



การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

DEVELOPMENT OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS'
SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY IN THE TOPIC OF CIRCULATORY SYSTEM
USING ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY

ภาคพร สุวรรณหงษ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2567

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

DEVELOPMENT OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS'
SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY IN THE TOPIC OF CIRCULATORY SYSTEM
USING ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY



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

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2024

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

ของ

ภคพร สุวรรณหงษ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.พินิจ ขำวงษ์)

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์)

..... ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.ณวรา สี่ที)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤกษ์
ประมูล)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดย กลวิธีได้แย้ง
ผู้วิจัย	ภคพร สุวรรณหงษ์
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2567
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. พินิจ ขาววงษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร. ณวรา สีที

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย้ง และศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย้งในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนหญิงล้วนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย้งนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี (ร้อยละ 77.5) รองลงมาคือระดับดีมาก (ร้อยละ 12.5) และระดับควรปรับปรุง (ร้อยละ 10) ตามลำดับ แนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย้งในการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด พบว่ามี 4 ประการ ดังนี้ 1) ครูจัดกลุ่มนักเรียนแบบละความสามารถซึ่งควรประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถในระดับปรับปรุงร่วมกับระดับดีมากหรือระดับดีที่มีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 2) นักเรียนตรวจสอบความสอดคล้องของหลักฐานและขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบต่อการตอบคำถามอย่างชัดเจน 3) ครูจัดประสบการณ์ที่เน้นให้ผู้เรียนเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานด้วยตนเองเพื่อก่อให้เกิดประเด็นการโต้แย้ง การประเมินหลักฐานและที่มา และนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ และ 4) ครูกระตุ้นในขั้นตอนการประเมินรายงานโดยเพื่อนอย่างสม่ำเสมอ และเน้นย้ำให้เห็นถึงความสำคัญของการให้ข้อเสนอแนะ

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง, การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์, ระบบหมุนเวียนเลือด

Title	DEVELOPMENT OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS' SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY IN THE TOPIC OF CIRCULATORY SYSTEM USING ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY
Author	PHAKHAPORN SUWANNAHONG
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2024
Thesis Advisor	Dr. Pinit Khumwong
Co Advisor	Dr. Navara Seetee

This study aimed to investigate students' ability to construct scientific explanations on the topic of the circulatory system after learning with argument-driven inquiry (ADI) and identify best practices of ADI that enhance this ability. The research employed classroom action research. The participants were 40 grade 10 students from a science-mathematics program at an all-girls school in Bangkok, selected through purposive sampling. Research instruments included lesson plans, scientific explanation test on the circulatory system, and a semi-structured interview protocol. Quantitative data were analyzed using basic statistics, including mean, standard deviation, and percentage. Qualitative data were analyzed using content analysis. The results showed that after the intervention, most students demonstrated a good level of scientific explanation ability (77.5%), followed by a very good level (12.5%) and a needs improvement level (10%). The study identified four best practices for implementing ADI to enhance students' ability to construct scientific explanations of the circulatory system. First, teachers should form mixed-ability student groups that include those who need improvement as well as those with good or very good abilities who are open to listening to others' ideas. Second, students should explicitly examine the alignment between evidence and the investigative process to answer the guiding questions. Third, teachers should design learning experiences that allow students to gather evidence independently, generate arguments, evaluate the evidence and its sources, and ultimately create complete scientific explanations. Finally, teachers should consistently encourage peer evaluation of reports and emphasize the importance of providing feedback.

Keyword : Argument-Driven Inquiry (ADI), Scientific explanations, Circulatory system



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.ณรรวาสีที่ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ ให้คำแนะนำ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง ด้วยความเอาใจใส่และเมตตา และเป็นกำลังสำคัญที่ทำให้การทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ศุภณัฐวิทย์วิทยาศาสตร์ศึกษาและพี ๆ ทุกคน ที่มอบความรู้และประสบการณ์ที่มีค่าให้แก่ผู้วิจัย ทั้งยังคอยช่วยเหลือผู้วิจัยในตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จีระวรรณ เกษสิงห์ ประธานคณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล กรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาปริญญานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัยทุกท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ ดร.พิริยะ วรรณไทย นายคณารักษ์ กิจประเสริฐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรีย์พร สว่างเมฆ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นันทรัตน์ เครืออินทร์ ดร.ศิวพร ละม้ายนิล และ ดร. องนงค์นาฏ คุรุณรัมย์ ที่ได้ให้คำแนะนำเพื่อพัฒนาเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพ

ขอขอบคุณนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี แม้ว่าแต่ละกิจกรรมจะใช้เวลานานแต่นักเรียนทุกคนก็ยังคงอยู่ร่วมกิจกรรมตั้งแต่เริ่มต้น

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณกำลังใจสำคัญ พ่อ และแม่ ที่คอยสนับสนุนทุกอย่างที่ลูกทำ

ภาคพร สุวรรณหงษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ	1
คำถามวิจัย.....	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
1.ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	11
1.1 ความหมายความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	11
1.2 ความสำคัญของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	12
1.3 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	13
1.4 การวัดและประเมินความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	14
1.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	29

1.6 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	41
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง	42
2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง	42
2.2 ขั้นตอนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง	43
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง	52
3. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	53
3.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	53
3.2 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมแนวคิด เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	55
4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ	56
4.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน	56
4.2 ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน	56
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	58
1. บริบทของงานวิจัย	58
2. รูปแบบการวิจัย	59
3. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	73
5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย	77
6. จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	79
บทที่ 4 ผลการศึกษา	81
1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง	81

2. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่ สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบ หมุนเวียนเลือด	85
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	116
1. ผลการวิจัย	117
2. อภิปรายผลการวิจัย	117
3. ข้อเสนอแนะ	125
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ และเอกสารสำคัญ	128
ภาคผนวก ข	140
ภาคผนวก ค	155
บรรณานุกรม	64
ประวัติผู้เขียน	73

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงส่วนที่ 1 ของแบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	20
ตาราง 2 แสดงส่วนที่ 2 เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	21
ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (Generic rubrics)	23
ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบจำเพาะ (Specific rubrics)	24
ตาราง 5 แสดงระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากคะแนนรวมที่มีการแบ่ง อันดับภาคขึ้นเท่ากัน ดังตาราง 5.....	27
ตาราง 6 แสดงระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากคะแนนรวมที่มีการแบ่ง อันดับภาคขึ้นไม่เท่ากัน	28
ตาราง 7 แสดงระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากคะแนนรวมที่มีการแบ่ง อันดับภาคขึ้นเท่ากันที่มีการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักในแต่ละองค์ประกอบ	28
ตาราง 8 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่อง การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด	53
ตาราง 9 แสดงองค์ประกอบและนิยามคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	69
ตาราง 10 โครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	70
ตาราง 11 สถานการณ์และคุณภาพของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายข้อ.....	72
ตาราง 12 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 และ 2	73
ตาราง 13 แสดงระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	75
ตาราง 14 แผนการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนที่มาของแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	76

ตาราง 15 คะแนนเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	81
ตาราง 16 ช่วงคะแนน (สูงสุด-ต่ำสุด) ค่าเฉลี่ย และร้อยละ ของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับ ดี พอใช้ และควรปรับปรุง	82
ตาราง 17 แนวการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด	84
ตาราง 18 จำนวนนักเรียนที่ระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล	89
ตาราง 19 จำนวนนักเรียนที่ระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล	92
ตาราง 20 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล	103
ตาราง 21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล	110
ตาราง 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องขององค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด	141
ตาราง 23 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด	145
ตาราง 24 ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	147
ตาราง 25 ความเหมาะสมของสถานการณ์ ข้อคำถาม และภาษาที่ใช้	147
ตาราง 26 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	148
ตาราง 27 ความสอดคล้องของประเด็นและคำถามสัมภาษณ์กับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์	149

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
ภาพประกอบ 2 แสดงแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	15
ภาพประกอบ 3 แสดงแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รูปแบบคำถาม มีคำถามย่อย 2 คำถาม	16
ภาพประกอบ 4 แสดงแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รูปแบบคำถาม มีคำถามย่อย 3 คำถาม	17
ภาพประกอบ 5 แสดงแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกหนึ่ง คำตอบจาก 4 ตัวเลือก	18
ภาพประกอบ 6 แสดงแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์.....	19
ภาพประกอบ 7 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง 7 ขั้นตอน.....	47
ภาพประกอบ 8 แสดงผังห้องปฏิบัติการชีววิทยา	59
ภาพประกอบ 9 แสดงกระบวนการในการรวบรวมข้อมูล	64
ภาพประกอบ 10 แนวทางในการได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะ ที่ ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียน เลือด	77
ภาพประกอบ 11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายองค์ประกอบ ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบ หมุนเวียนเลือดแตกต่างกัน	83
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างการออกแบบสำรวจตรวจสอบในกิจกรรมที่ 2.....	94
ภาพประกอบ 19 การออกแบบวิธีการหาคำตอบและเก็บรวบรวมข้อมูล	97
ภาพประกอบ 20 การเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ	99

ภาพประกอบ 21 แนวทางการตรวจสอบความสอดคล้องของหลักฐาน.....	100
ภาพประกอบ 22 แผนภาพแสดงระบบหมุนเวียนเลือดของปลาและกิ้ง.....	103
ภาพประกอบ 23 การสร้างข้อโต้แย้งและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมที่ 3.....	107
ภาพประกอบ 24 การประเมินรายการงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนในใบกิจกรรมที่ 2.....	113
ภาพประกอบ 25 การประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนในกิจกรรมที่ 3	114



บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) คือ การเขียนหรือการพูดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของหลักฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (McNeill et al., 2006, p. 5) คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ การยืนยันหรือการลงข้อสรุปของคำถาม หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนของกล่าวอ้าง โดยข้อมูลดังกล่าวอาจได้จากระบวนการตรวจสอบข้อเท็จจริงการสังเกตหรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่สำคัญต้องมีความเหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผล (Reasoning) คือ การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ (McNeill, et al., 2006, p. 5) การพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Yang & Wang, 2014, p. 532) เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Berland & Reiser, 2009) ทักษะการคิดวิเคราะห์ (McNeill & Krajcik, 2011) และความสามารถในการสื่อสารแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล (Osborne & Patterson, 2011)

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย เห็นได้จากตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งส่วนใหญ่เน้นให้นักเรียนอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบผ่านการทดลอง การสำรวจ หรือการสืบค้นข้อมูล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) นอกจากนี้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นส่วนหนึ่งของโครงการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งเป็นการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ตามกรอบขององค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) โดยกำหนดว่าผู้เรียนควรมีสมรรถนะในการใช้ความรู้เพื่อสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, p. 23-24) จากที่กล่าวมาสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญ

และความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

จากผลการประเมิน PISA โดยองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ผลการประเมินในด้านวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ในปี 2006, 2009, 2012, 2015 2018 และ 2022 พบว่านักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ย 421, 425, 444, 421 426 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563, น. 183) และ 409 ตามลำดับ ซึ่งเป็นคะแนนที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในระดับนานาชาติ เมื่อพิจารณาผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในปี 2018 มีนักเรียนร้อยละ 44.5 ซึ่งคิดเป็นเกือบครึ่งของนักเรียนไทยที่เข้ารับการประเมินมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับ 2 จาก 6 ระดับ ซึ่งระดับ 2 ถือเป็นเกณฑ์มาตรฐานสำหรับนักเรียนที่มีอายุ 15 ปีตามเกณฑ์การประเมินของ OECD ซึ่งหมายถึงนักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อนได้ถูกต้อง จากผลการประเมินสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนเกือบครึ่งมีระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อพิจารณาผลการประเมินในปีที่เน้นสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในปี 2015 ซึ่งเป็นปีที่มีการประเมินด้านวิทยาศาสตร์เป็นหลัก พบว่าในสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์นักเรียนไทยมีผลการประเมินเฉลี่ย 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าการประเมินในด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีคะแนนเฉลี่ย 423 คะแนน และ 422 คะแนน ตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 62-82)

จึงกล่าวได้ว่านักเรียนไทยจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่ถูกสุ่มมากที่สุดในการประเมิน PISA ปี 2015 และ 2018 ถึงร้อยละ 73 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 10) และ 77.6 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) ตามลำดับ

จากบริบทของผู้วิจัยที่สอนในรายวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าในวิชาชีววิทยานั้นนักเรียนมักตอบคำถามโดยใช้ความจำแต่ไม่สามารถแสดงหลักฐานหรือให้เหตุผลอธิบายคำตอบที่ตนเองตอบได้ ทั้งนี้ยังพบว่านักเรียนบางส่วนไม่ตอบคำถามโดยให้เหตุผลว่าไม่สามารถจำคำตอบของสถานการณ์นั้นได้ ในขณะที่นักเรียนบางส่วนมีการแสดงความคิดเห็นส่วนตัวร่วมกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย โดยพบว่ามีนักเรียนเพียงร้อยละ 2.5 ที่สามารถ

สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ แม้ว่านักเรียนถึงละ 52.5 สามารถระบุข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ แต่เมื่อพิจารณาการระบุหลักฐานพบว่าหลักฐานที่นักเรียนใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างยังไม่เพียงพอและยังพบว่านักเรียนบางส่วนระบุหลักฐานไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในขณะที่นักเรียนบางส่วนมักเขียนความคิดเห็นของตนเองลงในองค์ประกอบการให้เหตุผลซึ่งจัดเป็นองค์ประกอบที่ยากสำหรับนักเรียน สอดคล้องกับ จงกล บุญรอด (2557, น. 101) ที่พบว่าองค์ประกอบด้านการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าองค์ประกอบอื่นๆ

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้นั้นจะต้องมีกิจกรรมที่นักเรียนจะใช้กระบวนการสืบเสาะ สำรวจ ข้อมูล การบันทึกหลักฐานและอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล (พจิณณ์ ทรัพย์ใจ, 2555, น. 63-64) และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลอง ที่ทำให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการสร้างแบบจำลองเป็นฐานแต่ยังพบว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นยังขาดความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง (จงกล บุญรอด, 2557, น. 105) นอกจากนี้ยังมีการใช้การจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะไม่ว่าจะเป็นการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน (วันวิสาข์ รักงาม และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2563) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้น (เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ, เอกภูมิ จันทรขันธ์, และ สุรศักดิ์ เชียงกา, 2561) การจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยการอธิบาย (Oktavia, Hesti, & Dedek, 2021) การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ (นำพงศ์ จันทรโท, สิริวิภา กิจเกื้อกูล, และ และสุริยา ชาปู้, 2565) และการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง(สันติชัย อนุวรชัย และ อลิศรา ชูชาติ, 2553) แต่ยังพบว่าการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นนักเรียนยังคงมีคะแนนด้านการให้เหตุผลต่ำกว่าด้านหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง (พัฒน์ดา มีลา และ ร่มเกล้า อาจเดช, 2560, น. 13)

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งเป็นการผนวกการโต้แย้งเข้ากับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการทดลอง และพิจารณาการสร้างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

โดยที่นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการสร้างข้อมูล การตรวจสอบข้อมูล การเลือกใช้ข้อมูลเพื่อตอบคำถาม และการเขียนอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการโต้แย้ง (Sampson, Grooms & Walker, 2014, p. 219) การจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนภาระงาน (The identification of the task) ขั้นตอนรวบรวมข้อมูล (The generation of data) ขั้นตอนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (The production of a Tentative argument) ขั้นตอนกิจกรรมโต้แย้ง (The Interactive argumentation session) ขั้นตอนเขียนรายงานผลการตรวจสอบ (The creation of a written investigation report) ขั้นตอนตรวจสอบโดยเพื่อน (The double-blind peer review) ขั้นตอนปรับปรุงและส่งรายงาน (The revision process) ขั้นตอนอภิปรายและสะท้อนกลับ (A reflective round-table discussion) (Sampson & Gleim, 2009, p. 470) กระบวนการโต้แย้งช่วยให้นักเรียนพัฒนาทั้งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ขณะที่นักเรียนพยายามหาหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ทั้งยังมีการสร้างข้อกล่าวอ้างจากข้อมูล และให้เหตุผลในการอธิบายข้อกล่าวอ้าง (Demircioglu & Ucar, 2012, p. 5305) การโต้แย้งช่วยให้นักเรียนได้สื่อสารคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเอง มีการสะท้อนกลับและเปรียบเทียบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองกับผู้อื่น (de Vries, Lund, & Baker, 2002, p. 99)

ระบบหมุนเวียนเลือดจะส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของมนุษย์และเรื่องอื่นๆ เช่น การลำเลียงสารการแลกเปลี่ยนแก๊ส และระบบน้ำเหลือง การเข้าใจเกี่ยวกับโรคหรือความผิดปกติของระบบหมุนเวียนเลือดรวมถึงการรักษาจำเป็นต้องใช้แนวคิดพื้นฐานเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด (Cheng & Gilbert, 2015, p. 137) ทั้งยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของระบบในร่างกาย และตระหนักถึงบทบาทสำคัญของระบบหมุนเวียนเลือดในการรักษาคุณภาพของร่างกาย (Sungur, Tekkaya, & Geban, 2001, p. 91) ทั้งนี้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการเรียนรู้เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด โดยนักเรียนจะต้องอธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดได้ อธิบายทิศทางการไหลของเลือดได้ อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด อธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ระบุความแตกต่างของเม็ดเลือดขาว เกล็ดเลือด และพลาสมา อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh จากผลการเรียนรู้ สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งหากนักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้จะทำให้นักเรียนบรรลุผลการเรียนรู้ของหลักสูตรได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดที่ผ่านมาเป็นการเรียนรู้ทฤษฎี ซึ่งหากนักเรียนได้ฝึกเลือกใช้

หลักฐาน ออกแบบกระบวนการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองผ่านกระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่นักเรียนจะช่วยส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งซึ่งเป็นหัวข้อสำคัญทางชีววิทยา ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งมักนำไปใช้กับเนื้อหาเคมีและฟิสิกส์ที่มีการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อนำข้อมูลมาโต้แย้ง นอกจากนี้แม้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้มีแนวโน้มที่จะส่งเสริมความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดี แต่จากการศึกษาพบว่ากิจกรรมการโต้แย้งซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญของการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้นั้นยังเกิดขึ้นได้ยาก เนื่องจากความยากในการเลือกและใช้หลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง (วิไลวรรณ ทรงศิลป์, 2560, น. 176) ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงสนใจหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งผ่านรูปแบบงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เพื่อให้ได้แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายต่อไป

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้หรือไม่อย่างไร
2. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีลักษณะอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

2. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งยังเป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนในรายวิชาชีววิทยาได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง รวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง ไปใช้และพัฒนากิจการการเรียนรู้ของตนเองให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งไม่ได้เป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในโครงการความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และจากห้องเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนในรายวิชาชีววิทยา ปีการศึกษา 2567

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

การวิจัยนี้ดำเนินการศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ใช้เวลาในการดำเนินการวิจัยกลุ่มที่ศึกษาทั้งสิ้น 16 คาบ โดยแต่ละคาบเรียนใช้เวลา 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ ระบบหมุนเวียนเลือด ประกอบด้วย เนื้อหาระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด โครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดมนุษย์ ความแตกต่างของเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว หมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh ดังปรากฏในสาระชีววิทยา ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนออกแบบและดำเนินการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ข้อมูลเพื่อตอบคำถามนำด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการโต้แย้งเพื่ออธิบายแนวคิดของตนเองโดยใช้หลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการเขียนรายงานเพื่อนำเสนอข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูลโดยเพื่อน ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน (Sampson et al., 2014) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและคำถามนำ (Identification of the task and the guiding question) เป็นขั้นที่ครูจะต้องทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและเตรียมพร้อมให้นักเรียนสามารถหาคำตอบและตรวจสอบข้อเท็จจริง ขั้นตอนนี้มีการมอบหมายภาระงาน (ซึ่งประกอบด้วย บทนำ ที่บรรยายถึงสถานการณ์ปัญหา คำถามนำ วัสดุอุปกรณ์ ข้อควรระวังในการใช้อุปกรณ์ และคำแนะนำในการเริ่มต้นทำกิจกรรม) จากนั้นนักเรียนอ่านใบกิจกรรมเพื่อทำความเข้าใจในแต่ละส่วน แล้วจึงแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยเพื่อทำกิจกรรมในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล (Designing method and collecting data) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยร่วมกันออกแบบวิธีการรวบรวมข้อมูลในใบกิจกรรมการสืบเสาะเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวางแผนการสืบเสาะหาความรู้ได้ จากนั้นดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ โดยครูคอยใช้คำถามกระตุ้น เช่น นักเรียนมีวิธีการในการรวบรวมข้อมูลอย่างไร นักเรียนมีวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร เพื่อให้นักเรียนมีข้อมูลที่เพียงพอในการตอบคำถามนำ เมื่อออกแบบการสำรวจแล้วจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูล หลักฐานตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยครูให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลและสถานการณ์จริงหรือใกล้เคียง

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Data analysis and development of a tentative argument) เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเพื่อตอบคำถามนำ โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการใช้วิธีการต่างๆ เช่น การสังเกต การวัด การทดลอง การสืบค้นข้อมูล ข้อโต้แย้งควรประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (คำตอบของคำถามนำ) หลักฐาน (ข้อมูลที่ได้จากการบวนการสืบเสาะ ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์และการแปลความหมายของข้อมูล) และคำชี้แจงต่อหลักฐาน (ข้อความที่อธิบายเกี่ยวกับการเลือกหลักฐาน ความสำคัญและความเกี่ยวข้องและความเหมาะสมของหลักฐานโดยใช้แนวคิดหรือหลักการมาสนับสนุนแนวคิดหรือหลักการ) จากนั้นนักเรียนจะได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามนำ

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation session) เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยน ประเมิน และปรับปรุง ข้อโต้แย้งระหว่างกลุ่ม โดยจะใช้เทคนิค เช่น Round-Robin ครูกระตุ้นให้นักเรียนประเมินคุณภาพของหลักฐานของข้อโต้แย้ง และให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ในการประเมินข้อโต้แย้งระหว่างที่ทำกิจกรรมการโต้แย้ง หลังจากจบกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยปรับปรุงข้อโต้แย้งของตนเอง โดยอาจปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง แปลผล วิเคราะห์ข้อมูล หรือวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูลใหม่ เพื่อให้ข้อสรุปที่สมบูรณ์

ขั้นที่ 5 การอภิปรายที่ชัดเจนและสะท้อนคิด (Explicit and reflective discussion) เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะ กระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนจุดแข็ง จุดอ่อน และสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สิ่งสำคัญคือทำให้นักเรียนตระหนักถึงความหลากหลายของวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ลักษณะของข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลหลักฐาน ข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ กฎ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้มีความสำคัญต่อกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อย่างไรก็ตาม มีการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างสาขา ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่นักเรียนทำและความครอบคลุมของแนวคิดการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์จากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ผ่านการถามคำถาม จากการทดลองนักเรียนคิดว่าอะไรเป็นวิทยาศาสตร์ และอะไรไม่เป็นวิทยาศาสตร์ วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ความแตกต่างระหว่างการสังเกต การแปลความหมายของข้อมูลและหลักฐาน

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Writing the investigation report) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลจากข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มที่ผ่านการพัฒนาและปรับปรุงจากขั้นตอนการโต้แย้ง ซึ่งครูสามารถมอบหมายให้นักเรียนเขียนรายงานในชั้นเรียนหรือมอบหมายเป็นการบ้านได้ โดยรายงานฉบับนี้ควรมีความยาวไม่เกิน 2 หน้ากระดาษ การเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบประกอบด้วย 3 คำถาม ได้แก่ 1) คำถามของสิ่งที่นักเรียนต้องการหาคำตอบคืออะไร และทำไม 2) นักเรียนทำอะไรเพื่อหาคำตอบ และทำไม และ 3) คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคืออะไร ครูคอยช่วยให้นักเรียนสามารถเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ โดยการแสดงให้เห็นนักเรียนได้เห็นตัวอย่างของงานที่มีคุณภาพแตกต่างกัน หรือให้นักเรียนเขียนรายงานให้เสร็จทีละหัวข้อและให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนโดยมีเพื่อน และครูให้ข้อเสนอแนะ เมื่อนักเรียนมีความเคยชินกับการเขียนครูสามารถมอบหมายให้นักเรียนเขียนรายงานด้วยตนเองได้

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อน (Double-blind group peer review) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนส่งรายงานผลสำรวจโดยไม่ต้องเขียนชื่อ ใ้การระบุเลขที่แทน จากนั้นนักเรียนจะได้ประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยใช้แบบประเมินเกณฑ์การให้คะแนน และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขรายงาน

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน (Revision and submission of the investigation report) เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ไขรายงานตามข้อเสนอแนะของเพื่อน หากนักเรียนคนใดไม่ต้องการแก้ไขรายงาน นักเรียนจำเป็นต้องเขียนอธิบายสาเหตุที่ไม่แก้ไขตามข้อเสนอแนะ หลังจากนั้นนำรายงานที่ปรับปรุงแล้วพร้อมรายงานต้นฉบับส่งครูเพื่อประเมินผล

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การเขียนเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ สถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง มีความสอดคล้องกับหลักฐานกฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งการเขียนประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning)

ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง การเขียนข้อสรุปของสถานการณ์เกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนเลือดที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับข้อมูล

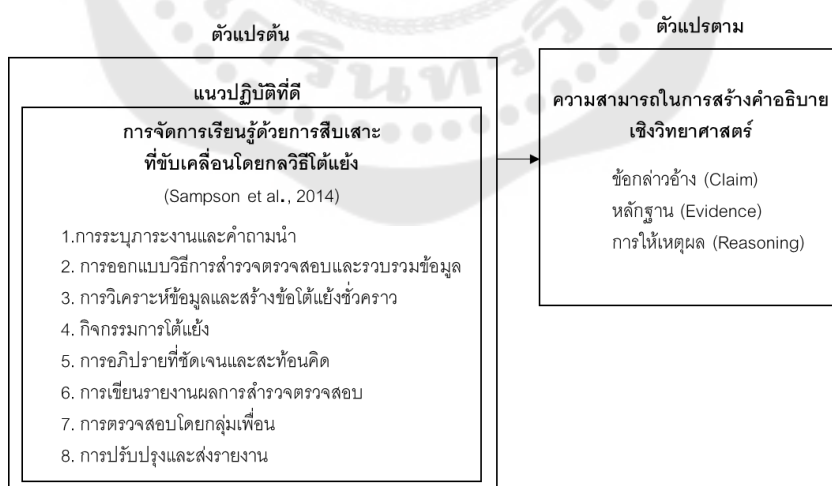
หลักฐาน (Evidence) หมายถึง การเลือกใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ หรือแบบจำลองได้ถูกต้อง เพียงพอและสอดคล้องกับคำถามและข้อกล่าวอ้าง

การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด ประเมินโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดจำนวน 5 สถานการณ์ ที่พัฒนาขึ้นโดยผู้วิจัย

3. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด หมายถึง การปฏิบัติของผู้สอน เทคนิค กลวิธี และลักษณะของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่เหมาะสมกับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้มาจากการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การโต้แย้งช่วยให้นักเรียนได้สื่อสารคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเอง มีการสะท้อนกลับและเปรียบเทียบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองกับผู้อื่น (de Vries, Lund, & Baker, 2002, p. 99) และยังพบว่าการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีจำเป็นต้องอาศัยทักษะในการสื่อสารนอกเหนือจากทักษะการรู้คิด (Cognitive ability) (Sulistina, 2563, p. 78) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีกิจกรรมการโต้แย้ง (Walker & Sampson, 2013; ณัฐวรรณ ศิริธร และเอกภูมิ จันทพันธ์, 2562) เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบาย มีการให้เหตุผลและอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้น (เมธานนท์ สง่าชาติ, 2561, น. 160) และยังมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้สื่อสารผ่านการโต้แย้งและการเขียนรายงาน นักเรียนจึงมีโอกาสดำเนินการสื่อสารมากจึงสามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในเนื้อหาชีววิทยายังมีค่อนข้างจำกัดทำให้รายละเอียดในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งกับเนื้อหาชีววิทยายังไม่ชัดเจน ดังนั้นการวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผ่านการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนดังแสดงในภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

- 1.1 ความหมายของความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.2 ความสำคัญของความสามารถในการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.3 องค์ประกอบของความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.4 การวัดและประเมินความสามารถในการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.6 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

- 2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง
- 2.2 ขั้นตอนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง
- 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

3. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

- 3.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

- 3.2 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมแนวคิดเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

- 4.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
- 4.2 ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

1.ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเกี่ยวกับการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) พบว่างานวิจัยภายในประเทศมีการใช้คำที่แตกต่างกัน ได้แก่ การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) (บุญญาพร แสงประเสริฐ ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ และ นพมณี เชื้อวชิรินทร์, 2558, น. 240) การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (จรรยาฤกษ์ วรโคตร, 2561, น. 49) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Ability in scientific explanation) (ณัฐวรรณ ศิริธร, 2562, น. 130) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Ability in scientific explanation) (กรกนก เลิศเดชาภัทร, 2559, น. 1; นภาลัย ต๊ะเสาร์, 2564, น. 190; อรณิชา หงษ์เกิด, 2561, น. 211; นำพงษ์ จันทรโท, 2565, น. 176; สันติชัย อนุวรชัย, 2557) ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explanation Phenomena scientifically ability) (นลพรรณ ไชยชนะ, 2654, น. 31)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีทำให้ความหมายของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการเขียน (McNeil & Krajcik, 2012,) และการพูดเพื่อตอบคำถาม (Arya Palachot, 2008, p.7) เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ (สุทธิชาติ เปรมกมล, 2558, น. 10) หรือตอบคำถามเพื่ออธิบายหรือรายงานผลการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยการใช้หลักฐาน เหตุผล และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการสังเกต (กรกนก เลิศเดชาภัทร, 2559, น. 25) ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พลักษณ์ ขวัญใจ, 2555, น. 9) หรือการบรรยายถึงที่เกิดขึ้นว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร (Chin & Brown, 2000) ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งจากการศึกษาพบว่างานวิจัยลักษณะนี้มีวิธีการในการจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ระดับคุณภาพของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (พรรณนภา อนิวรรณวงศ์ และ ร่มเกล้า จันทราษี, 2562, น. 65) การจัดกลุ่มคำตอบ (นำพงษ์ จันทรโท, 2565, น. 182) หรือการกำหนดเกณฑ์แสดงระดับความสามารถจากคะแนนรวมหรือคะแนนแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (กรกนก เลิศเดชาภัทร, 2559, น. 12)

จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นสรุปได้ว่าการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และให้ความหมายว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การเขียนเพื่อตอบคำถามในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในข้อความนั้นประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งการศึกษานี้ผู้วิจัยมีการจัดกลุ่มผู้เรียนตามช่วงคะแนนที่แสดงถึงระดับคุณภาพของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเขียนขึ้น

เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือเพื่อตอบคำถามในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยการให้คะแนนพิจารณาตามองค์ประกอบและผลรวมคะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ

1.2 ความสำคัญของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

หน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประเทศของไทย ได้แก่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการได้สะท้อนถึงความสำคัญของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยมีการกำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไว้ว่า “ผู้เรียนต้องสามารถวิเคราะห์ แปลความหมาย ข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอผลจากการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน โดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 11) รวมถึงระบุไว้ในตัวชี้วัด และผลการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ตัวอย่างเช่น อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดของมนุษย์ได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในชีวิตประจำวัน (McNeill, 2011, p. 809) ผ่านการประยุกต์ใช้ ทฤษฎี หลักการทางวิทยาศาสตร์ในแปลความหมายข้อมูลเพื่อใช้ในการสรุปข้อกล่าวอ้าง (McNeill & Krajcik, 2008, pp. 55-56) มีความเข้าใจความเข้าใจในมโนทัศน์ (Conceptual understanding) (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007) แนวคิดวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (Atkinson Krishnan McNeil Luft, & Pienta, 2020, p. 7) ในขณะเดียวกันยังช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนมุมมองจากที่มองวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องจำเป็นวิชาที่ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Bell & Linn, 2000; Zohar & Nemet, 2002) นำไปสู่กระบวนการคิด การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific reasoning) (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007) ทั้งนี้การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาความสามารถในด้านต่างๆ เช่น การระบุและเปรียบเทียบจุดด้อยของข้อโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หรือการประเมินแบบจำลองโดยใช้หลักฐานและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Wang, 2015, p. 283)

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่ามีผลสำคัญต่อผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในแนวคิดและกระบวนการคิดในบริบทของวิทยาศาสตร์ ผ่านการกระบวนการสืบเสาะเพื่อ

หาข้อมูลเชิงประจักษ์และเหตุผลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวมถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ และเป็นพื้นฐานในการพัฒนาพัฒนาความสามารถด้านต่างๆต่อไป

1.3 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) ตามแนวคิดของแมลเนล (2008) พัฒนามาจากองค์ประกอบของรูปแบบการโต้แย้งแบบของโทลมิน (Toulmin) (1958) ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือข้อสนับสนุน (Data) คือ และส่วนขยาย (Warrant) คือ อ้างอิง เพื่อใช้ในการพัฒนาการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (McNeill & Krajcik, 2008, p. 232) และต่อมาได้มีการพัฒนาเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim), หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) อ้างอิง (Ruiz-Primo, Li, Tsai, & Schneider, 2009, p. 586)โดยมีการให้คำนิยามแต่ละองค์ประกอบดังนี้

ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หมายถึง ข้อความที่ยืนยัน (McNeill & Krajcik, 2006, p. 20) หรือข้อสรุปของคำถาม (Ruiz-Primo, 2009, p. 586) หรือปัญหาที่ระบุว่าทำไมหรืออะไรสิ่งนี้จึงเกิด (Kuhn & Reiser, 2005, p. 7) หรือในอีกมุมมองหนึ่งคือการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ (Wang, 2015, p. 240) หรือข้อมูลอย่างถูกต้องเหมาะสม

หลักฐาน (Evidence) หมายถึง ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสังเกต การอ่าน (McNeill & Krajcik, 2006, p. 20) การเลือกใช้ (McNeil, 2006, p. 155) หรือการเก็บรวบรวม (Ruiz-Primo, 2009, น. 586) เพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Kuhn & Reiser, 2005, p. 7) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ

การให้เหตุผล (Reasoning) หมายถึง ข้อความแสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง (McNeil, 2006, p. 155) ที่แสดงให้เห็นว่าทำไมข้อมูลนี้จึงสามารถใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ (Kuhn & Reiser, 2005, p. 7) หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงการประยุกต์ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ในขณะที่ กุ๊ก ชิง แทง (Tang, 2016, p. 1423) ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และได้มีการพัฒนารูปแบบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยรูปแบบดังกล่าวเรียกว่า PRO ซึ่งแต่ละองค์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบดังต่อไปนี้

