับคะแนนลดลงมากที่สุดจำนวน 1 คน ระดับคะแนนเท่าเดิมจำนวน 1 คน และระดับคะแนนเพิ่มขึ้นมากที่สุดจำนวน 1 คน ในการวิเคราะห์ผลจากการศึกษากรณีตัวอย่างของการวิจัย

1.4 การวิเคราะห์ผลจากการสัมภาษณ์

ผลของการวิเคราะห์คำตอบจากการสัมภาษณ์ของการวิจัยจากนักเรียนจำนวนทั้งหมด 3 คน โดยคนที่ 1 มีผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังลดลงมากที่สุด คนที่ 2 มีผลคะแนนเท่าเดิม และคนที่ 3 มีผลคะแนนเพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยพิจารณาจากประเด็นในการสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง อธิบายแยกได้เป็น 4 ประเด็นคือผลของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนของนักเรียน ผลของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน ผลของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียน และข้อเสนอแนะของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.4.1 ผลของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนของนักเรียน เพื่อพิจารณากิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการใช้คำถาม 4 ข้อ

คำถามข้อที่ 1 นักเรียนคิดว่าตนเองมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนให้มีความเข้าใจชัดเจนขึ้นหรือไม่

“เพิ่มขึ้นนะครับ”

นักเรียนคนที่ 1

“เพิ่มขึ้นค่ะ”

นักเรียนคนที่ 2

“ก็เข้าใจดีขึ้นค่ะ”

นักเรียนคนที่ 3

คำถามข้อที่ 2 กิจกรรมใดที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากขึ้น
“ก็เหมือนช่วยกันอ่านหนังสือแล้วเพื่อนมาเล่าให้ฟังครับ ตอนแรกในกลุ่มไม่ค่อยเข้าใจเท่าไรแต่ไปเข้าใจตอนสรุปหัวข้อครับ”

นักเรียนคนที่ 1

“หนูเป็นผู้บันทึกน่าจะเป็นเพราะว่าหนูได้จดผ่านมือมันก็เลยจำได้”
“บางทีก็ไม่เข้าใจแต่ว่าหนูทำแบบฝึกหัดได้ พอตอนที่ทำแบบฝึกหัดคำตอบมันก็นึกขึ้นมาได้เอง เพราะหนูทำได้นูเคยเขียนไปแล้ว”

นักเรียนคนที่ 2

“หนูคิดว่าน่าจะเป็นการคุยกันค่ะ เพราะว่าตอนอ่านครั้งแรกหนูก็ไม่เข้าใจหรอกค่ะ แล้วเพื่อน ๆ ก็ช่วยกันเถียง ช่วยกันบอกว่าอันนี้ถูก อันนี้ผิด อะไรประมาณนี้ค่ะ ซึ่งเราก็อ่านข้อมูลจากหลาย ๆ เว็บ มาดู text book ของครูอ่านยากมากเลยคะ มันเป็นภาษาอังกฤษหมดเลย”

“รูปภาพก็ช่วยอธิบายให้เข้าใจง่ายขึ้นค่ะ แต่ก็ต้องช่วยกันทำความเข้าใจ”

นักเรียนคนที่ 3

คำถามข้อที่ 3 นักเรียนได้สรุปองค์ความรู้ของบทเรียนด้วยวิธีใด

“จากที่ครูสรุปตอนสุดท้ายในห้องครับ”

นักเรียนคนที่ 1

“จากที่ครูสรุปตอนท้ายในห้องค่ะ พอตอบคำถามหน้าห้องเหมือนมันก็ค่อยๆ เข้าใจทีละนิดค่ะ”

“ตอนที่คุยกับเพื่อนไม่ค่อยแน่ใจเท่าไร ว่าถูกหรือเปล่านั้น เพราะไม่รู้จะเชื่อใครดีต่างคนต่างก็ไม่รู้เหมือนกัน”

นักเรียนคนที่ 2

“ตอนที่ทำงานในกลุ่มอะ หนูไม่ค่อยเข้าใจ มีแต่ข้อมูลอยู่ในกระดาษที่จดไว้ ค่ะยังไม่รู้ว่าอะไรเป็นอะไรมาอย่างไร จากที่ไหน ยังไง แต่พอได้ลำดับเนื้อหาตอนสุดท้าย ก็ถึงจะออกเข้าใจแล้วค่ะว่ามันมาจากตรงนี้”

“ทุกอย่างเลยค่ะ เหมือนทุกคนต้องต่างคนต่างหาข้อมูลมาช่วยกัน แต่ทุกเรื่องเป็นเรื่องยากหมดเลยค่ะ คือนอกจากหนังสือที่ครูให้มาแล้ว ก็ต้องเปิดหาใน YouTube หรือว่าซีทเรียนพิเศษของเพื่อนคนอื่น ๆ นะค่ะ เอามาดู”

นักเรียนคนที่ 3

คำถามข้อที่ 4 บทบาทของครูและกิจกรรมการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างไร

“ก็ได้เปิดหนังสือแล้วก็เปิดหาเอาในเว็บเรื่อย ๆ ครับซึ่งมันก็มีอยู่แล้วแต่ผมก็ไม่รู้ว่าอันไหนมันถูก อันไหนมันผิด ก็เลยให้เพื่อนเอามาทั้งหมดเลยครับ คนวิเคราะห์เขาก็ไม่รู้เหมือนกันครับว่ามันถูกหรือเปล่า”

“กลุ่มผมไม่ค่อยมีใครเปิดหนังสือภาษาอังกฤษเลยครับ ไม่มีใครอ่านรู้เรื่องเลย พอเปิดใน YouTube เป็นภาษาไทย มันก็ใช้เวลานานมากเลยครับ ก็เลยยังไม่เข้าใจตอนที่ครูให้ลองหาดด้วยตัวเองค่ะ”

“สุดท้ายก็เลยฟังครูสรุปตอนท้าย”

นักเรียนคนที่ 1

“เหมือนกับหนูแทบจะเรียนเองหมดเลยค่ะ เพราะว่าครูให้แต่คำถามมาตอนแรกก็แบ่งกันไปหาทีละข้อ ก็หามาแล้วก็พากันนั่งค่ะ ไม่รู้ว่าอะไรเป็นอะไร พอครูบอกให้ช่วยกันทำทีละข้อ ถึงจะพอเข้าใจค่ะ แต่ก็เวลาน้อยไปหน่อยค่ะ”

นักเรียนคนที่ 2

“ไม่ค่อยครบค่ะขาด ๆ เกิน ๆ ต้องเอามาประกอบเองค่ะเสียเวลามากเลย”

นักเรียนคนที่ 3

ผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนของนักเรียน พบว่าเมื่อพิจารณากิจกรรมการเรียนการสอนสามารถช่วยส่งเสริมความเข้าใจให้กับนักเรียนจากบทบาทต่าง ๆ ที่ครูมอบหมายให้ โดยอิงจากบทบาทหน้าที่ตามกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จากการสัมภาษณ์นักเรียนคนที่ 2 รับหน้าที่เป็นผู้บันทึก มีหน้าที่ควบคุมประเด็นระหว่างอภิปราย และนำการอภิปรายสู่ข้อสรุป บันทึกเหตุการณ์การอภิปรายของสมาชิกทีม นักเรียนคนที่ 3 รับหน้าที่เป็น ผู้จัดการ ทำหน้าที่กำกับการทำงานของทีมอำนวยความสะดวกให้แก่สมาชิกทีม และกำกับระยะเวลาการทำงานให้แก่สมาชิกทีม และนักเรียนคนที่ 1 รับหน้าที่เป็น ผู้ประสานงาน มีหน้าที่นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสรุปของสมาชิกทีม อภิปรายร่วมกับครูและทีมอื่น นักเรียนได้สร้างรูปแบบตัวแทนของข้อมูลการหาแนวทางแสวงหาคำตอบและสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถออกแบบวิธีการหาคำตอบจากการวิเคราะห์หัวข้อหรือข้อคำถามตั้งสมมติฐาน ออกแบบวิธีการหาคำตอบรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการแสวงหาคำตอบและลงข้อสรุปเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้เดิมเข้ากับประสบการณ์และความรู้จากการแสวงหาคำตอบสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งจากการสัมภาษณ์จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.4.2 ผลของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน เพื่อพิจารณากิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาให้แก่ นักเรียน โดยการใช้คำถาม 4 ข้อและนักเรียนแต่ละคนให้คำตอบดังนี้

คำถามข้อที่ 1 นักเรียนสามารถระบุปัญหาและอุปสรรคของการทำงานได้หรือไม่

“ตอนแรกไม่รู้เรื่องเลยครับไม่รู้ว่าจะต้องทำอะไรบ้างก็คือพอมามาเข้าใจอีกทีตอนที่ครูบอกให้ทำโปสเตอร์ไปเผยแพร่ครับ”

นักเรียนคนที่ 1

“ก็พอเข้าใจอยู่ค่ะว่าครูอยากให้เราเอาข้อมูลที่เรียนมาสรุปแล้วก็ไปเผยแพร่ แต่ว่าข้อมูลแต่ละอาทิตย์มันเยอะมากเลยค่ะพอไปแปะโปสเตอร์แล้วก็ไม่รู้ว่าจะอ่านเข้าใจไหม”

นักเรียนคนที่ 2

“ไม่เลยค่ะ เพิ่งมารู้ตอนหลังว่าจะต้องทำโปสเตอร์เพื่อเผยแพร่ ส่วนระหว่างทำงานก็งัดกันไปงัดกันมาค่ะ แต่ก็พอรู้ว่าจะต้องไปหาอะไรข้อมูลมาจากที่ไหน”

นักเรียนคนที่ 3

คำถามข้อที่ 2 นักเรียนตัดสินใจอย่างไรบ้างเมื่อพบปัญหาในการดำเนินงาน โดยยกตัวอย่าง 1-2 เหตุการณ์

“บอกหัวหน้าครีบบอกผู้จัดการ อย่างเช่นตอนที่หาข้อมูลของตัวเองไม่เจอ ครีบก็เลยแบ่งกันกับเพื่อนหลายๆคนช่วยกันหาแต่ที่หามาก็ดูไม่ค่อยละเอียดเท่าไร เปิดใน YouTube ดูบ้างครับ”

“ปัญหาการทำงานก็ไม่มีนะครับต่างคนต่างทำให้เสร็จของตัวเอง”

นักเรียนคนที่ 1

“ปัญหาก็คือต่างคนต่างไม่รู้เรื่องนี้แหละค่ะเพราะว่ากลุ่มหนูไม่มีใครเรียน พิเศษมาก่อนเลย”

“ถ้าเรื่องการทำงานก็ไม่มีนะค่ะต่างคนก็ต่างทำของตัวเองตามรายละเอียดที่ ครูให้ตอนแรกค่ะ”

นักเรียนคนที่ 2

“ก็เรื่องเนื้อหาแหละค่ะใน textbook มันก็เป็นภาษาอังกฤษ มันอ่านยาก มากเลย ส่วนวิธีแก้ก็คือไปหาดูใน YouTube ก่อนค่ะเพราะว่าพอดูจากวิดีโอแล้วมัน เห็นภาพกว้างๆแล้วค่อยมาเปิดดูหนังสือหารายละเอียดค่ะ”

“การทำงานของกลุ่มหนูไม่มีค่ะเพราะต่างคนก็การทำงานของตัวเอง”

“อ้อเรื่องเวลาทำงานก็มีบ้างค่ะทำไม่ทันก็ไม่ได้แก้ปัญหอะไรค่ะก็ค้างไว้ อย่างนั้นก่อนแล้วก็ฟังตอนพูดคุยในห้องก่อนค่ะ”

นักเรียนคนที่ 3

คำถามข้อที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง

“ปัญหาการทำงานกลุ่ม การทำงานให้ทันเวลาประมาณนี้ครับ คือบางคนไม่ค่อยช่วยงานอันนี้ผมพูดได้ใช่ไหมครับ”

“ชีวิตจริงอาจจะต้องเจอแบบนี้เยอะครับ”

นักเรียนคนที่ 1

“อืมม หนูคิดว่าการแบ่งงานการจัดการเวลาทำงานให้ทันประมาณนี้ค่ะครู แล้วก็ทำงานร่วมกับคนอื่นด้วยค่ะ”

“เจอะค่ะ ทุกวันนี้ก็ยังมียู่เลย์คะเถียงกันไม่จบเรื่องงานก็พาสีนี่ยะ”

นักเรียนคนที่ 2

“ก็คือในชีวิตจริงหนูว่าบางอย่างอะไรที่มันยากเกินไปมันก็อาจจะต้องแบ่งงานกันไปหรือว่า แชร้งานให้เพื่อนๆนี้คะแบบบางที่เพื่อนหนูก็พูดยากเอง บางที่ให้งานไปแล้วก็ไม่ได้ตรงตามสเปคเท่าไรคะ”

นักเรียนคนที่ 3

คำถามข้อที่ 4 นักเรียนคิดว่าปัญหาใดบ้างในกิจกรรมที่จัดขึ้นสอดคล้องกับปัญหาในชีวิตจริง

“คือถ้าไม่ให้คนอื่นทำก็ทำเองเลยครับหรือไม่ก็ส่งทั้ง ๆ ที่ยังไม่เรียบร้อยอะไรแบบนี้ก็มีครับ”

นักเรียนคนที่ 1

“หนูอยากได้เวลาเพิ่มคะ”

“คือหนูบางที่หนูก็เข้าใจนะคะหนูเข้าใจแต่หนูพูดไม่รู้เรื่องเวลาที่จะสรุปลงในงานหนูก็ต้องถามเพื่อนๆว่าเข้าใจตรงกันหรือเปล่าคะ”

“ใช่คะก็คือให้เพื่อนๆมาช่วยกันดูอีกทีนึงคะหนูก็จะเป็นคนนั่งจด บางอย่างหนูก็สงสัยแต่หนูก็ไม่ได้ค้างเพราะว่าเดี๋ยวจะจดไม่ทัน”

นักเรียนคนที่ 2

“ก็แบ่งงานกันคะแบ่งหน้าที่กัน เวลาเอามาคุยกันมันทำให้เข้าใจมากขึ้นแต่หนูก็อยากได้เวลาเพิ่มนะคะถ้าเป็นไปได้คะ”

นักเรียนคนที่ 3

ผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่าเมื่อพิจารณากิจกรรมการเรียนการสอนมีขั้นตอนของกิจกรรมที่ให้นักเรียนระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ อภิปรายประเด็นปัญหา และกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง มีการสร้างตัวแทนของวิธีการหาคำตอบ ระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน นักเรียนตรวจสอบข้อมูลด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีการระดมโน้ตสำคัญที่ได้จากการทำงาน ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงาน นอกจากนี้ เมื่อครูนำเสนอประเด็นที่แตกต่าง หรือข้อยกเว้นของเหตุการณ์นั้น เพื่อให้นักเรียนนำ

ความรู้ที่ได้ ตอบคำถามและแก้ปัญหาด้วยการบูรณาการณัสนุมนทศนอื่น รวมนถนให้นักเรียนประเมณ ประสพพทธพการทงงานของทมน ให้อเสนอแนะ และประยูกตใหเหมาะสมกบข้อตกลงของทมน ซงสามารถเสริมการแก้ปัญหาใหแก่นักเรียนได

1.4.3 ผลของการจัดการเรียนรูสบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการทมนต่อการทำงานเป็นทมนของนักเรียน เพื่อพิจรณากิจกรรมการเรียนการสอนช่วยสงเสริมการทำงานเป็นทมนโดยการใช้คำถาม 3 ข้อและนักเรียนแต่ละคนใหคำตบดงนี้

คำถามข้อที่ 1 ให้นักเรียนเล่าประสบการณ์การทำงานเป็นทมนของนักเรียน ทงในมุมมองที่เป็นข้อดี และ มุมมองที่เป็นข้อเสีย

“ข้อดีก็คืองานเสร็จใหมครบไม่มีงานค้างครบเพื่อนบางคนทมนไม่ค่อยจะส่งมาคุณครูเท่าไรก็สามารถทำงานในคาบไดส่วนข้อเสียอาจจะเป็นกลุ่มผมไม่ค่อย Active ด้วยนะครบ คือบางทีกิรู้ว่าตองไปหาเพิ่มแต่ไม่รู้จะไปหาเพิ่มมาจากไหนอะครบ”

นักเรียนคนที่ 1

“ข้อดีก็คือเรียนรูเรื่องอะไรก็รู้เรื่องแบบที่หนูก็ไมรู้เหมือนกัน ว่าหนูรู้เรื่องไดยังงสรูปก็คือ ไมได้ต่างจากของครูมาก ตอนแรกก็คิดว่ากลัวจะทำข้อสอบไม่ได้ หนูไมคิดว่าเรื่องมันจะง่ายเลยอะ แต่พอคะแนนตอบหนูก็โอเคอะถิวาเยอะ ส่วนข้อเสียก็จะมีเพื่อนๆกันอีกในกลุ่มนี้แหละอะบางวันก็ควบคุมไม่ได้สนมธสนมากๆเลยอะแต่ละคน”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นักเรียนคนที่ 2

CHULALONGKORN UNIVERSITY

“ข้อดีก็คือเรียนรูเรื่องเหมือนๆไดทำแบบฝึกหัด แล้วก็เรียนไปด้วยในตัวอะ ข้อดีคือไม่ต้องมีการบ้านนอกเวลาแต่ก็สามารถทำงานใหเสร็จได สงข้อเสียก็คือมันยากอะครู คำศัพท์ใหม่ ๆ มันก็เยอะ”

“ตอนสอบหนูก็นึกชื่อเอนไซม์ไมออกอะชื่อมันคล้ายกันมากเลยอะครู ข้อเสียก็คือพอหยุดหลายวันแล้วมาทำใหม่เหมือนตองเริ่ม 0 ใหม่หมดเลยอะเพราะอาทิตย์ที่แล้วจำอะไรไม่ได้เลย”

นักเรียนคนที่ 3

คำถามข้อที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยสงเสริมการทำงานร่วมกันเป็นทมนของนักเรียนอย่างไรบ้าง

“ก็คือแบ่งงานกันไปตามหน้าที่ของตัวเองตามที่ใบงานที่ครูแจกได้ระบุไว้
ครับ”

นักเรียนคนที่ 1

“ก็สนุกดีค่ะไม่เบื่อเถียงกับเพื่อนกลุ่มตัวเองแล้วก็เถียงกับเพื่อนกลุ่มข้างๆ
ด้วย”

นักเรียนคนที่ 2

“พอได้ทำอะไรจริงๆมันก็ดูไม่ยากนะคะเวลาผ่านไปเร็วมากเลยในคาบชีวะ ไม่
คิดว่ามันเอาไปใช้จริงในชีวิตได้ค่ะ จัดบันทึก เขียนรายการอ้างอิงอะไรแบบนี้ค่ะ”

นักเรียนคนที่ 3

คำถามข้อที่ 3 นักเรียนได้ประสบการณ์ทำงานเป็นทีมอะไรบ้าง

“ก็สนุกดีครับได้ค้นคว้าดีกว่านั่งเรียนบรรยายเฉยๆ”

นักเรียนคนที่ 1

“เครียดตรงที่แต่ละคนก็มีปัญหาไม่เหมือนกันแต่ก็ถือว่าสนุกดีเพราะว่างาน
ออกมาค่อนข้างพอใจค่ะ”

นักเรียนคนที่ 2

“สนุกดีค่ะถึงแม้จะเรียนมาแบบงงๆแต่หนูก็ทำคะแนนสอบได้ดีนะคะ บาง
หัวข้อ 15 นาทีก็เยอะไปพอกก็ทำไม่ทันเหมือนกันนะคะ”

นักเรียนคนที่ 3

ผลการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อการทำงานเป็น
ทีมของนักเรียน เมื่อพิจารณากิจกรรมการเรียนการสอนพบว่าบทบาทการทำงานมีการเรียนรู้ที่จะ
อภิปรายแลกเปลี่ยนและค้นพบแนวทางไปสู่เป้าหมาย แบ่งปันความสำเร็จร่วมกัน โดยที่นักเรียนจะได้
เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่นพร้อมกัน ทำงานให้สำเร็จคล่องตามเป้าหมายด้วยการเลือกสมาชิกแบบ
เจาะจงตามลักษณะงาน มีการเรียนรู้บทบาทหน้าที่สำคัญของการทำงาน เพื่อให้ทราบถึงบทบาท
หน้าที่ของตนเองและสมาชิกในทีมและดำเนินงานจนสำเร็จคล่องตามเป้าหมายที่กำหนดจากครูผู้สอน

นอกจากนี้ยังมีการเลือกลักษณะภาระงานให้สอดคล้องกับความสามารถของสมาชิกในทีมในรูปแบบที่เหมาะสม สามารถช่วยส่งเสริมการทำงานเป็นทีมให้นักเรียนได้

1.4.4 ข้อเสนอแนะของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการของนักเรียนโดยใช้คำถาม 1 ข้อและนักเรียนแต่ละคนให้คำตอบดังต่อไปนี้

คำถามข้อที่ 1 ข้อเสนอแนะที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีอะไรบ้าง

“อยากให้ครูออกข้อสอบง่าย ๆ หน่อยครับ อยากให้เพิ่มเวลาด้วยครับ”

นักเรียนคนที่ 1

“ไม่มีค่ะแบบนี้ก็พอได้อยู่ค่ะหนูเริ่มชินกับงานเลขอาทิตยหน้าไม่อยากจะเปลี่ยนหน้าที่เลยค่ะ”

นักเรียนคนที่ 2

“แบบนี้ก็ดีค่ะ ค่ะเรื่อย ๆ เหมือนไม่ค่อยได้เรียนเท่าไรแต่ก็ได้เรื่องอยู่ค่ะครู อยากให้เปลี่ยนหน้าที่ค่ะให้คนอื่นมาเป็นหัวหน้าบ้าง ค่ะผู้จัดการนั่นแหละค่ะ”

นักเรียนคนที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ เมื่อรับฟังข้อเสนอแนะที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการของนักเรียนพบว่านักเรียนทั้ง 3 คนมีความพึงพอใจกับการจัดกิจกรรมแต่อยากให้ปรับเวลาในการทำกิจกรรมในบางขั้นตอนเพิ่มขึ้นเนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถรวบรวมข้อมูล และอภิปรายกันในกลุ่มได้มากเพียงพอ โดยนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มขึ้นจะมีลักษณะความเป็นผู้นำที่สูง มีการสื่อสารกับสมาชิกในทีม และคอยตรวจสอบความคืบหน้าของงานอยู่เสมอ นักเรียนที่มีคะแนนเท่าเดิมจะให้ความร่วมมือกับสมาชิกในทีม และปฏิบัติตามข้อตกลงของทีมได้ ส่วนนักเรียนที่มีคะแนนลดลงจะขาดสมาธิในการเรียนและการทำงานได้ง่าย และต้องให้สมาชิกทีมกระตุ้นอยู่เสมอ

ผลการศึกษาในส่วนที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้วิจัยในการศึกษาการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน ดังผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนที่ 2

ส่วนที่ 2 ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบเน้นกระบวนการที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ได้แก่

2.1 ผลการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน
ระหว่างเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบเน้นกระบวนการ

2.2 ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากการ
ประเมินตนเองของนักเรียนระหว่างเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบเน้นกระบวนการ

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในแต่
ละองค์ประกอบของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบเน้นกระบวนการ
สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

2.1 ผลการสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน ระหว่างเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบเน้นกระบวนการ

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหา
แบบร่วมมือรวมพลังระหว่างที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบเน้นกระบวนการ ผู้วิจัย
ได้ทำการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน โดยมีประเด็นในการสังเกตทั้งหมด 21 ประเด็น
จากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 4 คน ซึ่งในแต่ละประเด็นจะบันทึกความถี่ของนักเรียนที่แสดง
พฤติกรรมต่าง ๆ เหล่านั้น โดยกำหนดให้ความถี่สูงสุดที่นักเรียนคนใดคนหนึ่งสามารถแสดงออกมา
ได้เป็นคะแนนเต็ม จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมรายบุคคล และหา
ค่าเฉลี่ยร้อยละในการแสดงออกของพฤติกรรมรวมของนักเรียนทั้ง 4 คน

สามารถแสดงร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนแบ่งเป็น 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1
จะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ครั้งที่ 2 จะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนหน่วย
การเรียนรู้ที่ 4 และครั้งที่ 3 จะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ดังตารางที่ 4.4

ร.น.	ประเด็นในการสังเกต	ร้อยละการแสดงผลออกของพฤติกรรม															
		ครั้งที่ 1					ภาพรวม	ครั้งที่ 2				ภาพรวม	ครั้งที่ 3				ภาพรวม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 1		คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 1		คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4		
ความถี่	2	1	10	15	7.00	2	3	5	6	4.00	10	10	9	9	9.5		
ร้อยละ	13.33	6.67	66.67	100.00	46.67	33.33	50.00	83.33	100.00	66.67	100.00	100.00	90.00	90.00	95.00		
9 นักเรียนมีการเสนอประเด็น ตั้งคำถาม พักหน้า สายหน้า หรือมองไปยังผู้ที่ตั้งคำถาม เพื่อตรวจสอบข้อมูลของสมาชิกทีม																	
ความถี่	3	1	12	13	7.25	3	1	6	7	4.25	10	14	7	8	9.75		
ร้อยละ	23.08	7.69	92.31	100.00	55.77	42.86	14.29	85.71	100.00	60.72	71.43	100.00	50.00	57.14	69.64		
10 นักเรียนมีการพูดคุย โต้แย้ง แลกเปลี่ยนข้อมูล พักหน้าหรือสายหน้า ในขณะที่สมาชิกทีมสนทนาในประเด็นกลุ่มเครือ																	
ความถี่	4	2	8	10	6.00	2	2	7	8	4.75	10	14	9	8	10.25		
ร้อยละ	40.00	20.00	80.00	100.00	60.00	25.00	25.00	87.50	100.00	59.38	71.43	100.00	64.29	57.14	73.22		
11 นักเรียนมีการระบุข้อตกลง มอบหมายงาน พูดคุย พักหน้าหรือสายหน้า ขณะที่สมาชิกทีมปรับปรุงแก้ไขผลการดำเนินงาน																	
ความถี่	3	1	8	11	5.75	2	1	8	10	5.25	11	14	9	10	11.00		
ร้อยละ	27.27	9.09	72.73	100.00	52.27	20.00	10.00	80.00	100.00	52.50	78.57	100.00	64.29	71.43	78.57		
12 นักเรียนแสดงหลักฐานในการบันทึกข้อมูล สารสนเทศ ภาระงานหรือกำหนดการขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน																	
ความถี่	3	1	8	12	6.00	1	2	3	6	3.00	10	14	8	9	10.25		
ร้อยละ	25.00	8.33	66.67	100.00	50.00	16.67	33.33	50.00	100.00	50.00	71.43	100.00	57.14	64.29	73.22		
13 นักเรียนมีการเรียกชื่อ สนทนา พูดคุย สอบถาม แสดงความคิดเห็น กับสมาชิกที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อทีมลดลง หรือขาดปฏิสัมพันธ์ต่อทีม																	
ความถี่	3	2	8	11	6.00	2	1	2	5	2.50	10	14	8	10	10.50		
ร้อยละ	27.27	18.18	72.73	100.00	54.55	40.00	20.00	40.00	100.00	50.00	71.43	100.00	57.14	71.43	75.00		
14 นักเรียนมีการพูดคุย ตั้งคำถาม ทักท้วง โต้แย้ง พักหน้าหรือสายหน้า ขณะรวบรวมข้อมูลของไวรัสโคโรนา โดยมีคำสำคัญในประโยคเช่น ...มาจากไหน ...มีลักษณะอย่างไร ...มีองค์ประกอบอะไรบ้าง ...เป็นอย่างนั้น/เป็นเช่นนั้นจริงหรือไม่																	
ความถี่	5	1	14	16	9.00	2	1	6	7	4.00	11	14	8	10	10.75		
ร้อยละ	31.25	6.25	87.50	100.00	56.25	28.57	14.29	85.71	100.00	57.14	78.57	100.00	57.14	71.43	76.79		

ร.น.	ประเด็นในการสังเกต	ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม															
		ครั้งที่ 1					ภาพรวม	ครั้งที่ 2				ภาพรวม	ครั้งที่ 3				ภาพรวม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 1		คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 1		คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4		
15	นักเรียนตั้งคำถาม พุดคุย อภิปรายโต้แย้ง พยักหน้าหรือส่ายหน้า ขณะลงข้อสรุปเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับไวรัสโคโรนา																
ความถี่	3	1	9	10	5.75	3	3	7	7	5.00	11	12	8	8	9.75		
ร้อยละ	30.00	10.00	90.00	100.00	57.50	42.86	42.86	100.00	100.00	71.43	91.67	100.00	66.67	66.67	81.25		
16	นักเรียนมีการพุดคุย สนทนาโต้แย้ง เชื่อมโยงข้อมูล รับฟัง พยักหน้า ส่ายหน้า ขณะอภิปรายลงข้อสรุป โดยมีคำสำคัญ เช่น เพราะ...จึง... เนื่องจาก... ทำไม ...จึงเป็นเช่นนั้น ...เป็นผลมาจากอะไร																
ความถี่	3	1	7	8	4.75	1	2	5	7	3.75	11	13	8	10	10.50		
ร้อยละ	37.50	12.50	87.50	100.00	59.38	14.29	28.57	71.43	100.00	53.57	84.62	100.00	61.54	76.92	80.77		
17	นักเรียนมีการพุดคุย เรียกชื่อ สอบถาม จดบันทึก ในระหว่างดำเนินงาน โดยมีคำสำคัญขณะสนทนา เช่น ...เป็นอย่างไรบ้าง ...ทำถึงไหนแล้ว ...หาเจอไหม ...โอเครีเปล่า ...ทำได้ไหม เป็นต้น																
ความถี่	3	1	7	10	5.25	2	3	5	7	4.25	11	11	8	10	10.00		
ร้อยละ	30.00	10.00	70.00	100.00	52.50	28.57	42.86	71.43	100.00	60.72	100.00	100.00	72.73	90.91	90.91		
18	นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขและจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับไวรัสโคโรนาให้มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย																
ความถี่	1	1	5	6	3.25	1	1	5	7	3.50	6	7	6	9	7.00		
ร้อยละ	16.67	16.67	83.33	100.00	54.17	14.29	14.29	71.43	100.00	50.00	66.67	77.78	66.67	100.00	77.78		
19	นักเรียนพุด บอก หรือสนทนาเพื่อแสดงมุมมองของตนเองเกี่ยวกับวิธีการทำงานของสมาชิก																
ความถี่	1	1	6	11	4.75	1	1	2	7	2.75	1	1	6	7	3.75		
ร้อยละ	9.09	9.09	54.55	100.00	43.18	14.29	14.29	28.57	100.00	39.29	14.29	14.29	85.71	100.00	53.57		
20	นักเรียนพุด บอก หรือสนทนาเพื่อแสดงมุมมองของตนเองเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของทีม																
ความถี่	1	1	6	6	3.50	1	1	3	7	3.00	1	1	4	5	2.75		
ร้อยละ	16.67	16.67	100.00	100.00	58.34	14.29	14.29	42.86	100.00	42.86	20.00	20.00	80.00	100.00	55.00		
21	นักเรียนพุด เสนอวิธีการที่อาจช่วยให้กระบวนการทำงานดีขึ้นให้แก่สมาชิกทีม																
ความถี่	1	1	7	8	4.25	1	1	2	7	2.75	1	1	4	4	2.50		
ร้อยละ	12.50	12.50	87.50	100.00	53.13	14.29	14.29	28.57	100.00	39.29	25.00	25.00	100.00	100.00	62.50		

จากตารางที่ 4.4 พบว่าการสังเกตพฤติกรรมในครั้งที่ 1 พบว่าประเด็นในการสังเกตที่มีร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียน มากที่สุดคือข้อที่ 2 นักเรียนมีการพูดคุย พักหน้า จดบันทึกหรือแลกเปลี่ยนความเห็นต่อการอภิปราย เพื่อทำความเข้าใจรอบการทำงานและข้อที่ 10 นักเรียนมีการพูดคุยโต้แย้ง แลกเปลี่ยนข้อมูล พักหน้าหรือส่ายหน้า ในขณะที่สมาชิกทีมสนทนาในประเด็นคลุมเครือ (ในภาพรวมร้อยละ 60.00) ประเด็นในการสังเกตที่มีร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนน้อยที่สุดคือข้อที่ 19 นักเรียนพูด บอก หรือสนทนาเพื่อแสดงมุมมองของตนเองเกี่ยวกับวิธีการทำงานของสมาชิก (ในภาพรวมร้อยละ 43.18) การสังเกตพฤติกรรมในครั้งที่ 2 พบว่าประเด็นในการสังเกตที่มีร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียน มากที่สุดคือข้อที่ 2 นักเรียนมีการพูดคุย พักหน้า จดบันทึกหรือแลกเปลี่ยนความเห็นต่อการอภิปราย เพื่อทำความเข้าใจรอบการทำงาน (ในภาพรวมร้อยละ 85.00) ประเด็นในการสังเกตที่มีร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนน้อยที่สุดคือข้อที่ 21 นักเรียนพูด เสนอวิธีการที่อาจช่วยให้กระบวนการทำงานดีขึ้นให้แก่สมาชิกทีม และข้อที่ 19 นักเรียนพูด บอก หรือสนทนาเพื่อแสดงมุมมองของตนเองเกี่ยวกับวิธีการทำงานของสมาชิก (ในภาพรวมร้อยละ 39.29) และในการสังเกตพฤติกรรมในครั้งที่ 3 พบว่าประเด็นในการสังเกตที่มีร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียน มากที่สุดคือข้อที่ 8 นักเรียนพูด อ่าน หรือแสดงหลักฐานเกี่ยวกับข้อมูลของไวรัสโคโรนาที่สับสนด้วยตนเอง (ในภาพรวมร้อยละ 95.00) ประเด็นในการสังเกตที่มีร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนน้อยที่สุดคือข้อที่ 19 นักเรียนพูด บอก หรือสนทนาเพื่อแสดงมุมมองของตนเองเกี่ยวกับวิธีการทำงานของสมาชิก (ในภาพรวมร้อยละ 53.57)

2.2 ผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากการประเมินตนเองของนักเรียนระหว่างเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการประเมินตนเองที่แสดงพฤติกรรมบ่งชี้ข้อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังระหว่างที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบประเมินตนเองเป็นเป็นตอนที่ 1 และตอนที่ 2 โดยมีข้อคำถามในตอนต้นที่ 1 เป็นแบบระดับคะแนน 4 ระดับ (น้อยที่สุด น้อย มาก มากที่สุด) จำนวน 15 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นแบบเขียนตอบ จำนวน 11 ข้อ จากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 4 คน ซึ่งจะแบ่งระยะการประเมินออกเป็น 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 จะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ครั้งที่ 2 จะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 และครั้งที่ 3 จะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 แสดงรายละเอียดได้ดังนี้