Premise (หลักฐาน) คือ ข้อความที่แสดงทฤษฎีพื้นฐานหรือข้อมูลที่สัมพันธ์กับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

Reasoning (เหตุผล) คือ ข้อความที่ลำดับถัดจากหลักฐานเพื่อใช้ในการสร้างข้อสรุปของคำอธิบาย

Outcome (ผลลัพธ์) คือ ข้อความที่แสดงคำอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

ในงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการศึกษาคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยยึดตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของแมคเนลและคารซิก (2008) ซึ่งจำแนกองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 3 องค์ประกอบได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อความที่เป็นคำตอบข้อสรุปของคำถาม หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปของคำถาม และการให้เหตุผล (Reasoning) คือ ข้อความที่เสนอความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน

1.4 การวัดและประเมินความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

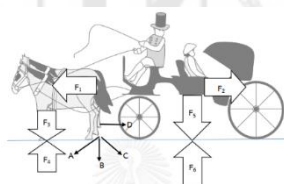
1.4.1 การวัดความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การวัดและประเมินความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นนิยมใช้แบบวัดในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเขียนบรรยายให้ครบตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Zuzovsky & Tamir, 1999) ซึ่งอาจจะเป็น (1) แบบทดสอบชนิดปลายเปิด (Open-ended test) (McNeil & Krajcik, 2007, pp 189-191) หรือแบบเขียนตอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 29-30) (2) แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 29-30) (3) แบบทดสอบชนิดแบบเลือกตอบเชิงซ้อน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 29-30) รวมถึงการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกในระหว่างการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (อนงศรีรัตน์ แก้วบำรุง, 2554, น. 63)

รูปแบบที่ 1 แบบทดสอบปลายเปิด (Open-ended test) หรือแบบเขียนตอบแบบทดสอบปลายเปิดสำหรับการวัดความสามารถในการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่เริ่มต้นด้วยสถานการณ์/เหตุการณ์/ปรากฏการณ์ และข้อมูล จากนั้นเป็นคำถามให้อธิบายปรากฏการณ์ที่กำหนดให้ (Songer, 2009) โดยคำถามที่พบในงานวิจัยที่ผ่านมา มี 2 ลักษณะ กล่าวคือ ถามให้อธิบายปรากฏการณ์แบบคำถามเดียว และคำถามที่มีการจำแนกแต่ละองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น

แบบทดสอบชนิดปลายเปิดคำถามเดียว โดยแมคเนล และคณะ (McNeill, 2006, p. 191) ประกอบด้วยตารางบันทึกผลการทดลองและคำถาม ซึ่งคำถามถามดังกล่าวน่าจะมีการระบุข้อความ “เขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Write a scientific explanation)” และตามด้วยคำถามที่สอดคล้องกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์จากตารางบันทึกผลการทดลองข้างต้น โดยผู้เรียนจะต้องเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบลงในส่วนของคำตอบ ซึ่งแบบวัดลักษณะนี้เป็นแบบวัดที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างอิสระ ประเมินความสามารถของนักเรียนตามความเป็นจริงได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น (พิริยะ วรรณไทย, 2563, น. 113-114) จากการศึกษาพบว่าการนำแบบทดสอบชนิดปลายเปิดคำถามเดียวมาใช้ในการวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังเช่น สุทธิชาติ เปรมกมล (2558, น.76) และศศิมน ศรีกุลวงศ์ (2564, น. 15) ที่ได้ นำแบบวัดมาพัฒนาให้สอดคล้องกับบริบท สถานการณ์ หรือเนื้อหาในรายวิชาดังภาพประกอบ 2

ข้อที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณารูปด้านล่างแล้วตอบคำถาม



กำหนดให้

F_1 คือ แรงของม้า ขนาด 1,000 N F_4 คือ แรงของม้า ขนาด 10,000 N

F_2 คือ แรงของรถม้า ขนาด 1,000 N F_5 คือ น้ำหนักของรถม้า ขนาด 15,000 N

F_3 คือ น้ำหนักของม้า ขนาด 1,000 N F_6 คือ แรงที่พื้นกระทำต่อรถม้า ขนาด 15,000 N

A B C และ D คือ ทิศทางของแรงขนาด 5,000 N

คำถาม

เท้าของม้าทั้งสองตัวนี้ออกแรงกระทำในทิศทางที่ตรงกับตัวอักษรตัวใด

จึงจะสามารถทำให้รถม้าเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งไปทางซ้ายได้ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

ภาพประกอบ 2 แสดงแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ที่มา: สุทธิชาติ เปรมกมล (2558, น.76)

แบบทดสอบชนิดปลายเปิดแบบมีคำถามย่อย โดยแซมป์สันและคลาร์ก (Sampson & Clark, 2009, p. 462) นั้นจะเป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วย สถานการณ์ และ คำถามย่อย 2 คำถามที่ให้ระบุคำอธิบาย หลักฐานและการให้เหตุผล ดังภาพประกอบ 3

จากภาพมีแท่งสีดำ 2 อัน ได้แก่ A และ B ซึ่งทำจากวัสดุต่างชนิดกัน เมื่อวางก้อนน้ำแข็งลงบนแท่งสีดำทั้ง 2 และสังเกตการละลายของน้ำแข็งบนแท่งทั้งสองว่าใช้เวลานานเท่าใดในการละลาย



ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ในการตอบคำถาม เพราะเหตุใดน้ำแข็งบนแท่ง A จึงละลายเร็วกว่า

a) คำอธิบายของนักเรียนคืออะไร

.....

b) นักเรียนทราบได้อย่างไร ให้นักเรียนระบุหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม

.....

ภาพประกอบ 3 แสดงแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รูปแบบคำถาม มีคำถามย่อย 2 คำถาม

ที่มา: แซมป์สันและคลาร์ก (Sampson & Clark, 2009, p. 476)

จากการศึกษาข้อมูลพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ได้นำแบบทดสอบของแซมป์สันและคลาร์ก (Sampson & Clark, 2009, p. 476) มาเป็นต้นแบบของการสร้างแบบทดสอบชนิดปลายเปิดแบบมีคำถามย่อย 3 คำถาม โดยแต่ละคำถามเป็นการระบุองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ (กฤตกร สภาสันติกุล, 2560, น. 85) ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และ การให้เหตุผล (Reasoning) อย่างชัดเจน ดังปรากฏในแบบวัดที่พัฒนาโดย

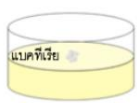
ฉลองวุฒิ จันทน์หอม (2562, p. 185) และ กรรณก เลิศเดชาภัทร (2559, น. 117) ดังภาพประกอบ

4

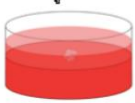
ภาพประกอบ 4 แสดงแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รูปแบบคำถาม

การทดลองที่ 1

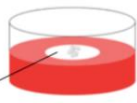
1. นำอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนประกอบหลักเป็นเซลล์โลส มาเลี้ยงแบคทีเรียที่สามารถสร้างเซลล์ได้



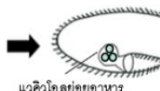
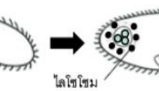
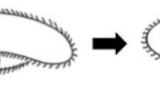
2. นำผลอาหารเลี้ยงเชื้อมาเชื่อมด้วยสีคองโกเรต 15 นาที แล้วล้างสีส่วนเกินด้วยน้ำเกลือ (สีคองโกเรตจะย้อมติดส่วนของเซลล์โลสบนอาหารเลี้ยงเชื้อ)



3. สังเกตผลการทดลอง พบว่าเกิดวงใส (Clear zone) ที่ย้อมไม่ติดสีคองโกเรตขึ้น



การทดลองที่ 2

1. นำเซลล์ยีสต์ไปให้พารามีเซียมกิน

2. นำไปย้อมด้วยสีโกโมริ ซึ่งเป็นสีที่สามารถย้อมติดเอนไซม์จากไลโซโซมได้

3. บริเวณโดมิเอนโซมจากไลโซโซมจะย้อมติดสีดำ

4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของแวคิวล่อย่อยอาหาร พบว่าย้อมติดสีดำ

จากการทดลองให้นักเรียนอธิบายว่า “ลักษณะการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร”

.....

อะไรคือหลักฐานที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น

.....

ให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าหลักฐานของนักเรียนสนับสนุนคำตอบข้อแรกอย่างไร

.....

มีคำถามย่อย 3 คำถาม

ที่มา: ฉลองวุฒิ จันทน์หอม (2562, น. 185)

แบบทดสอบชนิดปลายเปิด หรือ แบบเขียนตอบทั้ง 2 รูปแบบ มีองค์ประกอบสำคัญเหมือนกัน ประกอบด้วย 1) คำถามและสถานการณ์หรือข้อมูลที่น่าไปใช้ในการสร้างคำอธิบาย ประกอบด้วยข้อความสั้น ตาราง แผนภาพ หรือกราฟ และคำถาม 2) เกณฑ์การให้คะแนน (สสวท, 2555, น. 21) เช่นเดียวกับ McNeil & Krajcik (2007, pp 189-191) และ จุลอง วุฒิ จันทรหอม (2562, น. 185)

รูปแบบที่ 2 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก โดย พู ยูณ ยู และคณะ (Yu & Chen, 2021, p. 6) และ ฮาร์ปิติน และคณะ (2021) ซึ่งนอกจากนี้ยังพบในแบบทดสอบ PISA เพื่อใช้ในการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ที่ใช้ในการวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยลักษณะของการตอบคำถาม เป็นการเลือกหนึ่งคำตอบจาก 4 ตัวเลือก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 29) ดังภาพประกอบ

สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต

หินในอวกาศที่ผ่านเข้ามายังชั้นบรรยากาศของโลกถูกเรียกว่า สะเก็ดดาว สะเก็ดดาวเกิดความร้อนและลุกติดไฟได้เมื่อพวกมันตกลงผ่านชั้นบรรยากาศของโลก สะเก็ดดาวส่วนใหญ่ถูกเผาไหม้หมดก่อนที่จะพุ่งชนพื้นผิวของโลก เมื่อสะเก็ดดาวพุ่งชนโลก สามารถทำให้เกิดหลุมที่เรียกว่าหลุมอุกกาบาต

คำถามที่ 1/3

เมื่อสะเก็ดดาวเข้าใกล้โลกและชั้นบรรยากาศของโลกจะมีความเร็วเพิ่มขึ้น เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

- ☐ สะเก็ดดาวถูกดึงดูดเข้ามาโดยการหมุนของโลก
- ☐ สะเก็ดดาวถูกผลักออกโดยแสงของดวงอาทิตย์
- ☐ สะเก็ดดาวถูกดึงดูดจากมวลของโลก

ภาพประกอบ 5 แสดงแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกหนึ่งคำตอบจาก 4 ตัวเลือก

ที่มา: องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (2558, น.32)

รูปแบบที่ 3 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเชิงซ้อน เป็นการเลือก “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ร่วมกับการเติมคำในประโยคให้สมบูรณ์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 29) ดังภาพประกอบ 6

สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต

หินในอวกาศที่ผ่านเข้ามายังชั้นบรรยากาศของโลกถูกเรียกว่า สะเก็ดดาว สะเก็ดดาวเกิดความร้อนและลุกติดไฟได้เมื่อพวกมันตกลงผ่านชั้นบรรยากาศของโลกสะเก็ดดาวส่วนใหญ่ถูกเผาไหม้หมดก่อนที่จะพุ่งชนพื้นผิวของโลก เมื่อสะเก็ดดาวพุ่งชนโลก สามารถทำให้เกิดหลุมที่เรียกว่าหลุมอุกกาบาต

คำถามที่ 1/3



จากเรื่อง “สะเก็ดดาว และหลุมอุกกาบาต” ให้เลือกจากรายการตามที่แสดงเพื่อตอบคำถามชั้นบรรยากาศของดาวเคราะห์ที่หนาขึ้น ทำให้พื้นผิวของดาวเคราะห์มีหลุมอุกกาบาต

คำตอบ (เลือก)

เพราะสะเก็ดดาวจะถูกเผาไหม้ได้

คำตอบ (เลือก)

ภาพประกอบ 6 แสดงแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ชนิดเลือกตอบเชิงซ้อน

ที่มา: องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (2558, น.33)

แบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นอีกวิธีที่ใช้ในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการประเมินพฤติกรรมหรือชิ้นงานของผู้เรียนที่แสดงออกในระหว่างการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาพบว่าแบบประเมินนี้ประกอบด้วย 2 รูปแบบได้แก่ แบบที่ 1 แบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิง

วิทยาศาสตร์ และส่วนที่ 2 เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (อนงค์รัตน์ แก้วบำรุง, 2554, น. 63)

ตาราง 1 แสดงส่วนที่ 1 ของแบบประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			บันทึกผล การสังเกต เพิ่มเติม
	3	2	1	
1. การวิเคราะห์คำถามหรือกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน				
2. การวางแผนและออกแบบการทดลอง				
3. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล				
4. การจัดกระทำข้อมูลและแปลความหมายของข้อมูล				
5. การระบุข้อมูลจากข้อสรุป				
6. การใช้หลักฐานเชิงประจักษ์				
7. การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผล				
รวมคะแนน	คะแนน			
ระดับความสามารถ	☐ ดีมาก	☐ ดี	☐ ควรปรับปรุง	
ลงชื่อ	(ผู้ประเมิน)			

ที่มา: อนงค์รัตน์ แก้วบำรุง (2554, น. 63)

ตาราง 2 แสดงส่วนที่ 2 เกณฑ์การประเมินกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การวิเคราะห์ คำถามหรือ กำหนดปัญหาและ ตั้งสมมติฐาน	ทบทวนความรู้หรือ ประสบการณ์เดิมได้ สอดคล้องกับคำถามหรือ ปัญหาในการสำรวจ ตรวจสอบ กำหนดปัญหา และตั้งสมมติฐานสอดคล้อง กับปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ และผลอย่างชัดเจน	ทบทวนความรู้หรือ ประสบการณ์เดิมได้ สอดคล้องกับคำถามหรือ ปัญหาในการสำรวจ ตรวจสอบ กำหนดปัญหา และตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับปัญหา	ไม่ทบทวนความรู้หรือ ประสบการณ์เดิมไม่ สอดคล้องกับคำถามหรือ ปัญหาในการสำรวจ ตรวจสอบและไม่กำหนด ปัญหาและตั้งสมมติฐานไม่ สอดคล้องกับปัญหา
2. การวางแผนและ ออกแบบการ ทดลอง	กำหนดขั้นตอนการสำรวจ ตรวจสอบได้ถูกต้องเป็น ลำดับขั้นที่ชัดเจนและ ออกแบบบันทึกผลการ สำรวจตรวจสอบได้ เหมาะสมกับลักษณะ ข้อมูล	กำหนดขั้นตอนการสำรวจ ตรวจสอบได้ถูกต้องเป็น ลำดับขั้นที่ชัดเจนและ ออกแบบบันทึกผลการ สำรวจตรวจสอบได้	ไม่มีการกำหนดขั้นตอนการ สำรวจตรวจสอบไม่ถูกต้อง และไม่มีการออกแบบ บันทึกผลการสำรวจ ตรวจสอบได้ไม่เหมาะสม
3. ดำเนินการ ทดลองและ เก็บรวบรวมข้อมูล	ดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบตามแผนที่วาง ไว้ครบทุกขั้นตอน และ บันทึกข้อมูลที่ได้จากการ สำรวจตรวจสอบอย่าง ครบถ้วน	ดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบตามแผนที่วางไว้ ไม่ครบทุกขั้นตอน และ บันทึกข้อมูลที่ได้จากการ สำรวจตรวจสอบไม่ ครบถ้วน	ไม่ดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบตามแผนที่วางไว้ และไม่มีการบันทึกข้อมูลที่ได้ จากการสำรวจ ตรวจสอบหรือบันทึกไม่ ครบถ้วน
4. การจัดกระทำ ข้อมูลและแปล ความหมายของ ข้อมูล	มีการจัดกระทำข้อมูล ถูกต้องชัดเจนมีการแปล ความหมายถูกต้อง สอดคล้องกับข้อมูลและ สามารถสื่อความหมายได้ ชัดเจน	มีการจัดกระทำข้อมูล ถูกต้องและมีการแปล ความหมายถูกต้องแต่สื่อ ความหมายไม่ชัดเจน	มีการกระทำข้อมูลถูกต้อง บางส่วนและมีการแปล ความหมายไม่ถูกต้องและ สื่อความหมายไม่ชัดเจน

ตาราง 2 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
5. การระบุข้อมูล จากข้อสรุป	ระบุข้อสรุปได้ถูกต้อง และ มีความกระชับ	ระบุข้อสรุปได้ถูกต้อง บางส่วน และไม่กระชับ	ไม่ระบุข้อสรุปหรือระบุ ข้อสรุปไม่ถูกต้อง
6. การใช้หลักฐาน เชิงประจักษ์	เลือกใช้หลักฐานเชิง ประจักษ์ได้สอดคล้องกับ ข้อสรุป รวมทั้งแสดง หลักฐานได้ตรงตาม หลักการ กฎ ทฤษฎี ถูกต้องครบถ้วนและ ชัดเจน	เลือกใช้หลักฐานเชิง ประจักษ์ได้สอดคล้องกับ ข้อสรุปบางส่วน แสดง หลักฐานได้ตรงตาม หลักการ กฎ ทฤษฎีถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนและไม่ ชัดเจน	เลือกใช้หลักฐานเชิง ประจักษ์ไม่สอดคล้องกับ ข้อสรุป รวมทั้งไม่แสดง หลักฐานหรือแสดง หลักฐานไม่ถูกต้องกับ หลักการ กฎ ทฤษฎี
7. การใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ ในการให้เหตุผล	ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการให้เหตุผลเชื่อมโยง ระหว่างข้อสรุปกับ หลักฐานที่เกี่ยวข้องกับ เรื่องที่ศึกษาถูกต้อง ครบถ้วนทุกประเด็น	ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการให้เหตุผลเชื่อมโยง ระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน ที่เกี่ยวข้อง	ไม่ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ในการให้ เหตุผลเชื่อมโยงระหว่าง ข้อสรุปกับหลักฐานหรือใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ ถูกต้อง และไม่ครบถ้วน

ที่มา: อนงครีตน์ แก้วบำรุง (2554, น. 64)

ในงานวิจัยนี้ประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชนิดแบบทดสอบปลายเปิดหรือแบบเขียนตอบในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบบวัดนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนสถานการณ์และส่วนคำถาม ซึ่งสถานการณ์ประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นรูปภาพ กราฟ หรือผลการทดลองซึ่งเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสามารถใช้เป็นหลักฐานสำหรับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยในส่วนของคำถามนั้นจะเป็นคำถามปลายเปิดชนิดคำถามเดียวโดยที่ไม่มีจำแนกองค์ประกอบย่อยในคำถาม ซึ่งลักษณะคำถามรูปแบบนี้คือจะต้องมีการชี้ให้นักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่งการใช้คำถามที่เป็นคำถาม

ปลายเปิดโดยที่ไม่ระบุองค์ประกอบย่อยของคำถามนั้นจะช่วยให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างอิสระ

1.4.2 เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตราประเมินค่า (Rubrics score) ที่พบในงานวิจัยมี 2 ลักษณะด้วยกัน ได้แก่ 1) เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (Base rubrics) (McNeill et al., 2006, p. 158) และ 2) เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบจำเพาะ (Specific rubrics) (McNeill et al., 2006, p. 190) โดยเกณฑ์การให้คะแนนทั้งสองแบบนี้ใช้สำหรับให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากการทำแบบทดสอบปลายเปิด (Open-ended test) หรือแบบเขียนตอบแบบทดสอบปลายเปิด โดยเป็นการให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กล่าวคือข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล แยกส่วนกัน และมีการแบ่งระดับคะแนนของแต่ละองค์ประกอบออกเป็น 3 ระดับ คือ 0 – 2 คะแนน (McNeill et al., 2006, p. 170)

เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (Base rubrics) (McNeill et al., 2006, p. 158) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่ระบุลักษณะของพฤติกรรมหรือข้อความ ตามระดับการคะแนน 3 ระดับ แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (Generic rubrics)

องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ข้อยืนยันหรือคำตอบของคำถาม	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้าง หรือสร้างข้อกล่าว อ้างไม่ถูกต้อง	สร้างข้อกล่าวอ้าง ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	สร้างข้อกล่าว อ้าง ถูกต้องและ สมบูรณ์
หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อ กล่าวอ้างซึ่งต้องเหมาะสมและเพียงพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ไม่แสดงหลักฐาน สนับสนุนข้อกล่าว อ้างหรือใช้หลักฐาน ไม่เหมาะสมต่อการ สนับสนุน ข้อ	ใช้หลักฐานในการ สนับสนุนข้อกล่าว อ้าง ได้เหมาะสม แต่ไม่เพียงพอ	ใช้หลักฐานได้ อย่างเหมาะสม และ เพียงพอต่อ การ สนับสนุน

ตาราง 3 (ต่อ)

องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	0	1	2
	กล่าวอ้าง		กล่าวอ้าง
การให้เหตุผล (Reasoning)	ไม่มีการให้เหตุผล	มีการให้เหตุผลแสดง	ให้เหตุผล
ข้อความแสดงความเชื่อมโยงระหว่าง	หรือ เหตุผลที่ใช้	การเชื่อมโยงระหว่าง	ถูกต้องและ
ข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน	ไม่แสดงความ	หลักฐานและ ข้อ	สมบูรณ์แสดง
	เชื่อมโยงระหว่าง	กล่าวอ้าง อาจมีการ	การเชื่อมโยง
	หลักฐานและ	อ้างอิง	ระหว่าง
			หลักฐานและข้อ
			กล่าวอ้าง

เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบจำเพาะ (Specific rubrics) (McNeill et al., 2006, p. 190) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่พัฒนามาจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบทั่วไป (Base rubrics) โดยอาศัยพื้นฐานของเนื้อหาและคำถามร่วมกับโครงสร้างและเนื้อหา ทำให้เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบนี้มีความแตกต่างกันในแต่ละเนื้อหาหรือรายวิชาที่สอน (McNeill et al., 2006, p. 170) ดังพบในเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นโดย และกรรณก เลิศเดชาภิทร (2559, น. 121 - 124) ชลของวุฒิ จันทรหอม (2562, น. 215 - 216) แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบจำเพาะ (Specific rubrics)

องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	ไม่สร้างข้อกล่าวอ้าง	สร้างข้อกล่าวอ้าง	สร้างข้อกล่าวอ้าง
ข้อยืนยันหรือคำตอบของ	หรือสร้างข้อกล่าวอ้าง	ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ถูกต้องและสมบูรณ์
คำถาม	ไม่ถูกต้อง	เช่น พารามีเชื่อมโยงใช้แอสซิโดโซม	เช่น พารามีเชื่อมโยงใช้แอสซิโดโซมในการย่อย

ตาราง 4 (ต่อ)

องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	0	1	2
		หรือไลโซโซม ในการ ย่อยอาหารภายในแ ควิวโอล ย่อยอาหาร (ตอบเพียง 1 ประเด็น)	อาหารภายใน แควิวโอล ย่อยอาหาร
หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ สนับสนุนข้อกล่าวอ้างซึ่งต้อง เหมาะสมและเพียงพอที่จะ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ไม่แสดงหลักฐาน สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือใช้หลักฐานไม่ เหมาะสมต่อการ สนับสนุน ข้อกล่าว อ้าง	ใช้หลักฐานในการ สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ได้เหมาะสมแต่ไม่ เพียงพอ เช่น 1) ยีสต์ ที่ ย้อมด้วยสีย้อมคองโก เรด เปลี่ยนสีจากสีแดง เป็นสีน้ำเงิน หรือ 2) แว คิวโอลย่อยอาหารย้อม ติดสีดำของสี Gomori (ตอบเพียง 1 ประเด็น)	ใช้หลักฐานได้อย่าง เหมาะสม และเพียงพอ ต่อการสนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง เช่น 1) ยีสต์ ที่ย้อมสีด้วยสีย้อม คองโกเรด เปลี่ยนสีจาก สีแดงเป็นสีน้ำเงิน และ 2) แวคิวโอลย่อยอาหาร ย้อมติดสีดำของสี Gomori
การให้เหตุผล (Reasoning) ข้อความแสดงความ เชื่อมโยง ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับ หลักฐาน	ไม่มีการให้เหตุผลหรือ เหตุผลที่ใช้ ไม่แสดง ความ เชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานและ ข้อกล่าวอ้าง	มีการให้เหตุผลแสดง การเชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานและ ข้อกล่าว อ้าง อาจมีการอ้างอิง หลักการทาง วิทยาศาสตร์แต่ ไม่เพียงพอ เช่น ยีสต์สี แดงที่ถูกย้อมด้วยสี คองโกเรด ที่อยู่ ภายในแควิวโอล ย่อย อาหาร จะเปลี่ยนสีจาก สีแดงเป็นสีน้ำเงิน ซึ่ง	ให้เหตุผลถูกต้องและ สมบูรณ์แสดงการ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานและข้อกล่าว อ้าง โดยมีการอ้างอิง หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่ เหมาะสมและเพียงพอ เช่น ยีสต์สีแดงที่ถูก ย้อมด้วยสีคองโกเรด ที่ อยู่ภายในแควิวโอ ลย่อยอาหาร จะเปลี่ยน

ตาราง 4 (ต่อ)

องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	0	1	2
การให้เหตุผล (Reasoning)		บ่งบอกว่า pH	สีจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
ข้อความแสดงความเชื่อมโยง		ภายในแควคิวโอลย่อย	ซึ่งบ่งบอก pH
ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับ		อาหารนั้นต่ำลง	ภายในแควคิวโอลย่อย
		ขณะที่แควคิวโอลย่อย	อาหารนั้นต่ำลง ทั้งนี้
		อาหารย้อมติดสีดำของ	เป็นเพราะแควคิวโอล
		สี Gomori เนื่องจาก	ย่อยอาหารได้รวมตัว
		ภายในแควคิวโอลย่อย	เข้ากับแอซิดโซม
		อาหารมีเอนไซม์แอซิด	ขณะที่แควคิวโอลย่อย
		ฟอสฟาเตส ซึ่งเป็น	อาหารย้อมติดสีดำของ
		เอนไซม์ที่พบใน	สี Gomori เนื่องจาก
		ไลโซโซม	ภายในแควคิวโอล ย่อย
			อาหารมีเอนไซม์แอซิด
			ฟอสฟาเตสซึ่งเป็น
			เอนไซม์ที่พบในไลโซ
			โซม นั้นหมายถึงแคว
			คิวโอล ย่อยอาหารได้
			รวมตัวกันกับ
			ไลโซโซมด้วยนั่นเอง

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนโดยการพิจารณาลักษณะของเกณฑ์การให้คะแนนทั่วไป ซึ่งมีการให้คะแนนจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อใช้ในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะที่มีความจำเพาะต่อเนื้อหาและสถานการณ์คำถามในแต่ละข้อ ซึ่งการใช้เกณฑ์แบบจำเพาะนี้จะช่วยให้ผู้ตรวจสามารถตรวจให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นได้สะดวกและแม่นยำ เนื่องจากมีการระบุคำสำคัญที่ต้องปรากฏในคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบและในแต่ละระดับคะแนน

โดยการจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากการศึกษางานวิจัยพบว่าการแบ่งระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

เป็น 3 ระดับได้แก่ ระดับดีมาก ระดับดี และระดับควรปรับปรุง โดยการใช้คะแนนรวมทั้งฉบับ (กรกนก เลิศเดชาภัทร และ ปริณดา ลิ้มปานนท์ พรหมรัตน์, 2559, น. 81; นภาลัย ต๊ะเสาร์, 2564, น. 195) นอกจากนั้นยังพบว่ามีการแบ่งระดับเป็น ระดับดี ระดับพอใช้ ระดับปรับปรุง (ฉลองวุฒิ, 2562, น. 102-104)

การแบ่งระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ อันตรภาคชั้นแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การแบ่งอันตรภาคชั้นด้วยช่วงคะแนนที่เท่ากัน เช่น งานวิจัยของนภาลัย ต๊ะเสาร์และสุทธิดา จำรัส (2564, น. 195) แบ่งระดับความสามารถเป็น 3 ระดับ โดยคิดจากคะแนนเต็ม 24 และแบ่งแต่ละช่วงมีช่วงของคะแนนที่เท่ากันคือ 8 คะแนน แสดงดังตาราง

ตาราง 5 แสดงระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากคะแนนรวมที่มีการแบ่ง อันตรภาคชั้นเท่ากัน ดังตาราง 5

คะแนนรวม	ระดับความสามารถ
17-24	ดีมาก
9-16	ดี
0-8	ควรปรับปรุง

ที่มา : นภาลัย ต๊ะเสาร์และสุทธิดา จำรัส (2564, น. 195)

อีกหนึ่งรูปแบบของการแบ่งระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งเป็นระดับดีมาก ระดับดี และระดับควรปรับปรุงคือความสามารถมี อันตรภาคชั้นไม่เท่ากัน ซึ่งอาศัยแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีคะแนนเต็มเท่ากับ 36 คะแนน และกำหนดให้ระดับความสามารถควรปรับปรุงมีช่วงคะแนน น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ในขณะที่ระดับดีและดีมากมีช่วงคะแนนเท่ากัน (กรกนก เลิศเดชาภัทร, 2559, น. 62) แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากคะแนนรวมที่มีการแบ่ง
 อันตรภาคขั้นไม่เท่ากัน

คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ระดับความสามารถ
27.00 – 36.00	75.00 – 100.00	ดีมาก
18.00 – 26.99	50.00 – 74.99	ดี
0.00 – 17.99	0.00 – 49.99	ควรปรับปรุง

ที่มา : กรรณก เลิศเดชาภัทร (2559, น. 62)

ทั้งนี้ยังพบว่านอกจากการจัดอันดับจากการใช้คะแนนรวมรายฉบับแล้วยังมี
 การจำแนกระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากการหาค่าเฉลี่ย
 ถ่วงน้ำหนักในแต่ละองค์ประกอบ (ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2562, น. 137)
 แสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากคะแนนรวมที่มีการแบ่ง
 อันตรภาคขั้นเท่ากันที่มีการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักในแต่ละองค์ประกอบ

คะแนนรวม	ระดับความสามารถ
2.00 – 1.40	ระดับดี
1.39 – 0.70	ระดับพอใช้
0.69 – 0.00	ระดับปรับปรุง

ที่มา : ณัฐวรรณ ศิริธร และเอกภูมิ จันทรขันธ์ (2562, น. 137)

ในงานวิจัยนี้ใช้การจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
 โดยพิจารณาจากคะแนนรวมรายฉบับ โดยการนำคะแนนเต็มของคะแนนรวมรายฉบับมาแบ่งช่วง
 คะแนน เป็น 3 ช่วงตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ดีมาก ดี
 ควรปรับปรุง ช่วงคะแนนในระดับปรับปรุงมีต่ำกว่าคะแนนเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนรวมซึ่งเป็น
 ช่วงคะแนนที่นักเรียนควรผ่าน ในขณะที่ระดับดี และดีมาก คือนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนที่อยู่ในช่วง
 ร้อยละ 50.00 – 74.99 และร้อยละ 75.00 – 100.00 ตามลำดับ

1.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่ามีจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (วันวิสาข์ รังงาม และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2563) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (อรณิชา, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, และ ชำนาญ ปิ่นปรายโมทย์, 2559) การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ (นำพงศ์ จันทรีโท, สิริณภา กิจเกื้อกูล, และ และสุริยา ชาปู้, 2565) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ, เอกภูมิ จันทราชันดี, และ สุรศักดิ์ เชียงกา, 2561) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (สุทธิชาติ, 2558) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยการอธิบาย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยการโต้แย้ง (สันติชัย อนุวรชัย และ อลิศรา ชูชาติ, 2553) จึงมีรายละเอียดดังนี้

1.5.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context based learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Ummels, et al., 2015, p. 13) ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมและแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน ลักษณะของบริบทที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรเป็นบริบทที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน (สุชาดา ศรีศกุน, 2021, น. 31-33) สิ่งแวดล้อม สังคม และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน (กชกร บัวพัฒน์, 2563, น. 30) เพื่อสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน (วันวิสาข์ รังงาม และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2563, น. 55) เช่น ชาวบ้านที่นั้งอยู่ในบ้านเสียชีวิตจากการยิงปืนขึ้นฟ้าของกลุ่มวัยรุ่นในชบวนแห่ขันหมากในรายวิชาฟิสิกส์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (สุชาดา ศรีศกุน, 2021, น. 31-33) และเรื่องของไหลในรายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (วันวิสาข์ รังงาม และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2563, น. 56) ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์ (Setting Focal event) นักเรียนได้กำหนดปัญหาหรือหาแนวทางแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดหรือสนใจ

ขั้นที่ 2 การศึกษาค้นคว้าหรือลงมือปฏิบัติงาน (Learning task) นักเรียนได้ลงมือค้นคว้า เพื่อหาคำตอบหรือแก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 การเรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning key concept) นักเรียนร่วมกันอภิปรายแนวคิดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ใช้แนวคิดไปสู่บริบทอื่นที่เกี่ยวข้อง (Applied concept) นักเรียนนำแนวคิดสำคัญที่ได้จากการอภิปรายในขั้นตอนก่อนหน้าไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานสามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เนื่องจากการใช้บริบท สถานการณ์ที่เป็นประเด็นในชีวิตประจำวันที่นักเรียนคุ้นเคย เพื่อกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมให้นักเรียนใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายสิ่งที่พบเจอ (สุชาติ ศรีสกุล, 2021, น. 37-39) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายผลการทำกิจกรรมอย่างเป็นเหตุเป็นผลโดยยึดกฎ ทฤษฎี และหลักการทางวิทยาศาสตร์ (วันวิสาข์ รังงาม และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2563, น. 63) แต่ข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้นขาดความเชื่อมโยงกับแนวคิดหลัก (วันวิสาข์ รังงาม และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2563, น. 64) และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในองค์ประกอบการให้เหตุผลและการเขียนหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเกิดจากนักเรียนยังขาดความเข้าใจความหมายของแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ จึงส่งผลให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นขาดความสมบูรณ์ (สุชาติ ศรีสกุล, 2021, น. 38)

ทั้งนี้ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน (Context based learning) ร่วมกับเทคนิคอื่น เช่น เทคนิคการสอนแบบ PRO (Premise-Reasoning-Outcome) ซึ่งมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการใช้แนวคิดหลักการ และทฤษฎีเชิงวิทยาศาสตร์ (Tang, 2016, p. 1436) ผ่านบริบทที่นักเรียนคุ้นเคยทำให้สามารถอธิบายสถานการณ์ใหม่ที่มีความซับซ้อนของเนื้อหามากขึ้น (สิริพงศ์ แพทย์วงศ์ และ เอกภูมิ จันทระขันตี, 2563, น. 549) เช่นการอธิบายเรื่องการสะท้อนของเสียง ในบริบทใกล้และบริบทไกล (สิริพงศ์ แพทย์วงศ์ และ เอกภูมิ จันทระขันตี, 2563, น. 544)