2.2.1 แบบประเมินตนเองตอนที่ 1 เป็นแบบระดับคะแนน 4 ระดับ (1 หมายถึง น้อยที่สุด 2 หมายถึง น้อย 3 หมายถึง มาก และ 4 หมายถึง มากที่สุด) โดยคิดเป็นร้อยละ 25 50 75

100 ตามลำดับ จำนวนทั้งสิ้น 15 ข้อคำถาม จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อคิดเป็นร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนทั้ง 4 คนและในภาพรวม มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงระดับคะแนนการประเมินตนเองของนักเรียนและร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนทั้ง 4 คนจากแต่ละข้อคำถามทั้ง 3 ครั้ง

ร.น.	ข้อคำถาม	ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม														
		ครั้งที่ 1					ครั้งที่ 2					ครั้งที่ 3				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	ภาพรวม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	ภาพรวม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	ภาพรวม
1 ฉันและสมาชิกทีมแต่ละคนได้รับบทบาทหน้าที่ในการทำงานอย่างเหมาะสม																
ระดับ		3	4	3	4	3.50	3	3	2	4	3.00	3	4	3	4	3.50
ร้อยละ		75.00	100.00	75.00	100.00	87.50	75.00	75.00	50.00	100.00	75.00	75.00	100.00	75.00	100.00	87.50
2 ฉันรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานอย่างเพียงพอต่อการดำเนินงาน																
ระดับ		3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00
ร้อยละ		75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
3 ฉันและสมาชิกทีมได้ร่วมกันทำความเข้าใจกับรายละเอียดของบทบาทของสมาชิกทุกคนให้เข้าใจตรงกัน																
ระดับ		3	2	3	2	2.50	3	2	3	2	2.50	3	2	3	2	2.50
ร้อยละ		75.00	50.00	75.00	50.00	62.50	75.00	50.00	75.00	50.00	62.50	75.00	50.00	75.00	50.00	62.50
4 ฉันและสมาชิกทีม รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานไว้ให้สมาชิกเข้าถึงได้ง่าย																
ระดับ		2	4	2	3	2.75	3	4	2	3	3.00	3	4	2	3	3.00
ร้อยละ		50.00	100.00	50.00	75.00	68.75	75.00	100.00	50.00	75.00	75.00	75.00	100.00	50.00	75.00	75.00
5 ฉันสรุปสาระสำคัญจากการประชุมกลุ่มย่อยเกี่ยวกับการทำงานของทีมได้																
ระดับ		3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00
ร้อยละ		75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
6 สมาชิกทีมได้ร่วมการพิจารณาประเด็นที่ฉันเสนอในระหว่างการอภิปราย																
ระดับ		3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00	3	3	3	3	3.00
ร้อยละ		75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
7 หลังการอภิปรายหัวข้อของบทเรียน ฉันและสมาชิกทีมได้พูดคุย เพื่อหาสาเหตุสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น																
ระดับ		2	3	2	2	2.25	2	4	2	2	2.50	2	4	2	2	2.50
ร้อยละ		50.00	75.00	50.00	50.00	56.25	50.00	100.00	50.00	50.00	62.50	50.00	100.00	50.00	50.00	62.50

ร.น.	ข้อคำถาม	ร้อยละการแสดงผลออกของพฤติกรรม																	
		ครั้งที่ 1					ภาพรวม	ครั้งที่ 2					ภาพรวม	ครั้งที่ 3					ภาพรวม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 1		คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 1	คนที่ 2		คนที่ 3	คนที่ 4				
8	ฉันสามารถอธิบายความสำคัญของการทราบข้อมูลเกี่ยวกับไวรัสโคโรนาในชีวิตประจำวันของฉันได้																		
ระดับ	3	2	3	4	3.00	3	2	3	4	3.00	3	2	3	4	3.00				
ร้อยละ	75.00	50.00	75.00	100.00	75.00	75.00	50.00	75.00	100.00	75.00	75.00	50.00	75.00	100.00	75.00				
9	ฉันสามารถอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับไวรัสโคโรนาและให้ข้อสรุปได้																		
ระดับ	2	3	3	3	2.75	2	3	3	3	2.75	2	3	3	3	2.75				
ร้อยละ	50.00	75.00	75.00	75.00	68.75	50.00	75.00	75.00	75.00	68.75	50.00	75.00	75.00	75.00	68.75				
10	ฉันเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การทำงานของกิจกรรมในชั้นเรียน																		
ระดับ	2	2	3	2	2.25	2	2	3	2	2.25	2	2	3	2	2.25				
ร้อยละ	50.00	50.00	75.00	50.00	56.25	50.00	50.00	75.00	50.00	56.25	50.00	50.00	75.00	50.00	56.25				
11	ฉันสามารถอธิบายภาพรวมของผลการดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนได้																		
ระดับ	2	3	3	2	2.50	2	3	3	2	2.50	2	3	3	2	2.50				
ร้อยละ	50.00	75.00	75.00	50.00	62.50	50.00	75.00	75.00	50.00	62.50	50.00	75.00	75.00	50.00	62.50				
12	กิจกรรมในชั้นเรียน ทำให้ฉันเข้าใจและมีประสบการณ์ในการทำงานสอดคล้องกับชีวิตจริง																		
ระดับ	3	2	3	3	2.75	3	2	2	3	2.50	3	2	3	3	2.75				
ร้อยละ	75.00	50.00	75.00	75.00	68.75	75.00	50.00	50.00	75.00	62.50	75.00	50.00	75.00	75.00	68.75				
13	ฉันยินดีรับผิดชอบภาระงานตามรูปแบบที่ตกลงกับสมาชิกในทีม แม้ว่าฉันจะไม่มีประสบการณ์สอดคล้องกับรูปแบบของงานที่ได้รับมอบหมาย																		
ระดับ	3	3	3	3	3.00	3	3	3	4	3.25	3	3	3	4	3.25				
ร้อยละ	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	100.00	81.25	75.00	75.00	75.00	100.00	81.25				
14	ฉันสามารถปรับวิธีการทำงานของตนเองให้เหมาะสมเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้																		
ระดับ	3	3	3	3	3.00	3	3	3	4	3.25	3	3	3	4	3.25				
ร้อยละ	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	100.00	81.25	75.00	75.00	75.00	100.00	81.25				
15	ฉันสามารถให้คะแนนผลการดำเนินงานได้ตรงกับความเป็นจริง																		
ระดับ	3	4	3	3	3.25	3	3	3	3	3.00	3	4	3	3	3.25				
ร้อยละ	75.00	100.00	75.00	75.00	81.25	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	100.00	75.00	75.00	81.25				

จากตารางที่ 4.5 พบว่าร้อยละการแสดงผลการออกพฤติกรรมจากการประเมินตนเองของนักเรียน ในตอนที่ 1 สามารถแสดงผลร้อยละของการประเมินตนเองมากที่สุดและน้อยที่สุดในแต่ละครั้งได้ดังต่อไปนี้คือ ครั้งที่ 1 ร้อยละการแสดงผลการออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่มากที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 1 ฉันทและสมาชิกทีมแต่ละคนได้รับบทบาทหน้าที่ในการทำงานอย่างเหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 87.50 ร้อยละการแสดงผลการออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่น้อยที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 7 หลังการอภิปรายหัวข้อของบทเรียน ฉันทและสมาชิกทีมได้พูดคุย เพื่อหาสาเหตุสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น และข้อคำถามข้อที่ 10 ฉันทเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การทำงานของกิจกรรมในชั้นเรียน คิดเป็นร้อยละ 56.25 ครั้งที่ 2 ร้อยละการแสดงผลการออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่มากที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 13 ฉันทยินดีรับผิดชอบภาระงานตามรูปแบบที่ตกลงกับสมาชิกในทีม แม้ว่าจะไม่มีประสบการณ์สอดคล้องกับรูปแบบของงานที่ได้รับมอบหมาย และข้อคำถามข้อที่ 14 ฉันทสามารถปรับวิธีการทำงานของตนเองให้เหมาะสมเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ คิดเป็นร้อยละ 81.25 ร้อยละการแสดงผลการออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่น้อยที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 10 ฉันทเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การทำงานของกิจกรรมในชั้นเรียน คิดเป็นร้อยละ 56.25 นอกจากนี้ในครั้งที่ 3 ร้อยละการแสดงผลการออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่มากที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 1 ฉันทและสมาชิกทีมแต่ละคนได้รับบทบาทหน้าที่ในการทำงานอย่างเหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 87.50 และร้อยละการแสดงผลการออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่น้อยที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 10 ฉันทเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การทำงานของกิจกรรมในชั้นเรียนคิดเป็นร้อยละ 56.25

2.2.2 แบบประเมินตนเองตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามแบบตอบอย่างสั้น จำนวน 11 ข้อคำถาม จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อคิดเป็นร้อยละการแสดงผลการออกพฤติกรรมของนักเรียนจากการตอบคำถามทั้งสิ้น 3 ครั้งของนักเรียนทั้ง 4 คน มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงคะแนนการตอบคำถามของนักเรียนและร้อยละการแสดงผลการออกพฤติกรรมของนักเรียนทั้ง 4 คนจากแต่ละข้อคำถาม ทั้งสิ้น 3 ครั้ง

ข้อคำถาม	ร้อยละการแสดงผลการออกของพฤติกรรม														
	ครั้งที่ 1					ครั้งที่ 2					ครั้งที่ 3				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	ภาพรวม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	ภาพรวม	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	ภาพรวม
1 จากการอภิปรายในชั้นเรียน อุปสรรคเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่องไวรัสโคโรนาของคนทั่วไปมีอะไรบ้าง															
คะแนน	1	2	2	2	1.75	1	2	2	2	1.75	1	2	2	2	1.75
ร้อยละ	50.00	100.00	100.00	100.00	87.50	50.00	100.00	100.00	100.00	87.50	50.00	100.00	100.00	100.00	87.50

ร.ร.	ชื่อคำถาม	ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม																	
		ครั้งที่ 1					ภาพรวม	ครั้งที่ 2					ภาพรวม	ครั้งที่ 3					ภาพรวม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 1		คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 1	คนที่ 2		คนที่ 3	คนที่ 4				
2 ระหว่างดำเนินงานนักเรียนได้ใช้เครื่องมือหรือแอปพลิเคชันใดในการเก็บบันทึกข้อมูลส่วนกลางของทีม																			
คะแนน	3	3	2	1	2.25	3	3	2	1	2.25	3	3	2	1	2.25				
ร้อยละ	100.00	100.00	66.67	33.33	75.00	100.00	100.00	66.67	33.33	75.00	100.00	100.00	66.67	33.33	75.00				
3 กลุ่มของนักเรียนได้มีการอภิปรายการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาในประเด็นใดบ้าง และได้ข้อสรุปอย่างไร																			
คะแนน	2	3	2	2	2.25	2	4	2	2	2.50	2	4	2	2	2.50				
ร้อยละ	66.67	100.00	66.67	66.67	75.00	50.00	100.00	50.00	50.00	62.50	50.00	100.00	50.00	50.00	62.50				
4 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่นักเรียนได้เสนอให้แก่สมาชิกมีอะไรบ้าง																			
คะแนน	3	1	3	5	3.00	4	1	3	5	3.25	4	1	3	5	3.25				
ร้อยละ	60.00	20.00	60.00	100.00	60.00	80.00	20.00	60.00	100.00	65.00	80.00	20.00	60.00	100.00	65.00				
5 ปัญหาสำคัญเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่องไวรัสโคโรนาของคนทั่วไปคืออะไร																			
คะแนน	2	2	2	2	2.00	2	2	2	2	2.00	2	2	2	2	2.00				
ร้อยละ	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00				
6 ปัญหาของสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างไร																			
คะแนน	2	2	2	2	2.00	2	2	2	2	2.00	2	2	2	2	2.00				
ร้อยละ	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00				
7 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านใดบ้างที่ช่วยให้นักเรียนอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับไวรัสโคโรนาได้ชัดเจนมากขึ้น																			
คะแนน	1	1	2	1	1.25	1	1	2	1	1.25	1	1	2	1	1.25				
ร้อยละ	50.00	50.00	100.00	50.00	62.50	50.00	50.00	100.00	50.00	62.50	50.00	50.00	100.00	50.00	62.50				
8 กิจกรรมในชั้นเรียนนี้มีวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานอย่างไร																			
คะแนน	2	2	2	3	2.25	2	2	2	3	2.25	2	2	2	3	2.25				
ร้อยละ	66.67	66.67	66.67	100.00	75.00	66.67	66.67	66.67	100.00	75.00	66.67	66.67	66.67	100.00	75.00				
9 ผลลัพธ์ในการดำเนินงานให้สำเร็จของกิจกรรมในชั้นเรียนนี้คืออะไร																			
คะแนน	1	1	1	3	1.50	1	1	1	3	1.50	1	1	1	3	1.50				
ร้อยละ	33.33	33.33	33.33	100.00	50.00	33.33	33.33	33.33	100.00	50.00	33.33	33.33	33.33	100.00	50.00				
10 นักเรียนสามารถนำประสบการณ์ที่ได้ในชั้นเรียน มาปรับใช้กับชีวิตประจำวันได้อย่างไร																			

ร.ร.	ข้อคำถาม	ร้อยละการแสดงผลการออกของพฤติกรรม															
		ครั้งที่ 1					ภาพรวม	ครั้งที่ 2				ภาพรวม	ครั้งที่ 3				ภาพรวม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 1		คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 1		คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4		
คะแนน	4	1	2	3	2.50	4	1	2	4	2.75	4	1	2	4	2.75		
ร้อยละ	100.00	25.00	50.00	75.00	62.50	100.00	25.00	50.00	100.00	68.75	100.00	25.00	50.00	100.00	68.75		

11 ถ้านักเรียนให้คะแนนผลการดำเนินงานในครั้งนี้ คะแนนเต็ม 10 คะแนน นักเรียนจะให้คะแนนเท่าไร และจากคะแนนที่ให้นักเรียนพิจารณาจากอะไรบ้าง

คะแนน	5	5	6	7	5.75	5	5	7	8	6.25	6	5	8	8	6.75
ร้อยละ	50.00	50.00	60.00	70.00	57.50	50.00	50.00	70.00	80.00	62.50	60.00	50.00	80.00	80.00	67.50

จากตารางที่ 4.6 พบว่าร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมจากการประเมินโดยการตอบคำถามของนักเรียนในตอนต้นที่ 2 สามารถแสดงผลร้อยละของคะแนนการตอบคำถามที่มากที่สุดและน้อยที่สุดในแต่ละครั้งได้ดังต่อไปนี้คือ ครั้งที่ 1 ร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่มากที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 5 ปัญหาสำคัญเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่องไวรัสโคโรนาของคนทั่วไปคืออะไรและข้อคำถามข้อที่ 6 ปัญหาของสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างไร คิดเป็นร้อยละ 100 ร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่น้อยที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 9 ผลลัพธ์ในการดำเนินงานให้สำเร็จของกิจกรรมในชั้นเรียนนี้คืออะไร คิดเป็นร้อยละ 50.00 ครั้งที่ 2 ร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่มากที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 5 ปัญหาสำคัญเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่องไวรัสโคโรนาของคนทั่วไปคืออะไรและข้อคำถามข้อที่ 6 ปัญหาของสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างไร คิดเป็นร้อยละ 100 ร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่น้อยที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 9 ผลลัพธ์ในการดำเนินงานให้สำเร็จของกิจกรรมในชั้นเรียนนี้คืออะไร คิดเป็นร้อยละ 50.00 และครั้งที่ 3 ร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่มากที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 5 ปัญหาสำคัญเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่องไวรัสโคโรนาของคนทั่วไปคืออะไรและข้อคำถามข้อที่ 6 ปัญหาของสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างไร คิดเป็นร้อยละ 100 ร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวมที่น้อยที่สุดคือข้อคำถามข้อที่ 9 ผลลัพธ์ในการดำเนินงานให้สำเร็จของกิจกรรมในชั้นเรียนนี้คืออะไร คิดเป็นร้อยละ 50.00

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มเป้าหมายในการเก็บข้อมูลแบบสุ่ม 1 กลุ่มในชั้นเรียน มีสมาชิกในทีมรวม 4 คน โดยแบ่งประเด็นย่อยในการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ประเด็นคือ 2.3.1 พิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ที่วัดด้วยแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง แบบประเมินตนเองตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ประเด็นที่ 2.3.2 พิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากตัวบ่งชี้ในภาพรวม และประเด็นที่ 2.3.3 พิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในรายองค์ประกอบ จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง ได้แก่ครั้งที่ 1 จะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ครั้งที่ 2 จะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 และครั้งที่ 3 จะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 พิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ที่วัดด้วยแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง แบบประเมินตนเองตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ซึ่งการวิเคราะห์ในประเด็นนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเป็นร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม จากการวิเคราะห์ประเด็นพิจารณารายเครื่องมือตามแบบแผนการประเมินองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในแต่ละประเด็นพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังแบบประเมินตนเองตอนที่ 1 และตอนที่ 2 จากการประเมินทั้ง 3 ครั้ง

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้ที่	เครื่องมือ	ชุดข้อ	ร้อยละของพฤติกรรมที่แสดงออกในภาพรวม		
				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1. ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก (A1)						
	1.1 มีปฏิสัมพันธ์ในการอภิปรายภาระกิจของสมาชิกทีมตามความถนัด	แบบสังเกต	1	56.82	70.83	79.17

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้ที่	เครื่องมือ	ข้อที่	ร้อยละของพฤติกรรม ที่แสดงออกในภาพรวม		
				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
	1.2 เสนอบทบาทหน้าที่ในการทำงานตามความ ถนัดของสมาชิกทีม	แบบประเมิน ตอนที่ 1	1	87.50	75.00	87.50
	1.3 แบ่งปันข้อมูลจากการสืบค้นเพื่อรวบรวม สารสนเทศ	แบบประเมิน ตอนที่ 1	2	75.00	75.00	75.00
		แบบประเมิน ตอนที่ 2	1	87.50	87.50	87.50
2. ค้นพบกลยุทธ์ในการทำงานร่วมกัน (A2)						
	2.1 มีการอภิปรายแจกแจงรายละเอียดของภาระ งานในแต่ละบทบาทหน้าที่	แบบประเมิน ตอนที่ 1	3	62.50	62.50	62.50
	2.2 มีการตกลงกันเกี่ยวกับการเข้าถึงข้อมูล สารสนเทศ และทรัพยากรส่วนกลางของทีม	แบบประเมิน ตอนที่ 1	4	68.75	75.00	75.00
		แบบประเมิน ตอนที่ 2	2	75.00	75.00	75.00
	2.3 ระบุสาระสำคัญจากการประชุมที่เกี่ยวข้อง กับปัญหาและการดำเนินงานได้	แบบประเมิน ตอนที่ 1	5	75.00	75.00	75.00
		แบบประเมิน ตอนที่ 2	3	75.00	62.50	62.50
3. เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (A3)						
	3.1 มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกทีมระหว่าง การดำเนินงานในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการ กิจ	แบบสังเกต	2	60.00	85.00	88.64
	3.2 มีการแลกเปลี่ยน เสนอแนวคิดของตนเองใน ระหว่างการอภิปราย	แบบประเมิน ตอนที่ 1	6	75.00	75.00	75.00
		แบบประเมิน ตอนที่ 2	4	60.00	65.00	65.00
	3.3 สามารถสร้างตัวแทนสาเหตุของปัญหาที่ได้ จากการอภิปราย	แบบประเมิน ตอนที่ 1	7	56.25	62.50	62.50
		แบบประเมิน ตอนที่ 2	5	100.00	100.00	100.00

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้ที่	เครื่องมือ	ข้อที่	ร้อยละของพฤติกรรม ที่แสดงออกในภาพรวม		
				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
4. สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1)						
	4.1 แสดงหลักฐานอ้างอิงในการเสนอข้อมูล ปัญหาขณะทำการอภิปราย	แบบสังเกต	3	55.00	54.17	84.09
	4.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานกับ ชีวิตประจำวันได้	แบบประเมิน ตอนที่ 1	8	75.00	75.00	75.00
		แบบประเมิน ตอนที่ 2	6	100.00	100.00	100.00
	4.3 อธิบายเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันด้วย หลักการทางวิทยาศาสตร์	แบบประเมิน ตอนที่ 1	9	68.75	68.75	68.75
		แบบประเมิน ตอนที่ 2	7	62.50	62.50	62.50
5. ระบุและอธิบายเป้าหมายของการดำเนินงานให้สำเร็จ (B2)						
	5.1 อธิบายวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานได้	แบบประเมิน ตอนที่ 1	10	56.25	56.25	56.25
		แบบประเมิน ตอนที่ 2	8	75.00	75.00	75.00
	5.2 แสดงตัวแทนของอุปสรรคในการทำงานได้	แบบประเมิน ตอนที่ 1	11	62.50	62.50	62.50
		แบบประเมิน ตอนที่ 2	9	50.00	50.00	50.00
	5.3 มีปฏิสัมพันธ์ในการสร้างเงื่อนไขข้อตกลงเพื่อ ดำเนินงาน	แบบประเมิน ตอนที่ 1	12	68.75	62.50	68.75
		แบบประเมิน ตอนที่ 2	10	62.50	68.75	68.75
6. จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (B3)						
	6.1 เจรจาต่อรองแลกเปลี่ยนเงื่อนไขข้อตกลงจน สามารถหาผู้นำในการะงานย่อยได้	แบบสังเกต	4	53.57	59.09	77.08
	6.2 เจรจาต่อรองแลกเปลี่ยนเงื่อนไขข้อตกลงจน	แบบสังเกต	5	45.83	52.50	86.37

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้ที่	เครื่องมือ	ข้อที่	ร้อยละของพฤติกรรม ที่แสดงออกในภาพรวม		
				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สามารถลงข้อสรุปได้						
	6.3 รับผิดชอบต่อข้อตกลงที่ร่วมกันสร้าง	แบบสังเกต	6	50.00	75.00	88.64
7. มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม (C1)						
	7.1 มีปฏิสัมพันธ์ในการอภิปรายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงาน	แบบสังเกต	7	54.17	62.50	76.79
	7.2 มีส่วนร่วมในการประเมินและคัดกรองข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงาน	แบบสังเกต	8	46.67	66.67	95.00
	7.3 มีส่วนร่วมในการอภิปรายพิจารณาตรวจสอบข้อมูลของสมาชิกทีมในแต่ละคน	แบบสังเกต	9	55.77	60.72	69.64
8. มีกลวิธีในการทำงาน (C2)						
	8.1 มีปฏิสัมพันธ์ต่อการอภิปรายประเด็นกลุ่มเครื่องมือร่วมกับสมาชิกทีม	แบบสังเกต	10	60.00	59.38	73.22
	8.2 ยอมรับมติข้อสรุปของสมาชิก และสามารถปฏิบัติได้	แบบสังเกต	11	52.27	52.50	78.57
	8.3 เลือกวิธีการดำเนินงานในรูปแบบของตนเองที่สอดคล้องกับมติของสมาชิกทีม	แบบประเมินตอนที่ 1	13	75.00	81.25	81.25
9. ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (C3)						
	9.1 มีร่องรอยของการบันทึกเหตุการณ์ขณะดำเนินงาน	แบบสังเกต	12	50.00	50.00	73.22
	9.2 เจรจากับสมาชิกทีมที่ขาดปฏิสัมพันธ์ขณะดำเนินงาน	แบบสังเกต	13	54.55	50.00	75.00
	9.3 แสดงวิธีการทำงานในรูปแบบของตนเองที่สอดคล้องกับพันธกิจของทีม	แบบประเมินตอนที่ 1	14	75.00	81.25	81.25
10. อภิปรายผลการปฏิบัติงานร่วมกัน (D1)						
	10.1 ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่เชื่อถือได้ในขณะปฏิบัติงาน	แบบสังเกต	14	56.25	57.14	76.79
	10.2 เสนอประเด็นพิจารณาเมื่อมีปัจจัยที่ส่งผลที่แผนการดำเนินงาน	แบบสังเกต	15	57.50	71.43	81.25

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้ที่	เครื่องมือ	ข้อ	ร้อยละของพฤติกรรม ที่แสดงออกในภาพรวม		
				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
	10.3 ปรับรูปแบบการตอบสนองต่อเหตุการณ์ ผิดปกติดำเนินการข้อสรุปของทีม	แบบสังเกต	16	59.38	53.57	80.77
11. ติดตามและประเมินกลวิธีในการดำเนินงาน (D2)						
	11.1 แสดงพฤติกรรมที่ขัดแย้งกับความเคยชิน ของตนเองตามมติของทีม	แบบสังเกต	17	52.50	60.72	90.91
	11.2 สามารถปรับมุมมองต่อการทำงานที่ไม่ คุ้นเคยได้	แบบสังเกต	18	54.17	50.00	77.78
	11.3 เสนอทางเลือกในการปรับวิธีการทำงาน	แบบประเมิน ตอนที่ 1	15	81.25	75.00	81.25
		แบบประเมิน ตอนที่ 2	11	57.50	62.50	67.50
12. ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3)						
	12.1 แก้ไขข้อโต้แย้งด้วยการเจรจาเพื่อหา ข้อสรุปร่วมกัน	แบบสังเกต	19	43.18	39.29	53.57
	12.2 แสดงความคิดเห็นส่วนตัวที่มีต่อการ ดำเนินงาน	แบบสังเกต	20	58.34	42.86	55.00
	12.3 อภิปรายผลการดำเนินงานเพื่อค้นหาแนว ทางการดำเนินงานที่ดีขึ้น	แบบสังเกต	21	53.13	39.29	62.50

จากตารางที่ 4.7 พบว่าร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในแต่ละประเด็น พิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากแบบสังเกต แบบประเมินตนเองตอนที่ 1 และตอนที่ 2 มีประเด็นพิจารณาที่มีร้อยละของการแสดงพฤติกรรมมากที่สุดและน้อยที่สุดในแต่ละครั้ง มีรายละเอียดดังนี้คือครั้งที่ 1 ประเด็นพิจารณาที่มีร้อยละของการแสดงพฤติกรรมมากที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 3 เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (A3) ประเด็นพิจารณาข้อที่ 3.3 สามารถสร้าง ตัวแทนสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการอภิปรายจากแบบประเมินตนเองตอนที่ 2 (ข้อ 5) และ องค์ประกอบที่ 4 สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1) ประเด็นพิจารณาข้อที่ 4.2 เชื่อมโยง วัตถุประสงค์ของการดำเนินงานกับชีวิตประจำวันได้ จากแบบประเมินตอนที่ 2 (ข้อ 6) คิดเป็นร้อยละ 100 ประเด็นพิจารณาที่มีร้อยละของการแสดงพฤติกรรมน้อยที่สุดคือองค์ประกอบที่ 12 ติดตามและ

ให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3) ประเด็นพิจารณาที่ 12.1 แก้ไขข้อโต้แย้งด้วยการเจรจาเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน จากแบบสังเกต (ข้อ 19) คิดเป็นร้อยละ 43.18 ครั้งที่ 2 ประเด็นพิจารณาที่มีร้อยละของการแสดงพฤติกรรมมากที่สุดคือองค์ประกอบที่ 3 เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (A3) ประเด็นพิจารณาข้อที่ 3.3 สามารถสร้างตัวแทนสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการอภิปรายจากแบบประเมินตนเองตอนที่ 2 (ข้อ 5) และองค์ประกอบที่ 4 สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1) ประเด็นพิจารณาข้อที่ 4.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานกับชีวิตประจำวันได้จากแบบประเมินตอนที่ 2 (ข้อ 6) คิดเป็นร้อยละ 100 ประเด็นพิจารณาที่มีร้อยละของการแสดงพฤติกรรมน้อยที่สุดคือองค์ประกอบที่ 12 ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3) ประเด็นพิจารณาที่ 12.1 แก้ไขข้อโต้แย้งด้วยการเจรจาเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน จากแบบสังเกต (ข้อ 19 และ ข้อ 21) คิดเป็นร้อยละ 39.29 นอกจากนี้ในครั้งที่ 3 ประเด็นพิจารณาที่มีร้อยละของการแสดงพฤติกรรมมากที่สุดคือองค์ประกอบที่ 3 เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (A3) ประเด็นพิจารณาข้อที่ 3.3 สามารถสร้างตัวแทนสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการอภิปรายจากแบบประเมินตนเองตอนที่ 2 (ข้อ 5) และองค์ประกอบที่ 4 สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1) ประเด็นพิจารณาข้อที่ 4.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานกับชีวิตประจำวันได้จากแบบประเมินตอนที่ 2 (ข้อ 6) คิดเป็นร้อยละ 100 ประเด็นพิจารณาที่มีร้อยละของการแสดงพฤติกรรมน้อยที่สุดคือองค์ประกอบที่ 5 ระบุและอธิบายเป้าหมายของการดำเนินงานให้สำเร็จ (B2) ประเด็นพิจารณาข้อที่ 5.2 แสดงตัวแทนของอุปสรรคในการทำงานได้จากแบบประเมินตนเองตอนที่ 2 (ข้อ 9) คิดเป็นร้อยละ 50.00

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเป็นร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม จากการวิเคราะห์ประเด็นพิจารณารายเครื่องมือตามแบบแผนการประเมินองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสามารถพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีการแสดงออกพฤติกรรมมากในองค์ประกอบที่ 3 เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (A3) ประเด็นพิจารณาข้อที่ 3.3 สามารถสร้างตัวแทนสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการอภิปรายจากแบบประเมินตนเองตอนที่ 2 (ข้อ 5) และองค์ประกอบที่ 4 สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1) ประเด็นพิจารณาข้อที่ 4.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานกับชีวิตประจำวันได้จากแบบประเมินตอนที่ 2 (ข้อ 6) ทั้ง 3 ครั้ง ในขณะที่ผลการวัดในครั้งที่ 2 องค์ประกอบที่ 12 ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3) ประเด็นพิจารณาที่ 12.1 แก้ไขข้อโต้แย้งด้วยการเจรจาเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน จากแบบสังเกต (ข้อ 19 และ ข้อ 21) เป็นประเด็นพิจารณาที่มีร้อยละของการแสดงพฤติกรรมน้อยที่สุด

2.3.2 พิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากตัวบ่งชี้ในภาพรวม ซึ่งการวิเคราะห์ในประเด็นนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเป็นร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม จากการวิเคราะห์ประเด็นพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นรายข้อจากการวัดทั้ง 3 ครั้งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในแต่ละประเด็นพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในภาพรวมทั้ง 3 ครั้ง

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้ที่	ร้อยละของพฤติกรรม ที่แสดงออกในภาพรวม		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1. ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก (A1)				
	1.1 มีปฏิสัมพันธ์ในการอภิปรายภาระกิจของสมาชิกทีมตามความถนัด	56.82	70.83	79.17
	1.2 เสนอบทบาทหน้าที่ในการทำงานตามความถนัดของสมาชิกทีม	87.50	75.00	87.50
	1.3 แบ่งปันข้อมูลจากการสืบค้นเพื่อรวบรวมสารสนเทศ	81.25	81.25	81.25
2. ค้นพบกลยุทธ์ในการทำงานร่วมกัน (A2)				
	2.1 มีการอภิปรายแจกแจงรายละเอียดของภาระงานในแต่ละบทบาทหน้าที่	62.50	62.50	62.50
	2.2 มีการตกลงกันเกี่ยวกับการเข้าถึงข้อมูล สารสนเทศ และทรัพยากรส่วนกลางของทีม	71.88	75.00	75.00
	2.3 ระบุสาระสำคัญจากการประชุมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและการดำเนินงานได้	75.00	68.75	68.75
3. เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (A3)				
	3.1 มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกทีมระหว่างการทำงานในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับภารกิจ	60.00	85.00	88.64
	3.2 มีการแลกเปลี่ยนความเห็นของตนเองในระหว่างการทำงาน	67.50	70.00	70.00
	3.3 สามารถสร้างตัวแทนสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการอภิปราย	78.13	81.25	81.25
4. สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1)				
	4.1 แสดงหลักฐานอ้างอิงในการเสนอข้อมูลปัญหาขณะทำการอภิปราย	55.00	54.17	84.09
	4.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานกับชีวิตประจำวันได้	87.50	87.50	87.50

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้ที่	ร้อยละของพฤติกรรม ที่แสดงออกในภาพรวม		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
	4.3 อธิบายเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์	65.63	65.63	65.63
5. ระบุและอธิบายเป้าหมายของการดำเนินงานให้สำเร็จ (B2)				
	5.1 อธิบายวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานได้	65.63	65.63	65.63
	5.2 แสดงตัวแทนของอุปสรรคในการทำงานได้	56.25	56.25	56.25
	5.3 มีปฏิสัมพันธ์ในการสร้างเงื่อนไขข้อตกลงเพื่อดำเนินงาน	65.63	65.63	68.75
6. จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (B3)				
	6.1 เจรจาต่อรองแลกเปลี่ยนเงื่อนไขข้อตกลงจนสามารถหาผู้นำในการะ งานย่อยได้	53.57	59.09	77.08
	6.2 เจรจาต่อรองแลกเปลี่ยนเงื่อนไขข้อตกลงจนสามารถลงข้อสรุปได้	45.83	52.50	86.37
	6.3 รับผิดชอบต่อข้อตกลงที่ร่วมกันสร้าง	50.00	75.00	88.64
7. มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม (C1)				
	7.1 มีปฏิสัมพันธ์ในการอภิปรายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงาน	54.17	62.50	76.79
	7.2 มีส่วนร่วมในการประเมินและคัดกรองข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงาน	46.67	66.67	95.00
	7.3 มีส่วนร่วมในการอภิปรายพิจารณาตรวจสอบข้อมูลของสมาชิกทีมในแต่ ละคน	55.77	60.72	69.64
8. มีกลวิธีในการทำงาน (C2)				
	8.1 มีปฏิสัมพันธ์ต่อการอภิปรายประเด็นคลุมเครือร่วมกับสมาชิกทีม	60.00	59.38	73.22
	8.2 ยอมรับมติข้อสรุปของสมาชิก และสามารถปฏิบัติได้	52.27	52.50	78.57
	8.3 เลือกวิธีการดำเนินงานในรูปแบบของตนเองที่สอดคล้องกับมติของ สมาชิกทีม	75.00	81.25	81.25
9. ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (C3)				
	9.1 มีร่องรอยของการบันทึกเหตุการณ์ขณะดำเนินงาน	50.00	50.00	73.22
	9.2 เจรจากับสมาชิกทีมที่ขาดปฏิสัมพันธ์ขณะดำเนินงาน	54.55	50.00	75.00
	9.3 แสดงวิธีการทำงานในรูปแบบของตนเองที่สอดคล้องกับพันธกิจของทีม	75.00	81.25	81.25
10. อภิปรายผลการปฏิบัติงานร่วมกัน (D1)				
	10.1 ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่เชื่อถือได้ในขณะปฏิบัติงาน	56.25	57.14	76.79
	10.2 เสนอประเด็นพิจารณาเมื่อมีปัจจัยที่ส่งผลที่แผนการดำเนินงาน	57.50	71.43	81.25