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ PRO ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการสอนแบบ PRO สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้จากสถานการณ์หรือบริบทที่นักเรียนคุ้นเคย รวมถึงเทคนิค PRO ที่ช่วยให้นักเรียนได้สรุปองค์ความรู้เพื่อระบุดองค์ประกอบทฤษฎี เพื่อนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ แม้สถานการณ์จะมีความซับซ้อนมากขึ้น (สิริพงศ์ แพทย์วงศ์ และ เอกภูมิ จันทระขันตี, 2563, น. 549) คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นยังขาดความสมบูรณ์หากคำถามเป็นสถานการณ์หรือ

บริบทที่นักเรียนไม่คุ้นเคยจึงทำให้ต้องใช้การจินตนาการร่วมกับความรู้เดิมในการพิจารณาบริบทหรือคำถามนั้นทั้งนี้นักเรียนยังสับสนในการเขียนในแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การระบุทฤษฎี กฎ ในองค์ประกอบของเหตุผล (สิริพงศ์ แพทย์วงศ์ และ เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2563, น. 548-549)

รวมถึงการใช้ข่าว (ศุภกร สุขยิ่ง, 2560, น. 31) ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการนำบริบทจากข่าวที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาที่ไม่มีความซับซ้อนและมีรูปแบบที่หลากหลายมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการนำเสนอ อภิปรายสิ่งที่นักเรียนค้นพบ สร้างข้อสรุป และนำไปอธิบายในสถานการณ์ใหม่ได้ (ศุภกร สุขยิ่ง, 2560, น. 42) ทั้งนี้ยังพบว่ามีการใช้เทคโนโลยี (พิมพ์พลอย ตามตระกูล, 2565, น. 291) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งการใช้เทคโนโลยีช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหา นำเสนอและ ประเมินวิธีการตรวจสอบร่วมกันผ่านการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ได้ (พิมพ์พลอย ตามตระกูล, 2565)

1.5.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Using socioscientific issue)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเอาประเด็นน่าสนใจและความกำกวมมาใช้ในการกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผลประกอบข้อกล่าวอ้าง (ณัฐวัตร ช้ายแก้ว และสุมาลี ชุกกำแพง, 2563, น. 144) ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ในประเด็นการทำหมันสัตว์ มาใช้เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ Eilks (2010) (อรณิชา หงษ์เกิด และคณะ, 2561, น. 215)

ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและนำประเด็นเข้าสู่ชั้นเรียน ซึ่งจากงานวิจัยใช้วิธีทัศนเรื่องทำหมันสุนัข และให้นักเรียนตอบคำถาม ซึ่งเป็นคำถามที่สอดคล้องกับแนวคิดเรื่องการทำหมันสัตว์ ดังตัวอย่าง “นักเรียนคิดว่าหากเราทำการตัดอวัยวะใดอวัยวะหนึ่งของสัตว์ออกไปจะเกิดอะไรขึ้น” “เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าสัตว์จะเกิดความผิดปกติ หรืออาจมีการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลง เมื่อเราตัดอวัยวะหนึ่งของสัตว์ออกไป” (อรณิชา หงษ์เกิด และคณะ, 2561, น. 158)

ขั้นที่ 2 ทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมเรื่องต่อมไร้ท่อ โดยการระบุชื่อ และระบุว่าต่อมใดบ้างเป็นต่อมไร้ท่อ จากนั้นให้นักเรียนจับกลุ่มและแลกเปลี่ยนความรู้จากใบงาน และนำเสนอคำตอบที่ได้จากการ

อภิปรายความรู้เดิม โดยครูอาจถามคำถามนักเรียนที่มีคำตอบแตกต่างจากกลุ่มอื่น เช่น “เพราะเหตุใดนักเรียนจึงมีคำตอบแตกต่างจากกลุ่มอื่น” และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อจากอินเทอร์เน็ต เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการสืบค้น ครูเป็นผู้ถามคำถามว่า นักเรียนกลุ่มใดมีการเปลี่ยนแปลงคำตอบของตนเองหรือไม่ เพราะเหตุใด จากนั้นให้นักเรียนอ่านบทความเกี่ยวกับการเจริญขององุ่นและเหียง และร่วมกันตอบคำถามเกี่ยวกับหน้าที่ของเหียงและหงอนไก่ (อรุณิชา หงษ์เกิด และคณะ, 2561, น. 158-159)

ขั้นที่ 3 กลับมาเน้นที่ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อีกครั้ง เป็นขั้นตอนที่ถามเพื่อนำเข้าสู่ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เช่น “จากการชมวิดีโอ นักเรียนรู้สึกอย่างไร” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างในประเด็น “นักเรียนเห็นด้วยกับการทำหมันในสัตว์หรือไม่” พร้อมทั้งให้เหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง จากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียนตามข้อกล่าวอ้างได้แก่ กลุ่มที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับการทำหมันสัตว์ เพื่อให้แต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้างของตนเอง (อรุณิชา หงษ์เกิด และคณะ, 2561, น. 160)

ขั้นที่ 4 การแสดงบทบาทสมมติ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยแสดงความคิดเห็นของตนเอง และนักเรียนแต่ละฝ่ายจะเดินดูข้อคิดเห็นของนักเรียนฝ่ายตรงข้ามและจดบันทึก (อรุณิชา หงษ์เกิด และคณะ, 2561, น. 160)

ขั้นที่ 5 กิจกรรมสะท้อนความคิด เกี่ยวกับการประสบการณ์และกิจกรรมเป็นขั้นตอนที่นักเรียนและครูสรุปกิจกรรมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการทำหมันสัตว์ และเขียนอนุทินในประเด็นดังนี้ (อรุณิชา หงษ์เกิด และคณะ, 2561, น. 160)

- 1) สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้
- 2) การนำความรู้ไปใช้
- 3) ปัญหาหรือข้อสงสัยเพิ่มเติม
- 4) ความรู้สึกของนักเรียน
- 5) ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ อรุณิชา หงษ์เกิด (2561, น. 132) กล่าวว่า องค์ประกอบหลักฐานสามารถพัฒนาได้ยาก เนื่องจากนักเรียนมักแสดงความคิดเห็นส่วนตัวแทนการใช้หลักฐาน รวมถึงยังขาดทักษะในการวิเคราะห์หลักฐานที่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง ซึ่งควรมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้วิพากษ์เกี่ยวกับหลักฐานว่าหลักฐานใดเป็นหลักฐานที่ดี

1.5.3 การจัดการเรียนรู้โดยกลวิธีโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ (Argumentation using forensic science issue)

จากการศึกษางานวิจัยของนำพงศ์ จันทรโท และคณะ ที่พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยกลวิธีโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการรักษาตุลยภาพร่างกายมนุษย์ ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (นำพงศ์ จันทรโท และคณะ, 2565) โดยมีพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านประเด็นที่นักเรียนสงสัย หรือสนใจ เช่นประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่สนใจของคนในสังคมและเป็นประเด็นที่มีความคลุมเครือ ทั้งนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือผ่านโทรศัพท์โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษา เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งกิจกรรมการโต้แย้งนี้จะต้องอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้โดยกลวิธีโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 4 ขั้นตอน (นำพงศ์ จันทรโท, 2565, น. 176-179) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้ นำเสนอประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ จากการศึกษางานวิจัยพบว่าควรใช้สื่อเพื่อกระตุ้นความสนใจ ซึ่งอาจเป็นประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ ที่นักเรียนสามารถตั้งข้อสงสัยเกี่ยวกับความผิดปกติของคดีได้ ดังตัวอย่างที่พบในงานวิจัย ได้แก่ ย้อน 6 คดีทหารเสียชีวิตยังไร้คำตอบ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวข้องกับหลักฐานในการตรวจสอบข้อเท็จจริง โดยอาศัยความรู้ กระบวนการ การรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ตีความหลักฐาน ไปจนถึงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการใช้หลักฐานและการให้เหตุผล ซึ่งเกิดจากการถามคำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงหลักฐานและการให้เหตุผล ดังตัวอย่าง “นักเรียนมีความคิดเห็นต่อสถานการณ์ข่าวอย่างไร” หรือ “ข้อมูลหลักฐานจากข่าว เพียงพอต่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือไม่” (นำพงศ์ จันทรโท และคณะ, น. 57-58)

ขั้นที่ 2 ระบุสถานการณ์ปัญหาและภาระงาน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้หาข้อมูลหลักฐานเพื่อใช้ในการสร้างข้อกล่าวอ้าง ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยพบว่าในขั้นตอนนี้ครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ ดังตัวอย่าง “ไขความกระจ่าง...นักเรียนเตรียมทหารเสียชีวิตปริศนา” ซึ่งเป็นประเด็นที่สามารถหาคำตอบได้อย่างหลากหลายเพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาสาเหตุ และหาหลักฐานของการเสียชีวิตของการเสียชีวิต จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันตัดสินใจหลักฐานที่อาจเป็นสาเหตุของการเสียชีวิต เพื่อจำกัดขอบเขตของเนื้อหาให้สอดคล้องกับเนื้อหาในเรื่องการควบคุมคุณภาพของสารในร่างกายครูจึงได้เสนอหลักฐานที่ได้

จากการวินิจฉัยของแพทย์ เพื่อให้นักเรียนได้นำหลักฐานมาใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (นำพงศ์ จันทรโท และคณะ น. 59)

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาข้อกล่าวอ้าง โดยพิจารณาจากความเชื่อมโยงของหลักฐานและการให้เหตุผล ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ทั้งยังเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบอย่างชัดเจน (นำพงศ์ จันทรโท, น. 60-61)

ขั้นที่ 4 นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแสดงความคิดเห็นของตนเอง เพื่อหาความจริงเกี่ยวกับการเสียชีวิตของนักเรียนเตรียมทหาร โดยการใช้ประเด็นคำถามดังตัวอย่างคำถาม “นักเรียนคิดว่าสาเหตุของการเสียชีวิตคืออะไรและเหตุผลใดบ้างในการเชื่อมโยงถึงการเสียชีวิต” หรือ “กลุ่มไหนมีสาเหตุการเสียชีวิตที่ต่างจากเพื่อนบ้าง” (นำพงศ์ จันทรโท, น. 62-63)

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินผล นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาในขั้นตอนก่อนหน้านี้และ นำเสนอคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงสถานการณ์ที่กำหนด ได้แก่ สาเหตุการเสียชีวิตของนักเรียนเตรียมทหาร จากนั้นร่วมกันวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและการให้เหตุผลให้สัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างที่นักเรียนสร้างขึ้น (นำพงศ์ จันทรโท, น. 64)

จากการศึกษาพบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้พบว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างมีคะแนนมากที่สุด และตามด้วยหลักฐาน และการให้เหตุผล แม้ว่าการจัดการเรียนรู้จะมีขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพื่อหาหลักฐานและกิจกรรมการโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แต่ยังพบว่าการเลือกใช้หลักฐานในการสนับสนุนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นยังขาดการให้เหตุผลรวมถึงทฤษฎีและมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องส่งผลต่อคุณภาพของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (นำพงศ์ จันทรโท, 2565, น. 65) โดยยังพบว่านักเรียนใช้ความรู้สึกร่วมไปกับการแสดงความคิดเห็นมากกว่าการใช้หลักฐาน และเมื่อพิจารณาถึงแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่าในองค์ประกอบการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่มีคะแนนต่ำที่สุด ทั้งนี้อาจเกิดจากความซับซ้อนของเนื้อหาเรื่องการรักษาสสมดุลของร่างกาย หรือกิจกรรมในขั้นที่นักเรียนหาหลักฐานซึ่งเป็นการหาหลักฐานจากการสืบค้นข้อมูลมากกว่าการทดลองที่ให้นักเรียนได้สร้าง

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรม และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพ และครบทุกองค์ประกอบ (นำพงศ์ จันทรีโท และคณะ, 2565, น. 184-185)

1.5.4 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry base learning)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากปฏิบัติ (นิพนธ์ จันเลน, 2557, น. 3) ผ่านการสร้างคำอธิบายโดยใช้สร้างหลักฐานที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล (Ruiz-Primo, Li, Tsai, & Schneider, 2009) จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม ในและรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่องการศึกษาลิฟต์และโปรตีน (ธนัทพงษ์ วังทะพันธ์, 2561, น. 347) ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้น (5E) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ (เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ, 2561, น. 1744)

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนที่ใช้ชีวิตทัศนและถามคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสืบสอบข้อมูลด้วยตนเองผ่านกระบวนการทดลอง

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อธิบายผลการทดลอง โดยการแสดงหลักฐานพร้อมกับเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Evaluation)

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) นักเรียนได้ฝึกสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการทำใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้

โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จากกิจกรรมที่เน้นการค้นคว้าหาความรู้จากสถานการณ์ที่กำหนดและนำความรู้ไปใช้อธิบายในสถานการณ์ใหม่ (ธนัทพงษ์ วังทะพันธ์ และคณะ, 2561) ทั้งนี้ยังพบว่าในขั้นสร้างความสนใจที่มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนระบุประเด็นที่ตนเองสนใจหรือสงสัย (นวลจิตต์ ชาวเกียรติพงศ์, 2562, น. 42) นั้นนักเรียนได้แสดงหลักฐาน และเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างในประเด็นที่นักเรียนสนใจ (เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ, 2561, น. 1744) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปนักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายองค์ความรู้ที่ได้จากการทดลอง (เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ และคณะ, 2561, น. 1744)

แม้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้น จะสามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ แต่ยังพบว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังขาดความสมบูรณ์ กล่าวคือองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง (Claim) ยังขาดความสมบูรณ์ของคำตอบเนื่องจากขาดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และในองค์ประกอบการให้เหตุผล (Reasoning) เนื่องจากไม่ระบุเหตุผลหรือในบางรายระบุเหตุผลไม่ครบถ้วน ทั้งนี้คุณภาพของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังขึ้นอยู่กับสถานการณ์หรือโจทย์ที่นักเรียนได้รับอีกด้วย (เขมรัฐ จุฑานุกาปิ และคณะ, 2561, น. 1747 - 1751)

นอกจากนี้ยังพบการผนวกการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคหรือกลยุทธ์อื่น ได้แก่ เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในรายวิชาเคมี (ศศิกันต์ นิมดำ, นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์, และ ดวงเดือน สุวรรณจินดา, 2564, น. 96) และกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการสังเคราะห์แสงรายวิชาชีววิทยา (บุญญาพร แสงประเสริฐ, ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, และ นพมณี เชื้อวัชรินทร์, 2558, น. 240) ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทั้งนี้ยังพบว่ามีจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ซึ่งการใช้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายนักเรียนได้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) นักเรียนในสร้างข้อกล่าวอ้างจากประเด็นหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ รวมทั้งในขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) ที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติผ่านกิจกรรมการทดลองหรือการสังเกตเพื่อหาหลักฐานสำหรับการระบุข้อกล่าวอ้าง แต่ทั้งนี้ยังพบว่าการให้เหตุผลซึ่งเป็นองค์ประกอบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเป็นองค์ประกอบที่มีคะแนนน้อยที่สุด (ศศิกันต์ นิมดำ และคณะ, 2564, น. 106-107)

1.5.5 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based inquiry)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานคือการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองเพื่อทำความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (Xiang & Passmore, 2015, p. 326) จากการศึกษางานวิจัยพบว่ามีการศึกษาผลของการใช้การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Braaten, M., และ Windschitl, M. (สุทธิชาติ, 2558, น. 47) ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกแนวคิดสำคัญและจัดทำให้อยู่ในรูปของแบบจำลองเป็นฐาน (Selecting big ideas, Treating them as model) เป็นขั้นตอนที่ครูเนื้อหาและประเด็นในการเรียน

ขั้นที่ 2 นำเสนอแนวคิดเริ่มต้น (Attending to student's initial and unfolding ideas) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนตอบคำถามว่าสิ่งที่เรียนรู้ และสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้จากสถานการณ์ที่กำหนดคืออะไร เช่น ถูกรายนี้มีแรงอะไรมากระทำบ้าง (เรารู้อะไร) และนักเรียนมีวิธีการในการพิสูจน์คำตอบของนักเรียนอย่างไร พร้อมทั้งบอกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (เราต้องการรู้อะไร)

ขั้นที่ 3 สำรวจตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Investigating science idea in the classroom) เป็นขั้นตอนที่แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยเพื่อทำกิจกรรมโดยการวิเคราะห์แผนภาพ และทำการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้ถามคำถามและร่วมกันสรุปแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรม จากนั้นแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนภาพต่อชั้นเรียน โดยมีเปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนข้อสงสัยระหว่างกลุ่ม

ขั้นที่ 4 อธิบายปรากฏการณ์ (Pressing for explanation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำอธิบายเกี่ยวข้อง และนำแผนภาพที่ปรับปรุงแก้ไขไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลอง นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 18.55 คะแนนจากคะแนนเต็ม 24 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก (61) เนื่องนักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 นำเสนอแนวคิดเริ่มต้น ซึ่งนักเรียนได้ ใช้องค์ความรู้เดิมในการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ ต่อมาคือขั้นที่ 3 สำรวจตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้นำเสนอคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นหลังจากที่นักเรียนได้รวบรวมข้อมูลและปรับปรุงแบบจำลอง และขั้นที่ 4 อธิบายปรากฏการณ์ ที่นักเรียนได้ปรับปรุงและเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยยึดตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (สุทธิชาติ, 2558, น. 61-63)

นอกจากนี้ยังพบการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้การเชื่อมโยงหลักฐาน เรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาเคมี (พรรณนภา อนิวรรณวงศ์ และ ร่มเกล้า จันทราษี, 2562) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การรวบรวมสิ่งที่เรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันและความรู้เดิมของนักเรียน เช่น สถานการณ์น้ำสาสามารถส่งผ่านกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากไฟฟ้ารั่วมาที่ร่างกายได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 การตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ เป็นขั้นตอนที่ครูชี้แจงจุดประสงค์ เพื่อศึกษาทดสอบกระแสไฟฟ้าผ่านสารละลายแต่ละชนิด และเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้วาดแบบจำลองเพื่ออธิบายสถานการณ์

ขั้นที่ 3 การค้นหาหลักฐาน นักเรียนทดสอบสมมติฐาน เพื่อใช้ผลการทดลองเป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ขั้นที่ 4 การสร้างข้อโต้แย้ง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มปรับปรุงแบบจำลองจากหลักฐานที่ได้จากการทดลอง

ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้การเชื่อมโยงหลักฐานสามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยที่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นมีการระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และมีการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและการให้เหตุผลได้ถูกต้อง จากการสร้างแบบจำลองการปรับปรุงแบบจำลอง รวมถึงการใช้การเชื่อมโยงหลักฐานร่วมกับการใช้แบบจำลองทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวที่นักเรียนสร้างขึ้นได้ แม้ว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ แต่จากการศึกษางานวิจัยพบว่ายังขาดขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำเสนอและเปลี่ยนแนวคิด รวมถึงยังขาดกิจกรรมที่นักเรียนแต่ละคนได้นำเสนอคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเอง (พรรณนภา อนิวรรณวงศ์ และ ร่มเกล้า จันทราษี, 2562, น. 80-81)

1.5.6 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยการอธิบาย (Explanation-driven inquiry)

การศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยการอธิบาย ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผนวกรวมความรู้ ทฤษฎี เพื่อใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนกิจกรรมการสืบสอบ (Elly Sri Wahyuni & Sri Rahayu, 2021, p.3) เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด-เบส ในรายวิชาเคมี ที่มีการพัฒนาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งตามแนวคิดของแมคเนล (2009) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้น (Sulistina et al., 2021, p. 3) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา (Identification of task)

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูล (Data collection)

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Production of scientific explanation)

ขั้นที่ 4 ขั้นแลกเปลี่ยนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Discussion session)

ขั้นที่ 5 ขั้นเตรียมการเขียนรายงาน (Preparation of written investigation report)

ขั้นที่ 6 ขั้นการตรวจสอบรายงาน (Report review)

ขั้นที่ 7 ขั้นปรับปรุงรายงาน (Revised Report)

ขั้นที่ 8 ขั้นสะท้อนผลการอภิปราย (Reflective discussion)

จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยการอธิบาย เพื่อพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่าสามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเข้าใจเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสมมติฐานและข้อสรุปโดยการใช้หลักฐาน (Elly Sri Wahyuni & Sri Rahayu, 2021, p.3) แต่ยังพบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวยังไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มที่มีความต่ำกว่าระดับพื้นฐานได้ (Oktavia et al., 2021, p. 5)

1.5.7 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง (Argument driven inquiry)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกันในการสืบเสาะหาความรู้ (ภัทรวรรณ ไชยมงคล, สกนธ์ชัย ชนะนนท์, และ จินตนา กล่ำเทศ, 2560, น. 30) เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากการออกแบบและทำการทดลอง โดยการใช้ข้อมูลซึ่งเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ในการตอบคำถาม และมีส่วนร่วมในการโต้แย้ง (ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2562, น. 133) จากการศึกษางานวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งสามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามีพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาฟิสิกส์ โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง 6 ขั้นตอน (ณัฐวรรณ ศิริธร และ เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2562, น. 133-139)

ขั้นที่ 1 การกำหนดประเด็นที่ศึกษา เป็นขั้นตอนที่มีการใช้ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาใช้ในการกระตุ้นความสนใจ เกิดความสงสัยเพื่อเป็นแนวทางไปสู่การหาคำตอบ ทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างของสถานการณ์ที่ใช้เป็นประเด็นในการศึกษา คือ ทิศทางของแรงเสียดทานของล้อรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยล้อหลังและขับเคลื่อน 4 ล้อ ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ถ้ารถยนต์ 2 คันขับเคลื่อนไปข้างหน้า

ขั้นที่ 2 การสร้างสรรค์และวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ปฏิบัติงานเพื่อสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการทำงานกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความรู้และเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ใช้การสื่อสาร การคิด และการอธิบาย และฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นขั้นตอนได้ใช้ข้อมูล หลักฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้พิจารณาข้อกล่าวอ้างของตนเองและเพื่อนร่วมชั้น ว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นนั้นถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานรายบุคคล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานโดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับแนวคิด และการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ

ขั้นที่ 6 การอธิบายสะท้อนผลและการปรับปรุงรายงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองจากข้อเสนอแนะของเพื่อน

ทั้งนี้ยังพบว่ามีการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในเรื่องระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารให้ได้พลังงาน ระบบหายใจกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย ระบบขับถ่ายระบบหมุนเวียนเลือด ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน (สันติชัย อนุวรชัย และ อลิศรา ชูชาติ, 2553)

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the task)

ขั้นที่ 2 การสร้างสรรค์และวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and analysis of data)

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument)

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation session)

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Write up investigation report)

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind peer review)

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (Revision of the report)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งสามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้ง และในขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ทั้งยังมีกิจกรรมที่นักเรียนได้มีโอกาสในการปรับปรุงแก้ไขรายงานซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายองค์ประกอบพบว่าข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ตามด้วยหลักฐานและการให้เหตุผล อย่างไรก็ตามยังพบว่านักเรียนจะมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบลดลงเมื่อนักเรียนต้องสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน (สันติชัย อนุวรชัย และ อลิศรา ชูชาติ, 2553, น. 125-128)

1.6 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. มีการใช้คำถามที่มีความน่าสนใจและสอดคล้องกับชีวิตประจำวันนักเรียน และสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและต้องการหาคำตอบของคำถาม
 2. มีกิจกรรมที่ส่งเสริมการสืบค้นข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการทดลองหรือการรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
 3. มีกิจกรรมที่นักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล
 4. มีกิจกรรมที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนและนำเสนอคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ตนเองสร้างขึ้นกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน
 5. มีกิจกรรมที่นักเรียนได้ปรับปรุงแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเอง
- ในงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเนื่อง การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้มีการคำถามนำหรือการใช้ประเด็นคำถามที่น่าสนใจในการกระตุ้นความสนใจเพื่อให้นักเรียนต้องการหา

คำตอบ ทั้งยังมีการส่งเสริมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมไม่ว่าจะเป็นการทดลอง หรือการสืบค้นข้อมูล เพื่อผลการทดลองหรือข้อมูลเหล่านั้นเป็นหลักฐานสำหรับการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และหารให้เหตุผล ผ่านการเขียนการพูดสื่อสารแลกเปลี่ยนสิ่งที่นักเรียนคิดกับเพื่อนร่วมกลุ่ม และนักเรียนคนอื่นๆในชั้นเรียน ทั้งมีขั้นตอนที่นักเรียนได้ปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้ทบทวนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ตนเองสร้างขึ้นว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ซึ่งถือเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่นักเรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเอง

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง (Argument driven inquiry : ADI) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการใช้คำถาม และให้นักเรียนเป็นผู้หาแนวทางในการหาข้อมูลด้วยตนเองจากนั้นจึงทำการรวบรวมข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Walker & Sampson, 2013a, น. 1269) ซึ่งการโต้แย้งเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทำให้ทราบถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่มีการโต้แย้งกันในแต่ละขั้นตอนของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ทั้งยังสามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย (Osborne, 2010) จากการศึกษาวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาพบว่าการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งมาใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (วรรณพงษ์ สุทธิเวชน์วรกุล, ธิติยา บงกชเพชร, และ มลิวรรณ นาคขุนทด, 2563b) ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (พรธนาทิศา อินทญาติ, 2564) การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (ภาวิณี จันทร์หอม และ ร่มเกล้า จันทราชี, 2562) ทักษะการเขียน (Walker & Sampson, 2013b) รวมถึงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (สันติชัย อนุวรชัย และ อลิศรา ชูชาติ, 2553) ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่ผ่านมาข้างต้นนั้นผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะของการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งได้ดังนี้

1.การใช้คำถาม ซึ่งประเด็นคำถามหรือภาระงานที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งต้องเป็นประเด็นที่น่าสนใจและสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการหาคำตอบได้

2. การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการหลักที่นักเรียนใช้ในการหาคำตอบของประเด็นคำถาม ซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการวางแผนการสืบสอบเพื่อหาวิธีการในการรวบรวมข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการสังเกตหรือการทดลองซึ่งวิธีการที่นักเรียนเลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลที่นักเรียนต้องการการเลือกใช้เครื่องมือที่ถูกต้องเหมาะสมในการรวบรวมข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับวิธีการและรูปแบบของข้อมูลที่นักเรียนต้องการ ไปจนถึงการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปองค์ความรู้จากข้อมูล

3. การทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่สะท้อนให้เห็นจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งว่านักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยโดยเริ่มตั้งแต่ขั้นวางแผนไปจนถึงขั้นตอนที่นักเรียนได้เขียนรายงานผลการตรวจสอบ

4. การสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่ออกแบบเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้กระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์โดยเริ่มต้นจากการใช้หลักฐานที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ประเมินความเหมาะสมและคุณภาพของหลักฐานเพื่อให้ครอบคลุมต่อการสร้างข้อกล่าวอ้างหรือสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง ทั้งยังเป็นส่วนสำคัญให้นักเรียนได้เรียนรู้การยอมรับความคิดเห็นที่หลากหลายบนพื้นฐานของข้อมูลและหลักฐานเพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการประเมินข้อกล่าวอ้างและพัฒนาข้อกล่าวอ้างให้มีคุณภาพ

2.2 ขั้นตอนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

2.2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่พัฒนาโดยแซมสันและคณะ (Sampson & Gleim, 2009) แบบ 8 ขั้นตอน

เพื่อใช้ในการสอนปฏิบัติการในรายวิชาชีววิทยาโดยมีวัตถุประสงค์ในการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในการพัฒนาการโต้แย้งซึ่งประกอบด้วยคำอธิบายเพื่อใช้ในการตอบคำถามวิจัย ซึ่งการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้นักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารแนวคิดผ่านกระบวนการโต้แย้งและเขียนรายงานจากนั้นแลกเปลี่ยนแนวคิดและข้อมูลภายในชั้นเรียน (Sampson & Gleim, 2009, p. 465) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the task) เป็นขั้นตอนที่ครูเป็นผู้เริ่มกระบวนการจัดการเรียนรู้จากการนำเสนอหัวข้อในการเรียน ซึ่งอาจใช้คำถามวิจัย คำถามที่ต้องการหาคำตอบ ผ่านการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ และกระตุ้นให้นักเรียนเริ่มเห็นความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่

ขั้นที่ 2 การสรรสร้างข้อมูล (Generation of data) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นร่วมเพื่อจะหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการ

เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพครูสามารถชี้แนะหรือระบุรายชื่ออุปกรณ์ที่นักเรียนสามารถใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกการสร้างข้อโต้แย้งซึ่งประกอบด้วย คำอธิบาย (Explanation) คือ คำตอบของคำถาม หลักฐาน (Evidence) คือผลที่ได้จากการวัดหรือการสังเกตที่สนับสนุนคำอธิบายและการให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานทั้งยังเป็นขั้นตอนสำคัญที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเลือกใช้หลักฐานเพียงพอและครบถ้วนในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (The interactive argumentation session) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มย่อยได้นำเสนอ สนับสนุน วิचारณ์ และปรับปรุงข้อสรุปผ่านกิจกรรมโต้แย้งซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้เห็นถึงการแปลความข้อมูลที่แตกต่างกันเนื่องจากการกำหนดสมมติฐานที่แตกต่างกันแม้ว่าจะหาคำตอบในเรื่องเดียวกัน

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (The creation of write investigation report) เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนการเขียนในวิทยาศาสตร์และเขียนเพื่อเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งการเขียนรายงานผลการตรวจสอบเป็นการตอบคำถาม 3 คำถาม

- 1) คำถามที่นักเรียนต้องการหาคำตอบคืออะไร และทำไม
- 2) นักเรียนมีวิธีการในการหาคำตอบอย่างไร และทำไม
- 3) ข้อโต้แย้งของนักเรียนคือ

การเขียนรายงานนี้ประกอบด้วยข้อมูลที่นักเรียนรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้เป็นหลักฐาน โดยควรจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบของตารางหรือกราฟ

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind peer review) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้ประเมินคุณภาพของรายงานการตรวจสอบพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก่ผู้เขียน ซึ่งระหว่างที่นักเรียนประเมินคุณภาพรายงานของเพื่อนเป็นการสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการสื่อสารของนักเรียน

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (Revision of the report) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ปรับปรุงรายงานการสืบเสาะของตนเองหากนักเรียนต้องการแก้ไขและส่งให้กับครูอีกครั้ง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ปรับปรุงการเขียนผ่านการสะท้อนกลับ

ขั้นที่ 8 การอภิปรายและสะท้อนกลับอย่างชัดเจน (A reflective round-table discussion) เป็นขั้นตอนที่ครูชี้แนะและให้ข้อเสนอแนะผ่านการอภิปรายหลังจากชั้นตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งประเด็นในการอภิปรายคือสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกระบวนการสืบเสาะ

2.2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่พัฒนาโดยแซมซันปี และคณะ (2009) แบบ 7 ขั้นตอน

เพื่อพัฒนาความเข้าใจและประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือเพื่อตอบคำถามผ่านกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะ มีการวางแผนการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ นักเรียนยังได้มีโอกาสนำเสนอ และประเมินและสะท้อนแนวคิดจากการอภิปราย โดยมีขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเพื่อตอบคำถาม ในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้สร้างข้อโต้แย้งซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการเหตุผล (Evidence) ทั้งนี้ ยังพบว่าการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อใช้ในการเรียนปฏิบัติการในรายวิชาเคมีซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และมุ่งส่งเสริมการใช้หลักฐานและเหตุผลในการลงข้อสรุป ทั้งยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่มีความซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น (Sampson et al., 2012, pp. 82-84) โดยประกอบด้วย 7 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุภาระงาน (Identification of the task) เป็นขั้นตอนที่ครูทำหน้าที่เป็นผู้เริ่มต้นกิจกรรมโดยการแนะนำหัวข้อหลักที่ใช้ในการเรียนปฏิบัติการ เพื่อกระตุ้นความสนใจนักเรียนผ่านคู่มือปฏิบัติการที่ประกอบด้วยคำถามวิจัย รวมถึงรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมสืบสอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (data Generation) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อหาวิธีการในการรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคำตอบ เช่นการทดลอง หรือการสังเกต ซึ่งเป็นวิธีการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและเลือกใช้อุปกรณ์ในการรวบรวมข้อมูลอย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 3 ขั้นผลของข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a tentative argument) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สร้างข้อโต้แย้งซึ่งประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Rational)

ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ ข้อความที่เป็นคำตอบของคำถาม

หลักฐาน (Evidence) คือ ผลของการสังเกตหรือข้อมูลที่ได้จากการวัดที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม หรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

การให้เหตุผล (Rational) คือ ข้อความที่ระบุว่าทำไมจึงสามารถใช้หลักฐานนี้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและเพราะเหตุใดจึงสามารถใช้เป็นหลักฐานได้

ขั้นที่ 4 ขั้นการโต้แย้ง (Argumentation session) เป็นขั้นตอนที่แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง

ขั้นที่ 5 ขั้นเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ (Creation of an investigation report) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องเขียนรายงานซึ่งประกอบด้วย 3 คำถาม

- 1) คำถามที่นักเรียนต้องการหาคำตอบคืออะไร และทำไม
- 2) นักเรียนมีวิธีการในการหาคำตอบอย่างไร และทำไม
- 3) ข้อโต้แย้งของนักเรียนคือ