องค์ประกอบที่	ตัวบ่งชี้ที่	ร้อยละของพฤติกรรม ที่แสดงออกในภาพรวม		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
	10.3 ปรับรูปแบบการตอบสนองต่อเหตุการณ์ผิดปกติตามข้อสรุปของทีม	59.38	53.57	80.77
11. ติดตามและประเมินกลวิธีในการดำเนินงาน (D2)				
	11.1 แสดงพฤติกรรมที่ขัดแย้งกับความเคยชินของตนเองตามมติของทีม	52.50	60.72	90.91
	11.2 สามารถปรับมุมมองต่อการทำงานที่ไม่คุ้นเคยได้	54.17	50.00	77.78
	11.3 เสนอทางเลือกในการปรับวิธีการทำงาน	69.38	68.75	74.38
12. ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3)				
	12.1 แก้ไขข้อโต้แย้งด้วยการเจรจาเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน	43.18	39.29	53.57
	12.2 แสดงความคิดเห็นส่วนตัวที่มีต่อการดำเนินงาน	58.34	42.86	55.00
	12.3 อภิปรายผลการดำเนินงานเพื่อค้นหาแนวทางการดำเนินงานที่ดีขึ้น	53.13	39.29	62.50

จากตารางที่ 4.8 พบว่าเมื่อพิจารณาร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในแต่ละประเด็น พิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ผลการวิเคราะห์โดยรวมในแต่ละเครื่องมือแสดงให้เห็นร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมตามประเด็นพิจารณาในภาพรวมทั้ง 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้คือ ครั้งที่ 1 ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในประเด็นพิจารณาที่มีค่ามากที่สุดคือ ประเด็นพิจารณาที่ 1.2 เสนอบทบาทหน้าที่ในการทำงานตามความถนัดของสมาชิกทีม ขององค์ประกอบที่ 1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก (A1) และประเด็นพิจารณาที่ 4.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานกับชีวิตประจำวันได้ ขององค์ประกอบที่ 4 สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1) คิดเป็นร้อยละ 87.50 ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในประเด็นพิจารณาที่มีค่าน้อยที่สุดคือ ประเด็นพิจารณาที่ 12.1 แก้ไขข้อโต้แย้งด้วยการเจรจาเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน ขององค์ประกอบที่ 12 ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3) คิดเป็นร้อยละ 43.18 ครั้งที่ 2 ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในประเด็นพิจารณาที่มีค่ามากที่สุดคือ ประเด็นพิจารณาที่ 4.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานกับชีวิตประจำวันได้ ขององค์ประกอบที่ 4 สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1) คิดเป็นร้อยละ 87.50 ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในประเด็นพิจารณาที่มีค่าน้อยที่สุดคือ ประเด็นพิจารณาที่ 12.1 แก้ไขข้อโต้แย้งด้วยการเจรจาเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน และประเด็นพิจารณาที่ 12.3 อภิปรายผลการดำเนินงานเพื่อค้นหาแนวทางการดำเนินงานที่ดีขึ้น ขององค์ประกอบที่ 12 ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3) คิดเป็นร้อยละ 39.29 และครั้งที่ 3 ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม

ในประเด็นพิจารณาที่มีความมากที่สุดคือ ประเด็นพิจารณาที่ 7.2 มีส่วนร่วมในการประเมินและคัดกรองข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงาน ขององค์ประกอบที่ 7 มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม (C1) คิดเป็นร้อยละ 95.00 ร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในประเด็นพิจารณาที่มีค่าน้อยที่สุดคือ ประเด็นพิจารณาที่ 12.1 แก้ไขข้อโต้แย้งด้วยการเจรจาเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน ขององค์ประกอบที่ 12 ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3) คิดเป็นร้อยละ 53.57

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเป็นร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม จากการวิเคราะห์ประเด็นพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าหลังจากนักเรียนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการแล้ว ประเด็นพิจารณาที่ 7.2 มีส่วนร่วมในการประเมินและคัดกรองข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาระงาน ขององค์ประกอบที่ 7 มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม (C1) มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมสูงที่สุดในขณะที่ ประเด็นพิจารณาที่ 12.1 แก้ไขข้อโต้แย้งด้วยการเจรจาเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน ขององค์ประกอบที่ 12 ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3) มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมน้อยที่สุดทั้ง 3 ครั้งหลังจากนักเรียนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

2.3.3 พิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในรายองค์ประกอบ ซึ่งการวิเคราะห์ในประเด็นนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์องค์ประกอบรายข้อของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนจากกลุ่มเป้าหมาย จากการวัดทั้ง 3 ครั้งสามารถแสดงได้ในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในรายองค์ประกอบจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง

องค์ประกอบที่	ร้อยละของพฤติกรรมที่แสดงออกในภาพรวม		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1. ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก (A1)	75.19	75.69	82.64
2. ค้นพบกลยุทธ์ในการทำงานร่วมกัน (A2)	69.79	68.75	68.75
3. เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (A3)	68.54	78.75	79.96
4. สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (B1)	69.38	69.10	79.07
5. ระบุและอธิบายเป้าหมายของการดำเนินงานให้สำเร็จ (B2)	62.50	62.50	63.54

องค์ประกอบที่	ร้อยละของพฤติกรรมที่ แสดงออกในภาพรวม		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
6. จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (B3)	49.80	62.20	84.03
7. มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม (C1)	52.20	63.29	80.48
8. มีกลวิธีในการทำงาน (C2)	62.42	64.38	77.68
9. ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (C3)	59.85	60.42	76.49
10. อภิปรายผลการปฏิบัติงานร่วมกัน (D1)	57.71	60.72	79.60
11. ติดตามและประเมินกลวิธีในการดำเนินงาน (D2)	58.68	59.82	81.02
12. ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3)	51.55	40.48	57.02

จากตารางที่ 4.9 พบว่าเมื่อพิจารณาร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง มีผลการวิเคราะห์ในแต่ละประเด็นพิจารณา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากการวัดทั้ง 3 ครั้งนั้นได้ผลดังนี้คือ ครั้งที่ 1 องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมมากที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก (A1) คิดเป็นร้อยละ 75.19 องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 6 จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (B3) คิดเป็นร้อยละ 49.80 ครั้งที่ 2 องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมมากที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 3 เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (A3) คิดเป็นร้อยละ 78.75 องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 12 ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3) คิดเป็นร้อยละ 40.48 และครั้งที่ 3 องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมมากที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 6. จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (B3) คิดเป็นร้อยละ 84.03 องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 12 ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3) คิดเป็นร้อยละ 51.02

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเป็นร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรม จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นรายข้อพบว่าหลังจากนักเรียนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการแล้วมีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมที่เพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบโดยเฉพาะอย่างยิ่ง องค์ประกอบที่ 6 จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในครั้งที่ 1 น้อยที่สุดในครั้งแรก แต่เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการแล้วพบว่ามียุทธศาสตร์ของการแสดงออกของพฤติกรรมมากที่สุด ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า การจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในทุกองค์ประกอบ



บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ทำการศึกษาในการวิจัยนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ รวมทั้งสิ้น 20 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยทำการวัดก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ วิเคราะห์ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน นอกจากนี้ยังใช้แบบบันทึกการสังเกต และแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง โดยดำเนินการเก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ จำนวน 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ระหว่างคาบเรียนที่ 10-13 ครั้งที่ 2 ระหว่างคาบเรียนที่ 14-16 และครั้งที่ 3 คาบเรียนที่ 17-20 โดยการสังเกตพฤติกรรมในการดำเนินงานแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม วิเคราะห์โดยการเขียนบรรยายข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนจากแบบสัมภาษณ์ โดยการบรรยายข้อมูล (Data Analysis)

โดยแสดงรายละเอียดสรุปผลวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ไว้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน สามารถสรุปได้เป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน

กลุ่มเป้าหมายสำหรับการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจำนวน 20 คน มีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนพบว่ามีนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอยู่ในระดับสูงจำนวน 6 คน (ร้อยละ 30.00) ระดับปานกลางจำนวน 14 คน (ร้อยละ 70.00) และไม่พบนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในระดับต่ำ ซึ่งหลังเรียนพบว่าความสามารถในการ

แก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนอยู่ในระดับสูงจำนวน 16 คน (ร้อยละ 80.00) ระดับปานกลางคือ 4 คน (ร้อยละ 20.00) และไม่พบนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในระดับต่ำ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนพบว่า มีนักเรียนระดับคะแนนเพิ่มขึ้นจำนวน 16 คน (ร้อยละ 80.00) ระดับคะแนนเท่าเดิมจำนวน 1 คน (ร้อยละ 5.00) ระดับคะแนนลดลงจำนวน 3 คน (ร้อยละ 15.00) โดยนักเรียนที่มีระดับคะแนนเพิ่มขึ้นจะเป็นผู้นำในการทำงาน สามารถกำกับทั้งตนเองและสมาชิกทีมให้ดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหา ส่วนนักเรียนที่ระดับคะแนนเท่าเดิมจะให้ความร่วมมือในการดำเนินการตามขั้นตอนได้เป็นอย่างดี แต่ไม่ได้แสดงภาวะผู้นำในการดำเนินงาน ในขณะที่นักเรียนที่มีระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังลดลงนั้นจะเป็นผู้ตามในการดำเนินงาน แต่ยังให้ความร่วมมือแก่สมาชิกทีมและต้องให้สมาชิกทีมคอยกระตุ้นอยู่เสมอ

ส่วนที่ 2 ศึกษาผลของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในทุกองค์ประกอบจากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังทั้ง 3 ครั้งคือ ครั้งที่ 1 ระหว่างคาบเรียนที่ 10-13 ครั้งที่ 2 ระหว่างคาบเรียนที่ 14-16 และครั้งที่ 3 คาบเรียนที่ 17-20 แสดงรายละเอียดได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนในครั้งที่ 1 เมื่อนักเรียนเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมมากที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก (A1) คิดเป็นร้อยละ 75.19 องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 6 จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (B3) คิดเป็นร้อยละ 49.80

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนในครั้งที่ 2 เมื่อนักเรียนเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมมากที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 3 เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (A3) คิดเป็นร้อยละ 78.75 องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 12 ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3) คิดเป็นร้อยละ 40.48

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนในครั้งที่ 3 เมื่อนักเรียนเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมมากที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 6. จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (B3) คิดเป็นร้อยละ 84.03 องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนที่มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบที่ 12 ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (D3) คิดเป็นร้อยละ 51.02

เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการแล้วมีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมที่เพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบโดยเฉพาะอย่างยิ่ง องค์ประกอบที่ 6 จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง มีร้อยละการแสดงออกของพฤติกรรมในครั้งที่ 1 น้อยที่สุดในครั้งแรก แต่เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการแล้ว พบว่ามีร้อยละของการแสดงออกของพฤติกรรมมากที่สุด เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในทุก ๆ ขั้นตอนส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทำงานเป็นทีมในการแก้ปัญหา และส่งเสริมให้นักเรียนจัดระเบียบโครงสร้างการดำเนินงานด้วยตนเอง ผ่านบทบาทหน้าที่ต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมายในกิจกรรม

จากข้อจำกัดของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังดังที่ Graesser et al. (2018) ได้เสนอไว้ว่า การพัฒนาความสามารถนี้จำเป็นต้องอาศัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหลายรูปแบบเช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบพื้นที่การเรียนรู้เป็นฐาน ยังขาดจุดเน้นในการพัฒนากระบวนการทำงานเป็นทีม ในขณะที่การจัดการเรียนรู้แบบทีมเป็นฐาน ขาดจุดเน้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา แต่ข้อค้นพบจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทำงานเป็นทีม และทักษะการแก้ปัญหาไปพร้อม ๆ กันและยังส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน

ส่วนที่ 2 ศึกษาผลของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ
สามารถนำเสนอได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน

ผลการวิจัยสรุปว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 112.63 คะแนน ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 91.84 คะแนน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังเนื่องจากสาเหตุ 3 ประการต่อไปนี้

ประการแรก การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการส่งเสริมการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้จากกระบวนการทำงานเป็นทีม โดยมีการการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อไปสู่เป้าหมายที่ได้มาจากการกำหนดร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Hudson (2006) และ Kussmaul (2016) ที่ได้กล่าวถึงการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีเป้าหมายสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้คือ ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักบทบาทต่าง ๆ ในโครงสร้างการทำงานเป็นทีม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Kalina and Powell (2009) ที่ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามแนวคิดสรคณิยมเชิงสังคม (Social Constructivism) ไว้ว่าการสร้างความรู้ของนักเรียนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 รวบรวมข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมในระดับสังคมโดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น ขั้นที่ 2 สร้างองค์ความรู้ในระดับตัวบุคคลโดยสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือ สกีม่า (Schema)

ประการที่สอง การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ตามแนวคิดสรคณิยมที่ Nelson (1999) ได้อธิบายถึงการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้และแสวงหาความรู้จากการสืบค้น เสาะหา สำนวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Sanggara et al. (2019) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนในรายวิชาปฏิบัติการทางฟิสิกส์ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ Kussmaul et al. (2016) ได้ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในระดับมัธยมศึกษา โดยสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทำงาน การสื่อสาร การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ การแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีม ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้จากประสบการณ์ที่หลากหลายของสมาชิกแต่ละคน ซึ่งนักเรียนได้สะท้อนผลการดำเนินงานว่าการทำงานเป็นทีมเป็นทางออกที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา รวมถึง Irwanto et al. (2018) ที่ได้ศึกษาการส่งเสริมการ

คิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหาผ่านการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเป็นกระบวนการในประเทศอินโดนีเซีย พบว่าความแตกต่างระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน โดยกลุ่มทดลองความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ประการที่สาม การจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจบทบาทในการแก้ปัญหา ระบุข้อตกลง ดำเนินงานตามหน้าที่ให้สำเร็จตามเป้าหมาย มีการตรวจสอบ ติดตามความคืบหน้า เสนอและแก้ปัญหาการทำงานของทีมนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ Hudson (2006) และ Kussmaul (2016) ได้อธิบายลักษณะสำคัญของการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการในประเด็น การสร้างความรู้สะสมจากการนำความรู้เดิมของนักเรียนมาผนวกเข้ากับความรู้และประสบการณ์ชุดใหม่ นักเรียนจะได้นำความรู้และประสบการณ์ทำงานจาก การสรุปและประเมินการดำเนินงาน มาร่วมอภิปรายในสถานการณ์ใหม่ทุกครั้งที่ยอมรับ 1 วงจรการเรียนรู้

ส่วนที่ 2 ศึกษาผลของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนเมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

การจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีลักษณะการเรียนรู้หลายรูปแบบร่วมกันคือ การเรียนรู้จากประสบการณ์การทำงานเป็นทีม มีการอภิปราย เจาะต่อร่อง ประนีประนอมตามข้อตกลงของสมาชิก โดยช่วยกันแสวงหาความรู้ ในบริบทที่สอดคล้องกับสถานการณ์จริง ดำเนินการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการที่มาจากร่วมกันออกแบบการดำเนินงาน และปรับปรุงกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยการสะท้อนผลการดำเนินงาน ซึ่งในส่วนที่ 2 จะมีการอภิปรายแบ่งได้เป็น 3 ประเด็นคือ 1) ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในแต่ละองค์ประกอบ และ 3) ข้อค้นพบที่ได้ที่ได้จากการวิจัย สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1) ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1.1) ระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ (Identify a need to learn) ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้เกิดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 1.ระบุทรัพยากร ความรู้ความสามารถ ของสมาชิกทีม (A1) และข้อ 2. การค้นหาประเภทของการทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของทีม (A2) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Simonson (2019) ที่ได้อธิบายบทบาทของนักเรียนไว้ว่า

ในชั้นของกิจกรรมนี้ นักเรียนร่วมกันกำหนดเป้าหมาย แบ่งปันความรู้ความสามารถ กำหนดวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน โดยมีการแบ่งปันความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์เดิมของสมาชิกแต่ละคนในทีม

1.2) เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings) ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้เกิดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 3. สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ (A3) ข้อ 4. สร้างคำอธิบายปัญหาและเข้าใจความหมาย (B1) และข้อ 5. ระบุและอธิบายวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานตามเป้าหมาย (B2) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Chase (2017) และ Simonson (2019) ที่ได้อธิบายลักษณะกิจกรรมของนักเรียน โดยที่นักเรียนมีการเชื่อมโยงประเด็นปัญหาอภิปรายปัญหบนพื้นฐานความรู้ที่มาจากสมาชิกแต่ละคนในทีม เพื่อออกแบบสมมติฐาน ร่วมกันสร้างแบบจำลอง รูปแบบ และลักษณะของปัญหา จากการรวบรวมและสรุปความรู้เดิมของนักเรียน จากนั้นนักเรียนมีการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และวิธีการนำไปสู่เป้าหมายร่วมกัน

1.3) สำรวจค้นหาคำตอบ (Explore) ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้เกิดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 6. กำหนดข้อตกลงและโครงสร้างทีม (B3) ข้อ 7. สื่อสารกับสมาชิกทีมในการดำเนินงาน (C1) ข้อ 8. ดำเนินงานตามแผนเพื่อแก้ไขปัญหา (C2) และข้อ 9. ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (C3) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Chase (2017) และ Simonson (2019) ที่ได้อธิบายลักษณะกิจกรรมของนักเรียนโดยที่นักเรียนมีการระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน มีการตรวจสอบข้อมูลด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งนักเรียนมีการอภิปรายเจรจาต่อรองบทบาทหน้าที่ ร่วมกันปฏิบัติภารกิจ สืบสอบหาคำตอบ รับผิดชอบภาระหน้าที่ส่วนตัวตามบทบาทที่ได้รับ และรายงานความคืบหน้าให้สมาชิกในทีม

1.4) สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation) ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้เกิดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 10. แบ่งปันข้อมูลที่ถูกต้อง (D1) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Kussmaul (2016) และ Simonson (2019) ได้ อธิบายลักษณะกิจกรรมของนักเรียน โดยที่นักเรียนมีการระบุมโนทัศน์สำคัญที่ได้จากการทำงาน ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานและการตอบคำถามอย่างมีวิจารณญาณ มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ สมาชิกทีมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบหาคำตอบ สมาชิกทีมสร้างมโนทัศน์ร่วมกัน และนำเสนอมนทัศน์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

1.5) ฝึกประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge) ขั้นตอนนี้ช่วยส่งเสริมให้เกิดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 7. สื่อสารกับสมาชิกทีมในการดำเนินงาน (C1) และข้อ 8. ดำเนินงานตามแผนเพื่อแก้ไขปัญหา (C2) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Chase (2017) และ Simonson (2019) ที่ได้อธิบายลักษณะกิจกรรมของนักเรียนโดยที่

นักเรียนมีการนำความรู้ที่ได้มาอภิปรายหาข้อตกลงร่วมกันใช้เพื่อเสริมความเข้าใจ มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ ครูนำเสนอประเด็นใกล้เคียงเพื่อให้เพื่อนำความรู้ที่ได้ มาใช้ในสถานการณ์ใหม่

1.6) ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts)

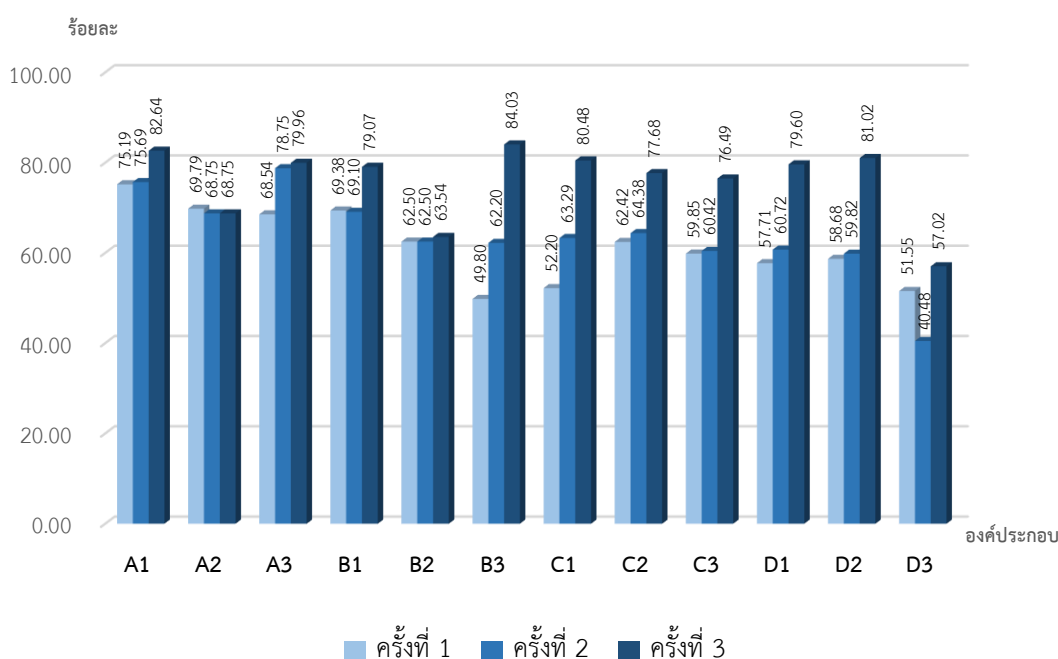
ขั้นตอนนี้ช่วยส่งเสริมให้เกิดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 7. สื่อสารกับสมาชิกทีมในการดำเนินงาน (C1) และข้อ 8. ดำเนินงานตามแผนเพื่อแก้ไขปัญหา (C2) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Chase (2017) และ Simonson (2019) ที่ได้อธิบายลักษณะกิจกรรมของนักเรียนโดยที่นักเรียนมีการนำความรู้ หรือข้อยกเว้นของเหตุการณ์นั้น มาตั้งคำถามเพื่ออภิปราย ตอบคำถามและแก้ปัญหาด้วยการบูรณาการณั้สมโนทัศน์อื่น

1.7) สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process)

ขั้นตอนนี้ช่วยส่งเสริมให้เกิดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ข้อ 11. การสังเกตและการให้คะแนน ปรับเปลี่ยนการดำเนินงานตามความเหมาะสม (D2) และข้อ 12. สังเกต ให้ข้อเสนอแนะ และประยุกต์ให้เหมาะสมกับข้อตกลงของทีม (D3) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Chase (2017) และ Simonson (2019) ที่ได้อธิบายลักษณะกิจกรรมของนักเรียนโดยที่นักเรียนมีการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของทีม ประเมินตนเอง และเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขการทำงานในวงจรการเรียนรู้ครั้งต่อไปครั้งต่อไป

2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในแต่ละองค์ประกอบ โดยระหว่างที่นักเรียนเรียนด้วยการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง ดังแสดงในแผนภาพที่ 5.1 แสดงร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในแต่ละองค์ประกอบ จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง

แผนภาพที่ 5.1 แสดงร้อยละการแสดงออกพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในแต่ละองค์ประกอบ จากการวัดทั้ง 3 ครั้ง



จากแผนภาพที่ 5.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการสามารถพัฒนาให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้ครบทั้ง 12 องค์ประกอบ และส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ดังที่ Rodriguez et al. (2020) และ Simonson (2019) ได้ทำการศึกษาผลและลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ โดยมีรายละเอียดของกิจกรรมที่สอดคล้องกับการเกิดพฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังทั้ง 12 องค์ประกอบดังต่อไปนี้

2.1) ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิก (Discovering perspectives and abilities of team members, A1) เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 1 ระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ โดยครูตั้งประเด็นคำถามและกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียน ซึ่งนักเรียนจะทำความเข้าใจ ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากการร่วมกันอภิปรายของสมาชิกทีม

2.2) ค้นพบกลยุทธ์ในการทำงานร่วมกัน (Discovering the type of collaborative interaction to solve the problem, along with goals, A2) สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 1 ระบุสิ่งที่ต้องการเรียนรู้และขั้นตอนที่ 2 เชื่อมโยงความรู้เดิมโดยนักเรียนจะอภิปรายเพื่อร่วมกันสร้างรูปแบบวิธีการทำงานของทีม มีการเจรจา ประนีประนอม

สร้างมุมมองในการดำเนินงานร่วมกับสมาชิกทีม ซึ่งนักเรียนได้ทำการตกลงกลยุทธ์ในการทำงานใน
ระยะแรกของกิจกรรม เมื่อระยะที่ 2 และ 3 นักเรียนไม่ได้มีการปรับกลยุทธ์ในการทำงานหรือปรับ
เพียงเล็กน้อย จึงสามารถสรุปได้ว่านักเรียนเกิดการค้นพบกลยุทธ์ในการทำงานร่วมกันแต่ไม่มีแนวโน้ม
ที่จะพัฒนาให้เพิ่มสูงขึ้น

2.3) เข้าใจบทบาทของการแก้ปัญหา (Understanding roles to solve the problem, A3) เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 เชื่อมโยงความรู้เดิม
โดยนักเรียน ร่วมกันสร้างแบบจำลอง รูปแบบ และลักษณะของปัญหา รวมถึงร่วมกันออกแบบวิธีการ
นำไปสู่เป้าหมาย วิธีการตรวจสอบแบบจำลอง และกำหนดข้อตกลงในการทำงานร่วมกัน

2.4) สร้างความหมายของปัญหาร่วมกัน (Building a shared representation and negotiating the meaning of the problem, B1) เพิ่มสูงขึ้น
สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 เชื่อมโยงความรู้เดิม โดยนักเรียนร่วมกันสร้าง
โมทัศน์ของปัญหาจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของสมาชิกที่สอดคล้องกับปัญหา ร่วมกันสร้าง
แบบจำลองของปัญหา รูปแบบ ลักษณะของปัญหา จากการรวบรวมและสรุปความรู้เดิมของนักเรียน

2.5) ระบุและอธิบายวิธีการดำเนินงานให้สำเร็จ (Identifying and describing tasks to be completed, B2) เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2
เชื่อมโยงความรู้เดิมและ 3 สืบค้นหาคำตอบ โดยนักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย
การทำงาน กรอบโครงสร้างในการดำเนินงาน ออกแบบวิธีการนำไปสู่เป้าหมาย และตรวจสอบ
แบบจำลองของประเด็นปัญหา ซึ่งนักเรียนได้ทำการระบุและอธิบายวิธีการดำเนินงานให้สำเร็จใน
ระยะแรกของกิจกรรม เมื่อระยะที่ 2 และ 3 นักเรียนไม่ได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการดำเนินงาน หรือ
ปรับเพียงเล็กน้อย จึงสามารถสรุปได้ว่านักเรียนเกิดการระบุและอธิบายวิธีการดำเนินงานให้สำเร็จ
เพิ่มสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย

2.6) จัดระเบียบทรัพยากรและร่วมกันสร้างข้อตกลง (Describing roles and team Organization, B3) เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 3 สืบค้น
หาคำตอบ โดยนักเรียนร่วมกันปฏิบัติการสืบสอบหาคำตอบ และร่วมกันบริหารจัดการ
โครงสร้างในการดำเนินงานของทีม

2.7) มีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม (Communicating with team members about the actions to be/being performed, C1) เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้ในขั้นตอนที่ 1-7 โดยระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนมีส่วนร่วมในการสื่อสารข้อมูล ศึกษา
ค้นคว้า มีส่วนร่วมกับสมาชิกทีมระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงมีการรายงานความคืบหน้า
ให้สมาชิกทีม

2.8) มีกลวิธีในการทำงาน (Enacting plans, C2) เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 3 สืบค้นหาคำตอบ โดยนักเรียนร่วมกันออกแบบแนวทางการดำเนินงาน สร้างทางเลือกในการดำเนินงาน สามารถปรับมุมมองในการทำงาน นอกจากนี้ในกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 5 ฝึกประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ เมื่อครูนำเสนอประเด็นปัญหาในบริบทใกล้เคียง นักเรียนจะมีการปรับโครงสร้างการทำงานและตั้งสมมติฐานใหม่ เพื่อหาคำตอบและอธิบายสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป

2.9) ปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (Following rules of engagement, C3) เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 3 สืบค้นหาคำตอบ โดยนักเรียนมีการกำหนดข้อตกลงในการทำงานร่วมกัน รักษาสถานภาพของกระบวนการดำเนินงาน สามารถรับผิดชอบภาระหน้าที่ส่วนตัวตามบทบาทที่ได้ถูกกำหนด นอกจากนี้ในกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 6 ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ เมื่อครูนำเสนอประเด็นปัญหาในบริบทใหม่ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง นักเรียนมีความพร้อมต่อการปรับโครงสร้างวิธีการดำเนินงานตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป

2.10) อภิปรายผลการปฏิบัติงานร่วมกัน (Monitoring and repairing the shared understanding, D1) เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 4 สร้างมโนทัศน์ โดยนักเรียนตรวจสอบชุดความคิด อภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบหาคำตอบที่ได้จากการดำเนินงานและสร้างความเข้าใจให้ตรงกัน

2.11) ติดตามและประเมินผลวิธีในการดำเนินงาน (Monitoring results of actions and evaluating success in solving the problem, D2) เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 3-7 โดยนักเรียนมีการติดตามและประเมินสถานการณ์ระหว่างการทำงาน สามารถรับผิดชอบภาระหน้าที่ส่วนตัวตามบทบาทที่ได้รับ และรายงานความคืบหน้าให้กับสมาชิกทีมตลอดการทำกิจกรรม

2.12) ติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม (Monitoring, providing feedback and adapting the team organization and roles, D3) เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 7 สะท้อนกระบวนการทำงาน โดยนักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้จากการทำงาน มีการประเมินประสิทธิภาพตลอดการทำงาน และสามารถปรับโครงสร้างการทำงาน ปรับข้อตกลงของทีมได้ตามความเหมาะสม ซึ่งในระยะที่ 1 เป็นระยะเริ่มต้นของการติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีม สมาชิกทีมจึงมีส่วนร่วมในการสะท้อนและให้ข้อมูลแก่สมาชิกทีม ส่วนในระยะที่ 2 เป็นช่วงที่สมาชิกทีมได้ทำงานร่วมกันเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว แต่อาจยังไม่พบปัญหาในการทำงานมากนัก จึงทำให้มีการให้ข้อมูลย้อนกลับและการติดตามลดน้อยลงกว่าในระยะที่ 1 แต่เมื่อในระยะที่ 3 เป็นระยะที่นักเรียนมีภาระงานใหม่ที่ต้องทำร่วมกับทีมอื่น

จึงทำให้นักเรียนต้องติดตามและให้ข้อมูลการทำงานย้อนกลับแก่สมาชิกทีมมากยิ่งขึ้น จึงสามารถสรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทำให้องค์ประกอบนี้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

3) ข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัย สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

3.1) การสื่อสาร ในกระบวนการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ มีการอภิปราย การโต้แย้ง การแสดงความคิดเห็นเพื่อนำมาสู่ข้อสรุปร่วมกันในทีม ซึ่งจะสอดคล้องกับ ผลการวิจัยที่พบว่าองค์ประกอบ การสื่อสารและการแสดงความคิดเห็นในทีม (C1) และ การแบ่งปัน ข้อมูลเพื่อนำมาสู่การลงข้อสรุป (D1) เพิ่มสูงขึ้น ดังเช่น O'Neill et al. (2012) ได้ให้ความสำคัญกับการสื่อสารในกระบวนการทำงานเป็นทีมโดยจัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการทำงานเป็นทีม และได้ รายงานว่าการสื่อสารกันระหว่างสมาชิกในทีมส่งผลให้การดำเนินงานเป็นไปตามแผนที่วางไว้

3.2) ความเป็นผู้นำ เมื่อนักเรียนได้รับบทหน้าที่ตามที่กิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการได้ออกแบบให้นักเรียน โดยนักเรียนสามารถรับผิดชอบภาระงาน ปฏิบัติตามหน้าที่ของตนเองได้เป็นอย่างดี และยังสามารถสนับสนุนการทำงานของเพื่อนร่วมทีม รวมถึงสามารถเป็นผู้ตามได้เมื่อต้องปฏิบัติตามข้อเสนอแนะของสมาชิกทีมที่รับผิดชอบในหน้าที่อื่น นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถพูดโน้มน้าวหรือกระตุ้นให้เพื่อนร่วมทีมมีสมาธิในการทำงาน สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานตามความเหมาะสม และปฏิบัติภาระงานจนสำเร็จได้ ดังจะเห็นได้ชัดเจนในองค์ประกอบ การเลือกผู้นำและปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (B3) และปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม (C3) ดังที่ รัตติกรณ จงวิศาล (2561) ที่ได้อธิบายลักษณะของผู้นำในการทำงานเป็นทีมคือ สามารถชี้นำและโน้มน้าวพฤติกรรมของสมาชิกทีมให้มีความกระตือรือร้นในการทำงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของงาน สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงาน เมื่อต้องเผชิญกับภาวะการเปลี่ยนแปลงที่ไม่อาจคาดการณ์ได้

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยเมื่อทราบประเด็นปัญหาแล้วนักเรียนได้ใช้ แนวทางการแก้ปัญหาด้วยการอภิปรายประเด็นปัญหาและกำหนดเป้าหมายร่วมกัน (C3) ซึ่งมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอาทิ การดำเนินงานตามแผนเพื่อแก้ไขปัญหา (C2) เมื่อมีการสะท้อนการทำงานนักเรียนจะตรวจสอบ ติดตามความคืบหน้าของงาน (D2) เสนอแนวทางและแก้ปัญหาร่วมกัน สอดคล้องกับ Dieu et al. (2018) ที่พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์สามารถเสริมแรงให้นักเรียนแสดงบทบาท เสนอความคิด วางแผน ตัดสินใจและออกแบบการนำเสนอด้วยตนเอง และยังช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังจากบทบาทที่นักเรียนได้ปฏิบัติ

4. การส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ ในกระบวนการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ หลังจากที่ได้สำรวจค้นหาคำตอบแล้วจะมีการอภิปรายเพื่อนำมาสู่การสร้างมโนทัศน์ดังจะพบจากพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอาทิ ระบุความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตจริง (B1) และ ตรวจสอบข้อมูลที่ขาดหายไปได้จากชุดความคิด (D1) สอดคล้องกับ Carlson (2018) ที่ใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการในรายวิชาชีววิทยาพบว่าความเข้าใจเนื้อหาวิชาชีววิทยา และประสิทธิผลทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น ดังที่ Rodriguez et al. (2020) กล่าวว่านักเรียนการมีการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับผู้อื่น มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนมุมมอง แนวคิดและผลของการดำเนินงาน มีการสืบเสาะตรวจสอบข้อมูล และลงข้อสรุป ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้จากการร่วมมือกันทำงานของสมาชิกแต่ละคน นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้ยังส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนผลการดำเนินงานและปรับปรุงวิธีการเรียนรู้จากกระบวนการทำงานของทีมในขั้นตอนที่ 7) สะท้อนกระบวนการทำงาน

5. การประยุกต์ใช้ความรู้ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์แล้ว จะมีการฝึกใช้มโนทัศน์นั้นโดยครูจะตั้งคำถามในประเด็นใกล้เคียงกับมโนทัศน์นั้น เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการนำมโนทัศน์ที่ได้มาอธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเป็นข้อสังเกต ข้อยกเว้น หรือข้อจำกัดของมโนทัศน์นั้น ในขั้นตอนของกิจกรรมสืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการขั้นที่ 5 นอกจากนี้ ในขั้นตอนที่ 6 ของกิจกรรมครูจะตั้งคำถามในบริบทอื่น ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการเชื่อมโยงมโนทัศน์มาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งการวิจัยนี้ได้กำหนดให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาอธิบายลักษณะของไวรัสโคโรนา รวมถึงกลไก และกระบวนการทางพันธุศาสตร์โมเลกุลต่าง ๆ ของไวรัส ซึ่งเป็นการนำมโนทัศน์มาใช้ในสถานการณ์ใหม่ในการพัฒนากลยุทธ์ทางการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมของนักเรียน ดังจะพบพฤติกรรมตามองค์ประกอบ ปรับวิธีดำเนินการตามสถานการณ์เฉพาะหน้า (D1) และ เสนอทางเลือกที่หลากหลายในการแก้ปัญหาในบริบทใหม่ (C2) ที่เพิ่มสูงขึ้น ดังที่ Rodriguez et al. (2020) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อผลลัพธ์ทางพุทธิปัญญา (Cognitive Learning Outcomes) ซึ่งมีการฝึกประยุกต์ใช้ความรู้โดยนำข้อค้นพบที่ได้มาอภิปรายหาคำตอบ ในบริบทใหม่ เพื่อขยายความรู้ไปสู่บริบทอื่นและเสริมความเข้าใจในมโนทัศน์ให้มีความชัดเจนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

การวิจัยนี้พบว่า การจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการช่วยส่งเสริมให้ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังได้ อย่างไรก็ตามหากครูจะนำแนวคิดนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้มีข้อควรแนะนำ ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้ พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการเป็นการนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจากต่างประเทศ หากครูจะนำแนวคิดนี้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในประเทศไทย มีข้อแนะนำดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการเน้นให้นักเรียนทำงานเป็นทีม ดังนั้นการส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นทีมต้องทำความเข้าใจบทบาทการทำงานเป็นทีมในเบื้องต้น โดย ศยามล เอกะกุลนันต์ (2555) ได้อธิบายลักษณะสำคัญของการทำงานเป็นทีมได้แก่ ภาวะผู้นำ การสื่อสาร การเผชิญหน้ากับปัญหา และการจัดการความขัดแย้ง

2. หลักการในการออกแบบกิจกรรมว่าการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการเมื่อพิจารณาการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการของ กัลยา ภูทัตโต (2559) และ Simonson (2019) ได้อธิบายบทบาทของครูไว้ว่า ควรชี้แจงรายละเอียดของกิจกรรมให้นักเรียนทราบ จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันในประเด็นของการแสดงบทบาทหน้าที่ให้ชัดเจน โดยมีหลักการดังนี้

2.1 กำหนดโครงสร้างของกิจกรรม คือ การกำหนดหัวข้อ เป้าหมายของการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีประเด็นในการพิจารณาดังต่อไปนี้

1) กำหนดเรื่องราว (Story Point) คือการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาและระบุรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ประมาณ 4 หัวข้อ (Task Size) หัวข้อละ 1 วงจรการเรียนรู้ โดยในแต่ละหัวข้อนั้น จะเรียกว่า ภาระงาน (Task)

2) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Objective) คือการกำหนดผลการเรียนรู้เมื่อนักเรียนเรียนจบในแต่ละวงจรการเรียนรู้ ประกอบด้วย พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัยปรับเปลี่ยนได้ตามบริบทที่ต้องการเน้นให้นักเรียน

3) กำหนดแบบจำลอง (Model) คือการกำหนดตัวแทนของความคิดรวบยอดที่ใช้ในการอธิบายภาระงานในแต่ละหัวข้อย่อย หรือ 1 วงจรการเรียนรู้

4) กำหนดคำถามสำคัญ (Key Questions) คือการตั้งประเด็นคำถามในแต่ละชั้นของวงจรการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนหาคำตอบตามบริบทของวงจรการเรียนรู้

5) กำหนดการวัดและการประเมิน (Evaluation และ Assessment) คือการระบุเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและการประเมินตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 การออกแบบทีมและบทบาทของสมาชิก โดยครูกำหนดสถานการณ์ในแต่ละภาระงานและระบุบทบาทหน้าที่ในการทำงานให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายโดยมีการกำหนดบทบาทสำคัญบางประการ เช่น ผู้จัดการ ผู้บันทึก ผู้ประสานงานและผู้วิเคราะห์ โดยการจำลองบทบาทหน้าที่การทำงานในชีวิตจริง สอดคล้องกับ Rodriguez et al. (2020) ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ลักษณะการทำงานสลับเปลี่ยนกันไปในแต่ละวงจรการเรียนรู้มีรายละเอียดดังนี้

1) ผู้จัดการ (Manager) มีหน้าที่รับผิดชอบคือ กำกับการทำงานของทีม อำนวยความสะดวกให้แก่สมาชิกทีม และกำกับระยะเวลาการทำงานให้แก่สมาชิกทีม ตั้งคำถามเพื่อให้สมาชิกทีมแต่ละคนได้ร่วมกันอภิปราย กำกับการอภิปรายให้สมาชิกทีมมีส่วนร่วมต่อการออกแบบวางแผนการทำงานในภาพรวม กำกับการทำงานของสมาชิกทีม สังเกตปัญหาการทำงานที่เกิดขึ้นในทีม แก้ไขปัญหาแก่สมาชิกทีมเพื่อวางแผนร่วมกันแก้ปัญหาการทำงาน

2) ผู้บันทึก (Recorder) มีหน้าที่รับผิดชอบคือ ควบคุมประเด็นระหว่างอภิปราย และนำการอภิปรายสู่ข้อสรุป บันทึกเหตุการณ์การอภิปรายของสมาชิกทีม ทำรายงานการอภิปราย บันทึกหลักฐานของข้อมูลที่สมาชิกเสนอ ดำเนินการอภิปรายตามวาระการอภิปรายตามแผนดำเนินการของทีม

3) ผู้ประสานงาน (Presenter) มีหน้าที่รับผิดชอบคือ นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสรุปของสมาชิกทีม อภิปรายร่วมกับครูและทีมอื่น สร้างรูปแบบตัวแทนของข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากข้อสรุปของสมาชิกทีมติดต่อ สื่อสาร เจรจา ปรีक्षा กับสมาชิกทีมอื่น และครูผู้สอน เรียบเรียงและจัดกระทำข้อมูล

4) ผู้วิเคราะห์ (Analyst) มีหน้าที่รับผิดชอบคือ วิเคราะห์หลักฐานข้อมูล วิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อการทำงานเป็นทีมตรวจสอบเอกสาร และจัดทำรายงานสรุปให้หัวหน้าและครูประเมินประสิทธิภาพของทีมตามลำดับ ตรวจสอบผลการนำเสนอและผลการอภิปรายจากสมาชิกทีมอื่น ออกแบบและวางแผนสำรองกรณีเกิดเหตุการณ์ที่จำเป็นต้องเปลี่ยนรูปแบบการทำงาน

3. ในการกำหนดเวลาขณะทำกิจกรรม ครูสามารถปรับเปลี่ยนเพิ่มลดในแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสมกับระดับความยากง่ายของเนื้อหา โดยพิจารณาเป็นครั้ง ๆ ไป อย่างไรก็ตามครูอาจจะชี้ประเด็นให้ผู้รับผิดชอบที่รับบทบาทเป็นผู้จัดการต้องทำการบริหารเวลาให้ดี

4. ในการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้เกิดองค์ประกอบที่ 5 ระบุและอธิบายวิธีการดำเนินงานให้สำเร็จ (Identifying and describing tasks to be completed, B2) ครูอาจพิจารณาเพิ่มความท้าทายของภาระงานในแต่ละระยะของการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้หาวิธีการดำเนินงานให้สำเร็จที่แตกต่างกันไปในแต่ละระยะ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการวิจัยนี้พบว่าการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการนอกจากจะสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังในเนื้อหารายวิชาชีววิทยาได้แล้ว ยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาในภาคเรียนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าภาคเรียนที่ 1 อีกด้วย จึงควรมีการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะนี้ไปศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาอื่น เช่น คณิตศาสตร์ เคมี ฟิสิกส์ เป็นต้น

2. เมื่อนักเรียนเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการแล้วยังปรากฏทักษะอื่น ๆ เช่น มีทักษะในการทำงานเป็นทีมมากขึ้น ซึ่งปรากฏให้เห็นได้ในรายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนได้มีการวางแผนโครงสร้างการทำงานแบบเป็นทีม จัดแบ่งบทบาทหน้าที่อย่างเป็นระบบ สามารถกำกับกับสืบทอด ทาหลักฐานเชิงประจักษ์มาใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น มีการเจรจาต่อรองโต้แย้งด้วยเหตุและผล สามารถออกแบบการตรวจสอบสมมติฐาน จัดทำเอกสาร มีทักษะในการสื่อสาร และการนำเสนอที่ดีขึ้น จึงควรมีการศึกษาทักษะกระบวนการในการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ โดยอาจเป็นการศึกษาเชิงลึกเพื่อนำไปพัฒนาความสามารถด้านอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลในรายองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังอาจมีการพัฒนาเครื่องมือในลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถเก็บข้อมูลโดยมีการจำลองสถานการณ์ของปัญหาในชีวิตจริง และสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลเฉพาะเจาะจงในประเด็นพิจารณาของแต่ละองค์ประกอบ



รายการภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือ

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
2. แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
3. แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
4. แบบประเมินการทำงานเป็นทีมของนักเรียน
5. แผนการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- | | |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑาภรณ์ มาสันเทียะ | อาจารย์ประจำภาควิชาการประเมินและการวิจัย
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง |
| 2. อาจารย์ ดร.พนิดา พานิชวัฒน์ | อาจารย์ประจำภาควิชาการประเมินและการวิจัย
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง |
| 3. อาจารย์กิตติศักดิ์ โถวสมบัติ | อาจารย์ประจำภาควิชาปรัชญา
คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง |

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- | | |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุญนาค | รองอธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีจฬรลดา |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑาภรณ์ มาสันเทียะ | อาจารย์ประจำภาควิชาการประเมินและการวิจัย
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง |
| 3. อาจารย์นันทิตา รัตนะ | ครุวิทยาาสตร์ โรงเรียนจฬรลดา |
| 4. อาจารย์พนิกาญจน์ เกตุแก้ว | ครุวิทยาาสตร์ โรงเรียนจฬรลดา |

ผู้ช่วยวิจัย

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. นางสาวบุษบากร สุวรรณเกษา | นิสิตดุขฎิบัณฑิต คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
|-----------------------------|--|

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 1.1 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
 - 1.2 ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
 - 1.3 ตัวอย่างแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
 - 1.4 ตัวอย่างแบบประเมินการทำงานเป็นทีมของนักเรียน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
 - 2.1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการ



1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

ลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง เป็นแบบวัดในระบบออนไลน์ มีการกำหนดสถานการณ์ของปัญหาให้ โดยเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และมีคนตั้งแต่สองคนขึ้นไปมาร่วมกันแก้ไขปัญหาซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ข้อสอบมาตรฐานของ PISA 2015 ฉบับภาษาไทยที่ไว้วัดและประเมินนักเรียนในประเทศไทยปีพ.ศ. 2558 โดยแบบวัดจะมี 4 สถานการณ์ ได้แก่ งานปีใหม่ การเลี้ยงปลา การจัดห้องประชุม และการทำสบู่ใช้ในโรงเรียน รวมจำนวนข้อคำถามในแบบวัด 117 ข้อ คะแนนเต็ม 144 คะแนน นอกจากนี้แต่ละข้อคำถาม โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดมาตรฐานนี้มาจาก PISA (OECD, 2015) ซึ่งมีการกำหนดรหัสข้อคำถาม และองค์ประกอบที่วัดตั้งคือ CC100101 – CC106307 แต่ละข้อให้คะแนนเป็น 0 – 1 ยกเว้นบางข้อคำถามเป็นข้อคำถามในสถานการณ์ต่อเนื่องกัน จะให้คะแนนเป็น 0, 1 และ 2

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสามารถเข้าถึงได้ใน Link ต่อไปนี้ <https://cps.ipst.ac.th/> แสดงตัวอย่างดังภาพด้านล่าง

1352:16:06 งานปีใหม่ ออกจากการทำโจทย์

ห้องเรียนของนักเรียนจะจัดงานฉลองวันขึ้นปีใหม่ในวันพุธที่ 24 ธันวาคม

นิชา และ กนก เป็นเพื่อนร่วมห้องของนักเรียน

นักเรียน นิชา และ กนก ได้รับมอบหมายให้ซื้อของเพื่อใช้ในการจัดงานฉลองวันขึ้นปีใหม่

งานของนักเรียนคือร่วมมือกับ นิชา และ กนก เพื่อซื้อของ 4 อย่าง ได้แก่

1. ขนมชบเคี้ยว
2. น้ำผลไม้
3. หมวกปาร์ตี้ทรงกรวย
4. ของขวัญสำหรับจับฉลาก

หน้าจอตัดไปจะให้คำแนะนำวิธีทำงานร่วมกับ นิชา และ กนก

คลิกเพื่อเข้าสู่บทสนทนา

1352:17:22 งานปีใหม่ ออกจากการทำโจทย์

กดที่นี่เพื่อแสดงหน้า

นักเรียนต้องเลือกประโยคจากตัวเลือกที่มี เพื่อสนทนากับ นิชา และ กนก

นิชา: สวัสดีนิชา! สวัสดีกนก!

นิชา: สวัสดี! พวกเราได้เริ่มมอบหมายให้ไปซื้อของ งานปีใหม่

กนก: อืม แต่ฉันจำไม่ได้แล้วว่าต้องซื้ออะไรบ้าง

นิชา: ☐ กนกจะไปซื้อของด้วยกันไหม

นิชา: ☐ พวกเราวางแผนรายการของที่ต้องซื้อกันสักหน่อยไหม

นิชา: ☐ พวกเรานัดวันไปซื้อของกันเถอะไหม

ยืนยันการตอบ

สวัสดีปีใหม่

1.2 ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

เรื่อง: ความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สำหรับ: นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนในมุมมองที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียน

ประเด็นในการสัมภาษณ์

1. กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองให้นักเรียนอย่างไรบ้าง
 - 1.1 นักเรียนคิดว่าตนเองมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนให้มีความเข้าใจชัดเจนขึ้นหรือไม่
 - 1.2 กิจกรรมใดที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากขึ้น
 - 1.3 นักเรียนได้สรุปองค์ความรู้ของบทเรียนด้วยวิธีใด
 - 1.4 บทบาทของครูและกิจกรรมการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
2. กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาให้นักเรียนอย่างไรบ้าง
 - 2.1 นักเรียนสามารถระบุปัญหาและอุปสรรคของการทำงานได้หรือไม่
 - 2.2 นักเรียนตัดสินใจอย่างไรบ้างเมื่อพบปัญหาในการดำเนินงาน โดยยกตัวอย่าง 1-2 เหตุการณ์
 - 2.3 กิจกรรมการเรียนรู้อะไรช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง
 - 2.4 นักเรียนคิดว่าปัญหาใดบ้างในกิจกรรมที่จัดขึ้นสอดคล้องกับปัญหาในชีวิตจริง
3. กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมการทำงานเป็นทีมอย่างไรบ้าง
 - 3.1 ให้นักเรียนเล่าประสบการณ์การทำงานเป็นทีมของนักเรียน ทั้งในมุมมองที่เป็นข้อดี และข้อเสีย
 - 3.2 กิจกรรมการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นทีมของนักเรียนอย่างไรบ้าง
 - 3.3 นักเรียนได้ประสบการณ์การทำงานเป็นทีมอย่างไรบ้าง
4. ข้อเสนอแนะที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการมีอะไรบ้าง

1.3 ตัวอย่างแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

ชื่อผู้สังเกต.....วันที่.....เวลา.....

คำชี้แจง

1. แบบสังเกตฉบับนี้เป็นแบบสังเกตตรวจสอบรายการ ถ้าผู้สังเกตพบพฤติกรรม ข้อมูล หรือ หลักฐานที่สามารถทำให้เข้าใจได้ว่า นักเรียนผู้นั้นมีการแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ ให้ผู้สังเกตทำเครื่องหมาย / ต่อพฤติกรรม 1 ครั้งลงในช่องตารางตรวจสอบพฤติกรรมให้ตรงกับ สัญลักษณ์ของนักเรียน

2. หากมีประเด็นเพิ่มเติมหรือไม่ชัดเจนในการสังเกต ให้บันทึกลงในช่องหมายเหตุ และสามารถบันทึกเพิ่มเติมได้ในส่วนท้ายของตาราง

3. ระยะเวลาในการสังเกตคือ เริ่มคาบเรียนจนหมดคาบเรียน เป็นเวลา 100 นาที

*หมายเหตุ

ทีมของนักเรียนผู้ถูกสังเกตในกิจกรรมการเรียนการสอนจะติดสัญลักษณ์เป็นเข็มกลัดสี แตกต่างกันจำนวน 4 แบบ

ตารางตรวจสอบพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

ที่	พฤติกรรมบ่งชี้	ผลการสังเกตพฤติกรรมของสมาชิกทีม			
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4
1	นักเรียนพูดคุย นำเสนอ พักหน้า หรือแสดงความเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการทำงานที่สมาชิกในทีมถนัด				
2	นักเรียนมีการพูดคุย พักหน้า จดบันทึกหรือแลกเปลี่ยนความเห็นต่อการอภิปราย เพื่อทำความเข้าใจรอบการทำงาน				
3	นักเรียนแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองขณะอภิปราย				
4	นักเรียนมีการมอบหมายงานหรือได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบงาน นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอน				
5	นักเรียนมีการพูดคุยเจรจาต่อรอง พักหน้าหรือส่ายหน้า ขณะที่สมาชิกทีมกำหนดข้อตกลง เช่น กำหนดเวลารวบรวมงาน นัดหมายการประชุม หรือกำหนดขอบเขตของการทำงาน				
6	นักเรียนสามารถรักษาและปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม				

ที่	พฤติกรรมบ่งชี้	ผลการสังเกตพฤติกรรมของสมาชิกทีม			
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4
7	นักเรียนมีการพูดคุย พยักหน้าหรือส่ายหน้า ขณะมีการนำเสนอ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาไวรัสโคโรนาในชั้นเรียน				
8	นักเรียนพูด อ่าน หรือแสดงหลักฐานเกี่ยวกับข้อมูลของไวรัสโคโรนาที่สืบค้นด้วยตนเอง				
9	นักเรียนมีการเสนอประเด็น ตั้งคำถาม พยักหน้า ส่ายหน้า หรือมองไปยังผู้ที่ตั้งคำถาม เพื่อตรวจสอบข้อมูลของสมาชิกทีม				
10	นักเรียนมีการพูดคุยโต้แย้ง แลกเปลี่ยนข้อมูล พยักหน้าหรือส่ายหน้า ในขณะที่สมาชิกทีมสนทนาในประเด็นคลุมเครือ				
11	นักเรียนมีการระบุข้อตกลง มอบหมายงาน พูดคุย พยักหน้าหรือส่ายหน้า ขณะที่สมาชิกทีมปรับปรุงแก้ไขผลการดำเนินงาน				
12	นักเรียนแสดงหลักฐานในการบันทึกข้อมูล สารสนเทศ ภาระงาน หรือกำหนดการขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน				
13	นักเรียนมีการเรียกชื่อ สนทนา พูดคุย สอบถาม แสดงความคิดเห็น กับสมาชิกที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อทีมลดลง หรือขาดปฏิสัมพันธ์ต่อทีม				
14	นักเรียนมีการพูดคุย ตั้งคำถาม ทักท้วงโต้แย้ง พยักหน้าหรือส่ายหน้า ขณะรวบรวมข้อมูลของไวรัสโคโรนา โดยมีคำสำคัญในประโยคเช่น ...มาจากไหน ...มีลักษณะอย่างไร ...มีองค์ประกอบอะไรบ้าง ...เป็นอย่างนั้น/เป็นเช่นนั้นจริงหรือไม่				
15	นักเรียนตั้งคำถาม พูดคุย อภิปรายโต้แย้ง พยักหน้าหรือส่ายหน้า ขณะลงข้อสรุปเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับไวรัสโคโรนา				
16	นักเรียนมีการพูดคุย สนทนาโต้แย้ง เชื่อมโยงข้อมูล รับฟัง พยักหน้า ส่ายหน้า ขณะอภิปรายลงข้อสรุป โดยมีคำสำคัญ เช่น เพราะ...จึง... เนื่องจาก... ทำไม...จึงเป็นเช่นนั้น ...เป็นผลมาจากอะไร				
17	นักเรียนมีการพูดคุย เรียกชื่อ สอบถาม จดบันทึก ในระหว่างดำเนินงาน โดยมีคำสำคัญขณะสนทนา เช่น ...เป็นอย่างนี้บ้าง ...ทำถึงไหนแล้ว ...หาเจอไหม ...โอเครีเปล่า ...ทำได้ไหม เป็นต้น				
18	นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขและจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับไวรัสโคโรนาให้มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย				
19	นักเรียนพูด บอก หรือสนทนาเพื่อแสดงมุมมองของตนเองเกี่ยวกับวิธีการทำงานของสมาชิก				
20	นักเรียนพูด บอก หรือสนทนาเพื่อแสดงมุมมองของตนเอง				

ที่	พฤติกรรมบ่งชี้	ผลการสังเกตพฤติกรรมของสมาชิกทีม			
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4
	เกี่ยวกับกระบวนการทำงานของทีม				
21	นักเรียนพูด เสนอวิธีการที่อาจช่วยให้กระบวนการทำงานดีขึ้น ให้แก่สมาชิกทีม				

บันทึกเพิ่มเติม

.....

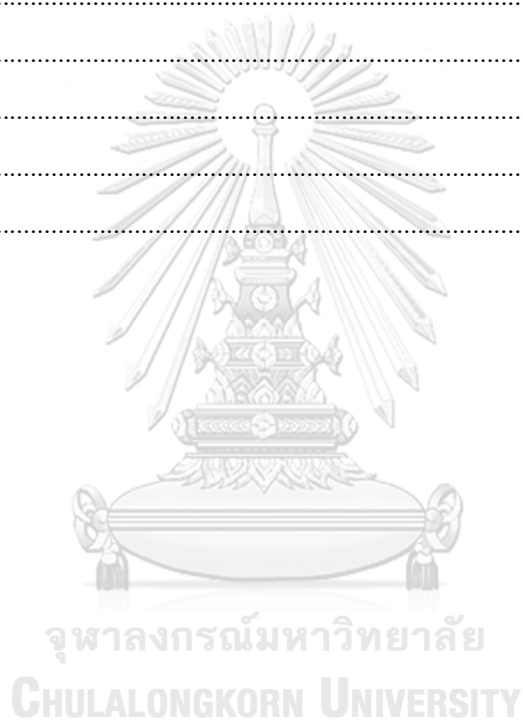
.....

.....

.....

.....

.....



1.4 ตัวอย่างแบบประเมินการทำงานเป็นทีมของนักเรียน

คำชี้แจง แบบประเมินแบ่งเป็น 2 ตอนให้นักเรียนทำความเข้าใจคำอธิบายในแต่ละตอนและปฏิบัติตามให้ถูกต้อง

ตอนที่ 1

ให้นักเรียนประเมินการทำงานของตนเองโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางประเมินการทำงานเป็นทีมในประเด็นที่กำหนดให้ โดยพิจารณาความสอดคล้องกับมุมมองของนักเรียนตามระดับความสอดคล้องแบ่งเป็น 4 ระดับคือ น้อยที่ส่น้อย น้อย มาก และ มากที่สุด

ตารางประเมินผลการทำงานเป็นทีม

ประเด็นในการประเมิน	ระดับการประเมิน			
	น้อยที่สุด	น้อย	มาก	มากที่สุด
1. ฉันและสมาชิกทีมพอใจกับภาระงานที่ได้รับมอบหมาย				
2. ฉันสามารถอธิบายปัญหาสำคัญของการทำงานได้				
3. ฉันได้ร่วมอภิปรายเพื่อเสนอภาระงานที่สอดคล้องกับความสามารถของเพื่อนสมาชิกได้				
4. ฉันและสมาชิกทีม รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานไว้ให้สมาชิกเข้าถึงได้ง่าย				
5. ฉันสามารถอธิบายรายละเอียดของการประชุมในแต่ละครั้งได้				
6. ฉันได้เสนอประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แก่สมาชิกและได้รับการพิจารณา				
7. ฉันทราบประเด็นปัญหาสำคัญได้จากการร่วมอภิปรายกับสมาชิกทีม				
8. ฉันสามารถอธิบายความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง				
9. ฉันสามารถอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของปัญหาได้				
10. ฉันมีความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการทำงาน				
11. ฉันสามารถอธิบายภาพรวมของผลการดำเนินงานได้				
12. ฉันได้ประสบการณ์ใหม่ ๆ เมื่อแก้ปัญหาได้สำเร็จอยู่เสมอ				
13. ฉันยินดีรับผิดชอบภาระงานแม้ว่าจะไม่มีประสบการณ์สอดคล้องกับรูปแบบของงานที่ได้รับมอบหมาย				
14. ฉันสามารถปรับวิธีการทำงานให้เหมาะสมกับความถนัดของตนเองได้				
15. ฉันสามารถให้คะแนนผลการดำเนินงานได้ตรงกับความเป็นจริง				

ตอนที่ 2

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากการอภิปรายในชั้นเรียนอุปสรรคสำคัญที่ทำให้การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาในหลายภูมิภาคควบคุมได้ยากคืออะไร

.....

2. กลุ่มของนักเรียนได้มีการอภิปรายร่วมกันในประเด็นใดบ้าง และได้ข้อสรุปอย่างไร

.....

3. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่นักเรียนได้เสนอให้แก่สมาชิกมีอะไรบ้าง

.....

4. ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

5. ปัญหาของสถานการณ์นี้เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างไร

.....

6. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านใดบ้างที่ช่วยให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้

.....

7. การดำเนินงานในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานอย่างไร

.....

8. ผลลัพธ์ของการดำเนินงานให้สำเร็จในครั้งนี้อย่างไร

.....

9. บทเรียนที่ได้จากประสบการณ์ทำงานในครั้งนี้อย่างไร

.....

10. ถ้านักเรียนให้คะแนนผลการดำเนินงานในครั้งนี้ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) นักเรียนจะให้คะแนนเท่าไร และจากคะแนนที่ให้นักเรียนพิจารณาจากอะไรบ้าง

.....

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564
แผนการเรียนรู้ที่ 1 สัปดาห์ที่ 1	คาบเรียนที่ 1	วันที่
เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล	ครูผู้สอน นายธนิศ กาญจนโกล	เวลาที่สอน 50 นาที

หัวข้อ แนะนำหน่วยการเรียนรู้และกรอบโครงสร้างของกิจกรรมการเรียนรู้

คำถามนำกิจกรรมการเรียนรู้

บุคคลทั่วไปจะมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานของไวรัสโคโรนาและโรค Covid-19 ได้อย่างไร

สาระสำคัญ

ความเข้าใจเกี่ยวกับไวรัสโคโรนา ช่วยให้นักเรียนและบุคคลทั่วไปสามารถนำความรู้ไปใช้ใน
ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง

ความรู้พื้นฐานที่สำคัญเกี่ยวกับไวรัสโคโรนาได้แก่ โครงสร้างและบทบาทของสารพันธุกรรม
การจำลองและการซ่อมแซม DNA การสังเคราะห์โปรตีน การกลายพันธุ์ระดับยีน และกระบวนการ
ทางเทคโนโลยีชีวภาพ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ (Identify a need to learn) (15 นาที)

เป็นขั้นตอนในการเริ่มทำกิจกรรม โดยมีครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียน
อธิบายโครงการที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม ชี้แจงกรอบการทำงาน วัตถุประสงค์ของกิจกรรม
การประเมินผลของกิจกรรม และอภิปรายประเด็นปัญหา และกำหนดเป้าหมายร่วมกันมีกิจกรรมดังนี้

1.1 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการนำเสนอบทความดังนี้

BGI กับบทบาทในการแก้ปัญหาการแพร่ระบาดของโรค COVID-19

บริษัท BGI มีบทบาทสำคัญในการแก้ไขปัญหาการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ในจีน โดย
ได้คิดค้นชุดตรวจวินิจฉัยโรค COVID-19 จัดตั้งห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจตัวอย่างเลือดของผู้ที่สงสัยว่า
จะติดเชื้อ และวิเคราะห์จีโนมิกส์ของเชื้อไวรัสโคโรนาเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยและคิดค้นวัคซีน

เมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2563 ทีมผู้เชี่ยวชาญจากบริษัท BGI ได้เดินทางไปยังเมืองอู่ฮั่นเพื่อ
จัดตั้งห้องปฏิบัติการ Huo-Yan (Huo-Yan Laboratory) และจัดตั้งห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมในเมืองที่
มีการแพร่ระบาดรุนแรง เช่น กรุงปักกิ่ง เมืองเซินเจิ้น นครเทียนจิน นครฉางซา นครสือเจียจวง และ

เมืองอู่ฮั่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวินิจฉัยโรค COVID-19 จากตัวอย่างเลือดของผู้ที่สงสัยว่าจะติดเชื้อ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์หาลำดับสารพันธุกรรม (genetic sequencer) ที่สามารถลำดับนิวคลีโอไทด์ในปริมาณที่มาก (high- throughput) รุ่น MGISP-100 และชุดตรวจวินิจฉัยโรค COVID-19 จากการสกัดกรดนิวคลีอิก (nucleic acid extraction kits) รุ่น MGISP-960 ซึ่งมีความแม่นยำร้อยละ 80 – 90 และสามารถตรวจวินิจฉัยโรค COVID-19 ได้ภายใน 6 ชั่วโมง



ที่มา : <https://thaibizchina.com/article/bgi-covid192/>

1.2 ครุณาอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

1.2.1 จากบทความดังกล่าวทางบริษัทกำลังศึกษาเรื่องใด (ชุดอุปกรณ์ในการตรวจการติดเชื้อ COVID-19 และกำลังศึกษาวัคซีนที่ใช้รักษาโรคดังกล่าว)

1.2.2 องค์ความรู้ใดบ้างที่จำเป็นต่อการคิดค้นวัคซีนในการรักษาโรค COVID-19 (ความรู้เรื่องโรคติดต่อ ข้อมูลพื้นฐานของไวรัส ลักษณะและวงจรชีวิตของไวรัส การติดต่อและการเพิ่มจำนวนของไวรัส สารพันธุกรรมของไวรัส)

1.2.3 ความรู้เรื่องใดที่เป็นพื้นฐานและจำเป็นที่สุดในการทำความเข้าใจกับ โรค COVID-19 มากที่สุด (สารพันธุกรรม ข้อมูลพื้นฐานของไวรัส)

1.2.4 ถ้าความเข้าใจเรื่องสารพันธุกรรม และข้อมูลพื้นฐานของไวรัสชนิดนี้ สามารถถ่ายทอดให้กับบุคคลทั่วไปในโรงเรียนจะมีประโยชน์อย่างไร (ทำให้ทุกคนสามารถป้องกันการติดเชื้อได้อย่างถูกวิธี และสามารถตัดสินใจในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม)

1.3 ครุมอบหมายภาระงานให้นักเรียนดังต่อไปนี้

1.3.1 สำหรับภารกิจในวันนี้ครูจะให้นักเรียนทำงานเป็นทีมทีมละ 4 คนให้ทำการศึกษาและตรวจสอบข้อมูลพื้นฐานของไวรัส COVID-19 เพื่อที่บุคคลทั่วไปควรทราบ จากนั้น

ศึกษาทำความเข้าใจเรื่องสารพันธุกรรมซึ่งมีประเด็นที่จะกล่าวถึงหลังจากที่ครูอธิบายภาระงานจนครบ

1.3.2 ภาระงานที่นักเรียนต้องส่งหลังจากจบบทเรียนนี้ได้แก่ รายงานสรุปผลการดำเนินงานโดยมีรายละเอียดประกอบด้วย 4 ส่วนคือ 1) แผนการดำเนินงานแสดงประเด็นสำคัญที่นักเรียนจะต้องดำเนินการเป็นข้อ ๆ 2) รายงานการประชุมในแต่ละครั้งที่มีการประชุมทีม 3) รายงานเอกสารแสดงเป้าหมาย วัตถุประสงค์ วิธีการ ผลการดำเนินงาน และสรุปผลการดำเนินงาน และ 4) โปสเตอร์ขนาด A3 แสดงข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยเน้นการสื่อสารให้บุคคลทั่วไปในโรงเรียนมีความเข้าใจ พื้นฐานเกี่ยวกับ COVID-19

จากนั้นครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อปฏิบัติงานเป็นทีม ทีมละ 4 คน โดยจะมีการอภิปรายในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings) (15 นาที)

เป็นขั้นของการเชื่อมโยงประเด็นปัญหา เป้าหมาย และความรู้เดิมของนักเรียน โดยอภิปรายบนพื้นฐานความรู้ที่นักเรียนมีเพื่อออกแบบสมมติฐาน มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ

2.1 ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนและให้นักเรียนดำเนินการอภิปรายหาคำตอบโดยใช้ความรู้ประสบการณ์และความเข้าใจเดิมของตนเอง ซึ่งมีประเด็นคำถามดังต่อไปนี้

2.1.1 สารพันธุกรรมตามความเข้าใจของนักเรียนคืออะไร (สิ่งที่สามารถถ่ายทอดให้แก่สิ่งมีชีวิตในรุ่นถัดไปได้)

2.1.2 มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอย่างไร (ควบคุมการทำงานของร่างกาย และรักษาคูณลักษณะที่ดีเอาไว้ให้ดำรงสืบไป)

2.1.3 สารพันธุกรรมสามารถพบได้ที่ใด (ในนิวเคลียสของเซลล์สิ่งมีชีวิต อาจจะอยู่ภายในเซลล์แต่ไม่อยู่ในนิวเคลียสก็ได้)

2.1.4 สารพันธุกรรมมีลักษณะเป็นอย่างไร (น่าจะเป็นสายยาวหรือมัดรวมกันเป็นก้อนอยู่ภายในนิวเคลียส)

2.1.5 แล้วไวรัสมีสารพันธุกรรมหรือไม่ (อาจจะมีเพราะไวรัสเป็นสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้)

2.1.6 นักเรียนคิดว่าสารพันธุกรรมของไวรัสมีลักษณะเหมือนติดตั้งซากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นอย่างไร(อาจจะเหมือนกันหรือแตกต่างกันก็ได้)