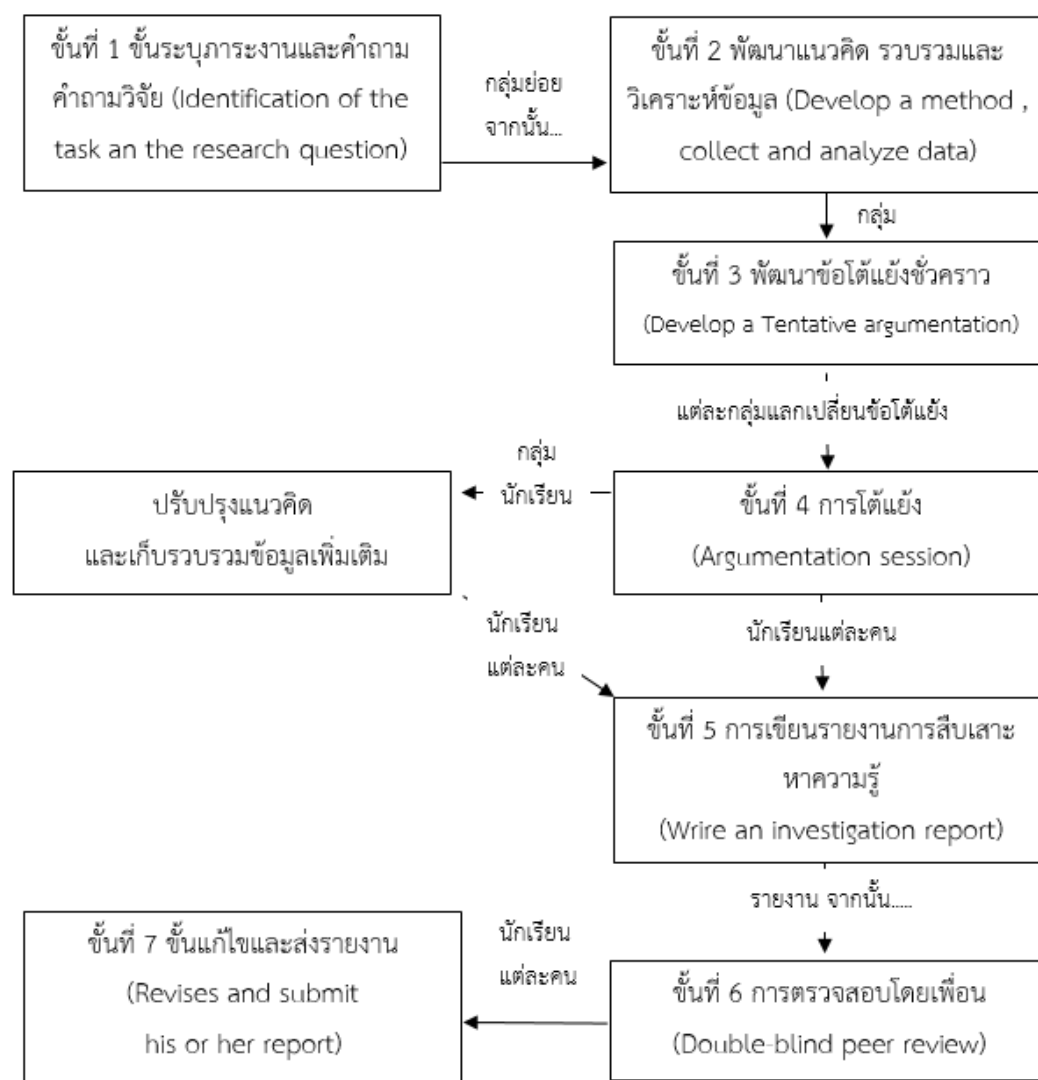
เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าจากกิจกรรมที่ผ่านมา นักเรียนได้เรียนรู้อะไรและนักเรียนเรียนรู้ได้อย่างไร ขั้นที่ 6 ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind peer review) ขั้นตอนนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้เป็นผู้ประเมินรายงานผลการตรวจสอบจากรายงานที่ไม่มีการระบุชื่อในรูปแบบของการประเมินแบบกลุ่ม โดยประเมินคุณภาพของรายงานภาพเกณฑ์การประเมินที่ครูแจกให้จากนั้นประเมินระดับคุณภาพและเขียนข้อเสนอแนะ จากนั้นนำรายงานส่งคืนแก่ผู้เขียนรายงาน

ขั้นที่ 7 ขั้นการแก้ไขรายงานการสืบเสาะหาความรู้ (Revision of the investigation report) เป็นขั้นตอนที่แต่ละกลุ่มที่เขียนรายงานมีโอกาสดัดแปลงรายงานจากข้อเสนอแนะที่ได้รับ

2.2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง 7 ขั้นตอน ที่พัฒนาโดยแซมซันปี (2012)

เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะและการใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งมีขั้นตอนที่สามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ กล่าวคือขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนได้สร้างข้อโต้แย้งซึ่งทั้ง 3 องค์ประกอบนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ยังพบว่าการจัดกิจกรรมดังกล่าวมุ่งเน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยของนักเรียนดังนั้นข้อโต้แย้งรวมถึงการเขียนรายงานจึงเป็นสิ่งที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของนักเรียน ซึ่งขาดขั้นตอนที่นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองรายบุคคลจากการการศึกษาพบว่าต่อมาได้มีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งที่แสดงขั้นตอนที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ค้นพบกับเพื่อนในชั้นเรียน และมีการตรวจสอบว่านักเรียนมี

กระบวนการในการตอบสนองในขั้นตอนการตรวจสอบโดยเพื่อนและการปรับปรุงรายงานอย่างไร (Sampson et al., 2013a, pp. 1269-1270) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนแสดงดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง
7 ขั้นตอน

ที่มา : Sampson et al. (2013, pp. 1269-1270)

2.2.4 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน (Sampson, 2014)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง อีกรูปแบบหนึ่งที่ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสได้เรียนวิทยาศาสตร์ผ่านการรวบรวมข้อมูลจากการทดลองในการเรียนรายวิชาปฏิบัติการ มีการให้ผลสะท้อนกลับและการชี้แนะ (Sampson, 2014, pp. 3-15) ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการระบุภาระงานและใช้คำถามนำ (Identification of the task and guiding question) เป็นขั้นตอนที่ครูเริ่มกิจกรรมโดยการระบุปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเพื่อให้ให้นักเรียนได้หาคำตอบและใช้คำถามชี้แนะเพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม และที่สำคัญสำหรับการเรียนปฏิบัติการคือการทำความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำการทดลองลงรวมทั้งวิธีการในการใช้อุปกรณ์ต่างๆในการวิเคราะห์ข้อมูลจากนั้นจึงทำการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย (Sampson, 2014, p. 3) ทั้งนี้ครูยังทำหน้าที่ในการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนจากการถามคำถาม และใช้สื่อในการนำเข้าสู่บทเรียน หลังจากนั้นนักเรียนและครูแลกเปลี่ยนแนวคิดและเชื่อมโยงประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นครูจึงมอบหมายงานหรือถามคำถามในประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนหาคำตอบ (วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากล, ธิติยา บงกชเพชร, และ มลิวรรณ นาคขุนทด, 2563a, น. 264)

ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบวิธีการและรวบรวมข้อมูล (Designing a method and collecting data) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยทำงานร่วมกันพัฒนาแนวทางหรือวิธีการที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถาม ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนต้องคำนึงถึงรูปแบบข้อข้อมูลที่ต้องการทราบไปจนถึงวิธีการในการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นจึงปฏิบัติตามขั้นตอนที่นักเรียนได้วางแผนไว้ ซึ่งทำให้นักเรียน (Sampson, 2014, pp. 4-5) เช่น การทำปฏิบัติการเพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของปอดหมู ร่วมกับการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตหรือเอกสารวิชาการ (วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากล และคนอื่น ๆ, 2563a, น. 264)

ขั้นที่ 3 ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Data analysis and development of a tentative argument) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจากข้อมูลที่ได้จากในขั้นก่อนหน้า (วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากล และคนอื่น ๆ, 2563a, น. 265) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือหรือวิธีการที่สมเหตุสมผลทั้งนี้อาจเป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยข้อโต้แย้งชั่วคราวประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผลหลักฐาน (justification of their evidence) (Sampson, 2014, pp. 5-6) ทั้งนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้

ว่าข้อโต้แย้งที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้นมีคุณภาพแตกต่างกันผ่านการประเมินแต่ละองค์ประกอบโดยองค์ประกอบของข้อโต้แย้งชั่วคราวประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ คำตอบของคำถามในคำถามชี้แนะ

หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลที่นักเรียนเป็นผู้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเองเพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

การให้เหตุผลหลักฐาน (justification of their evidence) คือ ข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

ขั้นที่ 4 ขั้นกิจกรรมโต้แย้ง (Argumentation session) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้นำเสนอแผนผังข้อโต้แย้งชั่วคราวในชั้นเรียน ในขณะที่เดียวกันมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นถามคำถาม ให้คำชี้แจง รวมถึงให้ข้อเสนอแนะแก่กลุ่มที่นำเสนอข้อโต้แย้งชั่วคราว (วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากุล และคณะ, 2563a, น. 267) ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มขึ้นในขั้นตอนนี้จากการนำเสนอแนวคิดที่หลากหลาย โดยระหว่างการนำเสนอครูอาจถามคำถามนักเรียนที่นำเสนอ เช่น “นักเรียนมีวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร” หรือ “ข้อมูลใดของนักเรียนที่ไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง” หรือถามคำถามนักเรียนที่เป็นผู้ฟัง “นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับสิ่งที่นักเรียนทราบหรือไม่” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนประเมินคุณภาพของข้อกล่าวอ้าง และเรียนรู้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของข้อกล่าวอ้าง (Sampson, 2014, p. 10)

ขั้นที่ 5 ขั้นการสนทนาอย่างเปิดเผยและสะท้อนกลับ (Explicit and reflective discussion) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนและครูร่วมการสรุปความคิดรวบยอดในสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ (วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากุล และคณะ, 2563a, น. 267) จากกระบวนการสืบสอบ ทั้งนี้ครูควรทบทวนทฤษฎี รูปแบบ กฎ หรือหลักการที่นักเรียนสามารถใช้ในการให้เหตุผลสำหรับหลักฐานทั้งยังสามารถใช้ขั้นตอนนี้เพื่ออธิบายแนวคิดที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน เน้นแนวคิดที่สำคัญ รวมถึงอภิปรายแนวคิดข้ามสาระวิชา (Sampson, 2014, pp. 10-11) การสะท้อนกลับเป็นอีกหนึ่งสิ่งสำคัญสำหรับในขั้นตอนนี้ โดยครูมีส่วนสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนจุดแข็ง จุดอ่อนเกี่ยวกับขั้นตอนที่นักเรียนใช้การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยครูสามารถแนะนำหรือให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูล (Sampson, 2014, p. 11)

ขั้นที่ 6 ขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ (Writing the investigation report) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานการสืบสอบรายบุคคลจากข้อโต้แย้งที่กลุ่มของตนเองสร้างและพัฒนาขึ้น โดยการเขียนรายงานนี้อาจจัดทำภายในชั้นเรียนหรือ

มอบหมายเป็นการบ้าน โดยรายงานที่นักเรียนเขียนขึ้นต้องอยู่บนพื้นฐานของคำถามดังนี้ (Sampson, 2014, p. 12)

- 1) คำถามที่นักเรียนต้องการหาคำตอบคืออะไร และทำไม
- 2) นักเรียนมีวิธีการในการหาคำตอบอย่างไร และทำไม
- 3) ข้อโต้แย้งของนักเรียนคือ

ขั้นที่ 7 ขั้นการตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อน (Double-blind group peer review) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำหน้าที่ในการประเมินรายงานการสืบเสาะหาความรู้ (วรรณพงษ์ สุทธิเวชน์วรากล และคนอื่นๆ, 2563a, น. 269) ซึ่งนักเรียนต้องส่งรายงานที่ไม่ระบุชื่อให้แก่ครู จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับรายงานที่เขียนโดยนักเรียนคนอื่น จากนั้นประเมินรายงานโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดให้พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรายงาน (Sampson, 2014, p. 13)

ขั้นที่ 8 ขั้นการปรับปรุง แก้ไข และส่งรายงานการสืบเสาะหาความรู้ (Revision and submission of the investigation report) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนปรับปรุงแก้ไขรายงานการสืบเสาะหาความรู้ตามข้อเสนอแนะของครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน (วรรณพงษ์ สุทธิเวชน์วรากล และคนอื่นๆ, 2563a, น. 269) หรือหากนักเรียนไม่แก้ไขรายงานตามข้อเสนอแนะให้นักเรียนเขียนเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงไม่แก้ไขรายงานตามข้อเสนอแนะ (Sampson, 2014, p. 14)

จากการศึกษาพบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่ประกอบด้วย 8 ขั้นตอนตามแนวคิดของแซมป์สัน (2014) สามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยเริ่มต้นจากการใช้ประเด็นคำถามที่ท้าทายเป็นประเด็นที่นักเรียนให้ความสนใจเพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามและหาคำตอบ (วรรณพงษ์ สุทธิเวชน์วรากล และคนอื่นๆ, 2563a, น. 272) มีขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยเพื่อวางแผนและลงมือปฏิบัติกิจกรรมสืบเสาะอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งองค์ประกอบสำคัญของข้อโต้แย้งชั่วคราวทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลสำหรับหลักฐาน มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เมื่อนักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวแล้วยังได้นำเสนอข้อโต้แย้งของตนเองในขณะเดียวกันนักเรียนยังได้ฟังข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่น เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและพิจารณาคุณภาพของข้อโต้แย้งที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้น (Sampson, 2014, pp. 3-15)

ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งตามแนวคิดของ Sampson (2014, pp. 3-15) ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการทดลอง 8 ขั้น 1) ขั้นการระบุภาระงานและใช้คำถามนำ (Identification of the task and guiding question) 2) ขั้นการออกแบบวิธีการและรวบรวมข้อมูล (Designing a method and collecting data) 3) ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Data analysis and development of a tentative argument) 4) ขั้นกิจกรรมโต้แย้ง (Argumentation session) 5) ขั้นการสนทนาอย่างเปิดเผยและสะท้อนกลับ (Explicit and reflective discussion) 6) ขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ (Writing the investigation report) 7) ขั้นการตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อน (Double-blind group peer review) ขั้นที่ 8) ขั้นการปรับปรุง แก้ไข และส่งรายงานการสืบเสาะหาความรู้ (Revision and submission of the investigation report) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นสามารถเกิดขึ้นได้จากการสื่อสารในทั้งรูปแบบการเขียนข้อความ หรือการพูดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือเพื่อตอบคำถามในประเด็นปัญหาที่ตนเองสนใจ ซึ่งการที่นักเรียนจะสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นนักเรียนจะต้องได้รับการฝึกฝน รวมถึงได้ประเมินทบทวนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ตนเองสร้างขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่ประกอบด้วย 8 ขั้นตอนตามแนวคิดของแซมสัน (2014) ประกอบด้วยขั้นตอนที่นักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลายขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ขั้นกิจกรรมโต้แย้ง ขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และการให้เหตุผลทั้งในรูปแบบของกลุ่มและรายบุคคล

นอกจากการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีขั้นตอนที่นักเรียนได้ประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เพื่อนสร้างขึ้น ในขั้นการสนทนาอย่างเปิดเผยและสะท้อนกลับ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้นจากในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเพื่อสะท้อนถึงความเหมาะสมและถูกต้องของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนที่นักเรียนแต่ละคนจะเขียนรายงานรายบุคคล และจึงมีการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อีกครั้ง ในขั้นการตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการให้ความสำคัญของการประเมินผลคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นแบบรายกลุ่มและรายบุคคล เพื่อพัฒนาคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง พบว่ามีการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลายแขนงวิชาไม่ว่าจะเป็นฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา โลกและดาราศาสตร์ ทั้งนี้จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของกิจกรรมที่สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ และนำเสนอลักษณะของกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การนำเสนอข้อกล่าวอ้างด้วยการแสดงหลักฐานและการให้เหตุผล ดังรายรายละเอียดต่อไปนี้

กิจกรรมที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นต้องเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้หาคำตอบ หลักฐาน และฝึกการให้เหตุผล ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยพบว่า กระบวนการสืบเสาะที่เกิดจากการทำการทดลองด้วยตนเองทำให้นักเรียนสามารถคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ดังปรากฏในการสอนเรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ (ณัฐวรรณ ศิริธร, 2562, น. 35) ในขณะที่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางเรื่อง เช่นการไหลเวียนของเลือด และการรักษาดุลยภาพ ไม่สามารถให้นักเรียนสืบเสาะผ่านการทดลองได้นั้นมีการใช้แอนิเมชัน ซึ่ง สันติชัย อนุวรชัย (2553, น.185) ได้กำหนดภาระงานที่ให้นักเรียนรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล จากการศึกษาแอนิเมชันแสดงกระบวนการไหลเวียนของเลือดคนโดยสังเกตทิศทางการไหลของเลือดและการเปลี่ยนแปลงของเลือด รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้โทรศัพท์ในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ที่นำมาใช้ในการรวบรวมข้อมูลสำหรับเนื้อหาเรื่องการรักษาสมดุลภาพของมนุษย์ ในรายวิชาชีววิทยา (นำพงศ์ จันทรโท และคณะ, 2565, น. 181) นอกจากการกิจกรรมการสืบเสาะที่สำคัญต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แล้วยังพบว่าการจัดลำดับเนื้อหาในการสอนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยเริ่มจากเนื้อหาที่มีความซับซ้อนน้อยไปยังเนื้อหาที่มีความซับซ้อนมากกว่า (นำพงศ์ จันทรโท และคณะ, 2565, น. 181-185) และการเสนอกรอบแนวคิดขององค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และมีการระบุองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน จะช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ (ณัฐวรรณ ศิริธร, 2562, น. 35-36)

3. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

3.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

จากการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด แสดงรายละเอียดดังนี้

สาระชีววิทยา เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สการลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพและพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 8 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่อง การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
8. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด	• สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายไม่ซับซ้อนมีการลำเลียงสารต่าง ๆ โดยการแพร่ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อม
9. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือดและการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลาและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือด	• สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนจะมีการลำเลียงสารโดยระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งประกอบด้วยหัวใจ หลอดเลือด และเลือด • ระบบหมุนเวียนเลือดมี 2 แบบ คือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด • ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดพบในสัตว์จำพวกหอย แมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดพบในไส้เดือนดินและสัตว์มีกระดูกสันหลัง

ตาราง 8 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
10. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์	• ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ประกอบด้วยหัวใจ หลอดเลือด และเลือด ซึ่งเลือดไหลเวียนอยู่เฉพาะในหลอดเลือด
11. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	• หัวใจมีเอเตรียมทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจ และเวนทริเคิลทำหน้าที่สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจโดยมีลิ้นกั้นระหว่างเอเตรียมกับเวนทริเคิล และระหว่างเวนทริเคิลกับหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ
12. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาวเพลต เลต และพลาสมา	• เลือดออกจากหัวใจทางหลอดเลือดเอออร์ตาอาร์เตอรีอาร์เตอริโอล หลอดเลือดฝอย เวนูล เวนและเวนาคาวา แล้วเข้าสู่หัวใจ
13. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh	• ขณะที่หัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือด ทำให้เกิดความดันเลือดและชีพจร สภาพการทำงานของร่างกาย อายุ และเพศของมนุษย์เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความดันเลือดและชีพจร • เลือดมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่างๆเพลต เลต และพลาสมา ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน • หมู่เลือดของมนุษย์จำแนกตามระบบ ABO ได้เป็นเลือดหมู่ A B AB และ O ซึ่งเรียกชื่อตามชนิดของแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงและจำแนกตามระบบ Rh ได้เป็น เลือดหมู่Rh+ และ Rh- การให้และรับเลือดมีหลักการว่า แอนติเจนของผู้ให้ต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ และการให้และรับเลือดที่เหมาะสมที่สุดคือ ผู้ให้และผู้รับควรมีเลือดหมู่ตรงกัน

3.2 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมแนวคิด เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

การศึกษาเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น นักเรียนจะได้เรียนเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของเลือด และหัวใจ การไหลเวียนของเลือดและความสัมพันธ์ระหว่างระบบหมุนเวียนเลือดและปอด รวมถึงลักษณะของระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด (Asuncion Lopez-Manjon, 2552, p.159) จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมแนวคิดเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด พบว่ามีการใช้สื่อการเรียนรู้ในการศึกษาโครงสร้างของหัวใจโดยการศึกษาจากโครงสร้างของหัวใจหมูซึ่งมีขนาด รูปร่าง และโครงสร้างใกล้เคียงกับหัวใจของมนุษย์ร่วมกับแบบจำลองแสดงการทำงานของหลอดเลือดโคโรนารี อาร์เทอร์รี่ ที่ส่งผลต่อภาวะหัวใจขาดเลือด (Yeung Chung Lee, 2562, pp 75-76) ทั้งยังมีการใช้แบบจำลองแสดงการไหลเวียนของหัวใจ 4 ห้องของมนุษย์และเส้นเลือดต่างๆ ในการแสดงทิศทางการไหลของเลือดเพื่อพัฒนาความเข้าใจโครงสร้างของหัวใจต่อการไหลเวียนของเลือด ซึ่งการใช้แบบจำลองสามารถส่งเสริมแนวคิดเรื่องการไหลเวียนของเลือดได้เนื่องจากนักเรียนได้ใช้แบบจำลองนี้ทำให้นักเรียนได้สังเกตทิศทางการเคลื่อนที่ของเลือดและระบุชื่อของหัวใจแต่ละห้องด้วยตนเอง (Yeung Chung Lee, 2544, pp 42-43) นอกจากการใช้แบบจำลองเป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้แล้วยังพบว่ามีการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้และการสร้างแบบจำลองได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบ MCIS (Model-Centered Instruction) เสริมด้วยการสะท้อนคิด มีการใช้คำถามที่มีความน่าสนใจเพื่อนำไปสู่การสร้างแบบจำลองเบื้องต้นซึ่งเป็นภาพที่อธิบายถึงลักษณะของแบบจำลอง ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองหลังจากกิจกรรมการสำรวจผ่านการสะท้อนแนวคิด และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกลุ่ม ซึ่งข้อควรระวังในการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้คือการเลือกใช้ประเภทของแบบจำลองให้สอดคล้อง เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน (กวีณา หวางอุ้น และดวงสมร กิจโกศล, 2563, น. 46-49)

ทั้งนี้ยังพบว่ามีการใช้การโดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับกลยุทธ์ช่วยจำแบบนิโมนิกซ์ในการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งช่วยส่งเสริมแนวคิดเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดได้เนื่องจากมีการใช้สถานการณ์คำถามที่น่าสนใจ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และชีวิตประจำวัน ทั้งยังมีกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำการทดลองและสืบค้นข้อมูลและมีเทคนิคที่ส่งเสริมให้นักเรียนจำศัพท์ทางชีววิทยาได้อย่างเป็นระบบ เพื่อนำความรู้และคำศัพท์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ที่แสดงถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ (กรกร บัวพัฒน และสุมาลี ชูกำแพง, 2563, น. 36-37)

4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

4.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

จากการศึกษาพบว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการดำเนินการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการสังเกต การจัดบันทึกเพื่อให้ได้แนวปฏิบัติที่น่าเชื่อถือ มีการดำเนินงานวิจัยอย่างเป็นแบบแผนอย่างถูกต้องเป็นระบบ มีจุดมุ่งหมายการศึกษาที่ชัดเจน การดำเนินงานอย่างเป็นระบบรอบคอบ มีหลักการและเหตุผล การบันทึกรายงาน (วิจิตร ศิริวงษ์ และประสิทธิ์ สระทอง, 2562, น. 212) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพโดยครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินงานวิจัยด้วยตนเอง (Stephen Kemmis, 2014, p.11) โดยข้อมูลที่ได้จากวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนั้นจะแสดงถึงพฤติกรรม และผลของพฤติกรรมที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การหาวิธีการแก้ปัญหา ปรับปรุง และพัฒนาการเรียนการสอนในชั้นเรียนอย่างมีคุณภาพ (กิตติพร ปัญญาภิญญผล, 2549, น. 25)

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การดำเนินงานวิจัยโดยครูผู้สอนในการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ มีการกำหนดจุดมุ่งหมายการดำเนินงาน มีขั้นตอนในการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ และจัดบันทึกอย่างชัดเจน เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน พบว่า Kemmis and McTaggart (1998) ได้ได้กล่าวถึงงานวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการรวบรวมการศึกษาค้นคว้า และมีการสะท้อนตนเอง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นวางแผน (Plan) เป็นขั้นตอนการสำรวจปัญหาและกำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา (วิจิตร ศิริวงษ์ และประสิทธิ์ สระทอง, 2562, น. 212) และแนวทางในการแก้ปัญหาในชั้นเรียน (วีระยุทธ ขาตะกาญจน์, 2553, น. 5) ทั้งยังเป็นขั้นที่ครูได้เตรียมสื่อการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) เป็นขั้นตอนที่จัดกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาตามที่กำหนดไว้ในขั้นวางแผน (วีระยุทธ ขาตะกาญจน์, 2553, น. 5; วิจิตร ศิริวงษ์ และประสิทธิ์ สระทอง, 2562, น. 212)

ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นตอนที่ใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง (วีระยุทธ ขาตะกาญจน์, 2553, น. 5) และผลที่เกิดขึ้นจากการวิจัย (วิจิตร ศิริวงษ์ และประสิทธิ์ สระทอง, 2562, น. 212)

ขั้นสะท้อนการปฏิบัติงาน (Refect) เป็นขั้นตอนที่มีกาประเมินตรวจสอบผลที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมต่อไป (วิระยุทธ ชาทะกาญจน์, 2553,น. 5) และเพื่อวิพากษ์ผลที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (วิจิตรา ศิริวงศ์ และ ประสิทธิ์ สระทอง, 2562, น. 212)

โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยดำเนินงานตามขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนการปฏิบัติงาน โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินงานวิจัยตามขั้นตอนเพื่อศึกษา และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียน



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียนได้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยมีวิธีการดังนี้

1. บริบทของงานวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย
7. จริยธรรมวิจัย

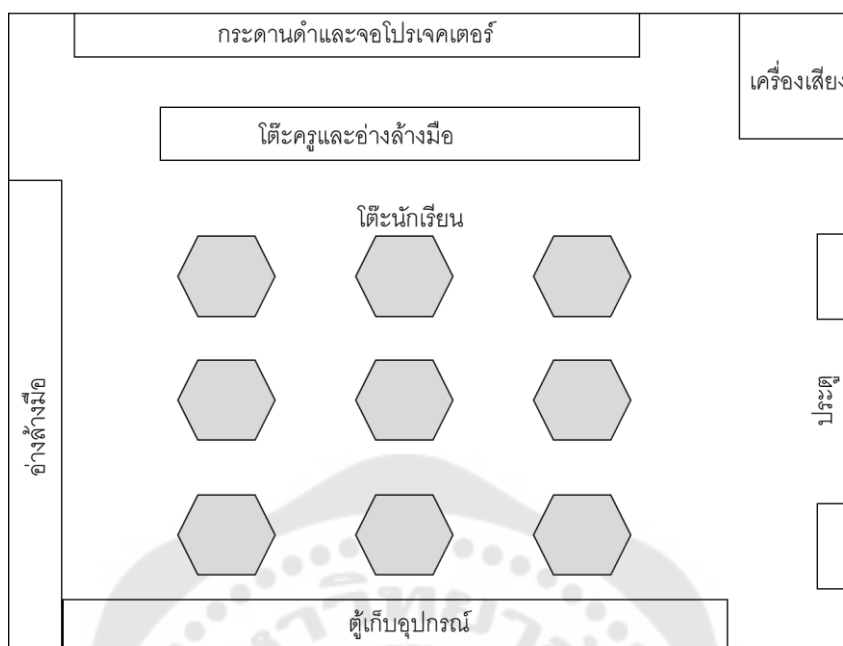
1. บริบทของงานวิจัย

บริบทของสถานที่ทำวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยในโรงเรียนมัธยมศึกษาหญิงล้วน ขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานครเขต 1 ดำเนินการสอนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายในโรงเรียนประกอบด้วยแหล่งเรียนรู้ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ห้องคอมพิวเตอร์

สภาพห้องเรียน

ผู้วิจัยสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาชีววิทยา ซึ่งโดยปกติจะมีการจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการชีววิทยาที่มีอุปกรณ์สำหรับการจัดการเรียนรู้ได้แก่ โปรเจคเตอร์พร้อมฉากภาพ กระดานดำ เครื่องเสียง ลำโพง อ่างล้างมือ ภายในห้องเรียนจะมีโต๊ะนักเรียน 9 โต๊ะ โดยจัดเป็น 3 แถว ๆ ละ 3 ตัว ดังภาพที่ 8 โดยนักเรียนจะนั่งเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน ผู้วิจัยดำเนินการสอนวิชาชีววิทยา สัปดาห์ละ 3 คาบ และใช้ห้องปฏิบัติการชีววิทยาทุกคาบเรียน



ภาพประกอบ 8 แสดงผังห้องปฏิบัติการชีววิทยา

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งไม่ได้เป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในโครงการความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ และจากห้องเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนในรายวิชาชีววิทยา ปีการศึกษา 2567

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ใช้การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action Research) เพื่อ พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และหาแนวปฏิบัติที่ดีที่ในการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบายหมุนเวียนเลือดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบ การวิจัยของ Kemmis & McTaggart (1998) ดำเนินงานเป็นวงจรรอบ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) 4) ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ ผู้วิจัยจัดการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 วงรอบ ใช้เวลา 16 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ได้แก่

การพัฒนาวงรอบที่ 1 กุ้งหรือปลามีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์

ขั้นวางแผน

1. วิเคราะห์สภาพปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้ประสบการณ์จากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ไปกิจกรรม และการทำแบบทดสอบ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

2. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งตามแนวคิดของ Sampson et al., (2014) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน สามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การระบุภาระงานและคำถามนำ คือ ขั้นที่กระตุ้นความสนใจนักเรียนด้วยสถานการณ์ และคำถามนำ และชี้แจงเกี่ยวกับข้อควรระวังในการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ

2. การออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล คือ ขั้นที่นักเรียนกลุ่มย่อยร่วมกันออกแบบวิธีการในการรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง จากนั้นปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ ขั้นที่นักเรียนใช้หลักฐานในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และการให้เหตุผล

4. กิจกรรมการโต้แย้ง คือ ขั้นที่นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองผ่านข้อโต้แย้งชั่วคราวที่สร้างขึ้น

5. การอภิปรายที่ชัดเจนและสะท้อนคิด คือ ขั้นที่นักเรียนจะได้เรียนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม และวิเคราะห์จุดดีและจุดเด่นของตนเองในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้

6. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ ขั้นที่นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานในประเด็นการออกแบบและรวบรวม และการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

7. การตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อน คือ ขั้นที่นักเรียนจะได้ประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนโดยใช้เกณฑ์การประเมินที่แจกให้

8. การปรับปรุงและส่งรายงาน คือ ขั้นที่นักเรียนจะได้ปรับปรุงรายงานจากข้อเสนอแนะ

ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 ขั้นที่กล่าวมา มีส่วนช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากนักเรียนจะได้สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และคำชี้แจงต่อหลักฐาน (การให้เหตุผล) และได้ประเมินข้อโต้แย้งชั่วคราวจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ทั้งยังได้ฝึกเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ

ขั้นปฏิบัติ

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กุ้งหรือปลา มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นสังเกต

ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง และบันทึกลักษณะกิจกรรมและการจัดการเรียนรู้ วิธีการ กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน พฤติกรรมการเรียนรู้และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สังเกตได้รวบรวมไปกิจกรรม และผลงานของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างเรียน อาจมีการสัมภาษณ์นักเรียนหากมีประเด็นที่น่าสนใจหรือไม่ชัดเจนเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อการสร้างคำอธิบายของนักเรียน

ขั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยนำข้อมูลการสังเกต การบันทึกผล และการสะท้อนของผู้เรียนมาวิเคราะห์และสรุป เพื่อนำมาใช้ในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป จากนั้นรวบรวมสิ่งที่ได้เรียนรู้มาวิเคราะห์และสะท้อนความคิดเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีในการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

การพัฒนารอบที่ 2 ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลในวงจรที่ 1 มาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

ชั้นปฏิบัติ

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 องค์ประกอบของเลือด ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ชั้นสังเกต

ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง และบันทึกลักษณะกิจกรรมและการจัดการเรียนรู้ วิธีการ กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน พฤติกรรมการเรียนรู้และการสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สังเกตได้ รวบรวมใบกิจกรรม และผลงานของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างเรียน อาจมีการสัมภาษณ์นักเรียนหากมีประเด็นที่น่าสนใจหรือไม่ชัดเจนเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อการสร้างความคำอธิบายของนักเรียน

ชั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยนำข้อมูลการสังเกต การบันทึกผล และการสะท้อนของผู้เรียนมาวิเคราะห์และสรุป เพื่อนำมาใช้ในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป จากนั้นรวบรวมสิ่งที่ได้เรียนรู้มาวิเคราะห์และสะท้อนความคิดเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีในการพัฒนาการสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

การพัฒนางรอบที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด

ชั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากชั้นสะท้อนผลในวงจรที่ 2 มาใช้ในการปรับปรุงและออกแบบการจัดการเรียนเพื่อพัฒนาการสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

ชั้นปฏิบัติ

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การระบุหมู่เลือดและการให้และรับเลือดเพื่อพัฒนาการสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ชั้นสังเกต

ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง และบันทึกลักษณะกิจกรรมและการจัดการเรียนรู้ วิธีการ กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน พฤติกรรมการเรียนรู้และการสร้างความคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สังเกตได้ รวบรวมใบกิจกรรม และผลงานของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างเรียน อาจมีการสัมภาษณ์นักเรียนหากมีประเด็นที่น่าสนใจ หรือไม่ชัดเจนเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อการสร้างคำอธิบายของนักเรียน

ขั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยนำข้อมูลการสังเกต การบันทึกผล และการสะท้อนของผู้เรียนมาวิเคราะห์ และสรุป เพื่อนำมาใช้ในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป จากนั้นรวบรวมสิ่งที่ได้เรียนรู้มาวิเคราะห์และสะท้อนความคิดเพื่อหา แนวปฏิบัติที่ดีในการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยการ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย่ง เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

การพัฒนารอบที่ 4 ใครสามารถบริจาคเลือดให้ผู้ป่วยรายนี้ได้

ขั้นวางแผน

นำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลในวงจรที่ 3 มาใช้ในการปรับปรุงและออกแบบการจัดการเรียนเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย่ง