2.1.7 บทบาทสำคัญของสารพันธุกรรมนายไวรัสและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นน่าจะเหมือนกันหรือไม่เพราะเหตุใด (อาจจะเหมือนกันเพราะเป็นสิ่งมีชีวิตเหมือนกัน อาจจะแตกต่างกันเพราะเป็นสิ่งมีชีวิตคนละชนิดกัน)

2.2 จากนั้นครูให้นักเรียนสรุปรายงานที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันกับสมาชิกภายในทีมโดยเปิดโอกาสให้มีการโต้แย้งระหว่างแต่ละทีมประมาณ 5-10 นาที

2.3 ครูทำหน้าที่สังเกตการดำเนินงานของนักเรียนให้เป็นไปตามขอบเขตของกิจกรรมโดยมุ่งประเด็นให้นักเรียนเริ่มปฏิบัติงานดังต่อไปนี้ วางแผนการดำเนินงานให้ครบประเด็นภาระงานเมื่อจบบทเรียนโดยให้ผู้จัดการ เป็นผู้นำหลักในการวางแผน

2.4 ครูกำหนดประเด็นคำถามไว้สำหรับเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้แก่นักเรียนดังนี้

2.5.1 สารพันธุกรรมคืออะไร

2.5.2 สารพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร

2.5.3 สารพันธุกรรมมีองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.5.4 แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

2.5.5 สารพันธุกรรมมีบทบาทสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

2.5.6 สารพันธุกรรมของไวรัสโดยเฉพาะ COVID-19 มีลักษณะเป็นอย่างไร

2.5.7 สารพันธุกรรมของมนุษย์และไวรัสเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

2.6 ครูให้นักเรียนดำเนินงานตามแผนการดำเนินงานของแต่ละทีมโดยใช้เวลา 45 นาทีในการศึกษา อภิปรายและสืบค้น หาคำตอบและลงข้อสรุปด้วยการอภิปรายภายในกลุ่มและใช้เวลาอีก 10 นาทีให้นักเรียนดำเนินการอภิปรายรวมกันในห้อง โดยการแต่งตั้งผู้นำในการอภิปราย และดำเนินการจากการตัดสินใจของนักเรียนทั้งหมด

ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหาคำตอบ (Explore) (55 นาที)

เป็นขั้นที่นักเรียนระบุตัวแทนของวิธีการหาคำตอบ ระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน ตรวจสอบข้อมูลด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกระบวนการสืบสอบหาคำตอบ

3.1 ครูตรวจสอบการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าแก่นักเรียนโดยมีประเด็นที่ต้องกำชับให้นักเรียนปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

3.1.1 ผู้จัดการจะต้องออกแบบตรวจสอบรายการที่แสดงถึงการดำเนินงานทุกขั้นตอนอย่างละเอียด

3.1.2 เลขานุการทำหน้าที่บริหารจัดการการประชุมในวาระต่าง ๆ ตามที่ผู้จัดการได้รับมอบหมายให้พิจารณาหรือลงข้อสรุป

3.1.3 ผู้วิเคราะห์ทำหน้าที่ตรวจสอบหลักฐานของข้อมูลสมาชิกแต่ละคนนำเสนอ แล้วตรวจสอบกระบวนการทำงานเพื่อหาแนวทางในการดำเนินงานสมาชิก

3.1.4 ประชาสัมพันธ์ทำหน้าที่ติดต่อประสานงานระหว่างที่อื่นที่เกี่ยวข้องรวมถึงบุคคลที่เกี่ยวข้องจัดการดำเนินงาน

3.2 ระหว่างนักเรียนทำกิจกรรมครูจะไม่สรุปองค์ความรู้ให้แก่ นักเรียนหรือตัดสินความถูกต้องของข้อมูลให้แก่ นักเรียน หากครูพบว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันในกลุ่มอีกครั้งตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการแสดงหลักฐานที่ได้จากการสืบเสาะของแต่ละคน และให้เวลานักเรียนได้มีโอกาสโต้แย้งข้อมูลระหว่างภายในทีมและระหว่างทีมอื่น ๆ ในชั้นเรียนได้

3.3 ครูตรวจสอบการดำเนินงานของนักเรียนโดยการตรวจสอบประเด็นคำถามในข้อ 2.4 เมื่อนักเรียนยังไม่สามารถได้คำตอบข้อใดบ้างหรือมีอุปสรรคในการดำเนินงานอย่างไรบ้าง ในขั้นตอนนี้ครูสามารถชี้แนะแนวทางในการเข้าถึงทรัพยากรของการเรียนรู้เช่น การสืบค้นเอกสารอ้างอิงจากเว็บไซต์ Google scholar การสืบค้นรายการหนังสืออ้างอิงทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ แบบจำลองที่โรงเรียนมี วิดีทัศน์สื่อการเรียนรู้ที่สามารถให้คำตอบแก่นักเรียนได้

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation) (20 นาที)

เป็นขั้นที่นักเรียนอภิปรายร่วมกันระบุมโนทัศน์สำคัญที่ได้จากการทำงาน ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานและการตอบคำถามอย่างมีวิจรรย์ญาณ สมาชิกทีมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบหาคำตอบ ระบุมโนทัศน์ของคำตอบ และร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยการให้หลักฐานที่ได้จากการสืบสอบ เพื่อลงข้อสรุป

4.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในทีมเพื่อให้ได้ข้อสรุปโดยใช้คำถามเชิงตรวจสอบความเข้าใจและให้นักเรียนแสดงความน่าเชื่อถือของคำตอบด้วยตนเองเช่น ทราบได้อย่างไรว่าคำตอบของนักเรียนเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหตุใดคำตอบของนักเรียน 2 กลุ่มจึงแตกต่างกัน ข้อมูลของนักเรียนคนใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากันเพราะเหตุใด นักเรียนได้ข้อมูลนี้มาจากแหล่งข้อมูลใดเชื่อถือได้หรือไม่ สิ่งที่นักเรียนนำเสนอให้แก่เพื่อนผ่านการตรวจสอบจนแน่ใจแล้วใช่หรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าเหตุการณ์นั้นจะเป็นไปตามที่นักเรียนคาดการณ์

4.3 ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนสรุปจากประเด็นคำถามในข้อ 2.5 ดังต่อไปนี้

4.3.1 สารพันธุกรรมคืออะไร (สารอินทรีย์ที่สิ่งมีชีวิตใช้ในการบันทึกข้อมูลต้องการมีชีวิตและสามารถส่งต่อไปยังสิ่งมีชีวิตรุ่นถัดไปได้)

4.3.2 สารพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร (สารพันธุกรรมเป็นสารชีวโมเลกุลประเภทหนึ่ง เรียกว่ากรดนิวคลีอิก มีลักษณะเรียงต่อกันเป็นสายยาว เพึ่งสารพันธุกรรมสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทตามองค์ประกอบคือ 1. Deoxyribonucleic acid (DNA) และ 2. Ribonucleic acid (RNA)

4.3.3 สารพันธุกรรมมีองค์ประกอบอะไรบ้าง (สารพันธุกรรมมี 3 องค์ประกอบคือ 1. น้ำตาลเพนโทส 2. ไนโตรเจนเบส 3. หมู่ฟอสเฟต ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด)

4.3.4 แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันอย่างไร (สารพันธุกรรมประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) ซึ่งเป็นสารประกอบไนโตรจีนัสเบส (Nitrogenous Base) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มพิวรีนเบส (Purine) ได้แก่ ไทมีน (Thymine; T) ไซโทซีน (Cytosine; C) และกลุ่มไพริมิดีนเบส (Pyrimidine) ได้แก่ อะดีนีน (Adenine; A) กัวนีน (Guanine; G) โดยสารประกอบไนโตรจีนัสเบสนี้จะรวมตัวกับน้ำตาลดีออกซีไรโบส (Deoxyribose Sugar) และกรดฟอสฟอริก (Phosphoric Acid) เป็นนิวคลีโอไทด์อยู่ในดีเอ็นเอ ส่งผลต่อการเกิดความหลากหลาย และสร้างความแตกต่างในลำดับเบสบนสายดีเอ็นเอ ซึ่งมีความจำเพาะในสิ่งมีชีวิต แต่ละชนิด)

(โครงสร้างของดีเอ็นเอประกอบไปด้วย สายพอลินิวคลีโอไทด์ ที่เกิดจากการเชื่อมต่อกันของนิวคลีโอไทด์หลายๆ หน่วย ด้วยพันธะ ฟอสโฟไดเอสเตอร์ โดยเกิดจากสายพอลินิวคลีโอไทด์จำนวน 2 สายเรียงตัวขนานกันในทิศทางตรงกันข้าม เข้าคู่และพันกันเป็นเกลียวเวียนขวาคล้ายบันไดเวียน ที่เรียกว่า ดับเบิลเฮลิคซ์ (Double helix) การเข้าคู่หรือเข้าจับกันของสายพอลินิวคลีโอไทด์ทั้ง 2 สาย เกิดจากการเข้าคู่กัน ระหว่างเบสพิวรีน และเบสไพริมิดีน ด้วยพันธะไฮโดรเจน โดย A ทำการสร้างพันธะจำนวน 2 พันธะเข้าจับกับ T ($A = T$) และ G ทำการสร้างพันธะจำนวน 3 พันธะ เข้าจับกับ C โดยมีน้ำตาล และหมู่ฟอสเฟตทำหน้าที่เป็นแกนอยู่ด้านนอกของโมเลกุล)

4.3.5 สารพันธุกรรมมีบทบาทสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร (เป็นแหล่งข้อมูลสำคัญในการดำเนินชีวิตโดยเก็บรหัสให้อยู่ในรูปของลำดับเบส A T C G อาจจะมีการ เพิ่มจำนวนรหัสเพื่อถ่ายทอดรหัสดังกล่าว ไปยังเซลล์หรือสิ่งมีชีวิตที่กำเนิดขึ้นใหม่ นอกจากนี้ลำดับเบสยังมีความสำคัญในการควบคุมกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์และร่างกายโดยอาศัยกระบวนการบางประการ)

4.3.6 สารพันธุกรรมของไวรัสโดยเฉพาะ COVID-19 มีลักษณะเป็นอย่างไร (มีลักษณะเป็นอาร์เอ็นเอสายเดี่ยวถูกล้อมรอบด้วยโปรตีนทำหน้าที่ปกป้องรหัสพันธุกรรม)

4.3.7 สารพันธุกรรมของมนุษย์และไวรัสเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (มีลักษณะพื้นฐานเหมือนกัน และมีกระบวนการหลายประการที่สามารถเชื่อมโยงระหว่างทางพันธุกรรมของมนุษย์และไวรัสได้)

ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge) (15 นาที)

เป็นขั้นนำความรู้ที่ได้มาอภิปรายหาข้อตกลงร่วมกันใช้เพื่อเสริมความเข้าใจ และร่วมกันสร้างแบบจำลองของคำตอบเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ ข้อค้นพบ มาตรวจสอบความเข้าใจของสมาชิกในทีมให้มีความเข้าใจมโนทัศน์ตรงกันมีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ

5.1 ครูตั้งประเด็นคำถามมอบหมายภาระงานให้นักเรียนดังนี้

5.1.1 ข้อมูลเรื่องโครงสร้างของ สารพันธุกรรม สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างไวรัสและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นได้อย่างไร (ไวรัส มนุษย์ และสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีพื้นฐานของสารพันธุกรรม ที่เหมือนกันคือกรดนิวคลีอิก ซึ่งประกอบไปด้วยน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม ไนโตรจีนัสเบสและหมู่ฟอสเฟต โดยองค์ประกอบพื้นฐานเหล่านี้สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกรุ่นหลานได้ มีความเป็นไปได้ว่าไวรัสและมนุษย์มีความเชื่อมโยงของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสารพันธุกรรมเนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานของสารพันธุกรรมมีลักษณะแบบเดียวกัน)

5.1.2 ครูมอบหมายให้นักเรียนออกแบบโปสเตอร์นำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรมของมนุษย์และไวรัสโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ข้อมูลให้แก่ครูและบุคลากรรวมถึงนักเรียนโรงเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรมของไวรัสและมนุษย์

5.2 ครูและนักเรียนสร้างข้อตกลงร่วมกันในการกำหนดระยะเวลาการดำเนินงานและภาระงานที่นักเรียนจะต้องส่งให้ครูโดยมีการอภิปรายเจรจาต่อรองและลงมติร่วมกัน

ขั้นที่ 6 ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) (10 นาที)

เป็นขั้นอภิปรายประเด็นคำถามที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรม มาเชื่อมโยงประเด็นสู่เนื้อหาในส่วนต่อไปโดยให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมในคาบเรียน โดยครูร่วมอภิปรายและสรุปประเด็นคำถามมีกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ

6.1 ครูตั้งประเด็นคำถามจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นนักเรียนคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่างไวรัสและมนุษย์น่าจะมีกลไกใดที่เกี่ยวข้องกันบ้างจึงทำให้เกิดการติดเชื้อและการเพิ่มจำนวนของไวรัสได้ (การเพิ่มจำนวนของสารพันธุกรรม การคัดลอกพันธุกรรมและส่งต่อไปยังรุ่นต่อไป การรบกวนกระบวนการทางพันธุกรรมจากไวรัสสู่มนุษย์)

ขั้นที่ 7 สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process)(15นาที)

เป็นขั้นสะท้อนกระบวนการทำงานเพื่อปรับปรุงในคาบเรียนต่อไปโดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการดำเนินงาน และให้นักเรียนได้ถามเกี่ยวกับข้อสงสัยในการดำเนินงาน จากนั้นทำแบบสอบถามโดยใน เว็บไซต์ Mentimeter.com

การประเมินกิจกรรม

- 1) แบบจำลองแสดงความหมาย องค์ประกอบ และแผนการดำเนินงานเรื่องโครงสร้างของสารพันธุกรรม
- 2) รายงานสรุปโครงการครั้งที่ 1

3) แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

4) แบบประเมินการทำงานของสมาชิกทีม

สื่อการเรียนรู้

Textbook, Model, Database google scholar

วิธีการวัดและประเมินผล

1. ทักษะกระบวนการทำงาน โดยสังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานและความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง
2. แบบประเมินโปสเตอร์

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

ปัญหา / แนวทางแก้ไขและพัฒนา

.....

.....



(นายธนิต กาญจนโกมล)

ครูผู้สอน

..... / /

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564
แผนการเรียนรู้ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4	คาบเรียนที่ 1 – 2
เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล	ครูผู้สอน นายธนิศ กาญจนโกมล	เวลาที่สอน 100 นาที

หัวข้อ โครงสร้างและบทบาทของสารพันธุกรรม

คำถามนำกิจกรรมการเรียนรู้

1. สารพันธุกรรมคืออะไร
2. องค์ประกอบของสารพันธุกรรมมีอะไรบ้าง
3. สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
4. สารพันธุกรรมของไวรัสประกอบด้วยอะไรบ้าง มีลักษณะอย่างไร

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

- 1) อธิบายความหมายของสารพันธุกรรมได้ K
- 2) ระบุองค์ประกอบของสารพันธุกรรมได้ K
- 3) อธิบายลักษณะสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต K
- 4) ระบุประเภทของไวรัสโดยใช้ลักษณะของสารพันธุกรรมเป็นเกณฑ์ได้ K
- 5) บันทึกการดำเนินงานและจัดทำรายงานการประชุมได้ P
- 6) ตรวจสอบข้อมูลโดยใช้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้ P
- 7) นำเสนอตัวแทนของข้อสรุปที่ได้จากการค้นคว้า P
- 8) สามารถทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่นได้ A
- 9) รับผิดชอบบทบาทหน้าที่ในการทำงานได้ A

สาระสำคัญ

สารพันธุกรรมหมายถึง สารชีวโมเลกุลประเภทกรดนิวคลีอิก (Nucleic acid) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

สารพันธุกรรมประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ซึ่งเป็นสารประกอบไนโตรจีนัสเบส (nitrogenous base) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มพิวรีนเบส (purine) ได้แก่ ไทมีน (thymine; T) ไซโทซีน (cytosine; C) และกลุ่มไพริมิดีนเบส (pyrimidine) ได้แก่ อะดีนีน (adenine; A) กัวนีน (guanine; G) โดยสารประกอบไนโตรจีนัสเบสนี้จะรวมตัวกับน้ำตาลดีออกซีไรโบส (deoxyribose sugar) และกรดฟอสฟอริก (phosphoric acid)

สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สามารถสร้างและจำลองตัวมันเอง ขณะเกิดกระบวนการแบ่งเซลล์ เพื่อสร้าง DNA ที่เหมือนเดิม ทุกประการให้แก่เซลล์ใหม่ DNA สามารถถูกถอดรหัส เพื่อสร้างเป็น RNA (ribonucleic acid; RNA) RNA ที่ได้นี้จะทำหน้าที่กำหนดการเรียงตัวของกรดอะมิโน ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งโปรตีนจะถูกนำมาเป็นส่วนประกอบสำคัญ ในโครงสร้างขององค์ประกอบต่างๆ ภายในเซลล์ และเป็นสารเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมี หรือเอนไซม์ (enzyme) ในสิ่งมีชีวิต ด้วยหน้าที่ทั้ง 2 ประการของ DNA ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถสืบทอดลักษณะประจำพันธุ์ และดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ (Identify a need to learn)

1.1 ครูกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียนโดยการร่วมกันอภิปรายปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจไวรัสโคโรนา ของนักเรียนและบุคคลทั่วไป รวมถึงความสำคัญของการศึกษาและเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับโคโรนาไวรัส โดยใช้คำถามดังนี้

1.1.1 นักเรียนมีความเข้าใจ กระบวนการติดเชื้อ และการเพิ่มจำนวนของไวรัส ชนิดนี้อย่างไรบ้าง (มีการติดเชื้อผ่านทางสารคัดหลั่งของร่างกาย สามารถกระจายอยู่ในอากาศได้ เชื้อไวรัสสามารถเพิ่มจำนวนอยู่ในร่างกายของมนุษย์ได้)

1.1.2 นักเรียนคิดว่ามีอุปสรรคใดบ้างที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายกลไกในการติดเชื้อและการแพร่ระบาดของไวรัส (ความเข้าใจเรื่องโครงสร้างและกระบวนการที่เกิดขึ้นของพันธุกรรมของไวรัสโคโรนา รวมถึงบุคคลทั่วไปไม่ได้รับการประชาสัมพันธ์ข้อมูลอย่างทั่วถึง)

1.2 ครูชี้แจงคำถามสำคัญ รูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน ภาระงาน และวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ของกิจกรรมดังนี้

1.2.1 คำถามสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนใช้การสืบเสาะแสวงหาความรู้ผ่านการทำงานเป็นทีม มีดังต่อไปนี้

- 1) สารพันธุกรรมคืออะไร
- 2) องค์ประกอบของสารพันธุกรรมมีอะไรบ้าง
- 3) สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่

อย่างไร

- 4) สารพันธุกรรมของไวรัสประกอบด้วยอะไรบ้าง มีลักษณะอย่างไร

1.2.2 รูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน คือให้นักเรียนทำงานเป็นทีม ทีมละ 4 คน รับผิดชอบหน้าที่การทำงานของตนเองในแต่ละ บทบาท เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดหลักของบทเรียน มีการรวบรวมข้อมูลและเชื่อมต่อ เนื้อหา กระบวนการแก้ปัญหา การสร้างความเข้าใจด้วย

ตนเอง และสะท้อนถึงกระบวนการทำงาน เพื่อนำไปพัฒนาวิธีการดำเนินงาน โดยมีบทบาทและภาระงานดังนี้

บทบาท	คำอธิบายภาระงาน
ผู้จัดการ	กำกับการทำงานของทีม อำนวยความสะดวกให้แก่สมาชิกทีม และกำกับระยะเวลาการทำงานให้แก่สมาชิกทีม
ผู้บันทึก	ควบคุมประเด็นระหว่างอภิปราย และนำการอภิปรายสู่ข้อสรุป บันทึกเหตุการณ์การอภิปรายของสมาชิกทีม
ผู้ประสานงาน	นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสรุปของสมาชิกทีม อภิปรายร่วมกับครูและทีมอื่น สร้างรูปแบบตัวแทนของข้อมูล
ผู้วิเคราะห์	ตรวจสอบเอกสาร จัดทำรายงานสรุปให้ วิเคราะห์หลักฐานข้อมูล วิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อการทำงาน วางแผนสำรอง

1.2.3 ภาระงาน

เอกสารรายงานประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

- 1) แผนปฏิบัติงานและตารางตรวจสอบรายการทำงานของสมาชิกทีม
- 2) สรุปการประชุมและอภิปราย
- 3) รายงานผลการผลการศึกษาและผลการดำเนินงาน
- 4) แบบจำลองสรุปมโนทัศน์เรื่อง โครงสร้างสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

1.3.4 วิธีการประเมินคือ ประเมินการทำงานเป็นทีมและผลลัพธ์ของการทำงาน คิดเป็นคะแนนรวมของสมาชิกทุกคนในทีม

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings)

2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเรื่องโครงสร้างของสารพันธุกรรม โดยครูใช้คำถามดังนี้

2.1.1 จากประสบการณ์เดิมของนักเรียนสารพันธุกรรมอยู่บริเวณใดของสิ่งมีชีวิตได้บ้าง (อยู่ในเซลล์ทั่วร่างกายของสิ่งมีชีวิต)

2.1.2 โครงสร้างที่ทำหน้าที่เก็บสารพันธุกรรมคือออร์แกเนลใด (นิวเคลียส)

2.1.3 ภายในนิวเคลียสของสิ่งมีชีวิต มีการเก็บสารพันธุกรรมในรูปแบบใด (ยีน DNA โครโมโซม)

2.1.4 จากคำตอบของนักเรียนสารพันธุกรรมเหล่านั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร (อาจจะ เป็นสายยาวภายในมีรหัสบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต)

2.2 ครูตั้งประเด็นชวนให้นักเรียนร่วมพิจารณาก่อนทำกิจกรรมดังนี้ ความสำคัญของการทำความเข้าใจ กลไกการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อและการแพร่ระบาด รวมถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นของไวรัส เมื่อมีการติดเชื้อเข้าสู่ร่างกาย มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตอย่างไร

2.3 ครูทบทวนคำถามนำกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ดำเนินการทำงานเป็นทีมเพื่อตอบคำถามของกิจกรรม โดยกำหนดเวลาในการรวบรวมข้อมูล 45 นาที

ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหาคำตอบ (Explore)

3.1 นักเรียนอภิปรายกลุ่มย่อย โดยครูตรวจสอบการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าแก่นักเรียน นักเรียนระบุตัวแทนของวิธีการหาคำตอบ ระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน ตรวจสอบข้อมูล ด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกระบวนการสืบสอบหาคำตอบ และทบทวนบทบาทการทำงานให้แก่ศึกษาค้นคว้าต่อไป

3.1.1 หัวหน้าทำหน้าที่ออกแบบตรวจสอบรายการที่แสดงถึงการดำเนินงานทุกขั้นตอนอย่างละเอียด

3.1.2 เลขานุการทำหน้าที่บริหารจัดการการอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ ตามที่ผู้จัดการได้รับมอบหมายให้พิจารณาหรือลงข้อสรุป

3.1.3 ผู้วิเคราะห์ทำหน้าที่ตรวจสอบหลักฐานของข้อมูลสมาชิกแต่ละคนนำเสนอแล้ว ตรวจสอบกระบวนการทำงานเพื่อหาแนวทางในการดำเนินงานสมาชิก

3.1.4 โฆษกทำหน้าที่เตรียมการอภิปรายร่วมกับครูและสมาชิกทีมอื่น

3.2 ครูสังเกตความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่นักเรียนอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม และแนะนำให้นักเรียนตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ และให้นักเรียนเสนอแนวทางเจรจาโต้แย้งข้อมูลระหว่างภายในทีมและระหว่างทีมอื่น ๆ ในชั้นเรียนได้

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation)

4.1 นักเรียนอภิปรายร่วมกันระบุมโนทัศน์สำคัญที่ได้จากการทำงาน ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานและการตอบคำถามอย่างมีวิจารณญาณ สมาชิกทีมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบหาคำตอบ ระบุมโนทัศน์ของคำตอบ และร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยการให้หลักฐานที่ได้จากการสืบสอบ

4.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในทีมเพื่อให้ได้ข้อสรุปโดยใช้คำถามเชิงตรวจสอบความเข้าใจและให้นักเรียนแสดงความน่าเชื่อถือของคำตอบด้วยตนเองโดยใช้คำถาม เช่น

ทราบได้อย่างไรว่าคำตอบของนักเรียนเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหตุใดคำตอบของนักเรียน 2 กลุ่มจึงแตกต่างกัน ข้อมูลของนักเรียนคนใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากันเพราะเหตุใด นักเรียนได้ข้อมูลนี้มาจากแหล่งข้อมูลใดเชื่อถือได้หรือไม่ สิ่งที่นักเรียนนำเสนอให้แก่เพื่อนผ่านการตรวจสอบจนแน่ใจแล้วใช่หรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าเหตุการณ์นั้นจะเป็นไปตามที่นักเรียนคาดการณ์

4.3 ครูถามคำถามเพื่อให้ นักเรียนสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 สารพันธุกรรมมีกี่ประเภทและประกอบด้วยอะไรบ้าง

(- มี 2 ประเภท คือ 1. Deoxyribonucleic acid (DNA) และ 2. Ribonucleic acid (RNA)) - โครงสร้างของสารพันธุกรรมมี 3 องค์ประกอบคือ 1. น้ำตาลเพนโทส 2. ไนโตรเจนเบส 3. หมู่ฟอสเฟต)

4.3.2 องค์ประกอบของสารพันธุกรรมมีอะไรบ้าง (สารพันธุกรรมประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) ซึ่งเป็นสารประกอบไนโตรจีนัสเบส (Nitrogenous Base) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มพิวรีนเบส (Purine) ได้แก่ ไทมีน (Thymine; T) ไซโทซีน (Cytosine; C) และกลุ่มไพริมิดีนเบส (Pyrimidine) ได้แก่ อะดีนีน (Adenine; A) กัวนีน (Guanine; G) โดยสารประกอบไนโตรจีนัสเบสนี้จะรวมตัวกับน้ำตาลดีออกซีไรโบส (Deoxyribose Sugar) และกรดฟอสฟอริก (Phosphoric Acid) เป็นนิวคลีโอไทด์อยู่ในดีเอ็นเอ)

4.3.3. สารพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร (สายพอลินิวคลีโอไทด์ ที่เกิดจากการเชื่อมต่อกันของนิวคลีโอไทด์หลายๆ หน่วย ด้วยพันธะ ฟอสโฟไดเอสเตอร์ โดยเกิดจากสายพอลินิวคลีโอไทด์จำนวน 2 สายเรียงตัวขนานกันในทิศทางตรงกันข้าม เข้าคู่และพันกันเป็นเกลียวเวียนขวาคล้ายบันไดเวียน ที่เรียกว่า ดับเบิลเฮลิคซ์ (Double helix) การเข้าคู่หรือเข้าจับกันของสายพอลินิวคลีโอไทด์ทั้ง 2 สาย เกิดจากการเข้าคู่กัน ระหว่างเบสพิวรีน และเบสไพริมิดีน ด้วยพันธะไฮโดรเจน โดย A ทำการสร้างพันธะจำนวน 2 พันธะเข้าจับกับ T ($A = T$) และ G ทำการสร้างพันธะจำนวน 3 พันธะ เข้าจับกับ C โดยมีน้ำตาล และหมู่ฟอสเฟตทำหน้าที่เป็นแกนอยู่ด้านนอกของโมเลกุล)

4.3.4 สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีโครงสร้างพื้นฐานของสารพันธุกรรมเหมือนกัน แต่ลำดับเบสอาจแตกต่างกันออกไป ซึ่งมีความจำเพาะในสิ่งมีชีวิต แต่ละชนิด)

ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge)

5.1 นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาอภิปรายหาข้อตกลงร่วมกันใช้เพื่อเสริมความเข้าใจ และร่วมกันสร้างแบบจำลองของคำตอบเพื่อให้ นักเรียนนำความรู้ ข้อค้นพบ มาตรวจสอบความเข้าใจของสมาชิกในทีมให้มีความเข้าใจมโนทัศน์ตรงกัน

5.2 ครูตั้งประเด็นคำถามมอบหมายภาระงานให้นักเรียนดังนี้

5.2.1 ข้อมูลเรื่องโครงสร้างของ สารพันธุกรรม สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างไวรัสและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นได้อย่างไร (ไวรัส มนุษย์ และสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีพื้นฐานของสารพันธุกรรม ที่เหมือนกันคือกรดนิวคลีอิก ซึ่งประกอบไปด้วยน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม ไนโตรจีนัสเบสและหมู่ฟอสเฟต โดยองค์ประกอบพื้นฐานเหล่านี้สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกรุ่นหลานได้ มีความเป็นไปได้ว่าไวรัสและมนุษย์มีความเชื่อมโยงของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสารพันธุกรรมเนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานของสารพันธุกรรมมีลักษณะแบบเดียวกัน)

5.2.2 ครูมอบหมายให้นักเรียนออกแบบกราฟฟิก สรุปโครงสร้างและบทบาทของสารพันธุกรรม

ขั้นที่ 6 ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts)

6.1 ครูและนักเรียนอภิปรายประเด็นคำถามที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรม มาเชื่อมโยงประเด็นสู่เนื้อหาในส่วนต่อไปโดยให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมในคาบเรียน โดยครูร่วมอภิปรายและสรุปประเด็นคำถาม

6.1.1 ครูตั้งประเด็นคำถามจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นนักเรียนคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่างไวรัสและมนุษย์น่าจะมีกลไกใดที่เกี่ยวข้องกันบ้างจึงทำให้เกิดการติดเชื้อและการเพิ่มจำนวนของไวรัสได้ (การเพิ่มจำนวนของสารพันธุกรรม การคัดลอกพันธุกรรมและส่งต่อไปยังรุ่นต่อไป การรบกวนกระบวนการทางพันธุกรรมจากไวรัสสู่มนุษย์)

ขั้นที่ 7 สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process)(15นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงในคาบเรียนต่อไป โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการดำเนินงาน และให้นักเรียนได้ถามเกี่ยวกับข้อสงสัยในการดำเนินงาน จากนั้นทำแบบสอบถามโดยใน เว็บไซต์ Mentimeter.com

การประเมินกิจกรรม

- 1) แบบจำลองแสดงความหมาย องค์ประกอบ และแผนการดำเนินงานเรื่อง โครงสร้างและบทบาทของสารพันธุกรรม
- 2) รายงานสรุปการดำเนินงานครั้งที่ 1
- 3) แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือร่วมพลัง
- 4) แบบประเมินการทำงานของสมาชิกทีม

สื่อการเรียนรู้

- 1) Textbook: Campbell Biology 11th Edition 2017
- 2) Database: google scholar
- 3) เว็บไซต์สำหรับแสดงความเห็นท้ายกิจกรรม Mentimeter.com
- 4) โปรแกรมสำหรับใช้เรียนออนไลน์ Discord

ผลการจัดการเรียนรู้

ทักษะกระบวนการทำงานเป็นทีม โดยสังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานและความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง

.....

แบบประเมินผังกราฟฟิก เรื่อง โครงสร้างและบทบาทของสารพันธุกรรม

.....

ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา

.....

จุฬา
CHULA

(นายธนิต กาญจนโกล)

ครูผู้สอน

..... / /

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564
แผนการเรียนรู้ที่ 3 สัปดาห์ที่ 4	คาบเรียนที่ 7 - 10	วันที่.....
เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล	ครูผู้สอน นายธนิศ กาญจนโกมล	เวลาที่สอน 200 นาที

หัวข้อ การจำลองและการซ่อมแซม DNA

คำถามนำกิจกรรมการเรียนรู้

1. การเพิ่มจำนวนของ DNA เรียกว่าอะไร มีรูปแบบอย่างไร
2. DNA replication คืออะไร มีกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างไรบ้าง
3. ไวรัสมีกระบวนการ DNA replication หรือไม่ เกิดขึ้นได้อย่างไร

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

- 1) อธิบายความหมายของการเพิ่มจำนวน DNA ได้ K
- 2) ระบุองค์ประกอบของเอนไซม์และสารชีวโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มจำนวน DNA ได้ K
- 3) อธิบายกระบวนการเพิ่มจำนวน DNA ของสิ่งมีชีวิต K
- 4) บันทึกการดำเนินงานและจัดทำรายงานการประชุมได้ P
- 5) ตรวจสอบข้อมูลโดยใช้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้ P
- 6) นำเสนอตัวแทนของข้อสรุปที่ได้จากการค้นคว้า P
- 7) สามารถทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่นได้ A
- 8) รับผิดชอบบทบาทหน้าที่ในการทำงานได้ A

สาระสำคัญ

การเพิ่มจำนวน DNA (DNA Replication) หมายถึงการเพิ่มจำนวนสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตขึ้นมาอีก 1 ชุด โดยมีลักษณะของสารพันธุกรรมเหมือนต้นแบบทุกประการ และเป็นไปตามรูปแบบการจำลองแบบกึ่งอนุรักษ์ (semiconservative replication) คือเมื่อมีการจำลองตัวเองของ DNA แล้ว DNA แต่ละโมเลกุลจะมีพอลินิวคลีโอไทด์ สายเดิมและสายใหม่อย่างละครึ่งหนึ่งของโมเลกุลทั้งหมด

การจำลองเริ่มที่เอนไซม์ helicase มาคลายเกลียว DNA ทำให้ hydrogen bond ระหว่างสาย polynucleotide สลายออก บริเวณที่เป็นสามง่าม (Replication fork) จะเริ่มจำลอง ซึ่งจะเริ่มได้ก็ต่อเมื่อมีโมเลกุล RNA กำหนดตำแหน่งเริ่มเรียกว่า RNA primer สร้างโดยเอนไซม์ primase แล้วเอนไซม์ DNA polymerase นำโมเลกุลของ nucleotide แต่ละโมเลกุลมาต่อเรียงกันนับจาก primer เป็นสายใหม่ การจำลอง polynucleotide สายใหม่จะต้องเกิดจาก 5' ไป 3' เสมอ ทำให้มีสายหนึ่งที่

จำลองได้เป็นสายยาว เรียกว่า leading strand กับอีกสายที่จำลองแบบเหมือนการเย็บผ้าแบบด้นถอยหลัง เรียกว่า lagging strand ทำให้ได้ DNA สายสั้นๆ ไม่ปะติดปะต่อกัน เรียกว่า Okasaki fragment ซึ่งจะถูกเชื่อมกันด้วยเอนไซม์ ligase

ไวรัสมีการเพิ่มจำนวน DNA ของตนเองโดยการอิงอาศัยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น (Host) ในการเพิ่มจำนวน DNA โดยการแทรกสารพันธุกรรมของตนเองเข้าไปในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เมื่อเซลล์ของ Host มีการจำลอง DNA เกิดขึ้น Host จะทำการเพิ่มจำนวน DNA ของไวรัสด้วยเช่นกัน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ (Identify a need to learn)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียน ชี้แจงกรอบการทำงาน วัตถุประสงค์ของกิจกรรม การประเมินผลของกิจกรรม และอภิปรายประเด็นปัญหา และกำหนดเป้าหมายร่วมกัน

1.2 ครูกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียนโดยการร่วมกันอภิปรายปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของโรค Covid-19 และการเพิ่มจำนวนของไวรัส โดยใช้คำถามต่อไปนี้

1.2.1 เหตุใดไวรัสโคโรนาจึงสามารถเพิ่มจำนวนในร่างกายของมนุษย์ได้ (เพราะมนุษย์เป็นผู้ให้ไวรัสอาศัย มีอุณหภูมิและปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้ไวรัสสามารถเพิ่มจำนวนได้)

1.2.2 ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ไวรัสโคโรนาสามารถเพิ่มจำนวนได้ (สิ่งมีชีวิตที่อิงอาศัย (Host) สารชีวโมเลกุลที่เป็นทรัพยากรในการเพิ่มจำนวน และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม)

1.2.3 จากคาบเรียนที่แล้วนักเรียนทราบว่าไวรัสและมนุษย์มีโครงสร้างพื้นฐานของสารพันธุกรรมที่เหมือนกัน ดังนั้นการเพิ่มจำนวน DNA ของมนุษย์และไวรัสจะเหมือนกันหรือไม่ และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร (อาจจะเหมือนหรือแตกต่างกันก็ได้ เพราะมีโครงสร้างของสารพันธุกรรมเหมือนกัน แต่ทรัพยากรของไวรัสไม่เพียงพอต่อการเพิ่มจำนวนของมัน แต่ไวรัสอาจใช้ทรัพยากรที่อยู่ในร่างกายมนุษย์แทน)

1.3 ครูชี้แจงคำถามสำคัญ รูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน ภาระงาน และวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ของกิจกรรมดังนี้

1.3.1 คำถามสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนใช้การสืบเสาะแสวงหาความรู้ผ่านการทำงานเป็นทีม มีดังต่อไปนี้

- 1) การเพิ่มจำนวนของ DNA เรียกว่าอะไร มีรูปแบบอย่างไร
- 2) DNA replication คืออะไร มีกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างไรบ้าง
- 3) ไวรัสมีกระบวนการ DNA replication หรือไม่ เกิดขึ้นได้อย่างไร

1.3.2 รูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน คือให้นักเรียนทำงานเป็นทีม ทีมละ 4 คน รับผิดชอบหน้าที่การทำงานของตนเองในแต่ละ บทบาท เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดหลักของ บทเรียน มีการรวบรวมข้อมูลและเชื่อมต่อ เนื้อหา กระบวนการแก้ปัญหา การสร้างความเข้าใจด้วย ตนเอง และสะท้อนถึงกระบวนการทำงาน เพื่อนำไปพัฒนาวิธีการดำเนินงาน โดยมีบทบาทและภาระ งานดังนี้

บทบาท	คำอธิบายภาระงาน
ผู้จัดการ	กำกับการทำงานของทีม อำนวยความสะดวกให้แก่สมาชิกทีม และกำกับระยะเวลา การทำงานให้แก่สมาชิกทีม
ผู้บันทึก	ควบคุมประเด็นระหว่างอภิปราย และนำการอภิปรายสู่ข้อสรุป บันทึกเหตุการณ์การ อภิปรายของสมาชิกทีม
ผู้ประสานงาน	นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสรุปของสมาชิกทีม อภิปรายร่วมกับครูและทีมอื่น สร้าง รูปแบบตัวแทนของข้อมูล
ผู้วิเคราะห์	ตรวจสอบเอกสาร จัดทำรายงานสรุปให้ วิเคราะห์หลักฐานข้อมูล วิเคราะห์ตัวแปรที่ ส่งผลต่อการทำงาน วางแผนสำรอง

1.3.3 ภาระงาน

เอกสารรายงานประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

- 1) แผนปฏิบัติงานและตารางตรวจสอบรายการทำงานของสมาชิกทีม
- 2) สรุปการประชุมและอภิปราย
- 3) รายงานผลการผลการศึกษาและผลการดำเนินงาน
- 4) แบบจำลองสรุปโมทัศน์เรื่อง การจำลองและการซ่อมแซม DNA

1.3.4 วิธีการประเมินคือ ประเมินการทำงานเป็นทีมและผลลัพธ์ของการทำงาน คิด เป็นคะแนนรวมของสมาชิกทุกคนในทีม

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings)

2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเรื่องโครงสร้างของสาร พันธุกรรม โดยครูใช้คำถามดังนี้

2.1.1 จากประสบการณ์เดิมของนักเรียนสารพันธุกรรมอยู่บริเวณใดของสิ่งมีชีวิตได้ บ้าง (อยู่ในเซลล์ทั่วร่างกายของสิ่งมีชีวิต)

2.1.2 โครงสร้างที่ทำหน้าที่เก็บสารพันธุกรรมคือออร์แกเนลไลด์ (นิวเคลียส)

2.1.3 ภายในนิวเคลียสของสิ่งมีชีวิต มีการเก็บสารพันธุกรรมในรูปแบบใด (ยีน DNA โครโมโซม)

2.1.4 จากคำตอบของนักเรียนสารพันธุกรรมเหล่านั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร (อาจจะเป็นสายยาวภายในมีรหัสบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต)

2.2 ครูตั้งประเด็นชวนให้นักเรียนร่วมพิจารณา ก่อนทำกิจกรรมดังนี้ ความสำคัญของการทำความเข้าใจ กลไกการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อและการแพร่ระบาด รวมถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นของไวรัส เมื่อมีการติดเชื้อเข้าสู่ร่างกาย มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตอย่างไร

2.3 ครูทบทวนคำถามนำกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ดำเนินการทำงานเป็นทีมเพื่อตอบคำถามของกิจกรรม โดยกำหนดเวลาในการรวบรวมข้อมูล 45 นาที

ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหาคำตอบ (Explore)

3.1 นักเรียนอภิปรายกลุ่มย่อย โดยครูตรวจสอบการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าแก่นักเรียน นักเรียนระบุตัวแทนของวิธีการหาคำตอบ ระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน ตรวจสอบข้อมูลด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกระบวนการสืบสอบหาคำตอบ และทบทวนบทบาทการทำงานให้แก่ศึกษาค้นคว้าต่อไป

3.1.1 หัวหน้าทำหน้าที่ออกแบบตรวจสอบรายการที่แสดงถึงการดำเนินงานทุกขั้นตอนอย่างละเอียด

3.1.2 เลขานุการทำหน้าที่บริหารจัดการการอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ ตามที่ผู้จัดการได้รับมอบหมายให้พิจารณาหรือลงข้อสรุป

3.1.3 ผู้วิเคราะห์ทำหน้าที่ตรวจสอบหลักฐานของข้อมูลสมาชิกแต่ละคนนำเสนอแล้ว ตรวจสอบกระบวนการทำงานเพื่อหาแนวทางในการดำเนินงานสมาชิก

3.1.4 โฆษกทำหน้าที่เตรียมการอภิปรายร่วมกับครูและสมาชิกทีมอื่น

3.2 ครูสังเกตความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่นักเรียนอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม และแนะนำให้นักเรียนตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ และให้นักเรียนเสนอแนวทางเจรจาโต้แย้งข้อมูลระหว่างภายในทีมและระหว่างทีมอื่น ๆ ในชั้นเรียนได้

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation)

4.1 นักเรียนอภิปรายร่วมกันระบุมโนทัศน์สำคัญที่ได้จากการทำงาน ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานและการตอบคำถามอย่างมีวิจารณญาณ สมาชิกทีมอภิปรายข้อมูลที่ได้

จากการสืบสอบหาคำตอบ ระบุมโนทัศน์ของคำตอบ และร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยการให้หลักฐานที่ได้จากการสืบสอบ

4.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในทีมเพื่อให้ได้ข้อสรุปโดยใช้คำถามเชิงตรวจสอบความเข้าใจและให้นักเรียนแสดงความน่าเชื่อถือของคำตอบด้วยตนเองโดยใช้คำถาม เช่น ทราบได้อย่างไรว่าคำตอบของนักเรียนเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหตุใดคำตอบของนักเรียน 2 กลุ่มจึงแตกต่างกัน ข้อมูลของนักเรียนคนใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากันเพราะเหตุใด นักเรียนได้ข้อมูลนี้มาจากแหล่งข้อมูลใดเชื่อถือได้หรือไม่ สิ่งที่นักเรียนนำเสนอให้แก่เพื่อนผ่านการตรวจสอบจนแน่ใจแล้วใช่หรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าเหตุการณ์นั้นจะเป็นไปตามที่นักเรียนคาดการณ์

4.3 ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 การเพิ่มจำนวนของ DNA หมายถึงอะไร มีรูปแบบอย่างไร (การเพิ่มจำนวน DNA (DNA Replication) หมายถึงการเพิ่มจำนวนสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตขึ้นมาอีก 1 ชุด โดยมีลักษณะของสารพันธุกรรมเหมือนต้นแบบทุกประการ และเป็นไปตามรูปแบบการจำลองแบบกึ่งอนุรักษ์ (semiconservative replication) คือเมื่อมีการจำลองตัวเองของ DNA แล้ว DNA แต่ละโมเลกุลจะมีพอลินิวคลีโอไทด์ สายเดิมและสายใหม่อย่างละครึ่งหนึ่งของโมเลกุลทั้งหมด)

4.3.2 DNA replication คืออะไร มีกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างไรบ้าง (การจำลองเริ่มที่เอนไซม์ helicase มาคลายเกลียว DNA ทำให้ hydrogen bond ระหว่างสาย polynucleotide สลายออก บริเวณที่เป็นสามง่าม (Replication fork) จะเริ่มจำลอง ซึ่งจะเริ่มได้ก็ต่อเมื่อมีโมเลกุล RNA กำหนดตำแหน่งเริ่มเรียกว่า RNA primer สร้างโดยเอนไซม์ primase แล้วเอนไซม์ DNA polymerase นำโมเลกุลของ nucleotide แต่ละโมเลกุลมาต่อเรียงกันนับจาก primer เป็นสายใหม่ การจำลอง polynucleotide สายใหม่จะต้องเกิดจาก 5' ไป 3' เสมอ ทำให้มีสายหนึ่งที่จำลองได้เป็นสายยาว เรียกว่า leading strand กับอีกสายที่จำลองแบบเหมือนการเย็บผ้าแบบต้นถอยหลัง เรียกว่า lagging strand ทำให้ได้ DNA สายสั้นๆ ไม่ปะติดปะต่อกัน เรียกว่า Okasaki fragment ซึ่งจะถูกลูกเชื่อมกันด้วยเอนไซม์ ligase)

4.3.3. ไวรัสมีกระบวนการ DNA replication หรือไม่ เกิดขึ้นได้อย่างไร (ไวรัสมีการเพิ่มจำนวน DNA ของตนเองโดยการอิงอาศัยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น (Host) ในการเพิ่มจำนวน DNA โดยการแทรกสารพันธุกรรมของตนเองเข้าไปในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เมื่อเซลล์ของ Host มีการจำลอง DNA เกิดขึ้น Host จะทำการเพิ่มจำนวน DNA ของไวรัสด้วยเช่นกัน)

ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge)

5.1 นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาอภิปรายหาข้อตกลงร่วมกันใช้เพื่อเสริมความเข้าใจ และร่วมกันสร้างแบบจำลองของคำตอบเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ ข้อค้นพบ มาตรวจสอบความเข้าใจของสมาชิกในทีมให้มีความเข้าใจมโนทัศน์ตรงกัน

5.2 ครูตั้งประเด็นคำถามมอบหมายภาระงานให้นักเรียนดังนี้

5.2.1 ข้อมูลเรื่องการเพิ่มจำนวน DNA สามารถนำมาอธิบายการเพิ่มจำนวนของไวรัสโคโรนาได้อย่างไร (ไวรัสโคโรนาสามารถแทรกสารพันธุกรรมของตัวมันเองเข้าไปยังสารพันธุกรรมของมนุษย์ นอกจากนี้ไวรัสโคโรนามีสารพันธุกรรมแบบอาร์เอ็นเอ มีโอกาสกลายพันธุ์สูง และสามารถก่อการติดเชื้อซ้ำได้มากขึ้นในสถานที่ที่นำสัตว์เหล่านี้มาอยู่ร่วมกันอย่างหนาแน่น)

5.2.2 ครูมอบหมายให้นักเรียนออกแบบกราฟฟิค สรุปโครงสร้างและบทบาทของสารพันธุกรรม

ขั้นที่ 6 ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) (10 นาที)

6.1 ครูและนักเรียนอภิปรายประเด็นคำถามที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรม มาเชื่อมโยงประเด็นสู่เนื้อหาในส่วนต่อไปโดยให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมในคาบเรียน โดยครูร่วมอภิปรายและสรุปประเด็นคำถาม

6.1.1 ครูตั้งประเด็นคำถามจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนคิดว่าผลที่เกิดจากการแทรกสารพันธุกรรมของไวรัสเข้าสู่มนุษย์จะเป็นอย่างไร และก่อให้เกิดอาการผิดปกติของร่างกายอย่างไรบ้าง (ทำให้จำนวนของไวรัสเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้การทำงานของเซลล์และระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายมีความผิดปกติ)

ขั้นที่ 7 สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process)(15นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความเห็นเพื่อปรับปรุงในคาบเรียนต่อไป โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการดำเนินงาน และให้นักเรียนได้ถามเกี่ยวกับข้อสงสัยในการดำเนินงาน จากนั้นทำแบบสอบถามโดยใน เว็บไซต์ Mentimeter.com

การประเมินกิจกรรม

- 1) แบบจำลองแสดงความหมาย องค์ประกอบ และแผนการดำเนินงานเรื่อง การจำลองและการซ่อมแซม DNA
- 2) รายงานสรุปการดำเนินงานครั้งที่ 2
- 3) แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
- 4) แบบประเมินการทำงานของสมาชิกทีม

สื่อการเรียนรู้

- 1) Textbook: Campbell Biology 11th Edition 2017
- 2) Database: google scholar

- 3) เว็บไซต์สำหรับแสดงความเห็นท้ายกิจกรรม Mentimeter.com
- 4) โปรแกรมสำหรับใช้เรียนออนไลน์ Discord

ผลการจัดการเรียนรู้

ทักษะกระบวนการทำงานเป็นทีม โดยสังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานและความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง

.....

.....

แบบประเมินผังกราฟฟิก เรื่อง การจำลองและการซ่อมแซม DNA

.....

.....

ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....



จุฬา

CHULALONGKORN UNIVERSITY

(นายธนิต กาญจนโกล)

ครูผู้สอน

..... / /

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564
แผนการเรียนรู้ที่ 4 สัปดาห์ที่ 4	คาบเรียนที่ 11 - 14	วันที่.....
เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล	ครูผู้สอน นายธนิศ กาญจนโกมล	เวลาที่สอน 200 นาที

หัวข้อ การสังเคราะห์โปรตีน

คำถามนำกิจกรรมการเรียนรู้

1. ลำดับนิวคลีโอไทด์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่
2. ลำดับนิวคลีโอไทด์มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร
3. ลำดับเบสในนิวคลีโอไทด์ที่จัดเรียงแตกต่างกัน มีบทบาทหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเซลล์อย่างไร

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

- นักเรียนสามารถ
- 1) อธิบายความหมายของการสังเคราะห์โปรตีนได้ K
 - 2) ระบุองค์ประกอบของเอนไซม์และสารชีวโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับการการสังเคราะห์โปรตีนได้ K
 - 3) อธิบายกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนได้ K
 - 4) บันทึกการดำเนินงานและจัดทำรายงานการประชุมได้ P
 - 5) ตรวจสอบข้อมูลโดยใช้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้ P
 - 6) นำเสนอตัวแทนของข้อสรุปที่ได้จากการค้นคว้า P
 - 7) สามารถทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่นได้ A
 - 8) รับผิดชอบบทบาทหน้าที่ในการทำงานได้ A

สาระสำคัญ

นิวคลีโอไทด์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีบางส่วนที่เหมือนกัน และมีบางส่วนที่แตกต่างกัน ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีลักษณะบางประการร่วมกัน สามารถใช้เป็นเกณฑ์จำแนกประเภทของสิ่งมีชีวิตได้ นอกจากนี้ ลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนที่แตกต่างกันทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความหลากหลายเกิดขึ้นในประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น

กระบวนการสังเคราะห์ mRNA (RNA synthesis) หรือเป็นการส่งข้อมูลพันธุกรรมจากดีเอ็นเอไปสู่ RNA ซึ่งเกิดใน นิวเคลียสของสิ่งมีชีวิต ในยูคาริโอต อาศัยการทำงานของ RNA polymerase ที่ใช้สายใดสายหนึ่งของ DNA เป็นแม่แบบ (DNA template หรือ antisense strand) ประกอบด้วย 2

ขั้นตอนสำคัญคือ การคัดลอกรหัสยีนที่ต้องการ (Transcription) ดำเนินการโดยเอนไซม์อาร์เอ็นเอโพลีเมอเรส เมื่อมีคำสั่งให้เซลล์เพิ่มปริมาณโปรตีนชนิดหนึ่งๆ ยีนนั้นก็จะทำการคลายเกลียว ณ จุดนั้นเพื่อให้อาร์เอ็นเอไพรเมอร์เข้าไปเกาะ และเป็นจุดเริ่มต้นในการสังเคราะห์ mRNA จากนั้นอาร์เอ็นเอโพลีเมอเรสจะนำนิวคลีโอไทด์ ที่มีเบสคู่สมกับดีเอ็นเอต้นแบบมาต่อเติมให้กับอาร์เอ็นเอไพรเมอร์ คล้ายกับการจำลองตัวเองของดีเอ็นเอ แต่การคัดลอกรหัสนี้จะทำการคัดลอกดีเอ็นเอเพียงสายเดียวที่สามารถผลิตเป็นโปรตีนได้อย่างถูกต้องที่เรียกว่าสาย sense strand และมีนิวคลีโอไทด์ U Uracil ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับ T จะจับกับ A แทน เมื่อทำการคัดลอกยีนเสร็จสิ้น mRNA ที่เกิดขึ้นจะถูกตกแต่งโมเลกุล เพื่อให้ข้อมูลที่คัดลอกมานั้นไม่ถูกเปลี่ยนแปลงลำดับเบส จากนั้นจะเคลื่อนที่ออกจากนิวเคลียส ออกไปสู่ไรโบโซมซึ่งอยู่ในไซโตพลาสซึม

การแปลรหัสของ mRNA (Translation) เกิดขึ้นที่ไรโบโซม โดยไรโบโซมจะทำการอ่านอ่านรหัสบน mRNA ทีละ 3 เบส หรือ 1 โคดอน (codon) ซึ่งสามารถแปลรหัสได้ กรดอะมิโนเพียง 1 ชนิด จากนั้น tRNA ซึ่งมี anti-codon ซึ่งสามารถเข้าคู่กับ codon บน mRNA จะนำกรดอะมิโนมาเชื่อมต่อกันทีละตัวๆ จนพบรหัสหยุดการแปลรหัส (Stop codon) จึงหยุดทำการสังเคราะห์โปรตีน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ (Identify a need to learn)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียน ชี้แจงกรอบการทำงาน วัตถุประสงค์ของกิจกรรม การประเมินผลของกิจกรรม และอภิปรายประเด็นปัญหา และกำหนดเป้าหมายร่วมกัน

1.2 ครูกระตุ้นความสนใจนักเรียนโดยการร่วมกันอภิปรายปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของโรค Covid-19 และการเพิ่มจำนวนของไวรัส โดยใช้คำถามต่อไปนี้

1.2.1 เหตุใดไวรัสโคโรนาจึงสามารถเพิ่มจำนวนในร่างกายของมนุษย์ได้ (เพราะมนุษย์เป็นผู้ให้ไวรัสโฮสต์ มีอุณหภูมิและปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้ไวรัสสามารถเพิ่มจำนวนได้)

1.2.2 ผลที่เกิดจากการเพิ่มจำนวนสารพันธุกรรมของไวรัสโคโรนามีอะไรบ้าง (ไวรัสมีการสร้าง Coat protein มาห่อหุ้มสารพันธุกรรมที่ Host ได้ทำการจำลอง DNA ขึ้นมาอีก 1 ชุด ไวรัสแพร่กระจายไปตามเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย)

1.2.3 จากคาบเรียนที่แล้วนักเรียนทราบว่าลำดับของสารพันธุกรรมมีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ ภายในสิ่งมีชีวิต นักเรียนคิดว่ารหัสพันธุกรรมที่ปรากฏในสารพันธุกรรมมีบทบาทอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต (อาจมีการแปลรหัสของสร้างพันธุกรรมเพื่อนำไปสร้าง หรือผลิตสารบางอย่างมาใช้ประโยชน์ภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต)

1.3 ครูชี้แจงคำถามสำคัญ รูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน ภาระงาน และวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ของกิจกรรมดังนี้

1.3.1 คำถามสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนใช้การสืบเสาะแสวงหาความรู้ผ่านการทำงานเป็นทีม มีดังต่อไปนี้

1) ลำดับนิวคลีโอไทด์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่

2) ลำดับนิวคลีโอไทด์มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

3) ลำดับเบสในนิวคลีโอไทด์ที่จัดเรียงแตกต่างกัน มีบทบาทหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเซลล์อย่างไร

1.3.2 รูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน คือให้นักเรียนทำงานเป็นทีม ทีมละ 4 คน รับผิดชอบหน้าที่การทำงานของตนเองในแต่ละ บทบาท เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดหลักของบทเรียน มีการรวบรวมข้อมูลและเชื่อมต่อ เนื้อหา กระบวนการแก้ปัญหา การสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง และสะท้อนถึงกระบวนการทำงาน เพื่อนำไปพัฒนาวิธีการดำเนินงาน โดยมีบทบาทและภาระงานดังนี้

บทบาท	คำอธิบายภาระงาน
ผู้จัดการ	กำกับการทำงานของทีม อำนวยความสะดวกให้แก่สมาชิกทีม และกำกับระยะเวลาการทำงานให้แก่สมาชิกทีม
ผู้บันทึก	ควบคุมประเด็นระหว่างอภิปราย และนำการอภิปรายสู่ข้อสรุป บันทึกเหตุการณ์การอภิปรายของสมาชิกทีม
ผู้ประสานงาน	นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสรุปของสมาชิกทีม อภิปรายร่วมกับครูและทีมอื่น สร้างรูปแบบตัวแทนของข้อมูล
ผู้วิเคราะห์	ตรวจสอบเอกสาร จัดทำรายงานสรุปให้ วิเคราะห์หลักฐานข้อมูล วิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อการทำงาน วางแผนสำรอง

1.2.3 ภาระงาน

เอกสารรายงานประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1) แผนปฏิบัติงานและตารางตรวจสอบรายการทำงานของสมาชิกทีม

2) สรุปการประชุมและอภิปราย

3) รายงานผลการผลการศึกษาและผลการดำเนินงาน

4) แบบจำลองสรุปมโนทัศน์เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีน

1.3.4 วิธีการประเมินคือ ประเมินการทำงานเป็นทีมและผลลัพธ์ของการทำงาน คิดเป็นคะแนนรวมของสมาชิกทุกคนในทีม

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings)

2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเรื่องโครงสร้างของสารพันธุกรรม โดยครูใช้คำถามดังนี้

2.1.1 การเพิ่มจำนวนของ DNA ของสิ่งมีชีวิตมีขั้นตอนอย่างไรบ้าง (การจำลองเริ่มที่เอนไซม์ helicase มาคลายเกลียว DNA ทำให้ hydrogen bond ระหว่างสาย polynucleotide สายออก บริเวณที่เป็นสามง่าม (Replication fork) จะเริ่มจำลอง ซึ่งจะเริ่มได้ก็ต่อเมื่อมีโมเลกุล RNA กำหนดตำแหน่งเริ่มเรียกว่า RNA primer สร้างโดยเอนไซม์ primase แล้วเอนไซม์ DNA polymerase นำโมเลกุลของ nucleotide แต่ละโมเลกุลมาต่อเรียงกันนับจาก primer เป็นสายใหม่ การจำลอง polynucleotide สายใหม่จะต้องเกิดจาก 5' ไป 3' เสมอ ทำให้มีสายหนึ่งที่จำลองได้เป็นสายยาว เรียกว่า leading strand กับอีกสายที่จำลองแบบเหมือนการเย็บผ้าแบบด้นถอยหลัง เรียกว่า lagging strand ทำให้ได้ DNA สายสั้นๆ ไม่ปะติดปะต่อกัน เรียกว่า Okazaki fragment ซึ่งจะถูกเชื่อมกันด้วยเอนไซม์ ligase)

2.1.2 ลำดับเบสที่มีความแตกต่างกันหรือเรียกว่า รหัสพันธุกรรม มีผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร (ทำให้ลักษณะบางประการที่มีรหัสพันธุกรรมเหมือนกัน จะแสดงออกให้เห็นเป็นลักษณะแบบเดียวกัน เช่น รูปร่างลักษณะภายนอก ฮอริโมน เอนไซม์ กระบวนการที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ เป็นต้น)

2.2 ครูตั้งประเด็นชวนให้นักเรียนร่วมพิจารณาก่อนทำกิจกรรมดังนี้ ความสำคัญของการทำความเข้าใจ กลไกการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ การติดเชื้อและการแพร่ระบาด รวมถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นของไวรัส เมื่อมีการติดเชื้อเข้าสู่ร่างกาย มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตอย่างไร

2.3 ครูทบทวนคำถามนำกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ดำเนินการทำงานเป็นทีมเพื่อตอบคำถามของกิจกรรม โดยกำหนดเวลาในการรวมรวมข้อมูล 45 นาที

ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหาคำตอบ (Explore)

3.1 นักเรียนอภิปรายกลุ่มย่อย โดยครูตรวจสอบการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าแก่นักเรียน นักเรียนระบุตัวแทนของวิธีการหาคำตอบ ระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน ตรวจสอบข้อมูล

ด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกระบวนการสืบสอบหาคำตอบ และพบทวนบทบาทการทำงานให้แก่นักเรียนดังต่อไปนี้

3.1.1 หัวหน้าทำหน้าที่ออกแบบตรวจสอบรายการที่แสดงถึงการดำเนินงานทุกขั้นตอนอย่างละเอียด

3.1.2 เลขานุการทำหน้าที่บริหารจัดการการอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ ตามที่ผู้จัดการได้รับมอบหมายให้พิจารณาหรือลงข้อสรุป

3.1.3 ผู้วิเคราะห์ทำหน้าที่ตรวจสอบหลักฐานของข้อมูลสมาชิกแต่ละคนนำเสนอแล้วตรวจสอบกระบวนการทำงานเพื่อหาแนวทางในการดำเนินงานสมาชิก

3.1.4 โฆษกทำหน้าที่เตรียมการอภิปรายร่วมกับครูและสมาชิกทีมอื่น

3.2 ครูสังเกตความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่นักเรียนอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม และแนะนำให้นักเรียนตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ และให้นักเรียนเสนอแนวทางเจรจาโต้แย้งข้อมูลระหว่างภายในทีมและระหว่างทีมอื่น ๆ ในชั้นเรียนได้

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation) (20 นาที)

4.1 นักเรียนอภิปรายร่วมกันระบุมโนทัศน์สำคัญที่ได้จากการทำงาน ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานและการตอบคำถามอย่างมีวิจารณญาณ สมาชิกทีมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบหาคำตอบระบุมโนทัศน์ของคำตอบ และร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยการให้หลักฐานที่ได้จากการสืบสอบ

4.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในทีมเพื่อให้ได้ข้อสรุปโดยใช้คำถามเชิงตรวจสอบความเข้าใจและให้นักเรียนแสดงความน่าเชื่อถือของคำตอบด้วยตนเองโดยใช้คำถาม เช่น ทราบได้อย่างไรว่าคำตอบของนักเรียนเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหตุใดคำตอบของนักเรียน 2 กลุ่มจึงแตกต่างกัน ข้อมูลของนักเรียนคนใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากันเพราะเหตุใด นักเรียนได้ข้อมูลนี้มาจากแหล่งข้อมูลใดเชื่อถือได้หรือไม่ สิ่งที่นักเรียนนำเสนอให้แก่เพื่อนผ่านการตรวจสอบจนแน่ใจแล้วใช่หรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าเหตุการณ์นั้นจะเป็นไปตามที่นักเรียนคาดการณ์

4.3 ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 ลำดับนิวคลีโอไทด์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ (นิวคลีโอไทด์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีบางส่วนที่เหมือนกัน และมีบางส่วนที่แตกต่างกัน ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีลักษณะบางประการร่วมกัน สามารถใช้เป็นเกณฑ์จำแนกประเภทของสิ่งมีชีวิตได้ นอกจากนี้ ลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนที่แตกต่างกันทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความหลากหลายเกิดขึ้นในประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น)

4.3.2 ลำดับนิวคลีโอไทด์มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร (สิ่งมีชีวิตนำลำดับนิวคลีโอไทด์มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ mRNA (RNA synthesis) หรือเป็นการส่งข้อมูลพันธุกรรมจากดีเอ็น

เอปัส RNA ซึ่งเกิดใน นิวเคลียสของสิ่งมีชีวิต ในยูคาริโอต อาศัยการทำงานของ RNA polymerase ที่ใช้สายใดสายหนึ่งของ DNA เป็นแม่แบบ (DNA template หรือ antisense strand) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนสำคัญคือ การคัดลอกรหัสยีนที่ต้องการ (Transcription) ดำเนินการโดยเอนไซม์อาร์เอ็นเอโพลีเมอเรส เมื่อมีคำสั่งให้เซลล์เพิ่มปริมาณโปรตีนชนิดหนึ่งๆ ยีนนั้นก็จะทำการคลายเกลียว ณ จุดนั้นเพื่อให้ อาร์เอ็นเอโพรเมอร์เข้าไปเกาะ และเป็นจุดเริ่มต้นในการสังเคราะห์ mRNA จากนั้นอาร์เอ็นเอโพลีเมอเรสจะนำนิวคลีโอไทด์ ที่มีเบสคู่สมกับดีเอ็นเอต้นแบบมาต่อเติมให้กับอาร์เอ็นเอโพรเมอร์ คล้ายกับการจำลองตัวเองของดีเอ็นเอ แต่การคัดลอกรหัสนี้ จะทำการคัดลอกดีเอ็นเอเพียงสายเดียวที่สามารถผลิตเป็นโปรตีนได้อย่างถูกต้องที่เรียกว่าสาย sense stand และมีนิวคลีโอไทด์ U Uracil ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับ T จะจับกับ A แทน เมื่อทำการคัดลอกยีนเสร็จสิ้น mRNA ที่เกิดขึ้นจะถูกตกแต่งโมเลกุล เพื่อให้ข้อมูลที่คัดลอกมานั้นไม่ถูกเปลี่ยนแปลงลำดับเบส จากนั้นจะเคลื่อนที่ออกจากนิวเคลียส ออกไปสู่ไรโบโซมซึ่งอยู่ในไซโตพลาสซึม)

4.3.3. ลำดับเบสในนิวคลีโอไทด์ที่จัดเรียงแตกต่างกัน มีบทบาทหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเซลล์อย่างไร (การแปลรหัสของ mRNA (Translation) เกิดขึ้นที่ไรโบโซม โดยไรโบโซมจะทำการอ่านอ่านรหัสบน mRNA ทีละ 3 เบส หรือ 1 โคดอน (codon) ซึ่งสามารถแปลรหัสได้ กรดอะมิโนเพียง 1 ชนิด จากนั้น tRNA ซึ่งมี anti-codon ซึ่งสามารถเข้าคู่กับ codon บน mRNA จะนำกรดอะมิโนมาเชื่อมต่อกันทีละตัว ๆ จนพบรหัสหยุดการแปลรหัส (Stop codon) จึงหยุดทำการสังเคราะห์โปรตีน)

ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge) (15 นาที)

5.1 นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาอภิปรายหาข้อตกลงร่วมกันใช้เพื่อเสริมความเข้าใจ และร่วมกันสร้างแบบจำลองของคำตอบเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ ข้อค้นพบ มาตรวจสอบความเข้าใจของสมาชิกในทีมให้มีความเข้าใจในทัศนตรงกัน

5.2 ครูตั้งประเด็นคำถามมอบหมายภาระงานให้แก่เรียนดังนี้

5.2.1 ไวรัสสร้างส่วนที่ห่อหุ้มสารพันธุกรรมได้อย่างไร (ได้จากการที่ Host ทำการสังเคราะห์โปรตีนในลำดับนิวคลีโอไทด์ของไวรัส ที่ไวรัสได้แทรกหุ้มนั้นไปยังสารพันธุกรรมของ host)

5.2.2 ครูมอบหมายให้นักเรียนออกแบบกราฟฟิก สรุปการสังเคราะห์โปรตีน

ขั้นที่ 6 ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) (10 นาที)

6.1 ครูและนักเรียนอภิปรายประเด็นคำถามที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรม มาเชื่อมโยงประเด็นสู่เนื้อหาในส่วนต่อไปโดยให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมในคาบเรียน โดยครูร่วมอภิปรายและสรุปประเด็นคำถาม

6.1.1 ครูตั้งประเด็นคำถามจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนคิดว่านิวคลีโอไทด์ของ host และไวรัสสามารถสลับสับเปลี่ยนกันได้หรือไม่ และจะเกิดผลอย่างไรบ้าง (สามารถสลับกันหรือแลกเปลี่ยนกันได้ ทำให้การแปลรหัสของสารพันธุกรรมแตกต่างไปจากเดิม ย่อมส่งผลให้โปรตีนที่ถูกแปลหัสนั้นเปลี่ยนแปลงไป)

ขั้นที่ 7 สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process)(15นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงในคาบเรียนต่อไป โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการดำเนินงาน และให้นักเรียนได้ถามเกี่ยวกับข้อสงสัยในการดำเนินงาน จากนั้นทำแบบสอบถามโดยใน เว็บไซต์ Mentimeter.com

การประเมินกิจกรรม

- 1) แบบจำลองแสดงความหมาย องค์ประกอบ และแผนการดำเนินงานเรื่อง การสังเคราะห์โปรตีน
- 2) รายงานสรุปการดำเนินงานครั้งที่ 1
- 3) แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
- 4) แบบประเมินการทำงานของสมาชิกทีม

สื่อการเรียนรู้

- 1) Textbook: Campbell Biology 11th Edition 2017
- 2) Database: google scholar
- 3) เว็บไซต์สำหรับแสดงความคิดเห็นท้ายกิจกรรม Mentimeter.com
- 4) โปรแกรมสำหรับใช้เรียนออนไลน์ Discord

ผลการจัดการเรียนรู้

ทักษะกระบวนการทำงานเป็นทีม โดยสังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานและความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง

.....