ขั้นปฏิบัติ

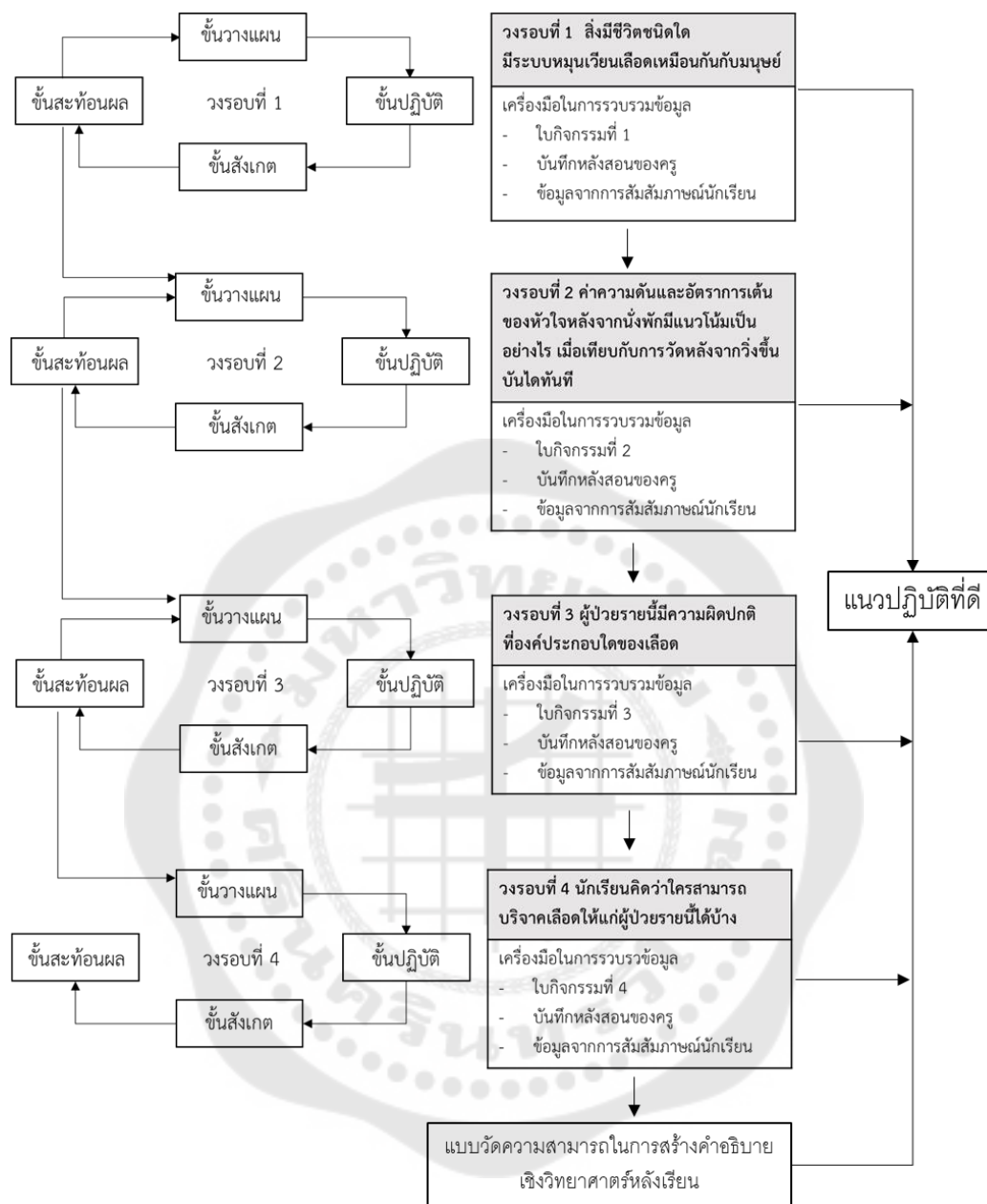
ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ระบบน้ำเหลือง เพื่อพัฒนาการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นสังเกต

ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยการ สืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีแย่ง และบันทึกลักษณะกิจกรรมและการจัดการเรียนรู้ วิธีการ กล ยุทธในการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน พฤติกรรมการเรียนรู้และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่สังเกตได้ รวบรวมใบกิจกรรม และผลงานของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างเรียน อาจมีการสัมภาษณ์นักเรียนหากมีประเด็นที่น่าสนใจ หรือไม่ชัดเจนเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อการสร้างคำอธิบายของนักเรียน

ขั้นสะท้อนผล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การสะท้อนของผู้เรียน และผลการวัดและ ประเมินผลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มาใช้เพื่อสรุปผลของการพัฒนาการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และเพื่อหาลักษณะของกิจกรรมการได้แย่งที่ส่งผลต่อการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการใช้แบบสัมภาษณ์นักเรียนลักษณะของกิจกรรมได้แย่งที่ส่งผล ต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยสามารถสรุปกระบวนการในการ รวบรวมข้อมูลได้ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แสดงกระบวนการในการรวบรวมข้อมูล

3. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน (แบบกึ่งโครงสร้าง)

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.1.1 วิเคราะห์หลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรสถานศึกษา โดยพิจารณาจากผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อเลือกผลการเรียนรู้ที่สะท้อนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้แก่

1. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดของมนุษย์
2. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์
3. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมา
4. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh
5. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง

3.1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยและทบทวนวรรณกรรม เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งตามแนวคิดของ Sampson (2014) ที่ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้น ดังนี้ 1) ระบุภาระงานและใช้คำถามนำ 2) ออกแบบวิธีการและรวบรวมข้อมูล 3) วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง 4) กิจกรรมโต้แย้ง 5) ขึ้นการสนทนาอย่างเปิดเผยและสะท้อนกลับ 6) การเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ 7) การตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อน 8) ขึ้นการปรับปรุง แก้ไข และส่งรายงานการสืบเสาะหาความรู้

3.1.3 ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอน จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 4 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที มีการออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้

รวบรวมหลักฐานโดยใช้กระบวนการสืบเสาะที่หลากหลาย สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 แผนการจัดการเรียนรู้รูปด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แผนที่	เรื่อง	จำนวน คาบเรียน	กระบวนการสืบเสาะ
1	กุ่มหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์ (เนื้อหา ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดและแบบเปิด)	4	-การสำรวจ -การสืบค้นข้อมูล
2	ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น (เนื้อหา ความดันเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ และโครงสร้างของหัวใจมนุษย์)	4	-การทดลอง -การสืบค้นข้อมูล
3	ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด (เนื้อหา หน้าที่และองค์ประกอบของเลือด)	4	-การสืบค้นข้อมูล
4	ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง (เนื้อหา หมู่เลือด หลักการให้และรับเลือด)	4	-การทดลอง -การสืบค้นข้อมูล
รวม 4 แผน			16 คาบ

จากนั้นออกแบบและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- 1) ผลการเรียนรู้
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3) สาระสำคัญ
- 4) สาระการเรียนรู้
- 5) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง
- 6) สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้
- 7) การวัดและประเมินผล
- 8) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

3.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้และนำมาปรับปรุงแก้ไข

ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ดังนั้นลักษณะของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ต้องมีลักษณะที่นักเรียนได้ร่วมกันออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบได้หลายวิธีเพื่อรวบรวมหลักฐานในการตอบคำถามนำ ซึ่งมีรายละเอียดของกิจกรรมดังตาราง 8

3.1.5 เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดที่ได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและมีประสบการณ์ในการพัฒนาการสร้างความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้และความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ต่อการนำไปใช้ในการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ ในด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญและเนื้อหาในกิจกรรม สื่อและแหล่งเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผลกับกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) โดยแปลความหมายตามบุญชม ศรีสะอาด (2560) ที่ระบุว่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่า มีความสอดคล้องและสามารถใช้งานได้ ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการ

สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .67 – 1.00 รายละเอียดดังภาคผนวก ข

ผลประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ต่อการนำไปใช้ในการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการประเมินทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.33 – 4.67 แปลความหมายได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มากถึงมากที่สุด รายละเอียดดังภาคผนวก ข

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังให้คำแนะนำเพิ่มเติม ดังนี้

- เพิ่มประเด็นการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องทิศทางการไหลเวียนของเลือด เพื่อส่งเสริมนักเรียนตามวัตถุประสงค์ข้อ 4
- ควรมีแผนสำรองหากนักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ออกมาเหมือนกัน เนื่องจากโดยปกติการโต้แย้งจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ออกมาแตกต่างกัน เนื่องจากลักษณะของกิจกรรมเน้นที่การสืบค้น จึงคาดว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละกลุ่มน่าจะคล้ายกัน
- การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่แล้วอาจทำให้ได้ข้อมูลซ้ำซ้อนที่ผู้อื่นสร้างขึ้นไว้แล้ว ดังนั้นควรออกแบบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างสิ่งมีชีวิตอื่นเพื่อเปรียบเทียบกับระบบหมุนเวียนเลือดของปลา
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในลักษณะของการวินิจฉัยผู้ป่วย การให้สถานการณ์ควรมีข้อมูลมากพอที่นักเรียนจะคาดคะเนความเป็นไปได้เกี่ยวกับปัจจัยที่ก่อให้เกิดอาการป่วย

3.1.6 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำที่ได้จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง โดยมีรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุง ดังนี้

- เพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับผลการตรวจเลือดของผู้ป่วยเพิ่มเติม ได้แก่ จำนวนของเม็ดเลือดขาวทุกชนิด เพื่อให้ให้นักเรียนได้เลือกใช้หลักฐานมาใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
- ในกิจกรรมที่ใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ครูจะใช้คำถามเพื่อให้ให้นักเรียนอธิบายถึงเหตุผลในการเลือกใช้หลักฐานเพื่อให้ให้นักเรียนทราบถึงความสำคัญของการรวบรวมข้อมูล

3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มที่ศึกษา โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน

3.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์การพัฒนาศักยภาพและตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาแบบวัดในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากนั้นจึงเลือกรูปแบบของเครื่องมือ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบอัตนัยที่ไม่มีคำถามย่อยในแต่ละองค์ประกอบ

3.2.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และเหตุผล (Reason) แนวคิด และกำหนดนิยาม โดยปรับจาก แนวคิดของ McNeill & Krajcik (2006, pp. 155 - 156) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเกณฑ์การสร้างสถานการณ์และคำถามเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดการสร้างคำอธิบายแบบอัตนัย ซึ่งนักเรียนจะต้องสร้างคำตอบโดยการเชื่อมโยงแต่ละองค์ประกอบเข้าด้วยกัน โดยคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงองค์ประกอบและนิยามคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	นิยาม
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	การเขียนข้อสรุปจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง โดยข้อสรุปนั้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดให้ในแต่ละสถานการณ์
หลักฐาน (Evidence)	การเลือกใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ถูกต้องและสอดคล้องกับคำถามและข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล (Reasoning)	การเขียนอธิบายความสัมพันธ์ของคำตอบและหลักฐานได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล สอดคล้องกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

3.2.3 พัฒนาแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่เป็นแบบทดสอบอัตนัยปลายเปิด ประกอบด้วยสถานการณ์และคำถาม โดยอิงเนื้อหาเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 10 สถานการณ์ พร้อมทั้งสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะที่สอดคล้องกับสถานการณ์

ตาราง 10 โครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

เนื้อหาเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด	จำนวนที่ใช้จริง (จำนวนที่สร้าง)
ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดและแบบเปิด	1 ((2
สถานการณ์ที่ สัตว์ทะเลชนิดใหม่ 1	
สถานการณ์ที่ ระบบหมุนเวียนเลือดของสิ่งมีชีวิต 2	
องค์ประกอบของเลือด	(2) 1
สถานการณ์ที่ การศึกษาเลือดมนุษย์ 3	
สถานการณ์ที่ โรคใช้เลือดออก 4	
ความดันและความเร็วของเลือดในหลอดเลือด	(2) 1
สถานการณ์ที่ ผู้ป่วยความดัน 5	
สถานการณ์ที่ ความเร็วในการไหลของเลือด 6	
โครงสร้างระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	(2) 1
สถานการณ์ที่ พยาธิใบไม้ในตับ 7	
สถานการณ์ที่ 8โครงสร้างระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	
หมู่เลือด	(2) 1
สถานการณ์ที่ การทดสอบหมู่เลือด 9	
สถานการณ์ที่ ปลั้นทรพ์ 10	
รวม	(10) 5

3.2.4 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัด และเกณฑ์การประเมิน ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยมีข้อเสนอแนะในเรื่องของภาษาและโครงสร้างของประโยคในการถามคำถาม

3.2.6 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน และครูผู้สอนชีววิทยา จำนวน 1 ท่าน โดยการประเมินแบ่งออกเป็น 3 ประเด็นได้แก่ ความสอดคล้องและความเหมาะสมของสถานการณ์ ข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของคำถาม และความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากผลการประเมินความสอดคล้องของคำถามและคำนิยามของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านทำแบบประเมินพบว่าทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00 และมีความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 3.67 – 4.67 แปลความหมายได้ว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ และเป็นแบบวัดที่มีความเหมาะสมอยู่ระดับมากที่สุด รายละเอียดดังภาคผนวก ข

โดยผู้เชี่ยวชาญได้มีการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

- การถามคำถามในสถานการณ์ควรถามครั้งละ 1 ประเด็น
- ควรเพิ่มตัวอย่างคำตอบในเฉลยและการให้คะแนนที่คาดว่านักเรียนอาจจะตอบเพิ่มเติม
- ควรปรับสถานการณ์ให้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น เช่นการระบุตัวคนร้ายมักใช้การตรวจ DNA มากกว่าหมู่เลือด
- ข้อมูลประกอบสถานการณ์ความเร็วและอัตราการไหลของเลือด ขนาดความชัดเจนของกราฟที่กำหนดมาในสถานการณ์หากต้องการให้นักเรียนใช้กราฟเป็นหลักฐานควรมีการระบุรายละเอียดของกราฟให้ชัดเจน
- สถานการณ์ไวรัสตับอักเสบ บี ข้อสอบง่ายเกินไป เนื่องจากนักเรียนใช้หลักฐานจากตารางเพียง 1 หลักฐาน ควรเพิ่มหลักฐานเพื่อให้ให้นักเรียนได้ตัดสินใจเลือกหลักฐานที่เหมาะสมได้

3.2.7 หลังจากปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรียบร้อยแล้ว และนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นนำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วทดลองใช้กับนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ที่ผ่านการเรียนเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดแล้ว ซึ่งไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.22–0.30 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.32–0.52 และค่าความเชื่อมั่น (Cronbach alpha) เท่ากับ .82 ซึ่งถือว่า มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ โดย

คำถามที่นำไปใช้ในการประเมินการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดของคุณภาพดังตาราง 11

ตาราง 11 สถานการณ์และคุณภาพของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายข้อ

สถานการณ์	ค่าความยาก	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
สัตว์ทะเลชนิดใหม่	.28	ค่อนข้างยาก	.52	ดี
โรคไข้เลือดออก	.24	ค่อนข้างยาก	.60	ดีมาก
ผู้ป่วยความดัน	.27	ค่อนข้างยาก	.32	พอใช้
โครงสร้างระบบ				
หมุนเวียนเลือดของมนุษย์	.22	ค่อนข้างยาก	.58	ดี
การทดสอบหมู่เลือด	.30	ค่อนข้างยาก	.49	ดี

3.3 แบบสัมภาษณ์นักเรียน (แบบกึ่งโครงสร้าง)

3.3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบสัมภาษณ์ (แบบกึ่งโครงสร้าง) มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่มีต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนำไปใช้วางแผนและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งให้สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้สำเร็จ

3.3.2 นำเสนอแบบสัมภาษณ์นักเรียน (แบบกึ่งโครงสร้าง) ต่ออาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์

3.3.3 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียน (แบบกึ่งโครงสร้าง) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการทำวิจัยเชิงคุณภาพ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและครอบคลุมของประเด็นและคำถามสัมภาษณ์กับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ จากการตรวจสอบพบว่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์อยู่ระหว่าง .67 – 1.00 แปลความได้ว่าแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้องและครอบคลุมของประเด็นและคำถามสัมภาษณ์กับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ รายละเอียดดังภาคผนวก ข โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้

- เวลาถามพยายามให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือหลักฐานประกอบการให้

เหตุผล

- อาจแบ่งประเด็นการสะท้อนผลการเรียนรู้ เช่น ได้เรียนรู้อะไร (เน้นที่ความรู้ทักษะ) รู้สึกอย่างไรต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (เน้นที่ความรู้สึกต่อกิจกรรม)
- หากต้องการให้นักเรียนอธิบายเหตุผล อาจถามเพิ่มเติม เช่น ทำไมจึงเลือกแนวทางหรือรูปแบบนี้
- การถามนักเรียนในประเด็น นักเรียนมั่นใจในคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นหรือไม่ นักเรียนไม่มั่นใจในองค์ประกอบใด เพราะอะไร อาจเพิ่มคำถาม เช่น มีองค์ประกอบใดบ้างที่มั่นใจ เพราะอะไร มีองค์ประกอบใดบ้างที่ไม่มั่นใจ เพราะอะไร
- การถามนักเรียนในประเด็นกิจกรรมใด / ใคร ที่ทำให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นกว่าเดิมและดีขึ้นจากเดิมอย่างไร อาจเพิ่มคำถาม เช่น กิจกรรมใดบ้างที่พัฒนา/ปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น กิจกรรมนั้นช่วยให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นอย่างไร ใครบ้างที่มีส่วนช่วยในการพัฒนา/ปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น และช่วยอย่างไร

3.3.4 ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ตามข้อเสนอแนะที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 และ 2 แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 และ 2

คำถามวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ใน		
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	ผู้ให้ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
การจัดการเรียนรู้.1 ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธี	แบบวัด ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน	การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ตาราง 12 (ต่อ)

คำถามวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ใน		การวิเคราะห์ข้อมูล
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	ผู้ให้ข้อมูล	
โต้แย้งสามารถ พัฒนาความสามารถ ในการสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอน ปลาย ได้หรือไม่ อย่างไร			
แนวปฏิบัติที่ดีใน .2 การจัดการเรียนรู้ด้วย การสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนโดยกลวิธี โต้แย้งที่สามารถ พัฒนาความสามารถ ในการสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย มีลักษณะอย่างไร	-บันทึกหลังสอน	ครูผู้สอน	การวิเคราะห์ แบบอุปนัย
	-ใบกิจกรรมของนักเรียน	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน	
	-บันทึกการสัมภาษณ์ของนักเรียน	นักเรียนที่ได้จากการสุ่ม	

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้หรือไม่อย่างไร

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ตามที่ออกแบบไว้จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 16 คาบเรียน โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากใบกิจกรรมของนักเรียน และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 5 สถานการณ์หลังจากการจัดการเรียนรู้ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

หลังจากผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยตรวจแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด และวิเคราะห์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ด้วยเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะที่ผู้วิจัยพัฒนาจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบทั่วไป ตามแนวคิดของ McNeill (2006) ตรวจให้คะแนนในรายองค์ประกอบได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน(Evidence) และการให้เหตุผล(Reasoning) แต่ละองค์ประกอบแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 0 – 2 คะแนนรวมทั้งฉบับ รวม 30 คะแนน

จากนั้นใช้สถิติพื้นฐานในการหาค่าเฉลี่ยคะแนนรวมของนักเรียนทั้งห้อง จากนั้นจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายบุคคลโดยใช้คะแนนรวมของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนรวม 30 คะแนน โดยสามารถแบ่งนักเรียนตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (Excellent) ดี (Good) และ ปรับปรุง (Need improve) จากนั้นหาความถี่และร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามช่วงคะแนนดังตารางเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

ตาราง 13 แสดงระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ช่วงคะแนน
ดีมาก (Excellent)	21 – 30 คะแนน
ดี (Good)	11 – 20 คะแนน
ปรับปรุง (Need improve)	0 – 10 คะแนน

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่สามารถพัฒนาความสามารถ

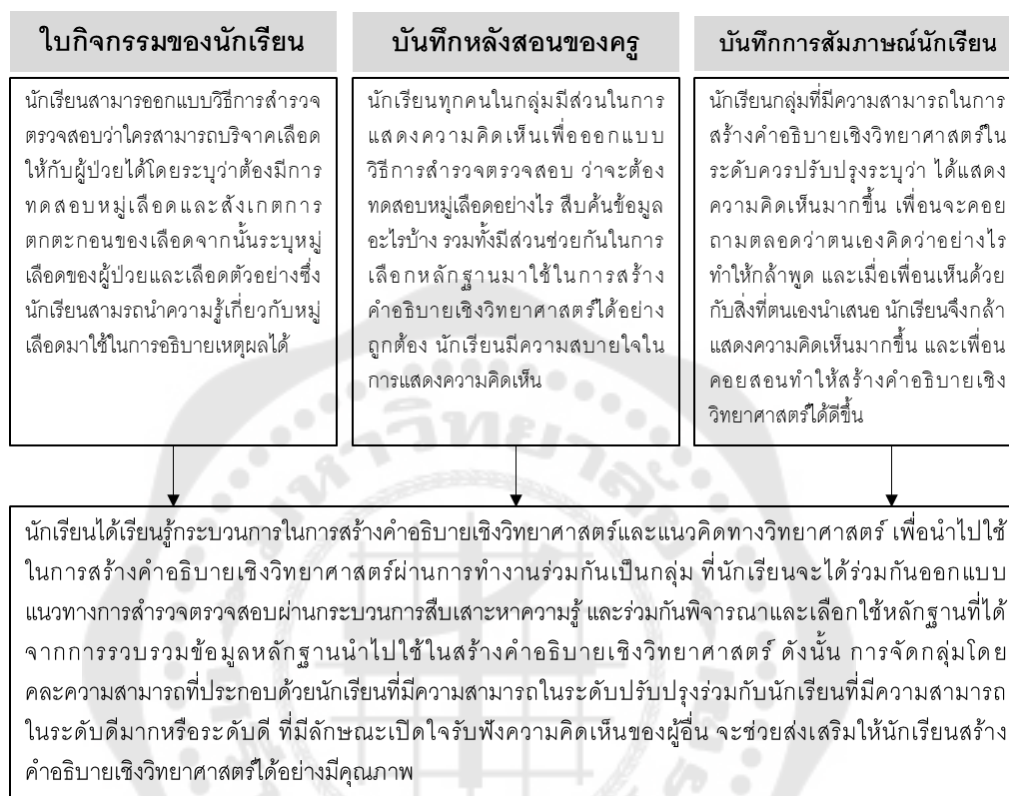
ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในการหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด โดยใช้ใบกิจกรรมของนักเรียน บันทึกหลังสอน และบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยบันทึกสิ่งที่ได้ปฏิบัติในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม ลงในบันทึกหลังสอนทุกครั้งหลังการจัดการเรียนรู้เสร็จ ซึ่งผู้วิจัยบันทึกสิ่งที่ผู้วิจัยปฏิบัติ พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ปัญหาในชั้นเรียน แนวทางการแก้ไขปัญหาและมีการบันทึกข้อมูลการสัมภาษณ์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยคำถามหลักที่ใช้ในการสัมภาษณ์คือการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งช่วยให้นักเรียนสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร จากนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโททั้ง 2 ท่าน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงอุปมา เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตาราง 14 แผนการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนที่มาของแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างความอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แนวปฏิบัติที่ดี	แผนการจัดการเรียนรู้			
	1	2	3	4
แนวปฏิบัติที่ดีที่ 1			■	■
แนวปฏิบัติที่ดีที่ 2		■	■	
แนวปฏิบัติที่ดีที่ 3	■	■	■	■
แนวปฏิบัติที่ดีที่ 4	■	■	■	■

แนวทางในการได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่
ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียน
เลือด แสดงดังภาพ 10



ภาพประกอบ 10 แนวทางในการได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะ
ที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย้งเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

การนำเสนอข้อมูลคะแนนในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบ
หมุนเวียนเลือดในภาพรวมทั้งชั้นเรียน และข้อมูลคะแนนการการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
รายองค์ประกอบ โดยการค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) (พิสนุ พงศ์ศรี, 2549, น. 277) โดยคำนวณ
จากสูตร

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนเฉลี่ย
	n	แทน	จำนวนของผู้ทำแบบทดสอบ

ร้อยละ (Percentage; %)

การเปรียบเทียบข้อมูลโดยกาเปลี่ยนจากจำนวนนักเรียนเป็นสัดส่วนในนักเรียนหนึ่งร้อยคน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลเนื่องจากในงานวิจัยแต่ละงานวิจัยกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างและจำนวนกลุ่มที่ศึกษาไม่เท่ากัน เพื่อจะได้นำค่าดังกล่าวมาใช้ในการเปรียบเทียบกันได้ คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2552)”

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

เมื่อ	F	แทน	จำนวนหน่วยข้อมูลในหมวดที่ต้องการ
	N	แทน	จำนวนหน่วยข้อมูลทั้งหมด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

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

เมื่อ	X	แทน	ค่าของแต่ละข้อมูล
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ค่าความสอดคล้อง (Index of item-Objective Congruence IOC) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

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

เมื่อ	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของคอนบาร์ค (Cronbach, 1984, น. 161)

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

เมื่อ	α	แทน	ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum si^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนรายข้อ
	$\sum st^2$	แทน	ความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

3. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) (พิศณุ พงศ์ศรี, 2549, น. 277) โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนเฉลี่ย
	n	แทน	จำนวนของผู้ทำแบบทดสอบ

6. จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยภายใต้หลักจริยธรรม 3 ประการ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, มปป.)

1. หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person) ในการทำวิจัยนี้ผู้วิจัยได้มีการชี้แจงรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยให้กลุ่มที่ศึกษาทราบอย่างชัดเจนก่อนการขอความยินยอมจากกลุ่มที่ศึกษา โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้ตัดสินใจในการลงนามยินยอมการเข้าร่วมวิจัยโดย

ความสมัครใจ โดยผู้ที่เข้าร่วมวิจัยสามารถขออนสิทธิการเข้าร่วมได้ตลอดเวลา และผู้วิจัยจะปกปิดข้อมูลต่างๆ ของผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นความลับ โดยจะมีการใช้รหัสแทนชื่อของผู้เข้าร่วมวิจัย

2. หลักคุณประโยชน์ไม่ก่ออันตราย (Beneficence, Non-Maleficence) ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจะได้รับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผ่านการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นผ่านการตรวจสอบโดยที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ โดยการจัดการเรียนรู้ที่จัดขึ้นนั้นครอบคลุมทั้งสาระและตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยในการทำวิจัยครั้งนี้มีโอกาสที่จะเกิดความล้มเหลวจากการทำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ก่อนเริ่มการวิจัยผู้วิจัยอธิบายชี้แจงเหตุผลเพื่อให้ นักเรียนรู้สึกผ่อนคลายรวมถึงเก็บข้อมูลเป็นความลับและจัดการสอบภายใต้ระยะเวลาที่เหมาะสม

3. หลักยุติธรรม (Justice) ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคำนึงถึงหลักความเสมอภาค โดยกลุ่มที่ศึกษาทุกคนเข้าได้รับการพิจารณาเข้าร่วมงานวิจัยด้วยความเท่าเทียม และกลุ่มที่ศึกษาทุกคนสามารถตัดสินใจเข้าร่วมหรือไม่เข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ได้อย่างเสมอภาค (ในการเข้าร่วมกิจกรรมไม่มีผลต่อการตัดสินใจผลการเรียน)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้มุ่งตอบคำถามวิจัยที่ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ได้หรือไม่อย่างไร และแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด มีลักษณะอย่างไร ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

ผู้วิจัยศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมครบทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ให้คะแนนตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะต่อสถานการณ์ มีระดับการให้คะแนน คือ 2 1 และ 0 แต่ละข้อมีคะแนนรวม 6 คะแนน ทั้งฉบับรวม 30 คะแนน จากนั้นวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตาราง 15

ตาราง 15 คะแนนเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	40	10	8.13	0.48
หลักฐาน (Evidence)	40	10	5.00	0.30
การให้เหตุผล (Reasoning)	40	10	3.23	0.36
คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	40	30	16.36	1.09

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 16.36 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในระดับดี ทั้งนี้ของนักเรียนในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ตามด้วยหลักฐานและการให้เหตุผล ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 8.13, 5 และ -3.23 ตามลำดับ

จากนั้นจัดกลุ่มระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี (21-30 คะแนน) ระดับพอใช้ (11-20 คะแนน) และระดับควรปรับปรุง (0-10 คะแนน) หาคะแนนต่ำสุด-สูงสุดแต่ละกลุ่ม นับจำนวนและหาร้อยละของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้ดังผลตาราง 16

ตาราง 16 ช่วงคะแนน (สูงสุด-ต่ำสุด) ค่าเฉลี่ย และร้อยละ ของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับ ดี พอใช้ และควรปรับปรุง

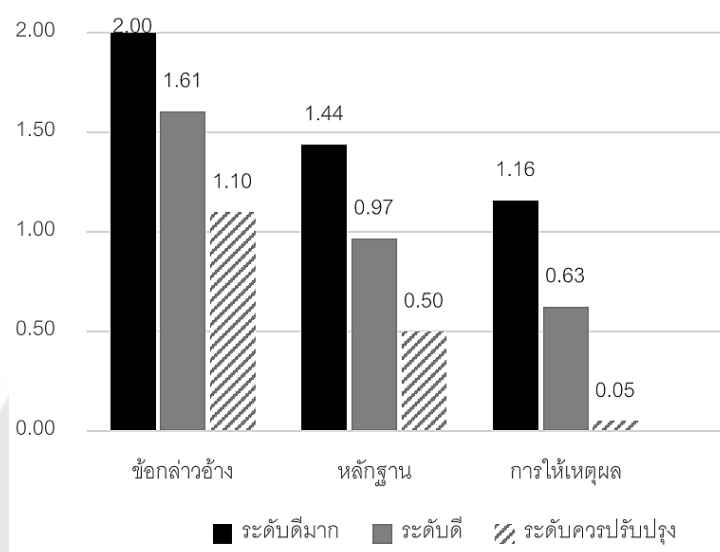
ระดับความสามารถ	ช่วงคะแนน	ค่าเฉลี่ย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ดีมาก	21-26	23.00	5	12.5
ดี	12-20	16.00	31	77.5
ควรปรับปรุง	6-10	8.25	4	10

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่าหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในช่วง 12-20 คะแนน โดยจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 77.5 ความสามารถในระดับดีมากคะแนนอยู่ในช่วง 21-26 คะแนน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และมีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ที่มีความสามารถในระดับควรปรับปรุง โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 6-10 คะแนน

จากผลการศึกษาพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง นักเรียนร้อยละ 90 มีความสามารถในระดับดีขึ้นไป

เมื่อพิจารณาคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่เกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด ในรายองค์ประกอบ คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก ดี และควรปรับปรุง หลังเรียนด้วยรูปแบบ

การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายองค์ประกอบและรูปแบบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน แสดงดังภาพประกอบ 11 ภาพเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายองค์ประกอบระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดแตกต่างกัน



ภาพประกอบ 11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายองค์ประกอบระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดแตกต่างกัน

จากภาพประกอบ 11 จะเห็นว่าการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถในระดับดีมาก ระดับดี และระดับควรปรับปรุง มีลักษณะคล้ายกันคือ มีคะแนนเฉลี่ยของข้อกล่าวอ้างสูงที่สุด ตามด้วยหลักฐาน และการให้เหตุผล ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามระดับความสามารถที่สูงขึ้น

เมื่อพิจารณาจากแนวการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันในแต่ละสถานการณ์โดยจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะ (Specific rubric core) รายองค์ประกอบ พบแนวการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ดังตาราง 17

ตาราง 17 แนวการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ระดับ	องค์ประกอบ			จำนวนที่พบ (ครั้ง)					รวม (ครั้ง)
	ข้อกล่าว อ้าง	หลักฐาน	การให้ เหตุผล	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	
ระดับ ความสามารถ	ไม่ถูกต้อง	-	-	2	-	-	-	-	2
	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	-	-	-	3	-	-	3
	ไม่ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	-	-	1	-	-	1
	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	-	-	-	-	1	2
	ถูกบางส่วน	-	-	2	-	-	-	-	2
ระดับ ควรปรับปรุง	ถูกบางส่วน	ถูกบางส่วน	ไม่ถูกต้อง	-	-	-	-	2	2
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	-	-	1	-	-	-	1
	ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	-	-	3	-	1	1	4
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	-	-	-	2	-	2
	ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	ถูกบางส่วน	-	-	-	1	-	1
ระดับดี	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	-	8	-	6	-	-	14
	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	-	-	10	-	-	10
	ถูกบางส่วน	ไม่ถูกต้อง	-	-	1	3	2	2	8
	ถูกบางส่วน	ถูกบางส่วน	ถูกบางส่วน	-	-	-	-	6	6
	ถูกต้อง	-	ถูกต้อง	3	-	-	-	-	3
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	-	3	-	-	-	-	3
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	-	-	3	4	-	7
	ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	-	3	9	5	6	3	26
	ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	-	-	-	1	-	1	2
	ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	ถูกบางส่วน	4	9	1	12	8	34
	ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	ถูกต้อง	-	1	-	-	2	3
	ถูกต้อง	ถูกต้อง	-	4	1	-	-	-	5
	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	1	-	2	1	-	4
	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	3	6	-	6	4	19
	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	2	4	-	-	5	11

ตาราง 17 (ต่อ)

ระดับ ความสามารถ	องค์ประกอบ			จำนวนที่พบ (ครั้ง)					รวม (ครั้ง)
	ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	การให้เหตุผล	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	
ระดับดีมาก	ถูกต้อง	-	ถูกบางส่วน	-	-	1	1	-	2
	ถูกต้อง	ถูกต้อง	-	-	-	1	-	-	1
	ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	ไม่ถูกต้อง	-	1	2	-	-	3
	ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	ถูกบางส่วน	1	3	-	1	-	5
	ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	ถูกต้อง	-	-	-	1	1	2
	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกบางส่วน	2	1	1	1	1	6
	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	2	-	-	1	3	6
รวม				40	40	40	40	40	40

จากตาราง 17 สรุปได้ว่านักเรียนแต่ละระดับความสามารถมีรายละเอียดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีความสามารถในการปรับปรุงพยายามระบุข้อกล่าวอ้าง โดยมีทั้งที่ระบุได้ถูกต้องและไม่ถูกต้องในจำนวนที่เท่ากัน ในส่วนของการเลือกใช้หลักฐานพบว่านักเรียนส่วนมากพยายามระบุหลักฐาน อย่างไรก็ตามยังเลือกใช้หลักฐานยังไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ เช่นเดียวกับการให้เหตุผล นักเรียนส่วนมากมีการให้เหตุผลเชื่อมโยงแนวคิดวิทยาศาสตร์แต่เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง โดยมีรายละเอียดของแต่ละระดับความสามารถดังต่อไปนี้

2. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

การค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงานและคำถามนำ 2) การออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล 3) การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การอภิปรายที่ชัดเจนและสะท้อนคิด 6) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 7) การตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อน 8) การปรับปรุงและส่งรายงาน โดยผู้วิจัยใช้

รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมเวลา 16 คาบเรียน วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อค้นหาแนวปฏิบัติที่ดี ด้วยวิธีวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมของนักเรียน บันทึกหลังสอนของครู บันทึกการสัมภาษณ์นักเรียน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล งานวิจัยนี้พบแนวปฏิบัติที่ดีทั้งหมด 4 แนวปฏิบัติ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 1 จัดกลุ่มโดยความสามารถที่ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถในระดับปรับปรุงร่วมกับนักเรียนที่มีความสามารถในระดับดีมากหรือระดับดี ที่มีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

การจัดกลุ่มนักเรียนในการทำกิจกรรมสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมกลุ่มในการวางแผนการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการตอบคำถาม นำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและในท้ายที่สุดจะได้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งต้องอาศัยการช่วยเหลือ สนับสนุน อภิปรายแลกเปลี่ยนกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม เปิดโอกาสให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมและช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนรู้ สมาชิกในกลุ่มจึงควรมีความสามารถที่หลากหลาย แตกต่างกันเพื่อส่งเสริมกันระหว่างเรียน ในขณะเดียวกันทุกคนต้องยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จึงจะเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ร่วมกัน

การจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยนำมาใช้คือการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียน ออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน นักเรียนจะต้องร่วมกันวางแผนกำหนดข้อมูล/หลักฐานที่นักเรียนต้องรวบรวม วิธีการในการรวบรวม การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อมูล เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากข้อมูล/หลักฐานที่เก็บรวบรวมได้ ดังนั้นจึงต้องอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์อภิปราย แลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่ม การยอมรับซึ่งกันและกันและเปิดโอกาสให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาไปพร้อมกัน

จากการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยพบว่าลักษณะของสมาชิกในกลุ่มมีผลต่อพฤติกรรมในการทำกิจกรรมการวางแผนการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูล การแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อรวบรวมข้อมูลได้ และหากการจัดกลุ่มมีนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันจะช่วยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ และอีกประการหนึ่งที่ผู้วิจัยพบระหว่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้คือการที่สมาชิกแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถในระดับปรับปรุงร่วมกับนักเรียนที่มีความสามารถในระดับดีมากหรือระดับดี ที่มีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ช่วยให้นักเรียนที่มีความสามารถ

ในระดับปรับปรุง กล้าแสดงความคิดเห็นในการวางแผนเพื่อรวบรวมข้อมูล และเพื่อนที่มีความสามารถในระดับดีมากและระดับดีมีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มแสดงความคิดเห็นของตนเอง ทั้งยังช่วยอธิบายให้สมาชิกภายในกลุ่มอื่นเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ จากการตรวจใบกิจกรรมที่พบว่านักเรียนทุกคนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ และมีนักเรียนร้อยละ 47.5 และร้อยละ 35 ที่มีคะแนนในองค์ประกอบหลักฐานและการให้เหตุผลได้เต็ม 2 คะแนน ซึ่งมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้า

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ข้อค้นพบของแนวปฏิบัตินี้มาจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับหน้าที่และองค์ประกอบของเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง เกี่ยวข้องกับหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด ในแผนการเรียนรู้ที่ 1-2 ก่อนหน้านั้น ผู้วิจัยให้นักเรียนเลือกกลุ่มเองตามความสนใจ แต่เมื่อจบแผนการเรียนรู้ที่ 2 นผู้วิจัยประเมินการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนรายบุคคล จากกรรมที่ 2 จากนั้นจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จาก พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับดีมาก 4 คน (เลขที่ 27, 15, 16, 21) ระดับดี 25 คน (เลขที่ 2, 4, 5, 6, 9, 11, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) ระดับควรปรับปรุง 11 คน (เลขที่ 1, 3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 17, 39, 40) จึงนำมาจัดกลุ่มนักเรียนโดยคละระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เลขที่ 27 (ดีมาก), 1 (ควรปรับปรุง), 2, 4, 5 (ดี)

กลุ่มที่ 2 เลขที่ 15 (ดีมาก), 3 (ควรปรับปรุง), 6, 9, 11 (ดี)

กลุ่มที่ 3 เลขที่ 16 (ดีมาก), 7 (ควรปรับปรุง), 18, 19, 20 (ดี)

กลุ่มที่ 4 เลขที่ 21 (ดีมาก), 8 (ควรปรับปรุง), 22, 23, 24 (ดี)

กลุ่มที่ 5 เลขที่ 10, 12 (ควรปรับปรุง), 25, 26, 28 (ดี)

กลุ่มที่ 6 เลขที่ 13, 14 (ควรปรับปรุง), 29, 30, 31 (ดี)

กลุ่มที่ 7 เลขที่ 17, 39 (ควรปรับปรุง), 32, 33, 34 (ดี)

กลุ่มที่ 8 เลขที่ 40 (ควรปรับปรุง), 35, 36, 37, 38 (ดี)

เมื่อเริ่มบทเรียนครูกระตุ้นนักเรียนด้วยสถานการณ์เกี่ยวกับการหยุดไหลของเลือดเมื่อเกิดบาดแผล เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน และนำเสนอคำถามนำที่ว่า “ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด” จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลหลักฐานเพื่อใช้ในการตอบคำถามนำ โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบลงในใบกิจกรรม กิจกรรมนี้นักเรียนต้องสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของเลือด หน้าที่ของเม็ดเลือดแดง หน้าที่ของเม็ดเลือดขาว หน้าที่ของเกล็ดเลือด และรูปร่างลักษณะขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเลือด โดยหากนักเรียนมีคำถามให้นักเรียนยกมือเพื่อขอความช่วยเหลือจากครูได้

จากการสังเกตการทำงานกลุ่มในช่วงแรกหลังจากที่มีการปรับแนวทางการจัดกลุ่มจากแผนที่ 1-2 ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกกลุ่มตามความสมัครใจ ซึ่งนักเรียนเลือกจับกลุ่มกับเพื่อนที่คุ้นเคย โดยเป็นการจัดกลุ่มคละตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีการพูดคุยกันน้อยลง นักเรียนที่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับปรับปรุง เริ่มไม่กล้าพูดแสดงความคิดเห็นของตนเอง ในขณะที่นักเรียนที่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีและดีมาก ช่วยกันคิดว่าต้องสืบค้นข้อมูลอะไรบ้าง ต้องใช้ข้อมูลอะไร โดยคนที่ทำหน้าที่เขียนคำตอบลงในใบกิจกรรมเป็นนักเรียนที่มีความสามารถระดับดีและดีมาก ครูจึงกระตุ้นโดยการถามคำถามเพื่อให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถ ๔ ในระดับปรับปรุงก็สามารถสื่อสารกับครูและเพื่อนได้เมื่อครูถาม ในภายหลังได้มีการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในระดับปรับปรุงว่าเพราะเหตุใดจึงไม่ร่วมแสดงความคิดเห็นร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม นักเรียนให้ข้อมูลว่า

“เห็นเพื่อนเขียนแล้ว และที่คิดว่าต้องใช้ข้อมูลใดบ้าง เหมือนที่เพื่อนเขียนแล้วจึงไม่ได้แสดงความคิดเห็น” (นักเรียนคนที่ 14)

“ยังไม่ทันคิด เพื่อนเขียนไปแล้ว แล้วก็รู้จะเพิ่มอะไร เพราะจากที่เพื่อนเขียนข้อมูลก็ครบแล้ว” (นักเรียนคนที่ 10)

จากการสัมภาษณ์จะเห็นได้ว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับปรับปรุงมีแนวโน้มทำตามเพื่อนคนอื่นภายในกลุ่มที่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีและดีมาก เนื่องจากเพื่อนเสนอความคิดเห็นก่อนและเหมือนกับความคิดเห็นของนักเรียน จึงทำให้มีการสื่อสารระหว่างนักเรียนภายในกลุ่มที่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกันลดลง

หลังจากที่นักเรียนรวบรวมหลักฐาน สร้างคำอธิบายชั่วคราวเพื่อตอบคำถามนำที่ว่า ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด ในขั้นประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลโดยเพื่อนต่างกลุ่ม และปรับปรุงรายงานตามข้อเสนอแนะ พบว่านักเรียนที่มีความสามารถ ๓ ในระดับปรับปรุงมีการปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบหลังจากที่ได้รับรายงานคืนจากการประเมินโดยเพื่อน ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ถึงเหตุผลที่ปรับปรุงรายงาน ดังบทสนทนาต่อไปนี้

“ทำไมคิดว่าควรปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองในรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ” (ครู)

“เพื่อนเขียนมาว่าหลักฐานไม่ครบ ตอนแรกก็ไม่ว่าอะไร แต่ถามเพื่อนที่ประเมิน (ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระดับดี) เพื่อนบอกว่าอย่าลืมอาการตับและม้ามโต เพราะสำคัญเพราะตับและม้ามมีหน้าที่ทำลายเม็ดเลือดแดง แล้วหนูก็มาดูที่กลุ่มตัวเองเขียนไว้ แต่หนูไม่ได้เขียนในใบงานเดียว” (นักเรียนคนที่ 1)

“จากข้อเสนอแนะที่เพื่อนเขียนมาว่าให้เพิ่มหลักฐาน แต่ไม่ระบุว่ามีหลักฐานอะไร แล้วทำไมเราถึงตัดสินใจถามเพื่อนเป็นผู้ประเมิน” (ครู)

“เพื่อนเก่ง แล้วก็ตอบคำถามตลอดไม่หวั่งเวลาถาม”

จากการสัมภาษณ์จะเห็นว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในระดับปรับปรุง จะถามคำถามที่ตนเองสงสัย กับเพื่อนที่โน้มในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดี และมีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

จากกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนนี้ พบว่ามีนักเรียน 40 คน (ร้อยละ 100) ที่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ และเลือกให้หลักฐานได้ถูกต้องและเหมาะสม 11 คน (ร้อยละ 27.5) และสามารถให้เหตุผลได้ครบถ้วนสมบูรณ์ 7 คน (ร้อยละ 17.5) ดังตาราง 18

ตาราง 18 จำนวนนักเรียนที่ระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวน (ร้อยละ)	หมายเหตุ
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	40 (100)	ระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง
หลักฐาน (Evidence)	11 (27.5)	หลักฐานเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและหน้าที่ของเลือด แต่ยังคงขาดความครบถ้วนของหลักฐาน

ตาราง 18 (ต่อ)

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	จำนวน (ร้อยละ)	หมายเหตุ
การให้เหตุผล (Reasoning)	7 (17.5)	สามารถให้เหตุผลที่อธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเม็ด เลือดแดง จำนวนเม็ดเลือดแดงได้ แต่ยังขาดหน้าที่ของตับและม้าม และสาเหตุของอาการตับและม้าม โต

สะท้อนความคิด ผู้วิจัยได้เรียนรู้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีการจัดกลุ่มละ
ความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนที่มีความสามารถ ๔ ที่
หลากหลาย ได้เกิดการเรียนรู้และช่วยเหลือกัน แต่สิ่งที่พบคือนักเรียนไม่ค่อยมีปฏิสัมพันธ์และการ
แลกเปลี่ยนในกลุ่มเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนที่มีความสามารถ ๔ ในระดับดีมากหรือระดับดี มัก
แสดงความเห็นหรือเสนอแนวทางในการรวบรวมข้อมูลและสามารถสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ได้ก่อนนักเรียนที่มีความสามารถ ๔ ระดับปรับปรุงซึ่งมีคำตอบคล้ายกัน จึงมักไม่เกิด
ปฏิสัมพันธ์หรือแสดงความคิดเห็นระหว่างกันในนักเรียนกลุ่มนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับ
ผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง สิ่งที่ผู้วิจัยพบจากการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 3 เรื่อง ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติ
ที่องค์ประกอบใดของเลือด พบว่าในการทำกิจกรรมกลุ่ม ที่มีการจัดกลุ่มนักเรียนคณะ
ความสามารถ นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับควร
ปรับปรุงมักไม่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบและสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ใครสามารถบริจาคเลือด
ให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง ผู้วิจัยจึงเน้นให้นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง
วิทยาศาสตร์ ในระดับควรปรับปรุง ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นในการออกแบบการสำรวจ
ตรวจสอบและได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมกลุ่ม และส่งเสริมให้นักเรียนมี
ปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองเพื่อนำไปสู่การ
สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ โดยการจัดกลุ่มในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดกลุ่มนักเรียนตามความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถ ๔ ในปรับปรุงร่วมกับนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมากหรือระดับดี ที่มีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทั้งนี้จัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนจากการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนรายบุคคลในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ระดับดีมาก จำนวน 4 คน (เลขที่ 27, 15, 16, 21) ระดับดี (4 คะแนน) จำนวน 25 คน (เลขที่ 2, 4, 5, 6, 9, 11, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) ระดับควรปรับปรุง (3 คะแนน) จำนวน 11 คน (เลขที่ 1, 3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 17, 39, 40) โดยสามารถแบ่งนักเรียนเป็น 8 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 นักเรียนเลขที่ 27 (ดีมาก), 1 (ควรปรับปรุง), 2, 4*, 5 (ดี)
- กลุ่มที่ 2 นักเรียนเลขที่ 15 (ดีมาก), 3* (ควรปรับปรุง) 6, 9, 11 (ดี)
- กลุ่มที่ 3 นักเรียนเลขที่ 16 (ดีมาก), 7 (ควรปรับปรุง), 18*, 19, 20 (ดี)
- กลุ่มที่ 4 นักเรียนเลขที่ 21 (ดีมาก), 8* (ควรปรับปรุง), 22, 23, 24 (ดี)
- กลุ่มที่ 5 นักเรียนเลขที่ 10, 12 (ควรปรับปรุง), 25, 26, 28* (ดี)
- กลุ่มที่ 6 นักเรียนเลขที่ 13, 14 (ควรปรับปรุง), 29*, 30, 31* (ดี)
- กลุ่มที่ 7 นักเรียนเลขที่ 17, 39 (ควรปรับปรุง), 32, 33*, 34 (ดี)
- กลุ่มที่ 8 นักเรียนเลขที่ 40 (ควรปรับปรุง), 35, 36*, 37, 38 (ดี)

หมายเหตุ เลขที่* หมายถึงนักเรียนที่มีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นคนอื่น

การจัดการเรียนรู้ในกิจกรรมที่ 4 เป็นการจัดกิจกรรมอิงเนื้อหา เรื่องการระบุหมู่เลือด และการให้และรับเลือด ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยประเด็นการบริจาคเลือดโดยตรงในสงครามจากฉากในละคร จากนั้นครูนำเสนอคำถามนำที่ว่า “ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง” ครูให้นักเรียนอภิปรายและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการสำรวจตรวจสอบ เพื่อรวบรวมข้อมูล/หลักฐาน เพื่อใช้ในการตอบคำถามนำ จากการสังเกตการสื่อสารภายในกลุ่ม หลังจากที่ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบความสามารถโดยกำหนดให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีและมีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นคนอื่นและชอบช่วยเหลือ พบว่าแต่ละกลุ่มพยายามถามเพื่อนและสื่อสารกับเพื่อนคนอื่นๆ ตั้งแต่เริ่มกิจกรรม

จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มใช้หลักฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยพบการช่วยเหลือกันและพยายามสอบถามความคิดเห็นเพื่อให้

เพื่อนเสนอแนวคิดของตนเอง ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถ ๔ ในระดับปรับปรุงสามารถเลือกใช้หลักฐานเพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างได้ และสามารถให้เหตุผลโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องหลักการให้และรับเลือดอธิบายสถานการณ์ที่กำหนดได้ เพิ่มมากขึ้นจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด จากการตรวจรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ พบว่ามีนักเรียน 40 คน (ร้อยละ 100) ที่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ นักเรียนที่เลือกใช้หลักฐานได้ถูกต้องและเหมาะสม 19 คน (ร้อยละ 47.5) และนักเรียนที่สามารถให้เหตุผลได้ครบถ้วนสมบูรณ์ 14 คน (ร้อยละ 35) ดังตาราง 19

ตาราง 19 จำนวนนักเรียนที่ระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวน (ร้อยละ)	หมายเหตุ
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	40 (100)	ระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง
หลักฐาน (Evidence)	19 (47.5)	หลักฐานเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและหน้าที่ของเลือด แต่ยังคงขาดความครบถ้วนของหลักฐาน
การให้เหตุผล (Reasoning)	14 (35)	สามารถให้เหตุผลที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเม็ดเลือดแดง จำนวนเม็ดเลือดแดงได้ แต่ยังขาดหน้าที่ของตับและม้าม และสาเหตุของการตับและม้ามโต

สะท้อนความคิด ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยมีการปรับรูปแบบการจัดกลุ่มจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยผู้วิจัยเน้นการจัดกลุ่มที่แต่ละกลุ่มมีนักเรียนคละความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และมีนักเรียนที่มีความสามารถในระดับดีมากหรือดี ที่มีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนในทุกระดับความสามารถได้ความคิดเห็นเพื่อวางแผนออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อเลือกใช้หลักฐานให้ถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับคำถามนำซึ่งจากการตรวจคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในรายงานผลการสำรวจตรวจสอบที่นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายบุคคล พบว่ามีนักเรียนที่ได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน ในแต่ละองค์ประกอบเพิ่มสูงขึ้นจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

สรุป ผลจากการสอนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง โดยการจัดกลุ่มนักเรียนคละความสามารถที่ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถ ๔ ในปรับปรุงร่วมกับนักเรียนที่มีความสามารถในระดับดีมากหรือระดับดี ที่มีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ผู้วิจัยพบว่าการจัดกลุ่มนักเรียนลักษณะนี้ช่วยให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและนำเสนอความคิดเห็นในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อออกแบบการรวบรวมข้อมูล

เพื่อให้หลักฐานที่เหมาะสม สอดคล้องกับคำถามนำ โดยเมื่อประเมินรายงานผลการสำรวจ ตรวจสอบพบว่า มีจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนเต็ม 2 คะแนนในแต่ละองค์ประกอบของการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 2 ตรวจสอบความสอดคล้องของหลักฐาน และขั้นตอน การศึกษา/การทดลอง เพื่อนำไปสู่การตอบคำถามนำ โดยระบุหลักฐานให้ถูกต้องและ เฉพาะเจาะจง ตรวจสอบความสมบูรณ์ ถูกต้องของหลักฐานอย่างชัดเจน

การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องลง ข้อสรุปที่สอดคล้องกับคำถามนำ โดยการใช้หลักฐานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งหาก นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้หลักฐานที่ถูกต้องได้อาจนำไปสู่การลงข้อสรุปที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นใน ระหว่างเรียนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่าง 1) คำถามนำ 2) ข้อมูล ที่นักเรียนต้องรวบรวม 3) แนวทางในการรวบรวมข้อมูล 4) การวิเคราะห์ข้อมูล 5) ข้อมูลจริงที่ รวบรวมได้ ว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ในทุกขั้นตอน โดยใช้วิธีการตรวจสอบอย่างชัดเจน เพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับไปได้ตลอดเวลาทั้งก่อน ระหว่างและหลังการดำเนินการ เกี่ยวกับการเก็บรวบรวมหลักฐานแต่ละขั้นตอน

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ขอค้นพบของแนวปฏิบัตินี้มาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัด หลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับความดันและอัตราการเต้นของหัวใจ และแผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด เกี่ยวข้องกับหน้าที่และ องค์ประกอบของเลือด โดยมีรายละเอียดดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจ หลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ค่าความดันและอัตราการเต้นของ หัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น ครูกระตุ้น นักเรียนด้วยกิจกรรมที่สอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียนในการตรวจสอบสุขภาพกับทางโรงเรียน โดยให้นักเรียนเล่าประสบการณ์ในการตรวจสอบสุขภาพ เพื่อนำไปสู่ประเด็นเกี่ยวกับการวัดความดัน และอัตราการเต้นของหัวใจ จากนั้นครูนำเสนอปัญหานำที่ว่า “ค่าความดันและอัตราการเต้นของ หัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น” โดยใน การตอบคำถามนำนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกันออกแบบการสำรวจตรวจสอบลงในใบ กิจกรรมกลุ่มในประเด็น 1) คำถามนำ 2) ข้อมูลที่นักเรียนต้องรวบรวม 3) นักเรียนมีแนวทางในการ รวบรวมข้อมูลอย่างไร 4) นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร 5) ข้อมูลจริงที่รวบรวมได้ ซึ่งในขั้นตอนนี้

จะดำเนินกิจกรรมพร้อมกันทั้งห้องในที่ละประเด็น โดยให้นักเรียนตรวจสอบความสอดคล้องระหว่าง 5 ประเด็นนี้เสมอ

ครูให้ข้อเสนอแนะในการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลว่าเมื่อนักเรียนเขียนขั้นตอนการดำเนินงานแล้วให้นักเรียนตรวจสอบว่าแต่ละขั้นทำให้ได้ข้อมูลอะไรเพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วน จากการสังเกตนักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูลได้สอดคล้องกับหลักฐานที่นักเรียนระบุไว้ นักเรียนเขียนกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับหลักฐานลงในใบงานที่ละชั้น เริ่มตั้งแต่การกำหนดข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวม จากนั้นจึงเขียนแนวทางในการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และข้อมูลจริงที่นักเรียนรวบรวมได้ โดยในแต่ละชั้นนักเรียนเขียนเลขกำกับไว้และใช้ลำดับเลขเดียวกันในทุกขั้นตอน เช่น ข้อมูลที่ต้องการรวบรวม ลำดับที่ 1 คือ ค่าความดันเลือดตอนขึ้นลงอาคาร 3 ชั้น ในแนวทางการรวบรวมข้อมูล ลำดับที่ 1 นักเรียนระบุวิธีการรวบรวมความดันเลือดโดยการวัดความดันหลังวิ่งทันทีและหลังจากนั่งพัก 10 – 15 นาที ในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล ลำดับที่ 1 นักเรียนอธิบายการวิเคราะห์ข้อมูลว่าเปรียบเทียบความดันเลือดหลังจากวิ่งทันทีและหลังจากนั่งพัก 10 นาที ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร โดยพบว่าการปฏิบัติดังกล่าวช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบ ความสอดคล้องระหว่างหลักฐานได้และวิธีการรวบรวมข้อมูลแม้ว่าจะยังขาดความครบถ้วนในบางประเด็น แต่ก็เห็นถึงความพยายามในการตรวจสอบความสอดคล้องในประเด็นดังกล่าว นักเรียนมีการออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาหลักฐานความดันเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อตอบคำถามนำ ซึ่งพบว่าการเสนอแนวทางในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่กำหนดดังตัวอย่างภาพประกอบ 18

คำถามนำ

ความดันเลือดในหัวใจแรง และค่าความดันเลือดแตกต่างกันใจ ขึ้นอยู่กับอะไร? มีหน่วยวัดความดันอย่างไร?

ข้อมูลที่นักเรียนต้องรวบรวม

- ① ค่าความดันเลือดขึ้นอาคาร 3 ชั้น
- ② ค่าความดันเลือดพัก 10 นาที
- ③ อัตราการเต้นหัวใจก่อนวิ่งในอาคาร 3 ชั้น
- ④ อัตราการเต้นหัวใจหลังวิ่ง 10 นาที

นักเรียนมีแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างไร

- ① วัดความดันเลือดก่อนวิ่งขึ้นอาคาร
- ② วัดหลังจากลงบันได

นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร

- ① เปรียบเทียบค่าความดันเลือด อัตราการเต้นหัวใจขึ้นอาคาร และ อัตราการเต้นหัวใจก่อนวิ่งและหลังวิ่ง

ข้อมูลจริงที่รวบรวมได้

ชั้น	ค่าความดัน (mmHg)	อัตราการเต้นหัวใจ (ครั้ง/นาที)
1	136 / 74	133
2	106 / 65	90

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างการออกแบบสำรวจตรวจสอบในกิจกรรมที่ 2

ทั้งนี้ระหว่างนักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อออกแบบการสำรวจตรวจสอบมีนักเรียนตั้งคำถามในชั้นเรียนว่าจำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากการเดินขึ้นบันได 3 ชั้น หรือไม่ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์จากการนำเสนอของเพื่อนว่านักเรียนคิดว่าเราสามารถหาวิธีการอื่นแทนการปฏิบัติตามสถานการณ์ที่กำหนดได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนมีความคิดเห็นว่าการใช้กิจกรรมอื่นแทนได้ แต่ต้องเป็นกิจกรรมที่ใช้แรง เนื่องจากในการลงข้อสรุปของคำถามนำใช้ข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบความดันและอัตราการเต้นของหัวใจก่อนและหลังนั่งพัก และคิดว่าแต่ละกลุ่มมีอิสระในการออกแบบกิจกรรมเองได้ จากนั้นให้นักเรียนระบุข้อมูลที่ควรรวบรวมลงในใบกิจกรรม จากการสังเกตพบว่าข้อมูลที่ต้องรวบรวมของแต่ละกลุ่มมีลักษณะคล้ายกัน การวัดค่าความดันและอัตราการเต้นหลังทำกิจกรรม (เดิน วิ่ง กระโดดตบ เพื่อเลียนแบบสถานการณ์ที่กำหนด) จากนั้นนั่งพัก 10-15 นาที จากนั้นวัดค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจอีกครั้งจับบันทึก และเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจและค่าความดัน เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความสอดคล้องของ 1) คำถามนำ 2) ข้อมูลที่นักเรียนต้องรวบรวม 3) นักเรียนมีแนวทางในการรวบรวมข้อมูลอย่างไร 4) นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร 5) ข้อมูลจริงที่รวบรวมได้ ก่อนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ลงในใบกิจกรรมกลุ่ม โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบตามลำดับหมายเลข สิ่งที่ยืนยัน หรือทำเครื่องหมายไว้ ทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลและแนวทางในการออกแบบรวบรวมข้อมูลหลักฐาน

จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ลงในใบกิจกรรมการสร้างข้อโต้แย้งและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ความดันและอัตราการเต้นของหัวใจลดลงหลังจากนั่งพัก (ข้อกล่าวอ้าง) เนื่องจากครั้งแรกเหนื่อยมีความดัน 116/75 mmHg และอัตราการเต้นของหัวใจ 160 ครั้ง/นาที ครั้งที่สองหายเหนื่อยความดัน 107/73 mmHg และอัตราการเต้นของหัวใจ 87 ครั้ง/นาที (หลักฐาน) ตอนออกกำลังกายทำให้ออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายมากขึ้น เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊ส ให้หัวใจบีบตัวแรงเพื่อส่งเลือดไปแลกเปลี่ยนแก๊ส ทำให้หัวใจเต้นเร็วและบีบตัวแรงมากขึ้น ความดันและอัตราการเต้นของหัวใจเลยสูง (การให้เหตุผล)” (นักเรียนในกลุ่มที่ 2)

“ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจครั้งที่ 2 มีค่าต่ำกว่าครั้งที่ 1 (ข้อกล่าวอ้าง) จากการวัดความดันหลังจากวิ่งไปตรงบันไดและวิ่งกลับมาอัตราการเต้นของหัวใจ 123 ครั้งต่อนาที และความดันเลือด 134/78 มิลลิเมตรปรอท หลังจากนั่งพัก 10 นาทีวัดความดันได้ 105/7

มิลลิเมตรปรอท วัดอัตราการเต้นของหัวใจได้ 91 ครั้งต่อนาที (หลักฐาน) เมื่อเราวิ่งปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจจะมากเพราะหัวใจมีการบีบตัวแรงและเร็วมากขึ้น เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด ทำให้ความดันโลหิตสูง ตอนเราวิ่งหัวใจจะต้องเต้นเร็วขึ้นและบีบตัวแรงขึ้นเพื่อนำเลือดไปเลี้ยงร่างกายเอาออกซิเจนให้ร่างกายและกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อนั่งพักปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงหัวใจจึงบีบตัวช้าลง (การให้เหตุผล)” (นักเรียนในกลุ่มที่ 6)

จากตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ได้อย่างสมบูรณ์ว่า อัตราการเต้นของหัวใจและความดันมีแนวโน้มลดลงหลังจากนั่งพัก 10-15 นาที นักเรียนสามารถเลือกเลือกหลักฐานจำนวนครึ่งของอัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือดหลังทำกิจกรรมลดลงหลังจากนั่งพักเนื่องจากการแลกเปลี่ยนแก๊ส ซึ่งยังคงพบว่ามีคลาดเคลื่อนของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผล

สะท้อนความคิด จากกิจกรรมข้างต้นผู้วิจัยให้นักเรียนตรวจสอบความสอดคล้องระหว่าง 1) คำถามนำ 2) ข้อมูลที่นักเรียนต้องรวบรวม 3) นักเรียนมีแนวทางในการรวบรวมข้อมูลอย่างไร 4) นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร 5) ข้อมูลจริงที่รวบรวมได้ ซึ่งมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ของหลักฐานเพื่อใช้ในการลงข้อสรุปของคำถามนำได้

แม้ว่าวิธีการดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคำถามนำหลักฐาน วิธีการในการรวบรวมหลักฐาน และการวิเคราะห์ข้อมูล ขณะที่ทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนแต่เมื่อนักเรียนเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลพบว่า ยังขาดความครบถ้วนของหลักฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคงไม่สามารถเลือกหลักฐานได้อย่างครบถ้วน เหมาะสม โดยมีนักเรียนเพียง 4 คน (ร้อยละ 10) ที่สามารถเลือกหลักฐานได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน และมีนักเรียนเพียง 1 คน (ร้อยละ 2.5) ที่สามารถให้เหตุผลด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ไม่ถูกต้องแต่ก็ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องคะแนนเต็ม 2 คะแนน จำนวน 34 คน (ร้อยละ 85) อย่างไรก็ตามแม้ว่านักเรียนจะสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง หากนักเรียนได้รับการฝึกฝน

ภาพประกอบที่ 19 จะเห็นว่าไม่พบการใส่ลำดับเลข หรือการทำเครื่องหมาย ทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนวิธีการในการรวบรวมข้อมูลได้อย่างครบถ้วน จากตัวอย่างแม้ว่านักเรียนจะระบุว่าข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้คืออาการของผู้ป่วยแต่พบพบการระบุว่าผู้ป่วยมีอาการอย่างไร จากสถานการณ์ผู้ป่วยมีอาการตับและม้ามโตแต่ไม่พบการสืบค้นข้อมูลว่าอาการดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบใดของเลือดและอาการตับและม้ามโตเกิดจากสาเหตุใด จากการสัมภาษณ์

“เพราะเหตุใดนักเรียนจึงสามารถรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานโดยที่ไม่เขียนลำดับหมายเลขหรือทำเครื่องหมายแสดงการตรวจสอบว่าวิธีการรวบรวมข้อมูลสอดคล้องกับข้อมูลที่ต้องทราบหรือไม่” (ครู)

“ตอนทำเรื่องความดันครูให้เขียนเลข ซึ่งรู้แล้วว่าต้องเช็คก่อนว่าข้อมูลแต่ละช่องเกี่ยวข้องกันหรือเปล่า และข้อมูลแต่ละข้อจะหาข้อมูลด้วยวิธีไหนได้ พอทำกิจกรรมนี้ก็รู้ว่าต้องทำอะไรก่อนหาข้อมูล โดยที่ไม่ต้องเขียนเลข” (นักเรียนกลุ่มที่ 4)

แสดงให้เห็นว่าการที่นักเรียนไม่ทำเครื่องหมายหรือกำหนดหมายเลขอย่างชัดเจนจะนำไปสู่ข้อมูลและหลักฐานที่ไม่ครบถ้วน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากหลักฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมผ่านการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหน้าที่และองค์ประกอบของเลือดเพื่อตอบคำถามนำที่ว่า ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามนำได้ว่า

“เม็ดเลือดแดง (ข้อกล่าวอ้าง) จากภาพตัวอย่างเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยมีเม็ดเลือดแดงรูปเคียว และมีจำนวนเม็ดเลือดแดงและปริมาณฮีโมโกลบินต่ำกว่าเกณฑ์ (หลักฐาน) เกิดความผิดปกติในการสร้างฮีโมโกลบิน ส่งผลให้รูปร่างเม็ดเลือดแดงผิดปกติ และจะถูกทำลายที่ตับและม้าม (การให้เหตุผล) ทำให้มีภาวะมีภาวะตัวซีด เหลือง ตับและม้ามโตร่วมด้วย (หลักฐาน)” คำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 5 จากใบกิจกรรมการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตามมีนักเรียน 2 กลุ่มที่ระบุข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้องซึ่งเกิดจากการเลือกใช้หลักฐานที่ไม่ถูกต้อง โดยใช้หลักฐานจำนวนของเม็ดเลือดขาวซึ่งจากผลการตรวจเลือดผู้ป่วยมี

จำนวนเม็ดเลือดขาวสูงแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ เมื่อนักเรียนเลือกใช้หลักฐานไม่ถูกต้องจึงนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง

“เม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือดขาว (ข้อกล่าวอ้าง) ดูจากจำนวนเม็ดเลือดแดงต่ำ เกณฑ์และเม็ดเลือดขาวสูง รวมทั้งมีรูปร่างผิดปกติ (หลักฐาน) ทำให้ดับและม้าทำงานหนักในการทำลายส่งผลให้ดับและม้ามโต การขาดเม็ดเลือดแดงทำให้น้ำซิดเป็นลม เนื่องจากเคเลือดแดงลำเลียงออกซิเจนเมื่อขาดเม็ดเลือดแดงทำให้ขาดออกซิเจน (การให้เหตุผล)” คำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 5 จากใบกิจกรรมการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แม้ว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่กลุ่มนักเรียนสร้างขึ้นจะไม่ถูกต้องเนื่องจากขาดความครบถ้วนและสมบูรณ์ของหลักฐาน เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมโต้แย้งซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างหลักฐานกับข้อโต้แย้ง การที่มีการเสนอให้นักเรียนตรวจสอบความสอดคล้องของหลักฐานกับคำถามนำ จึงนำไปสู่การวิเคราะห์ข้อมูลและการปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองในรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

สะท้อนให้เห็นว่าหากนักเรียนมีวิธีการตรวจสอบความสอดคล้องของ 1) คำถามนำ 2) ข้อมูลที่นักเรียนต้องรวบรวม 3) นักเรียนมีแนวทางในการรวบรวมข้อมูลอย่างไร 4) นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร 5) ข้อมูลจริงที่รวบรวมได้ จะช่วยให้นักเรียนเลือกหลักฐานได้ถูกต้องสอดคล้องกับคำถามนำได้แม้ว่าสถานการณ์จะมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อน

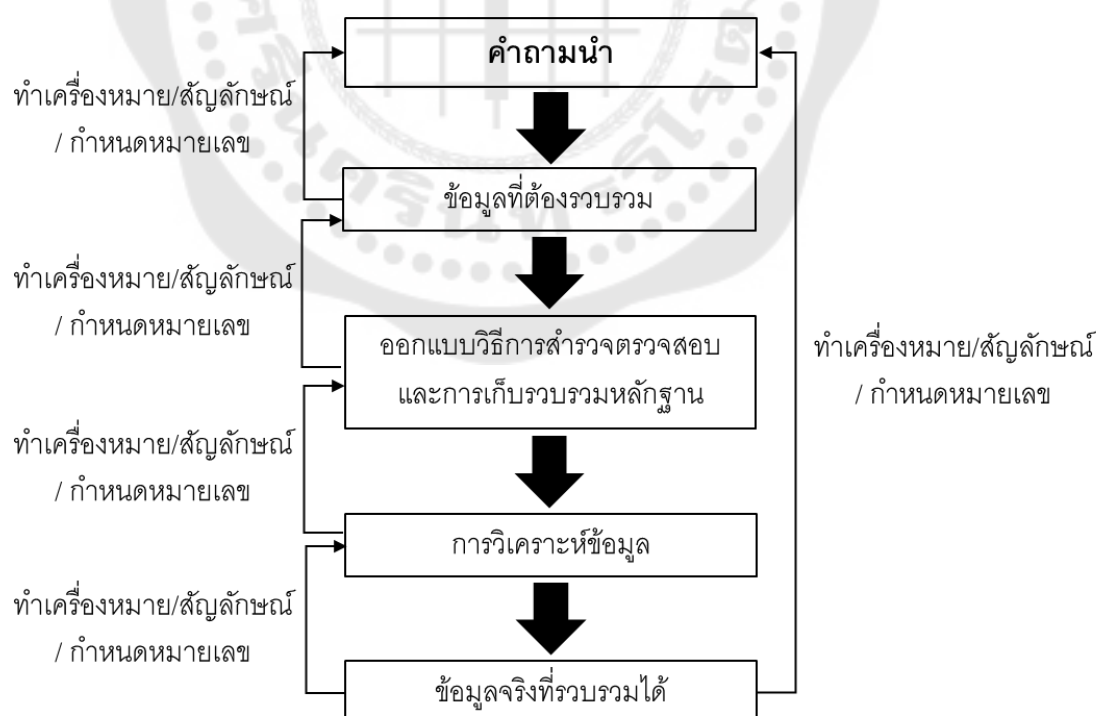
จากการตรวจรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลที่นักเรียนสามารถระบุได้ว่านักเรียนมีขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูลอย่างไร ดังภาพประกอบ 20

2. นักเรียนทำอะไรบ้าง และทำไมจึงทำเช่นนั้น
1. ดูข้อมูลการฝึกประวัติของฟุโง
2. รวบรวมข้อมูล - ลักษณะของและจุดประสงค์เลือด
- องค์ประกอบของเลือดแต่ละองค์ประกอบ
มีหน้าที่อย่างไร
- ข้อมูลจากการฝึกประวัติ
- หน้าที่ของตัวและน้ำ
เพราะ ดูลักษณะภาพผิดปกติของเซลล์ หน้าที่ และอาการของตัวและน้ำ
ภาพที่มองเห็นอย่างไร เพื่อพบสาเหตุต่าง ๆ ทำการสรุปโรคที่เกิดขึ้น
ตามปกติของฟุโงรายนี้

ภาพประกอบ 14 การเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ

สะท้อนความคิด จากกิจกรรมข้างต้นผู้วิจัยมีการปรับการทำใบกิจกรรมออกแบบการสำรวจตรวจสอบจากทำกิจกรรมพร้อมกันทั้งชั้นเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมด้วยตนเองในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ซึ่งแม้ว่าครูจะลดบทบาทของตนเองลงและให้นักเรียนได้ออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง โดยยังคงให้ผู้เรียนเขียนหมายเลขหรือทำเครื่องหมายในการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล วิธีการสำรวจข้อมูลข้อมูลจริงที่รวบรวมได้ ร่วมกับใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบความสอดคล้องของแต่ละประเด็นในใบกิจกรรมการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งจากการตรวจใบกิจกรรมพบว่านักเรียนระบุหลักฐานได้ครบถ้วนนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

สรุป ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง และตรวจสอบความสอดคล้องของหลักฐาน และขั้นตอนการศึกษา/การทดลอง เพื่อนำไปสู่การตอบคำถามนำ โดยระบุหลักฐานให้ถูกต้องและเฉพาะเจาะจง ตรวจสอบความสมบูรณ์ ถูกต้องของหลักฐานอย่างชัดเจน โดยใช้เทคนิคการเขียนลำดับเลขหรือการทำเครื่องหมาย ผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถเลือกหลักฐานได้ครบถ้วนสมบูรณ์สอดคล้องกับคำถามนำ โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวทางในการตรวจสอบความสมบูรณ์ ถูกต้องของหลักฐาน ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 15 แนวทางการตรวจสอบความสอดคล้องของหลักฐาน

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 3 การจัดประสบการณ์ที่เน้นให้ผู้เรียนเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการโต้แย้ง การประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เป็นผู้รวบรวมหลักฐานด้วยตนเองจะทำให้ นักเรียนได้ประเมินหลักฐานก่อนตัดสินใจเลือกหลักฐานเพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนจะได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วย ตนเองจากการสืบค้น การทดลอง การสำรวจ ทำให้นักเรียนได้หลักฐานที่มีความหลากหลาย โดย นักเรียนจะต้องประเมินหลักฐานว่าหลักฐานใดสามารถใช้ได้ หลักฐานใดใช้ไม่ได้ การตัดสินใจ เลือกหลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างแตกต่างกันจะทำให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างที่ แตกต่างกัน และนำไปสู่การมีส่วนร่วมในการโต้แย้งได้เนื่องจากนักเรียนมีหลักฐานและเหตุผลของ ตัวเองที่สามารถใช้หักล้างหรือโต้แย้งข้อสรุปของกลุ่มอื่น ๆ ได้ ซึ่งการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนได้ ข้อมูลที่หลากหลายและชัดเจนและนำไปสู่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ขึ้น

โดยผู้วิจัยค้นพบของแนวปฏิบัตินี้มาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กุ้งหรือปลาที่มี ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ค่าความดันและ อัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้น บันได 3 ชั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

แผน 1 กุ้งหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผน 1 กุ้งหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับ มนุษย์ ครูกระตุ้นด้วยคำถามที่เกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนเลือดของสิ่งมีชีวิต จากนั้นเสนอคำถาม นำที่ว่า “กุ้งหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์” และมอบหมายให้นักเรียน แต่ละกลุ่มได้ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อนรวบรวมข้อมูล และเนื่องจากเป็นครั้งแรกที่ นักเรียนที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่นักเรียน ต้องเป็นผู้ระบุข้อมูลและหลักฐานที่นำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถาม นำด้วยตนเอง ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจึงให้นักเรียนทำกิจกรรมในชั้นตอนนี้พร้อมกันทั้งชั้นเรียน แต่ยังพบว่านักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถระบุข้อมูลที่ใช้ตอบคำถามนำว่า “กุ้งหรือปลาที่มีระบบ หมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์” ครูจึงกระตุ้นด้วยคำถามและตอบคำถามนักเรียนกลุ่ม ย่อยแทนการทำกิจกรรมพร้อมกันทั้งชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ระบุเกี่ยวกับข้อมูลที่ต้องรวบรวม คือระบบหมุนเวียนเลือดมนุษย์ ระบบหมุนเวียนเลือดปลา และระบบหมุนเวียนเลือดกุ้ง

เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มสามารถระบุข้อมูลที่รวบรวมได้ครบถ้วน จากนั้นครูให้ นักเรียนเริ่มออกแบบแนวทางในการรวบรวมข้อมูลให้ครบถ้วนสอดคล้องกับข้อมูล/หลักฐานที่

นักเรียนระบุไว้ นักเรียนส่วนใหญ่ระบุว่าศึกษาจากตัวอย่างจริงของกุ้ง และปลา วาดภาพองค์ประกอบระบบหมุนเวียนเลือดของปลา โดยมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งใช้วิธีการถ่ายรูปและศึกษาจากรูป ซึ่งมีนักเรียนเพียงบางส่วนที่ระบุว่าสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดของปลากุ้ง ปลา และมนุษย์จากหนังสือเรียนหรือเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือ ระหว่างที่ผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยอธิบายเกี่ยวกับวิธีการในการรวบรวมข้อมูลว่าสอดคล้องกับข้อมูลที่นักเรียนระบุไว้ข้างตอนหรือไม่อย่างไร ระหว่างบทสนทนามีนักเรียนถามผู้วิจัยว่า

“เราต้องผ่าอย่างอย่างเดียวเลยไหมคะ” (นักเรียนกลุ่ม 2)

“แล้วนักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร การศึกษาตัวอย่างสิ่งมีชีวิตจริงจะทำให้เราได้ข้อมูลที่เรายืนยันไว้หรือไม่ ข้อมูลที่ 2 นักเรียนบอกว่าต้องทราบระบบหมุนเวียนเลือดของกุ้ง ขึ้นตอนไหนที่นักเรียนเขียนไว้ทำให้เรารู้เกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดของกุ้ง” (ครู)

“ผ่ากุ้งคะ ถ้าเราผ่าหน้าจะเห็นหัวใจ หลอดเลือด แล้วก็จะเอามาวาดรูปคะ แต่ไม่รู้ว่าจะเห็นหมดไหม” (นักเรียนกลุ่ม 1)

“ถ้าเราผ่าแล้วไม่เห็น นักเรียนจะอย่างไรต่อไป” (ครู)

“เสิชอินเทอร์เน็ตได้ไหม แล้วดูรูปว่ากุ้งมีระบบหมุนเวียนเลือดแบบไหน มีอวัยวะในระบบหมุนเวียนเลือดเป็นอะไรบ้าง แล้วก็เอามาวาด หนูไม่รู้ว่าจะเสิชได้เพราะเห็นมีกุ้งมาให้ คิดว่าต้องผ่าอย่างเดียว” (นักเรียนกลุ่มที่ 4)

“นักเรียนคนอื่นมีความคิดเห็นอย่างไร” (ครู)

“ได้คะ เพราะถ้าผ่าแล้วไม่เห็นอะไร ก็น่าจะตอบคำถามไม่ได้อยู่ดี” (นักเรียนกลุ่มที่ 4)

จากบทสนทนาสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการการเรียนรู้ในครั้งนี้นักเรียนต้องการให้ครูช่วยยืนยันความถูกต้องของข้อมูลที่นักเรียนต้องรวบรวมและวิธีการในการรวบรวมข้อมูล ซึ่งครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดถึงความสำคัญของหลักฐานนั้นว่าสามารถนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และเนื่องจากการกิจกรรมนี้เป็นการศึกษาจากตัวอย่างจริงของสิ่งมีชีวิตจริงทำให้ไม่สามารถใช้หลักฐานนี้การวาดแผนภาพแสดงระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดและแบบเปิดจากตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตได้แม้ว่าจะเห็นเส้นเลือดก็ตาม ดังนั้นนักเรียนจึงต้องสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม โดย นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียน เว็บไซต์ความรู้ของมหาวิทยาลัย เพจวิทยาศาสตร์ใน Facebook แม้ว่าจะสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายแต่ไม่พบความแตกต่างของหลักฐาน โดยนักเรียนสามารถวาดแผนภาพแสดงระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดของปลาและแบบเปิดของกุ้งได้จากการสืบค้นข้อมูล ดังภาพประกอบ 22

ตาราง 16 (ต่อ)

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	ร้อยละ (จำนวนคน)	หมายเหตุ
หลักฐาน (Evidence) (ต่อ)	0 (0)	หลักฐานที่พบส่วนใหญ่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องวิวัฒนาการ ซึ่งเป็นหลักฐานที่นอกเหนือจากองค์ประกอบของระบบหมุนเวียนเลือด ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกเลือกใช้หลักฐานให้สอดคล้องกับคำถามและสถานการณ์
การให้เหตุผล (Reasoning)	0 (0)	นักเรียนสามารถใช้แนวคิดว่าทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดและแบบเปิดได้แต่ยังขาดความครบถ้วนสมบูรณ์ของแนวคิดว่าทางวิทยาศาสตร์

สะท้อนความคิด ผู้วิจัยพบว่าแม้ว่านักเรียนจะได้รวบรวมหลักฐานด้วยตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทั้งจากการสำรวจตัวอย่างสิ่งมีชีวิตและการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่มีความหลากหลาย แต่เมื่อหลักฐานที่นำมาใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันจึงไม่พบการโต้แย้งและยังส่งผลต่อการคุณภาพของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แผน 2 ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น

กิจกรรมค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น ที่นักเรียนจะต้องเป็นผู้ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อรวบรวมข้อมูลหลักฐานด้วยตนเองเพื่อตอบคำถามนำ ดังนั้นการที่นักเรียนได้รวบรวมหลักฐานด้วยตนเอง ซึ่งแม้ว่านักเรียนจะสามารถระบุข้อกล่าวและเลือกใช้หลักฐานได้ มีนักเรียนส่วนน้อยที่สามารถใช้แนวคิดว่าทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผลได้ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เก็บรวบรวมหลักฐานด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการโต้แย้งและ

การประเมินหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถามนำเพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น ครูนำเข้าสู่บทเรียนและเสนอคำถามนำที่ว่า “ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น” และมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจึงให้นักเรียนทำกิจกรรมในชั้นตอนนี้พร้อมกันทั้งชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจประเด็นที่นักเรียนต้องระบุในใบกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ โดยที่ปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง โดยนักเรียนส่วนใหญ่ระบุ ต้องทราบ 1) ความดันเลือดหลังจากวิ่งขึ้นบันได และหลังจากนั่งพัก 10-15 นาที 2) อัตราการเต้นของหัวใจหลังจากวิ่งขึ้นบันได และหลังจากนั่งพัก 10-15 นาที โดยมีนักเรียนแสดงความคิดว่าเราจำเป็นต้องวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น เพื่อวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือดตามที่สถานการณ์กำหนดหรือไม่ จึงนำมาสู่การสนทนาเกี่ยวกับแนวทางในการรวบรวมข้อมูลหลักฐานเพื่อนำหลักฐานมาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างและตอบคำถามนำของสถานการณ์ ซึ่งแม้ว่ารูปแบบการเขียนแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะแตกต่างกัน แต่พบว่าลำดับในการรวบรวมข้อมูลไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ การวัดค่าความดันและอัตราการเต้นหลังจากทำกิจกรรม (เดิน วิ่ง กระโดดตบ เพื่อเลียนแบบสถานการณ์ที่กำหนด) จากนั้นนั่งพัก 10-15 นาที จากนั้นวัดค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจอีกครั้ง จดบันทึก และเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจและค่าความดัน เพื่อตอบคำถามนำ

หลักจากนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำการเก็บหลักฐานจากแหล่งต่าง ๆ ตามที่วางแผนและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มและนำมาโต้แย้งกัน พบว่ามีความแตกต่างของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการประเมินและเลือกใช้หลักฐานที่แตกต่างกัน ดังตัวอย่างบทสนทนา

“ไม่น่าใช่ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้อง เพราะหลังจากนั่งพักความดันเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจควรลดลง แต่ทำไมตอบว่าสูงขึ้น” ซึ่งนักเรียนที่ทำหน้าที่วิพากษ์คนอื่น ๆ ให้ความคิดเห็นไปในทางเดียวกัน คือ ความดันเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจควรลดลง” (นักเรียนคนที่ 5)

“วัดความดันหลังจากเดินขึ้นบันไดทันที และหลังจากนั่งพักเป็นครั้งที่ 1 และ 2 ได้ค่าตามตาราง” นักเรียนคนที่ 11(หน้าพินาเสนอ)

“ตารางนักเรียนระบุว่าครั้งที่ 1 หลังวิ่งทันที ตัวเลขสูงกว่า ครั้งที่ 2 หลังวิ่ง 10 นาที ตัวเลขต่ำกว่า ทำไมไม่ตอบลดลง” (นักเรียนคนที่ 4)

จากกิจกรรมการโต้แย้งแสดงให้เห็นว่านักเรียนพยายามใช้หลักฐานที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยนักเรียนที่มีการเลือกใช้หลักฐานไม่ถูกต้องได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ใหม่ที่สอดคล้องกับหลักฐานที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

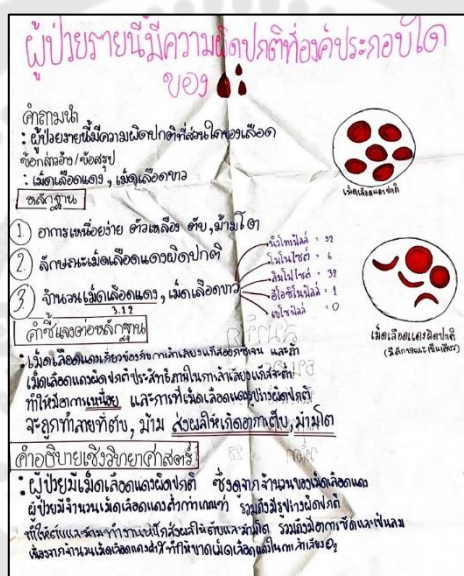
แม้ว่านักเรียนจะสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม แต่เมื่อตรวจการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เขียนในรายงานการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลพบว่ายังคงพบปัญหาในการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีนักเรียนเพียง 34 คน (ร้อยละ 85) ที่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ และเลือกใช้หลักฐานได้ถูกต้องและเหมาะสม 4 คน (ร้อยละ 10) และสามารถให้เหตุผลได้ครบถ้วนสมบูรณ์ 1 คน (ร้อยละ 2.5)

สะท้อนความคิด กิจกรรมค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น ได้มีการปรับปรุงจากกิจกรรมการเรียนรู้ 1 ที่นักเรียนได้ศึกษาตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตและการสืบค้นข้อมูล เป็นการทดลองและการสืบค้นข้อมูล ทำให้มีความหลากหลายของข้อมูลมากขึ้นเนื่องจากนักเรียนได้เป็นผู้วัดความดันและอัตราการเต้นของหัวใจด้วยตนเอง จากนั้นประเมินหลักฐานเพื่อลงข้อสรุปและสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่นำไปสู่ประเด็นการโต้แย้ง และปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพมากขึ้น ดังนั้นในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 ได้จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานด้วยตนเองและบรรยากาศที่เอื้อต่อการโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ

แผน 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด นักเรียนจะได้หาหลักฐานจากข้อมูลประวัติคนไข้ และผลการตรวจเลือดของผู้ป่วย ซึ่งเป็นหลักฐานที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้ และสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหน้าที่และองค์ประกอบของเลือดจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้เลือกใช้หลักฐานที่ได้จากการ

รวบรวมข้อมูลด้วยตนเองมาใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนรวบรวมข้อมูลหลักฐานเพื่อตอบคำถามนำโดยใช้ผลการการตรวจเลือด และสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหน้าที่และองค์ประกอบของเลือดจากการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย โดยพบว่านักเรียนกลุ่ม 1,2,3,4,5,7 ระบุนหลักฐานอย่างชัดเจนว่ามีหลักฐานทั้งหมด 3 หลักฐาน ได้แก่ หลักฐานที่ 1 ผลการซักประวัติที่ผู้ป่วยมีอาการซีด ตัวเหลือง ตับและม้ามโต หลักฐานที่ 2 คือจากภาพการตรวจเลือดพบรูปร่างของเม็ดเลือดแดงผิดปกติ และหลักฐานที่ 3 คือ จำนวนเม็ดเลือดแดงและฮีโมโกลบินต่ำกว่าเกณฑ์ ในขณะที่นักเรียนในกลุ่มที่ 6 กล่าวถึงหลักฐานเลือกใช้คือ หลักฐานที่ 1 อาการเหนื่อยง่าย ตัวเหลือง ตับ และม้ามโต หลักฐานที่ 2 ลักษณะเม็ดเลือดแดงผิดปกติ หลักฐานที่ 3 จำนวนเม็ดเลือดแดงและจำนวนเม็ดเลือดขาว ดังภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 17 การสร้างข้อโต้แย้งและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมที่ 3

จากข้อมูลหลักฐานที่ไม่ตรงกัน นำไปสู่การลงข้อสรุปที่ไม่ตรงกัน โดยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกใช้หลักฐานได้ถูกต้องสามารถระบุได้ว่า ผู้ป่วยมีความผิดปกติที่เม็ดเลือดแดง เนื่องจากมีรูปร่างเม็ดเลือดแดงผิดปกติ มีจำนวนเม็ดเลือดแดงต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ ดังตัวอย่าง

“เม็ดเลือดแดง (ข้อกล่าวอ้าง) จากภาพตัวอย่างเม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยมีเม็ดเลือดแดงรูปเดียว และมีจำนวนเม็ดเลือดแดงและปริมาณฮีโมโกลบินต่ำกว่าเกณฑ์ (หลักฐาน) เกิดความผิดปกติในการสร้างฮีโมโกลบิน ส่งผลให้รูปร่างเม็ดเลือดแดงผิดปกติ และจะถูกทำลายที่ตับและม้าม (การให้เหตุผล) ทำให้มีอาการซีด ตัวเหลือง ตับและม้ามโตร่วมด้วย (หลักฐาน)”

คำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 5 จากใบกิจกรรมการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ยังพบว่ามีกลุ่มนักเรียนที่เลือกใช้หลักฐานไม่ถูกต้อง โดยระบุว่า นอกเหนือจากอาการของผู้ป่วย รูปร่างและจำนวนของเม็ดเลือดแดงแล้ว ยังมีจำนวนของเม็ดเลือดขาวสูง จากการให้ข้อมูลของนักเรียนพบว่าจากตารางผลการตรวจเลือดมีเม็ดเลือดขาวนิวโทรฟิลล์ 52 เปอร์เซ็นต์ เม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ 32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเม็ดเลือดขาวชนิดอื่นๆ จึงระบุว่าเม็ดเลือดขาวผิดปกติด้วย แสดงให้เห็นถึงการเลือกใช้หลักฐานของนักเรียนที่แตกต่างกัน

สะท้อน กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการสืบค้นข้อมูล และการใช้ข้อมูลทุติยภูมิ มีโอกาสที่นักเรียนจะเลือกใช้ข้อมูลที่แตกต่างกัน และนำมาสู่การลงข้อสรุปและสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

แผน 4 ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง

กิจกรรมใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องการให้และรับเลือด นักเรียนจะได้หาหลักฐานจากการทดลองเพื่อหาหมู่เลือดของผู้ป่วยและผู้บริจาคโดยใช้ชุดตรวจเลือด และการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหลักการให้และรับเลือด จากนั้นนักเรียนจะต้องวิเคราะห์หลักฐานเพื่อนำไปใช้ในการลงข้อสรุปเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ลักษณะของชุดตรวจจะประกอบด้วยเลือดของผู้ป่วย 1 หลอด และเลือดของผู้ประสงค์บริจาคเลือดแอนติบอดี A แอนติบอดี B และแอนติบอดี Rh ซึ่งเป็นสารทดสอบการตกตะกอนของเลือด ซึ่งนักเรียนจะต้องทดสอบหมู่เลือดและระบุหมู่เลือดของผู้ป่วยและผู้บริจาค จากการตกตะกอนของเลือด และระบุว่าผู้ป่วยสามารถรับบริจาคเลือดจากใครได้บ้าง ซึ่งนักเรียนจะได้รวบรวมหลักฐานผ่านการทดลองและการสืบค้นด้วยตนเอง

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง การตรวจสอบหมู่เลือดโดยใช้อุปกรณ์สาริต ที่นักเรียนจำต้องหยดเลือดของผู้ป่วยและเลือดของผู้ประสงค์บริจาคจากนั้นหยด แอนติบอดี A แอนติบอดี B และแอนติบอดี Rh และสังเกตการตกตะกอน เพื่อเป็นหลักฐานและนำไปสู่การลงข้อสรุปว่าผู้ป่วยมีหมู่เลือดอะไร และสามารถรับบริจาคเลือดจากใครได้บ้าง เนื่องจากการทดสอบหมู่เลือดเป็นการสังเกตการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารทดสอบ และเลือดตัวอย่าง พบการลงข้อสรุปที่คลาดเคลื่อนจากการทดลองดังกล่าว โดยที่การสืบค้นหลักการให้และรับเลือดไม่มีความแตกต่างกันเนื่องจากเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

จากการทำกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำการทดสอบหมู่เลือดพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ระบุหลักฐานได้ถูกต้องครบถ้วน โดยมีนักเรียนที่ไม่สามารถระบุหลักฐานได้ซึ่งเกิดจากนักเรียนไม่ทราบว่าการทดสอบใดเรียกว่าเลือดตกตะกอน และพบการลงข้อสรุปที่คลาดเคลื่อนที่เกิดจากการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนในการสรุปหมู่เลือดของผู้บริจาคและผู้รับบริจาค นำไปสู่การลงข้อสรุปที่คลาดเคลื่อนดังตัวอย่าง

“จากการทดลอง ผู้ป่วยรับเลือดได้จากผู้บริจาคคนที่ 2,3,4,5 เพราะผู้ป่วยมีหมู่เลือด B สามารถรับบริจาคเลือดจากคนหมู่เลือด B และ O ได้ จากการสืบค้นข้อมูล ผู้ที่มีหมู่เลือด B⁺ สสสามารถรับบริจาคเลือดจากกลุ่ม B⁻ หรือ O⁻ เนื่องจาก Antigen ของผู้ให้ไม่ตรงกับ Antibody ของผู้รับ เลือดจะไม่ตกตะกอน”

ในขณะที่กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ได้ข้อสรุปคล้ายกัน โดยระบุว่า “ผู้บริจาคหมายเลข 3 และ 4 สามารถบริจาคให้แก่ผู้ป่วยได้ (ข้อกล่าวอ้าง) เนื่องจากเลือดจากเลือดผู้ป่วยตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย Antibody B และ Antibody D แต่ไม่ตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย Antibody A ผู้ป่วยมีแอนติเจน B และ D เป็นหมู่เลือด B Rh⁺ (หลักฐาน) ผู้บริจาคหมายเลข 1 หมู่เลือด A Rh⁺, ผู้บริจาคหมายเลข 2 หมู่เลือด AB Rh⁺, ผู้บริจาคหมายเลข 3 หมู่เลือด O Rh⁻, ผู้บริจาคหมายเลข 4 หมู่เลือด B Rh⁺ และผู้บริจาคหมายเลข 5 หมู่เลือด AB Rh⁻ (หลักฐาน) ผู้ป่วยจะมีแอนติบอดี A (หลักฐาน) โดยจะสามารถรับบริจาคเลือดจากคนที่ไม่มีแอนติเจน A ได้คนหมู่เลือด Rh⁺ สามารถรับบริจาคเลือดได้จากทั้งหมู่เลือด Rh⁺ และ Rh⁻ (หลักฐาน) หลักการให้และรับเลือดชนิดของแอนติเจนผู้บริจาคจะต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับบริจาค ซึ่งหากแอนติเจนของผู้ให้ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับจะทำให้เลือดตกตะกอน ดังนั้นจะมีเพียงผู้บริจาคหมายเลข 3 และ 4 ที่สามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยได้เนื่องจากผู้ป่วยมีหมู่เลือด O และ B ตามลำดับ ซึ่งไม่มีแอนติเจน A บนผิวของเม็ดเลือดแดง (การให้เหตุผล)”

จากการลงข้อสรุปที่แตกต่างกันนำไปสู่การโต้แย้งโดยที่นักเรียนพยายามแสดงให้เห็นว่านักเรียนใช้หลักฐานใดในการลงข้อสรุปของคำถาม ดังตัวอย่างการสนทนาของนักเรียนในระหว่างกิจกรรมการโต้แย้ง

“ตกตะกอนใน Anti-B และ Anti-D หมู่เลือด B Rh⁺” นักเรียนกลุ่ม 3

“การตกตะกอน ถ้าตกตะกอนใน Antibody อะไรแสดงว่าเลือดตัวอย่างมี Antigen นั้น เพราะปกติถ้า Antigen กับ Antibody ตรงกัน เลือดจะจับกันตกตะกอน” นักเรียนกลุ่ม 5

“ตอนนี้ไม่แน่ใจว่าตัวเองถูกไหมเพราะคำตอบไม่ตรงกับเพื่อน แต่เค้าจะรับเลือดได้จากคนหมู่เลือด B และ หมู่เลือด O ทั้ง Rh+ และ Rh- เพราะเลือด 2 คนนี้ไม่มีแอนติเจน A ไม่งั้นเลือดจะจับกับแอนติบอดี A ในเลือดของผู้ป่วย เสียชีวิตได้” นักเรียนกลุ่ม 7

จากตัวอย่างนักเรียนมีการโต้แย้งโดยบนพื้นฐานของหลักฐานที่ตนเองมี แม้จะใช้วิธีการทดลองเดียวกันแต่ความผิดพลาดของการเก็บข้อมูลที่ทำให้เกิดข้อสรุปที่ต่างกันจึงทำให้ได้ข้อสรุปที่แตกต่างกันได้ กิจกรรมโต้แย้งนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพโดยนักเรียนปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมกลุ่ม และสะท้อนจากการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลที่พบว่า มีนักเรียน 40 คน (ร้อยละ 100) ที่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ และเลือกใช้หลักฐานได้ถูกต้องและเหมาะสม 19 คน (ร้อยละ 47.5) และสามารถให้เหตุผลได้ครบถ้วนสมบูรณ์ 14 คน (ร้อยละ 35) ตาราง 21

ตาราง 21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่ระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวน (ร้อยละ)	หมายเหตุ
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	40 (100)	ระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง
หลักฐาน (Evidence)	19 (47.5)	หลักฐานเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและหน้าที่ของเลือด แต่ยังคงขาดความครบถ้วนของหลักฐาน
การให้เหตุผล (Reasoning)	14 (35)	สามารถให้เหตุผลที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเม็ดเลือดแดง จำนวนเม็ดเลือดแดงได้ แต่ยังขาดหน้าที่ของตับและม้าม และสาเหตุของอาการตับและม้ามโต

สะท้อนความคิด กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองจากการทดสอบหมู่เลือดโดยใช้ชุดสไลด์ทำให้นักเรียนได้วิเคราะห์หลักฐานโดยการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่าควรใช้หลักฐานใด จากการสังเกตการตกตะกอนของเลือดเพื่อระบุหมู่เลือด ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์ ความชำนาญ ประกอบกับความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในการสรุปผล หากนักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการทดสอบหมู่เลือด อาจนำไปสู่การลงข้อสรุปที่คลาดเคลื่อน แต่ผลดีที่ได้คือจะมีการโต้แย้งกันระหว่างผู้เรียนตามหลักฐานที่ตนเองมี ซึ่งการโต้แย้งช่วยให้แต่ละคนเห็นความบกพร่องในคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเอง

สรุป ผลจากการสอนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง โดยการออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้รวบรวมข้อมูลด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการสำรวจตัวอย่างจริงของสิ่งมีชีวิต การทดลองเพื่อเปรียบเทียบความดันและอัตราการเต้นของหัวใจ การทดสอบหมู่เลือด และกรสืบค้นข้อมูล นำมาสู่การเลือกใช้หลักฐานในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่ตรงกันทำให้เกิดการโต้แย้งเพื่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพได้

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 4 ครูกระตุ้นให้มีการประเมินรายงานโดยเพื่อนอย่างสม่ำเสมอ และเน้นให้เห็นความสำคัญของการให้ข้อเสนอแนะ

การประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนเป็นหนึ่งในขั้นตอนที่มีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ที่นอกจากจะทำให้ทราบว่าผู้เขียนรายงานเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และกระบวนการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่ ยังสะท้อนถึงความเข้าใจของผู้ประเมินเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วย

แม้จะมีแบบประเมินการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนที่ผู้วิจัยพัฒนาและปรับปรุงขึ้นเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยนำไปสู่การปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ในการทำแบบประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้นักเรียนทำแบบประเมินในแต่ละประเด็นโดยการประเมินตามสภาพจริงพร้อมให้ข้อเสนอแนะได้นั้น นักเรียนจะต้องเข้าใจประเด็นการประเมินต่อละข้อก่อนการประเมินและต้องได้รับการกระตุ้นโดยครูอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสำคัญของการประเมินแบบรายงานการสำรวจตรวจสอบ

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ขอค้นพบของแนวปฏิบัตินี้มาจาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กุ้งหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กุ้งหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กุ้งหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์ หลังจากที่นักเรียนเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลในกิจกรรมกุ้งหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูชี้แจงให้นักเรียน

อ่านแบบประเมินและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง โดยพบว่านักเรียนพยายามอ่านรายการประเมินและพยายามประเมินรายงาน โดยไม่พบการเขียนข้อเสนอแนะลงในแบบประเมิน ซึ่งจากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการทำแบบประเมินการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนให้ข้อมูลแสดงดังบทสัมภาษณ์

“ตอนที่เดินดูของเพื่อนถามไปแล้ว หนูเข้าใจของเพื่อนแล้ว” (นักเรียนคนที่ 6)

“ไม่รู้จะเขียนอะไร ยังไม่ค่อยเข้าใจ” (นักเรียนคนที่ 2)

“หนูยังไม่รู้เลยว่าคำตอบที่ถูกคืออะไร ครูไม่บอกว่าถูกไหม” (นักเรียนคนที่ 8)

จากการตรวจสอบผลการประเมินโดยเพื่อนหลังจากที่นักเรียนส่งผลการประเมินคืนครู พบว่านักเรียนประเมินการเขียนรายงานให้เพื่อนโดยทำเครื่องหมายลงในช่อง “ใช่” ในทุกประเด็น จากการสอบถามพบว่านักเรียนระบุว่า

“เลือกใช่ เพราะเพื่อนมี แต่บางข้อก็ไม่แน่ใจว่าถามอะไร” (นักเรียนคนที่ 14)

สะท้อนความคิด จากกิจกรรมข้างต้นที่ครูให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจประเด็นการประเมินและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองพบว่านักเรียนบางส่วนประเมินผลไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงของรายงาน โดยนักเรียนประเมินผล “ใช่” แม้ว่าจะไม่พบประเด็นนั้นในรายงาน ครูวางแผนที่จะอธิบายรายการประเมินในแต่ละข้อและจึงชี้แจงเพิ่มเติมว่าให้นักเรียนพิจารณาการเขียนของรายงานเพื่อนและเกณฑ์การให้คะแนนในรายประเด็นอย่างถี่ถ้วน และประเมินตามความเป็นจริงในกิจกรรมถัดไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กุ้งหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนไม่สอดคล้องกับสิ่งที่พบในรายงานของเพื่อน รวมทั้งไม่พบการให้ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงรายงานและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในขั้นการตรวจสอบโดยกลุ่มเพื่อนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ครูแจ้งวัตถุประสงค์ในการประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบก่อนเริ่มการประเมินรายงาน จากนั้นชี้แจงเกณฑ์การประเมินรายข้อพร้อมกับให้นักเรียนประเมินผลการเขียนรายงานพร้อมกันทั้งชั้นเรียนจนครบทุกข้อ และเน้นให้นักเรียนเขียนข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์แก่เพื่อนในการปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น

จากการพิจารณาผลการประเมินรายงาน พบว่านักเรียนประเมินสอดคล้องกับสิ่งที่ปรากฏในรายงาน กล่าวคือ หากไม่พบข้อมูลในประเด็นใดของรายงานนักเรียนทำเครื่องหมายลงในช่อง “ไม่ใช่” และทำเครื่องหมายลงในช่อง “ใช่” ลงในแบบประเมินการตรวจสอบเมื่อพบประเด็นดังกล่าวในรายงาน พบการให้ข้อเสนอแนะ เช่น เพิ่มข้อมูล เขียนวิธีการศึกษาเพิ่มเติม ซึ่งเป็นการเขียนข้อเสนอแบบทั่วไป ดังภาพประกอบที่ 22

ส่วนที่ 3 การได้แจ้ง	การประเมินโดยเพื่อน			การประเมินของครู		
3.1 ผู้เขียนได้แสดงคำอธิบายที่ชัดเจนและเพียงพอในการตอบประเด็นคำถามหรือสถานการณ์หรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☒ ใช่	0	1	2
3.2 คำอธิบายข้อกล่าวอ้างของผู้เขียนสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับผลการสำรวจตรวจสอบหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☒ ใช่	0	1	2
3.3 ผู้เขียนใช้หลักฐานหรือข้อมูลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☒ ใช่	0	1	2
3.4 ผู้เขียนมีหลักฐานเพียงพอในการสนับสนุนคำอธิบายของข้อกล่าวอ้างหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☒ ใช่	0	1	2
3.5 หลักฐานของผู้เขียนมีความน่าเชื่อถือ ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☒ ใช่	0	1	2
3.6 คำอธิบายของผู้เขียนเหมาะสมและเพียงพอหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☒ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
3.7 คำอธิบายของผู้เขียนสอดคล้องกับข้อมูลการวิพากษ์ในชั้นเรียนหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☒ ใช่	0	1	2
3.8 ผู้เขียนได้แสดงข้อความเชิงลบหรือไม่เหมาะสมหรือไม่	☒ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
ผู้ประเมิน : ประเมิน “ไม่ใช่” หรือ “บางส่วน” ให้อธิบายว่าผู้เขียนรายงานควรปรับปรุงรายงานส่วนนี้อย่างไร คำอธิบายของผู้ประเมิน ควรเขียนด้วยปากกาสีน้ำเงิน	ผู้เขียนรายงาน : ผู้เขียนอธิบายว่าการปรับปรุงรายงานส่วนนี้อย่างไรและมีส่วนใดของรายงานที่ได้รับข้อเสนอแนะแต่ผู้เขียนตัดสินใจไม่แก้ไข					