.....

แบบประเมินผังกราฟฟิก เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีน

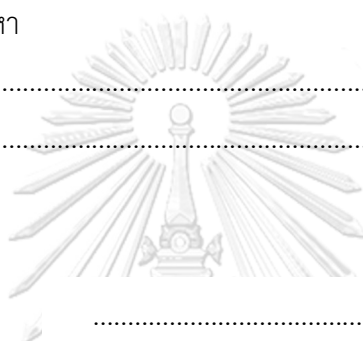
.....

.....

ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....



.....

(นายธนิต กาญจนโกมล)

ครูผู้สอน

..... / /



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564
แผนการเรียนรู้ที่ 5 สัปดาห์ที่ 5	คาบเรียนที่ 15 - 18	วันที่.....
เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล	ครูผู้สอน นายธนิศ กาญจนโกมล	เวลาที่สอน 200 นาที

หัวข้อ การกลายพันธุ์ในระดับยีน

คำถามนำกิจกรรมการเรียนรู้

1. ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่นำมาใช้ในกระบวนการสร้างโปรตีน สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่
2. หากลำดับนิวคลีโอไทด์มีการเปลี่ยนแปลงไปจะเกิดผลอย่างไร
3. นักเรียนคิดว่าไวรัสโคโรนาจะสามารถกลายพันธุ์ได้หรือไม่ หากกลายพันธุ์ได้จะเกิดผล

อย่างไร

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

- 1) อธิบายความหมายของการกลายพันธุ์ในระดับยีนได้ K
- 2) ระบุองค์ประเภทและลักษณะของการกลายพันธุ์ในระดับยีนได้ K
- 3) อธิบายกระบวนการกลายพันธุ์ในระดับยีนของสิ่งมีชีวิตได้ K
- 4) บันทึกการดำเนินงานและจัดทำรายงานการประชุมได้ P
- 5) ตรวจสอบข้อมูลโดยใช้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้ P
- 6) นำเสนอตัวแทนของข้อสรุปที่ได้จากการค้นคว้า P
- 7) สามารถทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่นได้ A
- 8) รับผิดชอบบทบาทหน้าที่ในการทำงานได้ A

สาระสำคัญ

การกลายพันธุ์ หรือ มิวเทชัน (mutation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสารพันธุกรรมที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่แสดงออก (phenotype) ซึ่งอาจจะเป็นรูปร่าง ลักษณะ หรือพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนไป การกลายพันธุ์จะทำให้เกิดความแปรผันทางพันธุกรรม (genetic variation) ขึ้น ส่งผลให้เกิดความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ลักษณะบางลักษณะที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์อาจช่วยในการปรับตัวเพื่อให้เหมาะสมกับการดำรงชีพในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป แต่การกลายพันธุ์บางแบบอาจเป็นส่วนหนึ่งของการเกิดโรคได้เนื่องจากยีนที่เปลี่ยนแปลงจะสร้างโปรตีนที่เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลทำให้ลักษณะบางอย่างของร่างกายผิดปกติ

การกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (spontaneous mutation) สามารถเกิดขึ้นขณะการทำงานของเซลล์โดยไม่มีปัจจัยภายนอกมาเกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาในทุก ๆ เซลล์ หรือเกิดจากความผิดพลาดระหว่างกระบวนการจำลองสายดีเอ็นเอ (DNA replication) ในการจำลองตัวเองของดีเอ็นเอ เอนไซม์ DNA polymerase อาจมีการนำนิวคลีโอไทด์ที่ไม่ถูกต้องเข้ามาต่อในดีเอ็นเอสายใหม่ ทำให้เกิดการจับคู่ผิดพลาด ซึ่งเป็นการกลายพันธุ์ในระดับยีน นอกจากนี้ยังสามารถเกิดจากการชักนำ (induced mutation) จากการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมภายนอกที่เป็นสารก่อการกลายพันธุ์ (mutagen) ส่งผลในกระบวนการสร้างโปรตีนผิดเพี้ยนไปจากเดิม

ไวรัสสามารถเกิดการกลายพันธุ์ โดยเชื้อไวรัสสามารถสอดแทรกดีเอ็นเอเข้าไปรวมตัวกับดีเอ็นเอในจีโนมของเซลล์มนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ทำให้เซลล์มีการแบ่งตัว สังเคราะห์ดีเอ็นเอตลอดเวลา มีโอกาสเกิดการกลายพันธุ์ของยีนและสามารถติดต่อกับ Host ชนิดอื่นได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ (Identify a need to learn)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียน ชี้แจงกรอบการทำงาน วัตถุประสงค์ของกิจกรรม การประเมินผลของกิจกรรม และอภิปรายประเด็นปัญหา และกำหนดเป้าหมายร่วมกัน

1.2 ครูกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียนโดยการร่วมกันอภิปรายปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของโรค Covid-19 และการเพิ่มจำนวนของไวรัส โดยใช้คำถามต่อไปนี้

1.2.1 เหตุใดไวรัสโคโรนาจึงมีความรุนแรงของการติดเชื้อที่แตกต่างกันในแต่ละรอบของการระบาด (ไวรัสมีลักษณะทางพันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทำให้แยกออกมาเป็นหลายสายพันธุ์)

1.2.2 การเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์สามารถเกิดขึ้นในไวรัสหรือสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ได้หรือไม่ (อาจจะได้ เพราะถ้าไวรัสสามารถแทรก DNA ของตัวมันเองเข้าไปยัง Host ได้ลำดับอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้)

1.2.3 นักเรียนคิดว่าหากลำดับนิวคลีโอไทด์มีการเปลี่ยนแปลง จะเกิดผลอย่างไร (กระบวนการสร้างโปรตีนจะผิดเพี้ยนไป อาจเกิดผลกระทบในระดับโครงสร้างโปรตีนหรือในระดับทางกายภาพ)

1.3 ครูชี้แจงคำถามสำคัญ รูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน ภาระงาน และวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ของกิจกรรมดังนี้

1.3.1 คำถามสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนใช้การสืบเสาะแสวงหาความรู้ผ่านการทำงานเป็นทีม มีดังต่อไปนี้

- 1) ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่นำมาใช้ในกระบวนการสร้างโปรตีน สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่
- 2) หากลำดับนิวคลีโอไทด์มีการเปลี่ยนแปลงไปจะเกิดผลอย่างไร
- 3) นักเรียนคิดว่าไวรัสโคโรนาจะสามารถกลายพันธุ์ได้หรือไม่ หากกลายพันธุ์ได้จะเกิดผลอย่างไร

1.2.2 รูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน คือให้นักเรียนทำงานเป็นทีม ทีมละ 4 คน รับผิดชอบหน้าที่การทำงานของตนเองในแต่ละ บทบาท เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดหลักของบทเรียน มีการรวบรวมข้อมูลและเชื่อมต่อ เนื้อหา กระบวนการแก้ปัญหา การสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง และสะท้อนถึงกระบวนการทำงาน เพื่อนำไปพัฒนาวิธีการดำเนินงาน โดยมีบทบาทและภาระงานดังนี้

บทบาท	คำอธิบายภาระงาน
ผู้จัดการ	กำกับการทำงานของทีม อำนวยความสะดวกให้แก่สมาชิกทีม และกำกับระยะเวลาการทำงานให้แก่สมาชิกทีม
ผู้บันทึก	ควบคุมประเด็นระหว่างอภิปราย และนำการอภิปรายสู่ข้อสรุป บันทึกเหตุการณ์การอภิปรายของสมาชิกทีม
ผู้ประสานงาน	นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสรุปของสมาชิกทีม อภิปรายร่วมกับครูและทีมอื่น สร้างรูปแบบตัวแทนของข้อมูล
ผู้วิเคราะห์	ตรวจสอบเอกสาร จัดทำรายงานสรุปให้ วิเคราะห์หลักฐานข้อมูล วิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อการทำงาน วางแผนสำรอง

1.2.3 ภาระงาน

เอกสารรายงานประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

- 1) แผนปฏิบัติงานและตารางตรวจสอบรายการทำงานของสมาชิกทีม
- 2) สรุปการประชุมและอภิปราย
- 3) รายงานผลการผลการศึกษาและผลการดำเนินงาน
- 4) แบบจำลองสรุปมโนทัศน์เรื่อง การกลายพันธุ์ในระดับยีน

1.3.4 วิธีการประเมินคือ ประเมินการทำงานเป็นทีมและผลลัพธ์ของการทำงาน คิดเป็นคะแนนรวมของสมาชิกทุกคนในทีม

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings)

2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเรื่อง การสังเคราะห์โปรตีน โดยครูใช้คำถามดังนี้

2.1.1 จากประสบการณ์เดิมของนักเรียนลำดับนิวคลีโอไทด์สามารถนำมาใช้ใน รูปแบบใดบ้าง (เพิ่มจำนวน สร้างโปรตีน กำหนดลักษณะบางประการของสิ่งมีชีวิต)

2.1.2 การกำหนดลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตเป็นผลมาจากกระบวนการใด (การ สังเคราะห์โปรตีน เพราะโปรตีนมีบทบาทหลายประการที่เกี่ยวข้องกับร่างกายของสิ่งมีชีวิต เช่น เป็น โครงสร้างพื้นฐาน ฮอร์โมน เอนไซม์ และสารประกอบชีวโมเลกุลต่าง ๆ ในร่างกาย)

2.1.3 จากตารางถอดรหัสพันธุกรรม หากรหัสพันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไปจะเกิดผล อย่างไรได้บ้าง (กระบวนการสร้างโปรตีนผิดเพี้ยนไป หรืออาจจะมีการกลายพันธุ์)

2.2 ครูตั้งประเด็นชวนให้นักเรียนร่วมพิจารณาก่อนทำกิจกรรมดังนี้ ความสำคัญของการทำ ความเข้าใจ กลไกการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ การติดเชื้อและการแพร่ระบาด รวมถึงกระบวนการที่ เกิดขึ้นของไวรัส เมื่อมีการติดเชื้อเข้าสู่ร่างกาย มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตอย่างไร

2.3 ครูทบทวนคำถามนำกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ดำเนินการทำงานเป็นทีมเพื่อตอบคำถามของกิจกรรม โดยกำหนดเวลาในการรวบรวมข้อมูล 45 นาที

ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหาคำตอบ (Explore)

3.1 นักเรียนอภิปรายกลุ่มย่อย โดยครูตรวจสอบการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการศึกษา ค้นคว้าแก่นักเรียน นักเรียนระบุตัวแทนของวิธีการหาคำตอบ ระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน ตรวจสอบข้อมูล ด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกระบวนการสืบสอบหาคำตอบ และทบทวนบทบาทการ ทำงานให้แก่นักเรียนดังต่อไปนี้

3.1.1 หัวหน้าทำหน้าที่ออกแบบตรวจสอบรายการที่แสดงถึงการดำเนินงานทุกขั้นตอน อย่างละเอียด

3.1.2 เลขานุการทำหน้าที่บริหารจัดการการอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ ตามที่ผู้จัดการ ได้รับมอบหมายให้พิจารณาหรือลงข้อสรุป

3.1.3 ผู้วิเคราะห์ทำหน้าที่ตรวจสอบหลักฐานของข้อมูลสมาชิกแต่ละคนนำเสนอแล้ว ตรวจสอบกระบวนการทำงานเพื่อหาแนวทางในการดำเนินงานสมาชิก

3.1.4 โฆษกทำหน้าที่เตรียมการอภิปรายร่วมกับครูและสมาชิกทีมอื่น

3.2 ครูสังเกตความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่นักเรียนอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม และแนะนำให้นักเรียน ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ และให้นักเรียนเสนอแนวทาง เจรจาโต้แย้งข้อมูลระหว่างภายในทีมและระหว่างทีมอื่น ๆ ในชั้นเรียนได้

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation) (20 นาที)

4.1 นักเรียนอภิปรายร่วมกันระบุมโนทัศน์สำคัญที่ได้จากการทำงาน ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานและการตอบคำถามอย่างมีวิจารณญาณ สมาชิกทีมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบหาคำตอบระบุมโนทัศน์ของคำตอบ และร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยการให้หลักฐานที่ได้จากการสืบสอบ

4.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในทีมเพื่อให้ได้ข้อสรุปโดยใช้คำถามเชิงตรวจสอบความเข้าใจและให้นักเรียนแสดงความน่าเชื่อถือของคำตอบด้วยตนเองโดยใช้คำถาม เช่น ทราบได้อย่างไรว่าคำตอบของนักเรียนเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหตุใดคำตอบของนักเรียน 2 กลุ่มจึงแตกต่างกัน ข้อมูลของนักเรียนคนใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากันเพราะเหตุใด นักเรียนได้ข้อมูลนี้มาจากแหล่งข้อมูลใดเชื่อถือได้หรือไม่ สิ่งที่นักเรียนนำเสนอให้แก่เพื่อนผ่านการตรวจสอบจนแน่ใจแล้วใช่หรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าเหตุการณ์นั้นจะเป็นไปตามที่นักเรียนคาดการณ์

4.3 ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่นำมาใช้ในกระบวนการสร้างโปรตีน สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่นำมาใช้ในกระบวนการสร้างโปรตีน สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ (เปลี่ยนแปลงได้โดย การกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (spontaneous mutation) สามารถเกิดขึ้นขณะการทำงานของเซลล์โดยไม่มีปัจจัยภายนอกมาเกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาในทุก ๆ เซลล์ หรือเกิดจากความผิดพลาดระหว่างกระบวนการจำลองสายดีเอ็นเอ (DNA replication) ในการจำลองตัวเองของดีเอ็นเอ เอนไซม์ DNA polymerase อาจมีการนำนิวคลีโอไทด์ที่ไม่ถูกต้องเข้ามาต่อในดีเอ็นเอสายใหม่ ทำให้เกิดการจับคู่ผิดพลาด ซึ่งเป็นการกลายพันธุ์ในระดับยีน นอกจากนี้ยังสามารถเกิดจากการชักนำ (induced mutation) จากการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมภายนอกที่เป็นสารก่อการกลายพันธุ์ (mutagen) ส่งผลในกระบวนการสร้างโปรตีนผิดเพี้ยนไปจากเดิม)

4.3.2 หากลำดับนิวคลีโอไทด์มีการเปลี่ยนแปลงไปจะเกิดผลอย่างไร (การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสารพันธุกรรม ที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงลักษณะที่แสดงออก (phenotype) ซึ่งอาจจะเป็นรูปร่าง ลักษณะ หรือพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนไป การกลายพันธุ์จะทำให้เกิดความแปรผันทางพันธุกรรม (genetic variation) ขึ้น ส่งผลให้เกิดความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ลักษณะบางลักษณะที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์อาจช่วยในการปรับตัวเพื่อให้เหมาะสมกับการดำรงชีพในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป แต่การกลายพันธุ์บางแบบอาจเป็นส่วนหนึ่งของการเกิดโรคได้เนื่องจากยีนที่เปลี่ยนแปลงจะสร้างโปรตีนที่เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลทำให้ลักษณะบางอย่างของร่างกายผิดปกติ)

4.3.3 นักเรียนคิดว่าไวรัสโคโรนาจะสามารถกลายพันธุ์ได้หรือไม่ หากกลายพันธุ์ได้จะเกิดผลอย่างไร (ไวรัสสามารถเกิดการกลายพันธุ์ โดยเชื้อไวรัสสามารถสอดแทรกดีเอ็นเอเข้าไปรวมตัวกับ

ดีเอ็นเอในจีโนมของเซลล์มนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ทำให้เซลล์มีการแบ่งตัว สังเคราะห์ดีเอ็นเอตลอดเวลา มีโอกาสเกิดการกลายพันธุ์ของยีนและสามารถติดต่อสู่ Host ชนิดอื่นได้)

ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge) (15 นาที)

5.1 นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาอภิปรายหาข้อตกลงร่วมกันใช้เพื่อเสริมความเข้าใจ และร่วมกันสร้างแบบจำลองของคำตอบเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ ข้อค้นพบ มาตรวจสอบความเข้าใจของสมาชิกในทีมให้มีความเข้าใจในทัศนตรงกัน

5.2 ครูตั้งประเด็นคำถามมอบหมายภาระงานให้แก่เรียนดังนี้

5.2.1 ข้อมูลเรื่องการกลายพันธุ์ นักเรียนคิดว่าไวรัสโคโรนาจะมีการกลายพันธุ์ในกรณีใดบ้าง (ไวรัสโคโรนาสามารถแทรกสารพันธุกรรมของตัวมันเองเข้าไปยังสารพันธุกรรมของมนุษย์ นอกจากนี้ไวรัสโคโรนามีสารพันธุกรรมแบบอาร์เอ็นเอ มีโอกาสกลายพันธุ์สูง และสามารถก่อการติดเชื้อข้ามสปีชีส์ได้มากขึ้นในสถานที่ที่นำสัตว์เหล่านี้มาอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น)

5.2.2 ครูมอบหมายให้นักเรียนออกแบบกราฟฟิก สรุป การกลายพันธุ์ในระดับยีน

ขั้นที่ 6 ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts) (10 นาที)

6.1 ครูและนักเรียนอภิปรายประเด็นคำถามที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรม มาเชื่อมโยงประเด็นสู่เนื้อหาในส่วนต่อไปโดยให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมในคาบเรียน โดยครูร่วมอภิปรายและสรุปประเด็นคำถาม

6.1.1 ครูตั้งประเด็นคำถามจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนคิดว่าหากลำดับนิวคลีโอไทด์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างไรบ้าง (ตัดต่อดัดแปลงเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้ทนต่อสภาวะบางประการ หรือนำไปสร้างวัคซีนป้องกันโรคได้)

ขั้นที่ 7 สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process)(15นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงในคาบเรียนต่อไป โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการดำเนินงาน และให้นักเรียนได้ถามเกี่ยวกับข้อสงสัยในการดำเนินงาน จากนั้นทำแบบสอบถามโดยใน เว็บไซต์ Mentimeter.com

การประเมินกิจกรรม

1) แบบจำลองแสดงความหมาย องค์ประกอบ และแผนการดำเนินงานเรื่องการกลายพันธุ์ในระดับยีน

2) รายงานสรุปการดำเนินงานครั้งที่ 1

3) แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

4) แบบประเมินการทำงานของสมาชิกทีม

สื่อการเรียนรู้

1) Textbook: Campbell Biology 11th Edition 2017

2) Database: google scholar

3) เว็บไซต์สำหรับแสดงความเห็นทำกิจกรรม Mentimeter.com

4) โปรแกรมสำหรับใช้เรียนออนไลน์ Discord

ผลการจัดการเรียนรู้

ทักษะกระบวนการทำงานเป็นทีม โดยสังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานและความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง

แบบประเมินผังกราฟฟิก เรื่อง การกลายพันธุ์ในระดับยีน

ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(นายธนิต กาญจนโกล)

ครูผู้สอน

..... / /

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564
แผนการเรียนรู้ที่ 6 สัปดาห์ที่ 6	คาบเรียนที่ 19 - 22	วันที่.....
เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล	ครูผู้สอน นายธนิศ กาญจนโกมล	เวลาที่สอน 200 นาที

หัวข้อ กระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ

คำถามนำกิจกรรมการเรียนรู้

1. เทคโนโลยีชีวภาพคืออะไร มีวิธีการใดบ้างที่นิยมนำมาใช้ในปัจจุบัน
2. หลักการใดบ้างที่นำมาใช้ในกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ
3. ยกตัวอย่างกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ ที่เกี่ยวกับการป้องกันการระบาดของไวรัส

โคโรนา

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

- 1) อธิบายความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพได้ K
- 2) อธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพได้ K
- 3) ยกตัวอย่างกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพที่สำคัญได้ K
- 4) บันทึกการดำเนินงานและจัดทำรายงานการประชุมได้ P
- 5) ตรวจสอบข้อมูลโดยใช้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้ P
- 6) นำเสนอตัวแทนของข้อสรุปที่ได้จากการค้นคว้า P
- 7) สามารถทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่นได้ A
- 8) รับผิดชอบบทบาทหน้าที่ในการทำงานได้ A

สาระสำคัญ

การใช้กระบวนการทางพันธุศาสตร์เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงลักษณะที่ต้องการ ที่มีประโยชน์ของพืช สัตว์และจุลินทรีย์ เพื่อการผลิตอาหาร หรือยาโดยวิธีการเพิ่มเข้าไป หรือการเอาออกมาของหน่วยพันธุกรรมที่เลือกแล้ว เพื่อให้เกิดลักษณะตามต้องการ เป็นการเลือกหน่วยพันธุกรรมที่เฉพาะเจาะจง สามารถแบ่งได้เป็น 3 ทางคือ ด้านการแพทย์ ด้านอุตสาหกรรม และด้านเกษตรกรรม

แนวคิดของ "เทคโนโลยีชีวภาพ" หรือ "เทคโนโลยีชีวภาพ" เป็นแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการปรับเปลี่ยนสิ่งที่มีชีวิตตามวัตถุประสงค์ของมนุษย์ โดยอาศัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดกระบวนการสร้าง กระบวนการทำลาย หรือการก่อให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีชีวิตในสิ่งมีชีวิต ซึ่งกระบวนการ ทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็นผลมาจากการ

ทำงานของสารพันธุกรรม หรือดีเอ็นเอ และหน่วยพันธุกรรมหรือยีน การศึกษางานด้านเทคโนโลยีชีวภาพจึงต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับสารพันธุกรรม และพฤติกรรมของสารพันธุกรรม

พัฒนาวิธีสกัดอาร์เอ็นเอ (RNA) ของเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ (SARS-CoV-2) จากตัวอย่างแบบง่าย และ ชุดตรวจโควิด-19 ด้วยเทคนิคแลมป์ แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ 1.ชุดสกัดอาร์เอ็นเอ (RNA) ของเชื้อไวรัสจากตัวอย่างแบบง่าย และ 2.ชุดตรวจโรค COVID-19 ด้วยเทคนิคแลมป์เปลี่ยนสีในขั้นตอนเดียว (COVID-19 XO-AMP colorimetric detection kit)

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุสิ่งที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ (Identify a need to learn)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียน ชี้แจงกรอบการทำงานวัตถุประสงค์ของกิจกรรม การประเมินผลของกิจกรรม และอภิปรายประเด็นปัญหา และกำหนดเป้าหมายร่วมกัน

1.2 ครูกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียนโดยการร่วมกันอภิปรายปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของโรค Covid-19 และการเพิ่มจำนวนของไวรัส โดยใช้คำถามต่อไปนี้

1.2.1 การทราบลำดับนิวคลีโอไทด์ของไวรัสมีประโยชน์อย่างไรบ้าง (ทำให้ทราบกระบวนการที่เกิดขึ้นของไวรัส รวมถึงโปรตีนที่ไวรัสสร้างขึ้น สามารถนำมาศึกษาเพื่อผลิตวัคซีนได้)

1.2.2 ในการสร้างวัคซีนป้องกันการติดเชื้อไวรัสโคโรนา ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานอะไรบ้าง (โครงสร้าง DNA การจำลอง DNA การสังเคราะห์โปรตีน โดยเฉพาะเอนไซม์ต่าง ๆ ในกระบวนการที่เกิดขึ้นในนิวเคลียส)

1.2.3 นอกจากนี้ หากเราศึกษากระบวนการที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับสารพันธุกรรม นักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านใดได้บ้าง (อาจนำไปใช้เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ หรือเร่งกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม)

1.3 ครูชี้แจงคำถามสำคัญ รูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน ภาระงาน และวิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ของกิจกรรมดังนี้

1.3.1 คำถามสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนใช้การสืบเสาะแสวงหาความรู้ผ่านการทำงานเป็นทีม มีดังต่อไปนี้

- 1) เทคโนโลยีชีวภาพคืออะไร มีวิธีการใดบ้างที่นิยมนำมาใช้ในปัจจุบัน
- 2) หลักการใดบ้างที่นำมาใช้ในกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ
- 3) ยกตัวอย่างกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ ที่เกี่ยวกับการป้องกันการระบาดของไวรัสโคโรนา

1.3.2 รูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียน คือให้นักเรียนทำงานเป็นทีม ทีมละ 4 คน รับผิดชอบหน้าที่การทำงานของตนเองในแต่ละ บทบาท เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดหลักของ บทเรียน มีการรวบรวมข้อมูลและเชื่อมต่อ เนื้อหา กระบวนการแก้ปัญหา การสร้างความเข้าใจด้วย ตนเอง และสะท้อนถึงกระบวนการทำงาน เพื่อนำไปพัฒนาวิธีการดำเนินงาน โดยมีบทบาทและภาระ งานดังนี้

บทบาท	คำอธิบายภาระงาน
ผู้จัดการ	กำกับการทำงานของทีม อำนวยความสะดวกให้แก่สมาชิกทีม และกำกับระยะเวลา การทำงานให้แก่สมาชิกทีม
ผู้บันทึก	ควบคุมประเด็นระหว่างอภิปราย และนำการอภิปรายสู่ข้อสรุป บันทึกเหตุการณ์ การอภิปรายของสมาชิกทีม
ผู้ประสานงาน	นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสรุปของสมาชิกทีม อภิปรายร่วมกับครูและทีมอื่น สร้าง รูปแบบตัวแทนของข้อมูล
ผู้วิเคราะห์	ตรวจสอบเอกสาร จัดทำรายงานสรุปให้ วิเคราะห์หลักฐานข้อมูล วิเคราะห์ตัวแปร ที่ส่งผลต่อการทำงาน วางแผนสำรอง

1.3.3 ภาระงาน

เอกสารรายงานประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

- 1) แผนปฏิบัติงานและตารางตรวจสอบรายการทำงานของสมาชิกทีม
- 2) สรุปการประชุมและอภิปราย
- 3) รายงานผลการผลการศึกษาและผลการดำเนินงาน
- 4) แบบจำลองสรุปมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ

1.3.4 วิธีการประเมินคือ ประเมินการทำงานเป็นทีมและผลลัพธ์ของการทำงาน คิด เป็นคะแนนรวมของสมาชิกทุกคนในทีม

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงความรู้เดิม (Connect to prior understandings)

2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเรื่อง กระบวนการทาง เทคโนโลยีชีวภาพ โดยครูใช้คำถามดังนี้

2.1.1 จากประสบการณ์เดิมของนักเรียนสารพันธุกรรมอยู่บริเวณใดของสิ่งมีชีวิตได้ บ้าง (อยู่ในเซลล์ทั่วร่างกายของสิ่งมีชีวิต)

2.1.2 สารพันธุกรรมสามารถตัดและต่อกันได้โดยเอนไซม์ชนิดใดบ้าง (DNA polymerase, Helicase, RNA polymerase,)

2.2 ครูตั้งประเด็นชวนให้นักเรียนร่วมพิจารณาก่อนทำกิจกรรมดังนี้ ความสำคัญของการทำความเข้าใจ กลไกการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ การติดเชื้อและการแพร่ระบาด กระบวนการที่เกิดขึ้นของไวรัส เมื่อมีการติดเชื้อเข้าสู่ร่างกาย มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตอย่างไร และเชื่อมโยงถึงการออกแบบวัคซีนป้องกันไวรัส โดยใช้ความรู้และสถานการณ์ดังกล่าว

2.3 ครูทบทวนคำถามนำกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ดำเนินการทำงานเป็นทีมเพื่อตอบคำถามของกิจกรรม โดยกำหนดเวลาในการรวบรวมข้อมูล 45 นาที

ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหาคำตอบ (Explore)

3.1 นักเรียนอภิปรายกลุ่มย่อย โดยครูตรวจสอบการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าแก่นักเรียน นักเรียนระบุตัวแทนของวิธีการหาคำตอบ ระบุแหล่งข้อมูลหลักฐาน ตรวจสอบข้อมูลด้วยกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยกระบวนการสืบสอบหาคำตอบ และทบทวนบทบาทการทำงานให้แก่เรียนดังต่อไปนี้

3.1.1 หัวหน้าทำหน้าที่ออกแบบตรวจสอบรายการที่แสดงถึงการดำเนินงานทุกขั้นตอนอย่างละเอียด

3.1.2 เลขานุการทำหน้าที่บริหารจัดการการอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ ตามที่ผู้จัดการได้รับมอบหมายให้พิจารณาหรือลงข้อสรุป

3.1.3 ผู้วิเคราะห์ทำหน้าที่ตรวจสอบหลักฐานของข้อมูลสมาชิกแต่ละคนนำเสนอแล้ว ตรวจสอบกระบวนการทำงานเพื่อหาแนวทางในการดำเนินงานสมาชิก

3.1.4 โฆษกทำหน้าที่เตรียมการอภิปรายร่วมกับครูและสมาชิกทีมอื่น

3.2 ครูสังเกตความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่นักเรียนอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม และแนะนำให้นักเรียนตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ และให้นักเรียนเสนอแนวทางเจรจา ได้แย้งข้อมูลระหว่างภายในทีมและระหว่างทีมอื่น ๆ ในชั้นเรียนได้

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ (Concept invention, introduction, and formation)

4.1 นักเรียนอภิปรายร่วมกันระบุมโนทัศน์สำคัญที่ได้จากการทำงาน ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานและการตอบคำถามอย่างมีวิจารณญาณ สมาชิกทีมอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสืบสอบหาคำตอบ ระบุมโนทัศน์ของคำตอบ และร่วมกันตรวจสอบคำตอบโดยการให้หลักฐานที่ได้จากการสืบสอบ

4.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในทีมเพื่อให้ได้ข้อสรุปโดยใช้คำถามเชิงตรวจสอบความเข้าใจและให้นักเรียนแสดงความน่าเชื่อถือของคำตอบด้วยตนเองโดยใช้คำถาม เช่น ทราบได้อย่างไรว่า

คำตอบของนักเรียนเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหตุใดคำตอบของนักเรียน 2 กลุ่มจึงแตกต่างกัน ข้อมูลของนักเรียนคนใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากันเพราะเหตุใด นักเรียนได้ข้อมูลนี้มาจากแหล่งข้อมูลใดเชื่อถือได้หรือไม่ สิ่งที่นักเรียนนำเสนอให้แก่เพื่อนผ่านการตรวจสอบจนแน่ใจแล้วใช่หรือไม่ เหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าเหตุการณ์นั้นจะเป็นไปตามที่นักเรียนคาดการณ์

4.3 ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 เทคโนโลยีชีวภาพคืออะไร มีวิธีการใดบ้างที่นิยมนำมาใช้ในปัจจุบัน (การใช้กระบวนการทางพันธุศาสตร์เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงลักษณะที่ต้องการ ที่มีประโยชน์ของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ เพื่อการผลิตอาหาร หรือยาโดยวิธีการเพิ่มเข้าไป หรือการเอาออกมาของหน่วยพันธุกรรมที่เลือกแล้ว เพื่อให้เกิดลักษณะตามต้องการ เป็นการเลือกหน่วยพันธุกรรมที่เฉพาะเจาะจง สามารถแบ่งได้เป็น 3 ทางคือ ด้านการแพทย์ ด้านอุตสาหกรรม และด้านเกษตรกรรม)

4.3.2 หลักการใดบ้างที่นำมาใช้ในกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ (แนวคิดของ "เทคโนโลยีชีวภาพ" หรือ "เทคโนโลยีชีวภาพ" เป็นแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการปรับเปลี่ยนสิ่งที่มีชีวิตตามวัตถุประสงค์ของมนุษย์ โดยอาศัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ส่งผลให้เกิดกระบวนการสร้าง กระบวนการทำลาย หรือการก่อให้เกิดสิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ซึ่งกระบวนการทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็นผลมาจากการทำงานของสารพันธุกรรม หรือดีเอ็นเอ และหน่วยพันธุกรรมหรือยีน การศึกษางานด้านเทคโนโลยีชีวภาพจึงต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับสารพันธุกรรม และพฤติกรรมของสารพันธุกรรม)

4.3.3 ยกตัวอย่างกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ ที่เกี่ยวกับการป้องกันการระบาดของไวรัสโคโรนา (พัฒนาวิธีสกัดอาร์เอ็นเอ (RNA) ของเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ (SARS-CoV-2) จากตัวอย่างแบบง่าย และ ชุดตรวจโควิด-19 ด้วยเทคนิคแลมป์ แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ 1.ชุดสกัดอาร์เอ็นเอ (RNA) ของเชื้อไวรัสจากตัวอย่างแบบง่าย และ 2.ชุดตรวจโรค COVID-19 ด้วยเทคนิคแลมป์เปลี่ยนสีในขั้นตอนเดียว (COVID-19 XO-AMP colorimetric detection kit))

ขั้นที่ 5 ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ (Practice applying knowledge)

5.1 นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาอภิปรายหาข้อตกลงร่วมกันใช้เพื่อเสริมความเข้าใจ และร่วมกันสร้างแบบจำลองของคำตอบเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ ข้อค้นพบ มาตรวจสอบความเข้าใจของสมาชิกในทีมให้มีความเข้าใจมโนทัศน์ตรงกัน

5.2 ครูตั้งประเด็นคำถามมอบหมายภาระงานให้นักเรียนดังนี้

5.2.1 ชี้จากกิจกรรมการเรียนรู้ในทุกหน่วยการเรียนรู้เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล สามารถอธิบายลักษณะของไวรัสโคโรนาได้อย่างไรบ้าง (ไวรัสโคโรนาสามารถแทรกสารพันธุกรรมของตัวมันเองเข้าไปยังสารพันธุกรรมของมนุษย์ นอกจากนี้ไวรัสโคโรนามีสารพันธุกรรมแบบอาร์เอ็นเอ มี

โอกาสสลายพันธุ์สูง และสามารถก่อการติดเชื้อข้ามสปีชีส์ได้มากขึ้นในสถานที่ที่นำสัตว์เหล่านี้มาอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น)

5.2.2 ครูมอบหมายให้นักเรียนออกแบบกราฟฟิค สรุปกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ

ขั้นที่ 6 ประยุกต์ความรู้ในบริบทใหม่ (Apply knowledge in new contexts)

6.1 ครูและนักเรียนอภิปรายประเด็นคำถามที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรม มาเชื่อมโยงประเด็นสู่เนื้อหาในส่วนต่อไปโดยให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมในคาบเรียน โดยครูร่วมอภิปรายและสรุปประเด็นคำถาม

6.1.1 ครูตั้งประเด็นคำถามจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนคิดว่าผลที่เกิดจากการแทรกสารพันธุกรรมของไวรัสเข้าสู่มนุษย์จะเป็นอย่างไร และก่อให้เกิดอาการผิดปกติของร่างกายอย่างไรบ้าง (ทำให้จำนวนของไวรัสเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้การทำงานของเซลล์และระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายมีความผิดปกติ)

ขั้นที่ 7 สะท้อนกระบวนการทำงาน (Reflect on the process)

ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความเห็นเพื่อปรับปรุงในคาบเรียนต่อไป โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายการดำเนินงาน และให้นักเรียนได้ถามเกี่ยวกับข้อสงสัยในการดำเนินงาน จากนั้นทำแบบสอบถามโดยใน เว็บไซต์ Mentimeter.com

การประเมินกิจกรรม

1) แบบจำลองแสดงความหมาย องค์ประกอบ และแผนการดำเนินงานเรื่อง กระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ

2) รายงานสรุปการดำเนินงานครั้งที่ 1

3) แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

4) แบบประเมินการทำงานของสมาชิกทีม

สื่อการเรียนรู้

1) Textbook: Campbell Biology 11th Edition 2017

2) Database: google scholar

3) เว็บไซต์สำหรับแสดงความเห็นท้ายกิจกรรม Mentimeter.com

4) โปรแกรมสำหรับใช้เรียนออนไลน์ Discord

ผลการจัดการเรียนรู้

ทักษะกระบวนการทำงานเป็นทีม โดยสังเกตจากการมีส่วนร่วมในการทำงานและความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง

.....

.....

แบบประเมินผังกราฟฟิก เรื่อง กระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ

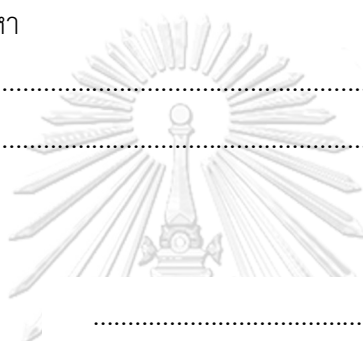
.....

.....

ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....



.....

(นายธนิต กาญจนโกมล)

ครูผู้สอน

..... / /



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือ

การตรวจคุณภาพของเครื่องมือประกอบด้วยรายการต่อไปนี้

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
2. แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
3. แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง
4. แบบประเมินการทำงานเป็นทีมของนักเรียน
5. แผนการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ



1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

เครื่องมือชุดนี้ เป็นแบบวัดมาตรฐานฉบับออนไลน์ของ PISA (OECD, 2015a) ได้รายงานค่าความเที่ยงของแบบวัดชุดนี้ ซึ่งได้ใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนอายุ 14-16 ปี เมื่อปี พ.ศ. 2558 โดยแสดงผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือในระดับสูง (National reliabilities of Thailand = 0.83) จากรายงาน Technical report (PISA, Ed.). OECD Publishing ตารางที่ 12.5 National reliabilities for main cognitive domains หน้า 232

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังสามารถเข้าถึงได้ใน Link ต่อไปนี้ <https://cps.ipst.ac.th/> ตัวอย่างของแบบวัด

1352:16:06

งานปีใหม่

ออกจากกราฟิก

ห้องเรียนของนักเรียนจะจัดงานฉลองวันขึ้นปีใหม่ในวันที่ 24 ธันวาคม

นิชา และ กนกเป็นเพื่อนร่วมห้องของนักเรียน

นักเรียน นิชา และ กนก ได้รับมอบหมายให้ซื้อของเพื่อใช้ในงานฉลองวันขึ้นปีใหม่

งานของนักเรียนคือร่วมมือกับ นิชา และ กนก เพื่อซื้อของ 4 อย่าง ได้แก่

1. ชนมชบเคี้ยว
2. น้ำผลไม้
3. หมวกปาร์ตี้ทรงกรวย
4. ของขวัญสำหรับจับฉลาก

หน้าจอดีต่อไปจะให้คำแนะนำวิธีทำงานร่วมกับ นิชา และ กนก

คลิกเพื่อเข้าสู่บทสนทนา

1352:17:22

งานปีใหม่

ออกจากกราฟิก

กดที่นี่เพื่อแสดงหน้า

นักเรียนต้องเลือกประวัติจากตัวเลือกที่มี เพื่อสนทนากับ นิชา และ กนก

นิชา

สวัสดีนิชา! สวัสดีกนก!

นิชา

สวัสดี! พวกเราได้เรียนมอบหมายให้ไปซื้อของงานปีใหม่

กนก

ฮืม แต่ฉันจำไม่ได้แล้วว่าต้องซื้ออะไรบ้าง

นิชา

☐ กนกจะไปซื้อของด้วยกันไหม
☐ พวกเราไปหาหน่วยงานที่ซื้อของกันดีกว่า
☐ พวกเรานัดกันไปซื้อของกันเถอะ

ยืนยันการตอบ

2. แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

เครื่องมือชุดนี้ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์และเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence, IOC) ผลการตรวจสอบอยู่ในระดับดี (IOC ทั้งฉบับ = 0.79) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว

ค่า IOC ทั้งฉบับ 0.79

ข้อ	ประเด็นในการพิจารณา	ค่าเฉลี่ย IOC	ข้อคำถามที่ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
1	ผลของการจัดการเรียนรู้สืบ สอบแบบแนะนำเน้น	0.67	นักเรียนคิดว่าตนเองมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนให้มีความ เข้าใจชัดเจนขึ้นหรือไม่
	กระบวนการที่มีต่อความ เข้าใจเนื้อหาในบทเรียนของ นักเรียน	0.67	กิจกรรมใดที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมาก ขึ้น
		1.00	นักเรียนได้สรุปองค์ความรู้ของบทเรียนด้วยวิธีใด
		0.67	บทบาทของครูและกิจกรรมการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้นักเรียน ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างไร
2	ผลของการจัดการเรียนรู้สืบ สอบแบบแนะนำเน้น	1.00	นักเรียนสามารถระบุปัญหาและอุปสรรคของการทำงานได้ หรือไม่
	กระบวนการที่มีต่อ ความสามารถในการ แก้ปัญหาของนักเรียน	1.00	นักเรียนตัดสินใจอย่างไรบ้างเมื่อพบปัญหาในการดำเนินงาน โดยยกตัวอย่าง 1-2 เหตุการณ์
		0.67	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ อย่างไรบ้าง
		0.33	นักเรียนคิดว่าปัญหาใดบ้างในกิจกรรมที่จัดขึ้นสอดคล้องกับ ปัญหาในชีวิตจริง
3	ผลของการจัดการเรียนรู้สืบ สอบแบบแนะนำเน้น	0.67	ให้นักเรียนเล่าประสบการณ์ทำงานเป็นทีมของนักเรียน ทั้งใน มุมมองที่เป็นข้อดี และ มุมมองที่เป็นข้อเสีย
	กระบวนการที่มีต่อการ ทำงานเป็นทีมของนักเรียน	1.00	กิจกรรมการเรียนรู้การสอนช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็น ทีมของนักเรียนอย่างไรบ้าง
		0.67	นักเรียนได้ประสบการณ์ทำงานเป็นทีมอะไรบ้าง
4	ข้อเสนอแนะของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สืบ สอบแบบแนะนำเน้น กระบวนการ	1.00	ข้อเสนอแนะที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำ เน้นกระบวนการมีอะไรบ้าง

3. แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลัง

เครื่องมือชุดนี้ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์และเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence, IOC) ผลการตรวจสอบอยู่ในระดับดีมาก (IOC ทั้งฉบับ = 0.83) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว

ค่า IOC ทั้งฉบับ 0.83

ข้อ	ประเด็นในการพิจารณา	ค่าเฉลี่ย IOC จากผู้เชี่ยวชาญ	ข้อคำถามที่ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
1	นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงถึงรวบรวมข้อดีและข้อเสียของสมาชิกทีม	0.67	นักเรียนพูดคุย นำเสนอ พักหน้า หรือแสดงความเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการทำงานที่สมาชิกในทีมถนัด
2	นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมเพื่อทำความเข้าใจปัญหาร่วมกับสมาชิกทีม	0.67	นักเรียนมีการพูดคุย พักหน้า จัดบันทึกหรือแลกเปลี่ยนความเห็นต่อการอภิปราย เพื่อทำความเข้าใจรอบการทำงาน
3	นักเรียนสามารถอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและหลักการที่เกี่ยวข้องได้	1.00	แสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองต่อการอภิปราย
4	นักเรียนสามารถคัดเลือกสมาชิกทีมเพื่อรับผิดชอบต่อการระงายย่อยได้	1.00	นักเรียนมีการมอบหมายงานหรือได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบงาน นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอน
5	นักเรียนมีการกำหนดเงื่อนไขข้อตกลงร่วมกับสมาชิกในทีม	0.67	นักเรียนมีการพูดคุยเจรจาต่อรอง พักหน้าหรือส่ายหน้า ขณะที่สมาชิกทีมกำหนดข้อตกลง เช่น กำหนดเวลารวบรวมงาน นัดหมายการประชุม หรือกำหนดขอบเขตของการทำงาน
6	นักเรียนสามารถปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม	1.00	นักเรียนสามารถรักษาและปฏิบัติตามข้อตกลงของทีม
7	นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายความคืบหน้าของการทำงานในชั้นเรียนได้	1.00	นักเรียนมีการพูดคุย พักหน้าหรือส่ายหน้า ขณะมีการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาไวรัสโคโรนาในชั้นเรียน
8	นักเรียนสามารถแสดงผลการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่สอดคล้องกับภาระงาน	0.67	นักเรียนพูด อ่าน หรือแสดงหลักฐานเกี่ยวกับข้อมูลของไวรัสโคโรนาที่สืบค้นด้วยตนเอง

ข้อ	ประเด็นในการพิจารณา	ค่าเฉลี่ย IOC จากผู้เชี่ยวชาญ	ข้อคำถามที่ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
9	นักเรียนสามารถแสดงเจตนาให้สมาชิกทีมรวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องได้	0.67	นักเรียนมีการเสนอประเด็น ตั้งคำถาม พักหน้า สายหน้า หรือมองไปยังผู้ที่ตั้งคำถาม เพื่อตรวจสอบข้อมูลของสมาชิกทีม
10	นักเรียนมีส่วนร่วมกับการจัดการกับประเด็นที่คลุมเครือ	0.67	นักเรียนมีการพูดคุยโต้แย้ง แลกเปลี่ยนข้อมูล พักหน้าหรือสายหน้า ในขณะที่สมาชิกทีมสนทนาในประเด็นคลุมเครือ
11	นักเรียนสามารถสร้างข้อตกลงใหม่ร่วมกับสมาชิกทีมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป	1.00	นักเรียนมีการระบุข้อตกลง มอบหมายงาน พูดคุย พักหน้าหรือสายหน้า ขณะที่สมาชิกทีมปรับปรุงแก้ไขผลการดำเนินงาน
12	นักเรียนมีการบันทึกข้อมูล หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะในทำกิจกรรมในชั้นเรียน	0.67	นักเรียนแสดงหลักฐานในการบันทึกข้อมูล สารสนเทศน์ ภาระงานหรือกำหนดการขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน
13	นักเรียนสามารถแสดงมุมมองของตนเองให้แก่สมาชิกที่ขาดปฏิสัมพันธ์กับทีม	1.00	นักเรียนมีการเรียกชื่อ สนทนา พูดคุย สอบถาม แสดงความคิดเห็น กับสมาชิกที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อทีม ลดลง หรือขาดปฏิสัมพันธ์ต่อทีม
14	นักเรียนมีส่วนร่วมกับการตรวจสอบเหตุการณ์ หลักฐานเชิงประจักษ์ และข้อมูลที่ขาดหายไป ขณะอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป	0.67	นักเรียนมีการพูดคุย ตั้งคำถาม ทักท้วงโต้แย้ง พักหน้าหรือสายหน้า ขณะรวบรวมข้อมูลของไวรัสโคโรนา โดยมีคำสำคัญในประโยคเช่น ...มาจากไหน ...มีลักษณะอย่างไร ...มีองค์ประกอบอะไรบ้าง ...เป็นเช่นนั้น/เป็นเช่นนั้นจริงหรือไม่
15	นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลเดิมและยอมรับความรู้ใหม่โดยพิจารณาจากหลักฐานเชิงประจักษ์	0.67	นักเรียนตั้งคำถาม พูดคุย อภิปรายโต้แย้ง พักหน้าหรือสายหน้า ขณะลงข้อสรุปเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับไวรัสโคโรนา
16	นักเรียนสามารถอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปโดยใช้ชุดข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลเชื่อมโยงกัน	1.00	นักเรียนมีการพูดคุย สนทนาโต้แย้ง เชื่อมโยงข้อมูล รับฟัง พักหน้า สายหน้า ขณะอภิปรายลงข้อสรุป โดยมีคำสำคัญ เช่น เพราะ...จึง... เนื่องจาก... ทำไม... จึงเป็นเช่นนั้น ...เป็นผลมาจากอะไร
17	นักเรียนมีการสังเกตการทำงานของสมาชิกในทีม	0.33	นักเรียนมีการพูดคุย เรียกชื่อ สอบถาม จดบันทึก ในระหว่างดำเนินงาน โดยมีคำสำคัญขณะสนทนา เช่น ...เป็นอย่างไบบ้าง ...ทำถึงไหนแล้ว ...หาเจอไหม ...โอเครีเปล่า ...ทำได้ไหม เป็นต้น

ข้อ	ประเด็นในการพิจารณา	ค่าเฉลี่ย IOC จากผู้เชี่ยวชาญ	ข้อคำถามที่ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
18	นักเรียนสามารถแสดงผลของการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลที่ดีขึ้นได้	1.00	นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขและจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับไวรัสโคโรนาให้มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย
19	นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำงานของสมาชิกทีมได้	1.00	นักเรียนพูด บอก หรือสนทนาเพื่อแสดงมุมมองของตนเองเกี่ยวกับวิธีการทำงานของสมาชิก
20	นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นเพื่อพัฒนาวิธีการทำงานของทีมได้	1.00	นักเรียนพูด บอก หรือสนทนาเพื่อแสดงมุมมองของตนเองเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของทีม
21	นักเรียนสามารถเสนอแนวทางการทำงานให้แก่สมาชิกร่วมพิจารณาได้	1.00	นักเรียนพูด เสนอวิธีการที่อาจช่วยให้กระบวนการทำงานดีขึ้นให้แก่สมาชิกทีม

4. แบบประเมินการทำงานเป็นทีมของนักเรียน

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แบบประเมินการทำงานเป็นทีมของนักเรียน

เครื่องมือชุดนี้ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์และเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence, IOC) ผลการตรวจสอบอยู่ในระดับดี (IOC ทั้งฉบับ = 0.67) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว

ค่า IOC ทั้งฉบับ 0.67

ข้อ	ประเด็นในการพิจารณา	ค่าเฉลี่ย IOC จากผู้เชี่ยวชาญ	ข้อคำถามที่ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
1	นักเรียนมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ให้แก่สมาชิกทีมตามความถนัด	1.00	ฉันและสมาชิกทีมแต่ละคนได้รับบทบาทหน้าที่ในการทำงานอย่างเหมาะสม
2	นักเรียนมีส่วนร่วมในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลของทีม	0.67	ฉันรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานอย่างเพียงพอต่อการดำเนินงาน
		0.67	จากการอภิปรายในชั้นเรียน อุปสรรคเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่องไวรัสโคโรนาของคนทั่วไปมีอะไรบ้าง
3	นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดแนวทางการทำงานของทีมให้สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน	0.33	ฉันและสมาชิกทีมได้ร่วมกันทำความเข้าใจกับรายละเอียดของบทบาทของสมาชิกทุกคนให้เข้าใจตรงกัน
4	นักเรียนสามารถเลือกเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกในการทำงานร่วมกับสมาชิกทีม	0.67	ฉันและสมาชิกทีม รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานไว้ให้สมาชิกเข้าถึงได้ง่าย
			ระหว่างดำเนินงานนักเรียนได้ใช้เครื่องมือหรือแอปพลิเคชันใดในการเก็บบันทึกข้อมูลส่วนกลางของทีม
5	นักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดของการอภิปรายประเด็นของปัญหาได้	0.33	ฉันสรุปสาระสำคัญจากการประชุมกลุ่มย่อยเกี่ยวกับการทำงานของทีมได้
		1.00	กลุ่มของนักเรียนได้มีการอภิปรายการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาในประเด็นใดบ้าง และได้ข้อสรุปอย่างไร
6	นักเรียนสามารถเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา	1.00	สมาชิกทีมได้ร่วมการพิจารณาประเด็นที่ฉันเสนอในระหว่างการอภิปราย
		1.00	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่นักเรียนได้

ข้อ	ประเด็นในการพิจารณา	ค่าเฉลี่ย IOC จากผู้เชี่ยวชาญ	ข้อคำถามที่ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
			เสนอให้แก่มหาวิทยาลัยอะไรบ้าง
7	นักเรียนสามารถระบุสาเหตุสำคัญของปัญหา	1.00	หลังการอภิปรายหัวข้อของบทเรียน ฉันและสมาชิกทีมได้พูดคุย เพื่อหาสาเหตุสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น
		1.00	ปัญหาสำคัญเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่องไวรัสโคโรนาของคนทั่วไปคืออะไร
8	นักเรียนสามารถระบุความสำคัญของปัญหาในชีวิตจริง	0.33	ฉันสามารถอธิบายความสำคัญของการทราบข้อมูลเกี่ยวกับไวรัสโคโรนาในชีวิตประจำวันของฉันได้
		1.00	ปัญหาของสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างไร
9	นักเรียนสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตจริง	0.67	ฉันสามารถอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับไวรัสโคโรมาอธิบายและให้ข้อสรุปได้
		1.00	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านใดบ้างที่ช่วยให้นักเรียนอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับไวรัสโคโรนาได้ชัดเจนมากขึ้น
10	นักเรียนสามารถสรุปวัตถุประสงค์ของการทำงานในชั้นเรียนได้	1.00	ฉันเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การทำงานของกิจกรรมในชั้นเรียน
		0.67	กิจกรรมในชั้นเรียนนี้มีวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานอย่างไร
11	นักเรียนสามารถคาดคะเนผลลัพธ์ของการทำงานในชั้นเรียนได้	0.33	ฉันสามารถอธิบายภาพรวมของผลการดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนได้
		0.67	ผลลัพธ์ของการดำเนินงานให้สำเร็จของกิจกรรมในชั้นเรียนนี้คืออะไร
12	นักเรียนสามารถแสดงมุมมองการทำงานในชั้นเรียน ที่มีต่อการใช้ชีวิตประจำวันได้	1.00	กิจกรรมในชั้นเรียน ทำให้ฉันเข้าใจและมีประสบการณ์ในการทำงานสอดคล้องกับชีวิตจริง
		1.00	นักเรียนสามารถนำประสบการณ์ที่ได้ในชั้นเรียนมาปรับใช้กับชีวิตประจำวันได้อย่างไร
13	นักเรียนมีความยืดหยุ่นเมื่อได้รับ	0.00	ฉันยินดีรับผิดชอบภาระงานตามรูปแบบที่ตกลง

ข้อ	ประเด็นในการพิจารณา	ค่าเฉลี่ย IOC จากผู้เชี่ยวชาญ	ข้อคำถามที่ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
	มอบหมายภาระงานตามข้อตกลง ของทีม		กับสมาชิกในทีม แม้ว่าไม่มีประสบการณ์ สอดคล้องกับรูปแบบของงานที่ได้รับมอบหมาย
14	นักเรียนสามารถปรับรูปแบบการ ดำเนินงานของตนเอง ตามความ เหมาะสมของเหตุการณ์เฉพาะหน้า	0.67	ฉันสามารถปรับวิธีการทำงานของตนเองให้ เหมาะสมเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
15	นักเรียนสามารถประเมินผลลัพธ์ ของกิจกรรมในชั้นเรียนได้	1.00	ฉันสามารถให้คะแนนผลการดำเนินงานได้ตรงกับ ความเป็นจริง
		0.67	ถ้านักเรียนให้คะแนนผลการดำเนินงานในครั้ง นี้ คะแนนเต็ม 10 คะแนน นักเรียนจะให้คะแนน เท่าไร และจากคะแนนที่ให้นักเรียนพิจารณาจาก อะไรบ้าง

5. แผนการจัดการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะนำเน้นกระบวนการ

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ แผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือชุดนี้ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์ ความสอดคล้องระหว่าง
วัตถุประสงคและเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence, IOC) ผลการตรวจสอบอยู่ในระดับดี (IOC
ทั้งฉบับ = 0.67) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ค่า IOC

ตารางค่า IOC แสดงหน่วยการเรียนรู้ พันธุศาสตร์โมเลกุล

ที่	เนื้อหาวิชาที่สอน	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
1	แนะนำหน่วยการเรียนรู้และร่างโครงการ (บุคคลทั่วไปจะมีความรู้พื้นฐานของไวรัส Covid-19 ได้อย่างไร)	0.67	ควรแสดงรายละเอียดขอเนื้อหา ควบคู่กับการแนะนำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเตรียมพร้อมด้วย
2	โครงสร้างและบทบาทของสารพันธุกรรม (สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสัมพันธ์กับไวรัส Covid-19 อย่างไร)	0.33	ควรปรับเพิ่มประเด็นในการ อภิปรายโครงสร้างฯ และ ยกตัวอย่างที่ใกล้ตัวนักเรียน
3	การจำลองและการซ่อมแซม DNA (ไวรัส Covid-19 เพิ่มจำนวนได้อย่างไร)	0.67	ควรเสริมความรู้เรื่องวัคซีนประเภท mRNA
4	การสังเคราะห์โปรตีน (ไวรัส Covid-19 ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย อย่างไร)	0.67	นักเรียนมีการสลับบทบาทหน้าที่ หรือไม่ ควรให้เปลี่ยนบทบาทเมื่อ จบ 1 วงจรการเรียนรู้
5	การกลายพันธุ์ระดับยีน (ไวรัส Covid-19 มาจากไหน ติดต่อกันได้อย่างไร)	0.67	ยกตัวอย่างการกลายพันธุ์ของไวรัส โคโรนาในปัจจุบัน
6	กระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ (นักวิทยาศาสตร์มีการดำเนินการกับ ไวรัส Covid-19 อย่างไรบ้าง)	1.00	ควรมีการปรับสลับบทบาทหน้าที่ ของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ ถัดไป
รวมค่า IOC ทั้งฉบับ		0.67	

บรรณานุกรม

รายการอ้างอิงในประเทศไทย

- กรกนก เลิศเดชาภัทร. (2559). ผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คลังปัญญาจุฬา (CUIR).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). รายงานประจำปี 2559 - 2560. Retrieved from <https://www.moe.go.th>:
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2563). แผนยุทธศาสตร์กระทรวงศึกษาธิการ (พ.ศ. 2563 – 2565). สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ Retrieved from https://www.moe.go.th/moe2019_assets/pdf
- กัลยา ภูทัตโต. (2559). ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะนำเน้นกระบวนการที่มีต่อโมโนทัศน์ทางเคมีและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *OJED*, 11, 226-281.
- รัตติกรณ์ จงวิศาล. (2561). จิตวิทยาองค์การ *Organizational Psychology*. กรุงเทพมหานคร: คณะจิตวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศยามล เอกะกุลนันต์. (2555). *The Causal Relationship Model of Work-Life Balance Affecting the Employees' Effective Work Behavior of the Automotive Part Manufacturers, the Eastern Thailand*. Paper presented at the The Asian Conference on Psychology & the Behavioral Sciences 2012, Osaka Japan.
- ศุภสิทธิ์ พรธรรุโณทัย. (2563). จะผ่านพ้นวิกฤตโลก โควิด 19 ระบาด ด้วยฐานความรู้และ การปฏิบัติ Surviving Covid 19 Pandemic with Knowledge and Action.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Producer). (2560). ระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA. ระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA. Retrieved from <https://cps.ipst.ac.th/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561a). *Focus* ประเด็นจาก PISA. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สวทช. (กระทรวงศึกษาธิการ).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561b). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียน โครงการ PISA 2015.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561c). การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving). กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562a). แผนปฏิบัติการเชิงกลยุทธ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 - 2564 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี Ed.). กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562b). ยุทธศาสตร์ 5 ปี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Producer). (2563). ระบบออนไลน์ข้อสอบด้านความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ. Retrieved from <https://cps.ipst.ac.th/>
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 4(1), 55-63.
- สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน. (2559). แผนพัฒนาการศึกษาเอกชน พ.ศ. 2560-2564. 319 วิังจันทระเกษม ถนนราชดำเนินนอก แขวง/เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

รายการอ้างอิงต่างประเทศ

- Alisha, P., J. Stuart, A., & Michael, H. (2019). *Collaborative Problem Solving* (Vol. 1). Springer Nature Switzerland AG: Springer International Publishing.
- Azizah, I. I., Khoerunnisa, F., & Mulyani, S. (2016). Development of POGIL (Process Oriented Guided Inquiry Learning) Strategy based on Intertextual Learning of Acid-Base Concepts. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 57.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives : Cognitive domain. *New York: McKay*, 1.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school: Expanded edition* (Vol. 11). Washington, DC: National Academies Press.
- Buheji, M. (2020). Coronavirus as a Global Complex Problem Looking for Resilient Solutions. *Business Management and Strategy*, 11(1), 94-109.

- Care, E., & Griffin, P. (2014). An Approach to Assessment of Collaborative Problem Solving. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 9, 367-388.
- Care, E., Griffin, P., & Wilson, M. (2018). *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Switzerland: Springer.
- Carlson, D. B. (2018). The Use of POGIL Activity in A High School Biology Course to Promote Mastery of Learning. *The Graduate Faculty University of Wisconsin-Platteville*.
- Chase, D. A. (2017). *Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)*. (Master of Science). Montana State University, Bozeman, Montana.
- Clark, H. H., & Wilkes-Gibbs, D. (1986). Referring as a collaborative process. *Cognition*, 22(1), 1-39.
- Dewey, J. (1933). Philosophy and civilization.
- Dieu, H. D. T., Thi, K. O. D., & Bich, H. N. V. (2018). Sustainable Development of Collaborative Problem Solving Competency for Technical Students through Experiential Learning. *4th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD)*, 505-510.
- Dillenbourg, P., & Traum, D. (2006). Sharing solutions: Persistence and grounding in multimodal collaborative problem solving. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 121-151.
- Dostál, J. (2015). Theory of problem solving. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174(1), 2798-2805.
- Fiore, S. M., Graesser, A., & Greiff, S. (2018). Collaborative problem-solving education for the twenty-first-century workforce. *Nature human behaviour*, 2(6), 367-369.
- Fosnot, C. T. (2013). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*: Teachers College Press.
- Graesser, A., Fiore, S. M., Greiff, S., Andrews-Todd, J., Foltz, P. W., & Hesse, F. W. (2018). Advancing the Science of Collaborative Problem Solving. *Association For Psychological Science*, 19, 59-92.
- Griffin, P., & Care, E. (2015). *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Springer Dordrecht Heidelberg New York London: Springer.
- Gronvall, G. K. (2020). The Scientific Response to COVID-19 and Lessons for Security.

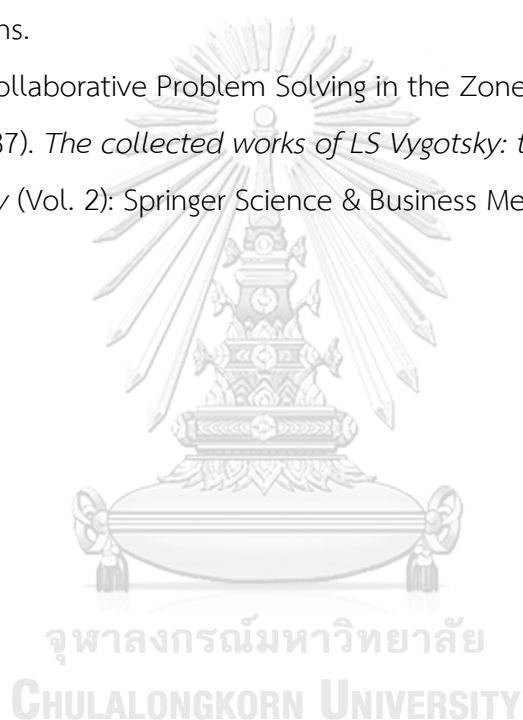
Survival, 62(3), 77-92.

- He, Q., von Davier, M., Greiff, S., Steinhauer, E. W., & Borysewicz, P. B. (2017). Collaborative Problem Solving Measures in the Programme for International Student Assessment (PISA). In A. A. von Davier, M. Zhu, & P. C. Kyllonen (Eds.), *Innovative Assessment of Collaboration* (pp. 95-111). Cham: Springer International Publishing.
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A Framework for Teachable Collaborative Problem Solving Skills. In *Assessment and Teaching of 21st Century skills*: Springer.
- Hudson, D. M. (2006). *Instructor's Guide to Process-Oriented Guided-Inquiry Learning*. Stony Brook, NY: Pacific Crest.
- Irwanto, Saputro, A. D., Rohaeti, E., & Prodjosantoso, A. K. (2018). Promoting Critical Thinking and Problem Solving Skills of Preservice Elementary Teachers through Process-Oriented Guided-Inquiry Learning (POGIL). *International Journal of Instruction*, 11(4), 777-794.
- Judd, W. L. (2014). The Effects of Process Oriented Guided Inquiry Learning on Secondary Student ACT Science Scores. *Union University School of Education*.
- Kalina, C., & Powell, K. (2009). Cognitive and social constructivism: Developing tools for an effective classroom. *Education*, 130(2), 241-250.
- Kim, B. (2001). Social constructivism. *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*, 1(1), 16.
- Krishna, R., & He, H. (2015). Managing team innovation in the research and development (R&D) organization: critical determinants of team effectiveness. *Therapeutic innovation & regulatory science*, 49(6), 877-885.
- Kuhlthau, C. C., Maniotes, L. K., & Caspari, A. K. (2015). *Guided inquiry: Learning in the 21st century: Learning in the 21st century*: ABC-CLIO.
- Kukla, A. (2013). *Social constructivism and the philosophy of science*: Routledge.
- Kuo, B.-C., Liao, C.-H., Pai, K.-C., Shih, S.-C., Li, C.-H., & Mok, M. M. C. (2018). Computer-based collaborative problem-solving assessment in Taiwan. *Educational Psychology*, 1-22.
- Kussmaul, C. (2016). Patterns in Classroom Activities for Process Oriented Guided

- Inquiry Learning (POGIL). *The National Science Foundation Grants*, 23, 1-15.
- Kusssmaul, C. (2017). Patterns in Classroom Facilitation for Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL). *US National Science Foundation (NSF) grants*, 1-17.
- Kusssmaul, C., Hu, H. H., & Pirmann, T. (2016). Special Session: Helping Students to Develop Communication, Teamwork, and Other Process Skills with POGIL. In *SIGCSE '16 Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education* (pp. 683-684). USA: ACM New York.
- Le Thai Hung, V. P. L., & Vy, N. T. P. (2017). *Assessing Collaborative Problem Solving Competency Through Integrated Theme Based Teaching Chemistry*. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Research of Educational Administration and Management (ICREAM 2017).
- Lien, V. P., Van Trang, T. T., & Ninh, T. T. (2018). Evaluate Students' Collaborative Problem-Solving Skills Through an Experiential Approach to Teach Non-metals (A Case Study in High School of Education Sciences and Viet Duc High School in Hanoi, Vietnam). *World*, 6(4), 190-199.
- Lin, K.-Y., Yu, K.-C., Hsiao, H.-S., Chu, Y.-H., Chang, Y.-S., & Chien, Y.-H. (2015). Design of an assessment system for collaborative problem solving in STEM education. *Journal of Computers in Education*, 2(3), 301-322.
- Manmana, S., Iamsirithaworn, S., & Uttayamakul, S. (2020). โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19). *Journal of Bamrasnaradura Infectious Diseases Institute*, 14(2), E1-10.
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological review*, 50(4), 370.
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (2006). Problem solving. *Handbook of educational psychology*, 2, 287-303.
- Nelson, L. M. (1998). *Collaborative problem-solving: An instructional theory for learning through small group interaction*: Indiana University.
- Nelson, L. M. (1999). Collaborative problem solving. *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2, 241-267.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving* (Vol. 104): Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ.
- O'Neill, T. A., Goffin, R. D., & Gellatly, I. R. (2012). The use of random coefficient

- modeling for understanding and predicting job performance ratings: An application with field data. *Organizational Research Methods*, 15(3), 436-462.
- OECD. (2012). *Pisa 2012 assessment and analytical framework. Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Paris: Peña-López, Ismael.
- OECD. (2013). PISA 2012 Problem-Solving Framework. In *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD.
- OECD. (2015a). *Technical report* (PISA Ed.). Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2015b). Technical report. Paris: PISA. In: OECD Publishing, Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA>.
- OECD. (2017a). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. Paris: OECD Publishing,.
- OECD. (2017b). *PISA 2015 Collaborative Problem-Solving Framework*. Paris: OECD Publishing,.
- OECD. (2017c). *PISA 2015 Results* (Vol. 5). Paris: OECD Publishing,.
- Rodriguez, J.-M. G., Hunter, K. H., Scharlott, L. J., & Becker, N. M. (2020). A review of research on process oriented guided inquiry learning: Implications for research and practice. *Journal of chemical education*, 97(10), 3506-3520.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2016). Facilitating and hindering motivation, learning, and well-being in schools: Research and observations from self-determination theory. *Handbook of motivation at school*, 96.
- Saettler, P. (1968). A history of instructional technology.
- Salovey, P., & Mayer, J. D. (1990). Emotional intelligence. *Imagination, cognition and personality*, 9(3), 185-211.
- Sanggara, P. W., Doyan, A., & Verawati, N. N. S. P. (2019). The Effect of Process Oriented Guided Inquiry Learning Model Based in Virtual Laboratory Toward Problem Solving Abilities of Physics Student. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 5(1).
- Simon, H. A. (1978). Information-processing theory of human problem solving. *Handbook of learning and cognitive processes*, 5, 271-295.
- Simonson, S. R. (2019). *An Introduction to Process Oriented Guided Inquiry Learning for*

- Those* (Vol. First Edition). Sterling, Virginia: Stylus Publishing, LLC.
- Song, Y. (2018). Improving primary students' collaborative problem solving competency in project-based science learning with productive failure instructional design in a seamless learning environment. *Educational Technology Research and Development*, 66(4), 979-1008.
- Tantipasawasin, S. (2020). Coronavirus disease (COVID-19) Pandemic. *Chonburi Hospital Journal-วารสารโรงพยาบาล ชลบุรี*, 45(1).
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills.: Learning for Life in Our Times*: John Wiley & Sons.
- Tudge, J. (1990). Collaborative Problem Solving in the Zone of Proximal Development.
- Vygotsky, L. S. (1987). *The collected works of LS Vygotsky: the fundamentals of defectology* (Vol. 2): Springer Science & Business Media.





จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายธนิต กาญจนโกมล
วัน เดือน ปี เกิด	10 พฤษภาคม 2531
สถานที่เกิด	จังหวัดอุดรธานี
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต
ที่อยู่ปัจจุบัน	397/150 รีเจนท์โฮม คอนโด 6 ถนนประชาชื่น เขตจตุจักร แขวงจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
ผลงานตีพิมพ์	การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 12 เรื่อง “บัณฑิตวิจัย สร้างสรรค์ และนวัตกรรม : การขับเคลื่อนสังคมเข้าสู่ยุค ปกติใหม่ด้วยองค์ความรู้”