ภาพประกอบ 18 การประเมินรายการงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนในใบกิจกรรมที่ 2

สะท้อนความคิด จากการดำเนินกิจกรรมที่ผู้วิจัยในฐานะครูได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบก่อนเริ่มกระบวนการประเมิน พร้อมทั้งอธิบายเกณฑ์การประเมินในแต่ละข้ออย่างชัดเจนให้นักเรียนรับทราบ และให้นักเรียนประเมินรายการงานการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พร้อมกันทั้งชั้นเรียนจนครบทุกข้อ พร้อมเขียนข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการปรับปรุงผลงานของเพื่อน พบว่า นักเรียนสามารถประเมินได้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ปรากฏในรายงาน โดยข้อเสนอแนะส่วนใหญ่เป็นไปในลักษณะภาพรวม เช่น การเสนอให้เพิ่มเติมข้อมูลหรือปรับปรุงหลักฐานที่ใช้ในการอธิบาย ทั้งนี้ นักเรียนยังขาดการให้ข้อเสนอแนะที่มีความ

เฉพาะเจาะจง จึงควรได้รับการส่งเสริมให้สามารถเขียนข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น พบว่านักเรียนให้ข้อเสนอแนะแบบภาพรวมไม่เจาะจงประเด็นที่ต้องการให้ผู้เขียนรายงานปรับปรุงหรือแก้ไข แต่สามารถประเมินประเด็นต่างๆ ได้สอดคล้องกับการเขียนรายงาน ดังนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เพื่อให้ให้นักเรียนประเมินรายงานและให้ข้อเสนอแนะแบบเจาะจงประเด็นมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบก่อนเริ่มกระบวนการประเมิน พร้อมทั้งอธิบายเกณฑ์การประเมินในแต่ละข้ออย่างชัดเจนให้นักเรียนรับทราบ และให้นักเรียนประเมินรายงานการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พร้อมกันทั้งชั้นเรียนจนครบทุกข้อ พร้อมเขียนข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการปรับปรุงผลงานของเพื่อน อย่างละเอียดว่าควรปรับปรุงรายงานในประเด็นใด แต่หากพิจารณาแล้วว่ารายงานครบถ้วนในทุกประเด็นนักเรียนสามารถไม่ระบุข้อเสนอแนะได้

จากการวิเคราะห์แบบประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบที่ประเมินโดยเพื่อนพบว่า นักเรียนมีการให้ข้อเสนอแนะอย่างเจาะจงในแต่ละประเด็น ดังภาพประกอบ 25

ผู้เขียนรายงาน	ผู้เขียน : ผู้ประเมินประเมินครั้งที่ 1	1	2	3	4	5
ผู้ประเมิน : 25/5	ผู้ประเมิน : 25/5	ผู้ประเมิน : 25/5	ผู้ประเมิน : 25/5	ผู้ประเมิน : 25/5	ผู้ประเมิน : 25/5	ผู้ประเมิน : 25/5
ผู้ประเมิน : (ชื่อ)	ผู้ประเมิน : (ชื่อ)	ผู้ประเมิน : (ชื่อ)	ผู้ประเมิน : (ชื่อ)	ผู้ประเมิน : (ชื่อ)	ผู้ประเมิน : (ชื่อ)	ผู้ประเมิน : (ชื่อ)
รายการประเมิน	ความดีของข้อเขียน	การประเมินโดยเพื่อน	การประเมินโดยครู			
ส่วนที่ 1 เนื้อหา						
1.1 ผู้เขียนได้อธิบายหัวข้อหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องหรือไม่	☐ ไม่	☒ บางส่วน	☐ ไม่	0	1	2
1.2 ผู้เขียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบค่าที่เกี่ยวข้องหรือไม่	☐ ไม่	☐ บางส่วน	☒ ไม่	0	1	2
1.3 ผู้เขียนได้อธิบายวิธีการสำรวจตรวจสอบว่าน่าเชื่อถือหรือไม่	☐ ไม่	☐ บางส่วน	☒ ไม่	0	1	2
ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง
ส่วนที่ 2 การสำรวจตรวจสอบ						
2.1 ผู้เขียนได้ใช้วิธีการที่ถูกต้องหรือไม่	☐ ไม่	☒ บางส่วน	☐ ไม่	0	1	2
2.2 ผู้เขียนได้ใช้วิธีการที่ถูกต้องในการสำรวจตรวจสอบหรือไม่	☐ ไม่	☐ บางส่วน	☒ ไม่	0	1	2
ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง
ส่วนที่ 3 การโต้แย้ง						
3.1 ผู้เขียนได้แสดงคำอธิบายที่ชัดเจนและเพียงพอในการตอบคำถามหรือข้อสงสัยหรือไม่	☐ ไม่	☐ บางส่วน	☒ ไม่	0	1	2
3.2 คำอธิบายของข้อมูลที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับทิศทางของข้อมูลหรือไม่	☐ ไม่	☐ บางส่วน	☒ ไม่	0	1	2
3.3 ผู้เขียนได้ใช้ภาษาที่ชัดเจนในการสนับสนุนข้อโต้แย้งหรือไม่	☐ ไม่	☐ บางส่วน	☒ ไม่	0	1	2
3.4 ผู้เขียนได้ใช้ภาษาที่ชัดเจนในการสนับสนุนข้อโต้แย้งหรือไม่	☐ ไม่	☐ บางส่วน	☒ ไม่	0	1	2
3.5 ผู้เขียนได้ใช้ภาษาที่ชัดเจนในการสนับสนุนข้อโต้แย้งหรือไม่	☐ ไม่	☐ บางส่วน	☒ ไม่	0	1	2
3.6 คำอธิบายของข้อมูลที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับทิศทางของข้อมูลหรือไม่	☐ ไม่	☐ บางส่วน	☒ ไม่	0	1	2
3.7 คำอธิบายของข้อมูลที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับทิศทางของข้อมูลหรือไม่	☐ ไม่	☐ บางส่วน	☒ ไม่	0	1	2
3.8 ผู้เขียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่โต้แย้งหรือไม่	☐ ไม่	☐ บางส่วน	☒ ไม่	0	1	2
ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง	ผู้เขียน : ประเด็น "ไม่" หรือ "บางส่วน" ไม่อธิบายผู้เขียนควรปรับปรุงรายงานส่วนใดบ้าง

ภาพประกอบ 19 การประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนในกิจกรรมที่ 3

สะท้อนความคิด จากการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยกระตุ้นการประเมินโดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบก่อนเริ่มกระบวนการประเมิน พร้อมทั้งอธิบายเกณฑ์การประเมินในแต่ละข้ออย่างชัดเจนให้นักเรียนรับทราบ และให้นักเรียนประเมินรายงานการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พร้อมกันทั้งชั้นเรียนจนครบทุกข้อ เป็นผลให้นักเรียนประเมินผลตามความเป็นจริงและให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการเขียนรายงานและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนมากยิ่งขึ้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง

สิ่งที่ปฏิบัติจริงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง จากในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด ที่นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้ประเมินรายงานและให้เขียนข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงรายงาน พบว่านักเรียนนักเรียนสามารถประเมินรายงานของเพื่อนได้ครบทุประเด็นและสามารถให้ข้อเสนอแนะได้อย่างจำเพาะเจาะจง ดังนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ครูจึงสอบถามว่านักเรียนต้องการให้ครูอธิบายเกณฑ์แต่ละข้อเหมือนกิจกรรมก่อนหน้านี้หรือไม่ ซึ่งให้ข้อสรุปว่าสามารถประเมินเองได้หากมีข้อสงสัยจะยกมือโดยครูชี้แจงว่าประเมินครั้งนี้ต้องเขียนข้อเสนอแนะให้เพื่อนด้วย แต่อาจไม่เขียนข้อเสนอแนะได้หากนักเรียนพิจารณาแล้วว่าเพื่อนเขียนครบถ้วนตาม ผลการประเมินค่อนข้างสอดคล้องกับความจริง การให้ข้อเสนอแนะเป็นการเขียนแบบภาพรวม เช่น ข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง ต้องทดสอบหมู่เลือดใหม่ หมู่เลือดผู้บริจาคหมายเลข 2 ไม่ถูก โดยไม่พบการให้ข้อเสนอแนะในการประเมินรายงานที่นักเรียนประเมินว่าไม่พบประเด็นดังกล่าว แม้ว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนหน้านี้ นักเรียนสามารถให้ข้อเสนอแนะแบบเจาะจงได้

สะท้อนความคิด จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนประเมินการเขียนรายงานและให้ข้อเสนอแนะด้วยตนเองที่ครูลดบทบาทในการอธิบายรายประเด็นลงพบว่ายังคงประเมินรายงานตามสภาพจริงได้ แต่พบการให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรายงานและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ลดลง

สรุป ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนมีการประเมินรายงานของเพื่อนอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะการตระหนักถึงความสำคัญของการให้ข้อเสนอแนะ แม้นักเรียนจะมีความเข้าใจในเกณฑ์การประเมินการเขียนรายงานและสามารถประเมินได้อย่างสอดคล้องกับข้อเท็จจริง แต่หากขาดการกระตุ้นให้นักเรียนเขียนข้อเสนอแนะ จะพบว่าจำนวนข้อเสนอแนะที่นักเรียนให้มีแนวโน้มลดลง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความสามารถและพัฒนาการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง และศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย 1) ขั้นตอนแผน 2) ขั้นตอนปฏิบัติ 3) ขั้นตอนสังเกต และ 4) ขั้นตอนสะท้อนผล จำนวน 4 วงรอบได้แก่ วงรอบที่ 1 กุ้งหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์ วงรอบที่ 2 ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอย่างไรวงรอบที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด วงรอบที่ 4 ใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง

กลุ่มที่ศึกษา คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนหญิงล้วนในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน ปีการศึกษา 2567 ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งจำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 4 สัปดาห์ รวม 16 ชั่วโมง
2. แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด
3. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งอยู่ในระดับดีขึ้น โดยให้วิเคราะห์จากการตรวจให้คะแนนการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดการเรียนรู้และใช้สถิติพื้นฐานเพื่อจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และหาร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ และข้อ 2 ที่ว่าจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมากคิดเป็นร้อยละ 60 ขึ้นไป โดยใช้สถิติพื้นฐานเพื่อจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และหาร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลจากบันทึกหลัง

แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์นักเรียน ใบกิจกรรม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและสรุปเป็นแนวปฏิบัติที่ดีในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง หลังจากได้ผลการดำเนินงานแล้วสามารถสรุปผลการดำเนินงาน โดยแบ่งหัวข้อได้ ดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

1. ผลการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง นักเรียนร้อยละ 90 มีความสามารถในระดับดีขึ้น

2. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยพบแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ 4 แนวปฏิบัติที่ดี ได้แก่ แนวปฏิบัติที่ดีที่ 1 จัดกลุ่มโดยความสามารถที่ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถในระดับปรับปรุงร่วมกับนักเรียนที่มีความสามารถในระดับดีมากหรือระดับดี ที่มีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แนวปฏิบัติที่ดีที่ 2 ตรวจสอบความสอดคล้องของหลักฐาน และขั้นตอนการศึกษา/การทดลอง เพื่อนำไปสู่การตอบคำถามนำ โดยระบุหลักฐานให้ถูกต้องและเฉพาะเจาะจง ตรวจสอบความสมบูรณ์ ถูกต้องของหลักฐานอย่างชัดเจน แนวปฏิบัติที่ดีที่ 3 การจัดประสบการณ์ที่เน้นให้ผู้เรียนเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการโต้แย้ง การประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ แนวปฏิบัติที่ดีที่ 4 ครูกระตุ้นให้มีการประเมินรายงานโดยเพื่อนอย่างสม่ำเสมอ และเน้นให้เห็นความสำคัญของการให้ข้อเสนอแนะ

2. อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

ผลการวิจัยพบว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ภาพรวมในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จัดอยู่ในระดับดีขึ้น (ร้อยละ 90) เนื่องจากลักษณะของกิจกรรมการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดย กลวิธีโต้แย้ง มีขั้นตอนที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้หาหลักฐานและ ออกแบบวิธีการหาหลักฐานด้วยตนเองเพื่อใช้ในการตอบคำถามนำ และเลือกหลักฐาน เพื่อนำไปใช้สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวซึ่งนักเรียนต้องระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และคำชี้แจงต่อหลักฐาน (Sampson et al., 2014) เพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้เนื่องจากแบบวัด ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ในงานวิจัยนี้ พัฒนาตามกรอบ CER ที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) ที่พัฒนาจากการสร้างข้อโต้แย้งภายใต้กรอบแนวคิดของ Toulmin (1958) ทำให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวได้ ทั้งนี้การโต้แย้งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีโอกาสฝึกฝนการโต้แย้งระหว่างกลุ่มในการเลือกใช้หลักฐานที่เชื่อถือได้ ซึ่งนำไปสู่ข้อสรุปที่ได้รับการยอมรับร่วมกัน (Sampson et al., 2014) สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าที่พัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนิวตัน ศิริธร และเอกภูมิ จันทระขันตี (2562) ซึ่งพบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับดีหลังจากการจัดการเรียนรู้ และการศึกษาของภูรี สิริเถลิงเกียรติ (2566) ที่ศึกษาการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ที่กล่าวว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้นอยู่ในระดับสูง และระดับกลาง เนื่องจากในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งนักเรียนได้รวบรวมหลักฐานจากการทดลอง การสำรวจ การสืบค้น ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ทั้งกระบวนการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ได้ (McNeill, 2006) ได้เรียนรู้องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล (นิวตัน ศิริธร และเอกภูมิ จันทระขันตี, 2562) การสอนอย่างชัดเจนจะช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์การเลือกใช้หลักฐานและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้อย่างเหมาะสมและการที่นักเรียนเข้าใจทั้งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจหลักฐานจะช่วยให้นักเรียนเลือกใช้หลักฐาน และให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง ได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์คำถาม (McNeill, 2006) จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการ

สืบเสาะมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (วรรณพงษ์ สุทธิเวชณ์วรากล และคณะ, 2563) และสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ลงในกระดาษแผ่นใหญ่เพื่อให้เห็นข้อโต้แย้งชั่วคราวและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างขึ้นได้อย่างชัดเจน ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูล หลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ดังนั้นการจัดกลุ่มย่อยตามแนวปฏิบัติที่ดีที่ 1 จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดของตนเองและสมาชิกในกลุ่มมากขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินและการทบทวนรายงาน และพัฒนาการเขียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (ณัฐวรรณ ศิริธร และเอกภูมิ จันทร์ขันธ์, 2562) ผ่านการให้ข้อเสนอแนะและการวิเคราะห์ข้อดี และข้อควรพัฒนาของรายงาน (Grooms et al., 2015) โดยมีครูทำหน้าที่อธิบายเกณฑ์การประเมินรายข้อให้นักเรียนเข้าใจวัตถุประสงค์ในการประเมินแต่ละประเด็น จากนั้นกระตุ้นนักเรียนให้ประเมินการเขียนรายงานตามสภาพจริงพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์แก่การปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของเพื่อนได้ ดังแนวปฏิบัติที่ดีที่ 4 ในงานวิจัยนี้

เมื่อพิจารณาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายองค์ประกอบหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งแล้วพบว่าองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือข้อกล่าว รองลงมาคือหลักฐาน และการให้เหตุผล ตามลำดับ มีความสอดคล้องกับการศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในเรื่องการรักษาคุณภาพร่างกายมนุษย์ของนำพงศ์ จันทรโท และคณะ (2565) ที่นักเรียนทุกคนสามารถระบุข้อกล่าวได้ ตามด้วยหลักฐาน และพบว่านักเรียนไม่การให้เหตุผลมากที่สุด และ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องกรดเบสของรัตนวลี สราญบุรุษ และกัญญารัตน์ โคจร (2566) ที่คะแนนเฉลี่ยของข้อกล่าวอ้างสูงสุด ตามด้วยหลักฐาน และการให้เหตุผล ตามลำดับ เนื่องจากการระบุข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่ง่ายที่สุด (ฉลองวุฒิ จันทรหอม และ สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2563) ซึ่งนักเรียนอาจลงข้อสรุปจากการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาในการระบุข้อกล่าวอ้างได้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งนักเรียนได้ทำกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนสามารถระบุคำถามนำและภาระงานจากการกระตุ้นความสนใจโดยครู เพื่อนำไปสู่หาคำตอบของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างไร (Grooms et al., 2015) ซึ่งการที่นักเรียนระบุคำถามนำและภาระงานที่ต้องทำได้อย่างชัดเจน จะทำให้นักเรียนมีเป้าหมายในการหาคำตอบของสถานการณ์ที่กำหนด การแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยโดยมีแนวทางในการจัดกลุ่ม ตามที่ระบุในแนวปฏิบัติที่ดีที่ 1 ในงานวิจัยนี้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนในทุกระดับ

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง และเพิ่มโอกาสในการมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่ม ในการทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล โดยในการทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ระบุข้อกล่าวอ้างโดยอ้างอิงจากหลักฐานที่รวบรวมได้จากกระบวนการสืบเสาะ และมีการปรับปรุงข้อกล่าวอ้างจากกระบวนการโต้แย้ง (Walker et al., 2017)

ในขณะที่การเลือกใช้หลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนักเรียนจะต้องวิเคราะห์ว่าสามารถใช้หลักฐานชิ้นใดได้หรือหลักฐานชิ้นใดไม่สามารถใช้ได้ ในบางสถานการณ์พบว่านักเรียนมักเลือกหลักฐานเพียงชิ้นเดียวทั้งที่จะต้องให้หลักฐานหลายชิ้นประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (McNeill et al., 2006) กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่การเลือกใช้หลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยรวบรวมข้อมูลผ่านกระบวนการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ หรือการศึกษาจากตัวอย่างจริงของสิ่งมีชีวิต (วรรณพงษ์ สุทธิเวช นวรากุล และคณะ, 2563) โดยวิธีการที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลขึ้นอยู่กับคำถามนำ ครูจะต้องมีกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่าจะใช้ข้อมูล หลักฐานใด มีวิธีการในการรวบรวมข้อมูลอย่างไร และวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร จากนั้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ความถูกต้องเหมาะสมของหลักฐานว่าหลักฐานใดสามารถสนับสนุนข้ออ้างหรือข้อสรุปได้ (Grooms et al., 2015) การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยพบว่าการตรวจสอบข้อมูลหลักฐานที่ได้จากกระบวนการตรวจสอบสำรวจตรวจสอบมีความสำคัญเนื่องจากนักเรียนจะต้องสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนต่อไป ดังนั้นการที่นักเรียนมีกระบวนการในการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคำถามนำ ข้อมูลหลักฐานที่ต้องรวบรวม วิธีการในการรวบรวมข้อมูลหลักฐาน วิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลหลักฐาน และข้อมูลจริงที่รวบรวมได้อย่างเป็นระบบ จะนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ ดังแนวปฏิบัติที่ดีที่ 2 ในงานวิจัยนี้แม้ว่านักเรียนจะได้รับการฝึกฝนให้มีการรวบรวมหลักฐานจากการทดลอง การสำรวจ การสืบค้น แต่ยังคงพบปัญหาโดยเฉพาะในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนที่มีหลักฐานมากกว่า 1 หลักฐาน อย่างไรก็ตามยังคงพบว่าการเลือกใช้หลักฐานยังคงเป็นปัญหาในนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับปรับปรุงที่นักเรียนระบุเฉพาะข้อกล่าวอ้างโดยที่ไม่มีการอ้างอิงถึงหลักฐาน และแม้ว่านักเรียนบางส่วนจะสามารถเลือกใช้หลักฐานได้แต่หลักฐานดังกล่าวยังขาดความถูกต้องและเหมาะสม แม้ว่าจะงานวิจัยก่อนหน้านี้จะระบุว่าหากนักเรียนได้เก็บรวบรวมข้อมูลและปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง (ณัฐวดี ปฐมมีโชค, 2563)

และเรียนรู้การเลือกใช้หลักฐานจากการสืบค้น การทดลอง การสำรวจ จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจหลักฐานมากขึ้น (จิตติวิภา สมใจ และคณะ, 2566)

นักเรียนบางส่วนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่มีการให้เหตุผล ทำให้เป็นองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ผู้วิจัยพบว่าหลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งพบว่านักเรียนมักให้เหตุผลโดยการกล่าวถึงหลักฐานแทนการให้เหตุผลโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ขาดความสมบูรณ์ของการให้เหตุผล สอดคล้องกับงานวิจัยของ Walker, Van Duzor, & Lower (2017) ที่กล่าวว่าเนื่องจากนักเรียนนักเรียนมักจะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนด้วยหลักฐาน แต่ไม่ได้ให้เหตุผลที่เพียงพอว่าทำไมหลักฐานนั้นจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าวรวมถึงการให้เหตุผลในประเด็นที่มีไม่มีความเกี่ยวข้องซึ่งไม่สะท้อนว่าหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างไร (อรณิชา หงษ์เกิด, 2561) และแม้ว่านักเรียนบางส่วนจะสามารถเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ แต่ยังพบว่านักเรียนจำนวนมากที่ระบุหลักฐานเข้าแทนการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนขาดความเข้าใจที่ชัดเจนระหว่างหลักฐานและการให้เหตุผล (ศิริกัญญา หิริโอ, 2563) การที่นักเรียนจะสามารถให้เหตุผลพร้อมกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์นั้น นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ (อทิยา ลิขิตจรรยารักษ์, 2565)

ข้อสังเกตที่ได้จากการศึกษาพบว่าแม้ว่านักเรียนส่วนใหญ่จะมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีขึ้นไปแต่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยพบว่าคะแนนเฉลี่ยของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ที่ 15.45 คะแนน คิดเป็นประมาณร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ในขณะที่สถานการณ์โครงสร้างระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้มากถึงร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด ทำให้ไม่สามารถเลือกใช้หลักฐาน และให้เหตุผลโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผลได้ แม้ว่านักเรียนจะได้เรียนเนื้อหาโครงสร้างและระบบหมุนเวียนเลือดมนุษย์มาแล้วในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผนวกกับเนื้อหาเรื่องความดันเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ โดยนักเรียนได้เรียนโครงสร้างของหัวใจมนุษย์ภายหลังจากการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งไม่ได้เกิดจากการรวบรวมหลักฐานด้วยตนเอง ทั้งยังเป็นสถานการณ์ที่คำถามเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนจะต้องพิจารณาแผนภาพแสดงโครงสร้างของหัวใจมนุษย์และทิศทางการไหลเวียนของเลือดประกอบกับมีข้อมูลของหลอดเลือด A-F ที่นักเรียนจะต้องวิเคราะห์และพิจารณา เพื่อระบุว่าหลอดเลือดที่มีปริมาณออกซิเจนมากที่สุด สะท้อนให้เห็นว่าการที่มี

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่เพียงพอทำให้นักเรียนไม่สามารถนำข้อมูล หลักฐาน มาใช้ในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถนำแนวคิดที่ถูกต้องมาเขียนแสดงเหตุผลในการ เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ (จิตวิภา สมใจ และคณะ, 2566) ทำให้นักเรียนส่วน ใหญ่ไม่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ของสถานการณ์คำถามนี้ได้ แม้ว่าจะมี นักเรียนบางส่วนซึ่งถือเป็นนักเรียนส่วนน้อยที่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้โดยระบุ ข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง ร่วมกับการระบุหลักฐาน และให้เห็นผลที่ครบถ้วนสมบูรณ์บางส่วน ทำให้ คำถามในข้อนี้มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าสถานการณ์อื่น ๆ ซึ่งอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้คะแนนเฉลี่ยใน ภาพรวมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ แม้ว่าจะมีความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีก็ตาม ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนจะสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ได้นักเรียนต้องมีความรู้ในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องนั้นด้วย ซึ่งการที่นักเรียน ได้รวบรวมหลักฐานด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่า 2. แนว ปฏิบัติที่ดีในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง

2. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบ หมุนเวียนเลือดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 1 จัดกลุ่มโดยความสามารถที่ประกอบด้วยนักเรียนที่มี ความสามารถในการปรับปรุงร่วมกับนักเรียนที่มีความสามารถในระดับดีมากหรือระดับดี ที่มี ลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดย กลวิธีโต้แย้ง เน้นให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะได้ร่วมกันออกแบบแนวทางในการ สืบเสาะตรวจสอบเพื่อรวบรวมหลักฐานและนำไปใช้ในการตอบคำถามนำในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง กับระบบหมุนเวียนเลือด จากการศึกษาตัวอย่างจริงของสิ่งมีชีวิต การทดลองเปรียบเทียบความดัน และอัตราการเต้นของหัวใจ การทดสอบหมู่เลือด การสืบค้นข้อมูล ซึ่งการทำงานเป็นกลุ่มจะเป็น การเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Sampson, Grooms, & Walker, 2011) เช่นเดียวกับการศึกษาของ McNeill & Krajcik (2008) ที่ชี้ว่าการทำงานกลุ่มสามารถช่วยให้นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นเนื่องจากมีความพยายามในการ ระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบหลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และเนื่องจากการ ทำงานเป็นกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกหลายคนจึงทำให้มีการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย (Walker et al., 2012) รวมทั้งยังสามารถส่งเสริมบรรยากาศการโต้แย้งมากกว่าการที่นักเรียนทำ กิจกรรมคนเดียว นอกจากนี้การทำงานเป็นกลุ่มจะทำให้นักเรียนได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

และอภิปรายร่วมกันระหว่างที่ทำกิจกรรม (Sampson & Clark, 2009) จากการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกลุ่มพบว่ามักมีการจัดกลุ่มนักเรียน ตามระดับความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน (ฐิริ สิริ เถลิงเกียรติ, 2566) ซึ่งการจัดกลุ่มนักเรียนที่มีสมาชิกในกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันจะพบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มที่มากกว่าและมีการแสดงพฤติกรรมการสนทนาที่มีความซับซ้อน รวมทั้งมีแนวโน้มความสำเร็จของภาระงานที่ได้รับมอบหมายมากกว่านักเรียนที่มีสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถในระดับเดียวกัน (Zhang, Lin, & Lee, 2024) และนักเรียนที่มีความสามารถน้อยกว่าจะได้เรียนรู้จากนักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าได้ (Murphy et al., 2017) ดังนั้นการจัดกลุ่มแบบละความสามารถจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดจากนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงกว่าได้ ผู้วิจัยจึงมีการแบ่งกลุ่มย่อยนักเรียนโดยแต่ละกลุ่มมีสมาชิก 5 – 6 คน และแต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ซึ่งการทำการทำกิจกรรมผู้วิจัยพบว่านักเรียนที่มีความสามารถในระดับควรปรับปรุงแสดงความคิดเห็นของตนเองลดลงและมีความเห็นไปในทางเดียวกับนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Sampson & Clark (2009) ที่ระบุว่านักเรียนที่มีความสามารถในระดับควรปรับปรุงมีแนวโน้มที่จะยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นโดยที่ไม่มีการประเมินความเหมาะสมของแนวคิดเมื่อมีผู้ที่เสนอความคิดเห็นที่ทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งแม้ว่าการจัดกลุ่มดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับควรปรับปรุงสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ แต่พบว่าระหว่างทำกิจกรรมนักเรียนกลุ่มนี้แสดงพฤติกรรมในการแสดงความคิดเห็นลดลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ปรับการจัดกลุ่มนักเรียนซึ่งยังคงเป็นการจัดกลุ่มนักเรียนละความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในแต่ละกลุ่มจะต้องมีนักเรียนที่มีความสามารถในระดับปรับปรุงร่วมกับนักเรียนที่มีความสามารถในระดับดีมากหรือระดับดี ที่มีลักษณะเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีความสามารถในระดับปรับปรุงแสดงความคิดเห็นของตนเองมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Pi, Yang, Hu & Hong (2019) ที่กล่าวถึงลักษณะของนักเรียนที่มีความเปิดกว้างและรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนว่าการที่นักเรียนรับฟังอย่างตั้งใจจะช่วยให้นักเรียนคนอื่น ๆ ภายในกลุ่มกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 2 ตรวจสอบความสอดคล้องของหลักฐาน และขั้นตอนการศึกษา/การทดลอง เพื่อนำไปสู่การตอบคำถามนำ โดยระบุหลักฐานให้ถูกต้องและเฉพาะเจาะจง ตรวจสอบความสมบูรณ์ ถูกต้องของหลักฐานอย่างชัดเจน การเลือกใช้ข้อมูล หลักฐานที่มีความเฉพาะเจาะจงในการสนับสนุนข้ออ้าง เป็นส่วนสำคัญในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Berland & Reiser, 2009) นักเรียนควรได้รับการสนับสนุนให้แยกแยะข้อมูลที่เป็น “หลักฐาน” กับข้อมูลทั่วไป เพื่อให้สามารถเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมมาสนับสนุนคำอธิบายของตนได้ (McNeill & Krajcik, 2008) กระบวนการนี้เริ่มต้นจากการที่นักเรียนต้องทราบคำถามนำ จากนั้นระบุข้อมูลที่นักเรียนคิดว่าจำเป็นต้องรวบรวมและมีความจำเป็นต่อการลงข้อสรุปของคำถาม และออกแบบวิธีการในการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหลักฐานด้วยตนเอง จากนั้นบันทึกข้อมูลหลักฐานที่รวบรวมได้ ซึ่งการกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ต้องรวบรวม วิธีการเก็บข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล จะช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ได้ (Sampson et al., 2014) การตรวจสอบความสอดคล้องของหลักฐานจึงมีความสำคัญ จากงานวิจัยก่อนหน้ามีกล่าวถึงความสำคัญของการตรวจสอบหลักฐาน ซึ่งข้อค้นพบในงานวิจัยนี้ นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นให้มีการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องรวบรวม วิธีการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและข้อมูลจริงที่รวบรวมได้ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงได้อย่างมีประสิทธิภาพนักเรียนอาจจะเขียนข้อมูลที่ตนเองเชื่อในการอธิบายสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์แทนการใช้ข้อมูลหลักฐานที่มี ในขณะเดียวกันก็อาจจะใช้หลักฐานที่ได้จากกระบวนการสำรวจตรวจสอบแต่เป็นหลักฐานที่ขาดความเหมาะสมและสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง ในขณะที่นักเรียนบางส่วนอาจเลือกใช้หลักฐานเพียงหลักฐานเดียวในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในบางสถานการณ์ที่จำเป็นต้องระบุหลักฐานมากกว่าหนึ่งหลักฐานส่งผลให้ขาดความสมบูรณ์ของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (McNeil, 2006)

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 3 การจัดประสบการณ์ที่เน้นให้ผู้เรียนเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการโต้แย้ง การประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พิจารณาหลักฐานด้วยตนเองหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการสำรวจ การทดลอง และการสืบค้น สอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐวดี ปฐมมีโชค (2563) ที่ระบุว่าหากผู้เรียนได้ลงมือเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจบทบาทของหลักฐานมากขึ้น และการที่นักเรียนได้รับการฝึกฝนจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจว่าหลักฐานใดสามารถนำมาใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (ลีอชา ลดาชาติ

และคณะ, 2558) การที่นักเรียนได้เก็บรวบรวมข้อมูลเองและได้ตัดสินใจเลือกวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองนำไปสู่การเลือกข้อมูลหลักฐาน ทำให้เกิดการโต้แย้งว่าหลักฐานใดเป็นหลักฐานที่ถูกต้องและสามารถนำมาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ ดังนั้นเมื่อนักเรียนเลือกใช้หลักฐานที่แตกต่างกันจะนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการโต้แย้งเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพได้

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 4 ครูกระตุ้นให้มีการประเมินรายงานโดยเพื่อนอย่างสม่ำเสมอ และเน้นให้เห็นความสำคัญของการให้ข้อเสนอแนะ การประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบช่วยให้ นักเรียนได้ประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ช่วย การให้ ข้อเสนอแนะจากการประเมินตรวจสอบโดยเพื่อนช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (Sampson, 2014) เนื่องจากการที่นักเรียนจะให้ข้อเสนอแนะได้ นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญและองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อนักเรียนทั้งในบทบาทของผู้ประเมิน และผู้ได้รับการประเมิน เพื่อให้ นักเรียนได้ ให้ข้อเสนอแนะในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากการประเมินรายงานโดยเพื่อน ครูจึงมี บทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาใช้ในการ ปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมการให้กำลังใจและลดความเหนื่อยล้าระหว่างทำ กิจกรรม เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนการโต้แย้ง 1 แผนการจัดการ เรียนรู้ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ดังนั้นการที่ผู้เรียนได้รับความสนใจและให้กำลังใจขณะที่ทำงานจะช่วยให้ นักเรียนมีความพยายามในการประเมินรายงานและการให้ข้อเสนอแนะ

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

3.1.1 จากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนทั้งข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม กลุ่มและพบว่านักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่ง พบว่าเมื่อนักเรียนต้องสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองในแบบวัดความสามารถในการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีปัญหาในการให้เหตุผล ดังนั้นครูอาจมีการเพิ่มเติมกิจกรรม ที่ทำให้เพื่อให้ให้นักเรียนแต่ละคนได้ฝึกการให้เหตุผลด้วยตนเองก่อนทำแบบวัดความสามารถในการ สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3.1.2 นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จะเป็นนักเรียนที่ทำหน้าที่เป็นแกนนำในการนำเพื่อนออกแบบการสำรวจตรวจสอบ และลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมหลักฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ รวมถึงการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ขณะที่ทำกิจกรรมกลุ่มย่อย นอกจากนั้นควรกระตุ้นให้นักเรียนมีบทบาทและให้นักเรียนทุกคนได้แสดงพฤติกรรมข้างต้นเพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้

3.1.3 งานวิจัยนี้พบว่านักมักเรียนเขียนสัญลักษณ์แสดงแทนข้อความ เช่น การใช้เส้นตรง ลูกศร ในการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งเป็นการเขียนที่นักเรียนต้องรวมข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยรวมทั้ง 3 องค์ประกอบเป็นประโยคเดียว ดังนั้นระหว่างที่ทำกิจกรรมควรมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับใช้ข้อความแทนสัญลักษณ์ในการสื่อความหมายเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการเขียนรายงาน

3.1.4 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นตรวจสอบโดยเพื่อน ที่ผู้วิจัยมีการกระตุ้นนักเรียนให้ประเมินตรวจสอบรายงานของเพื่อนตามความเป็นจริง และให้นักเรียนเขียนข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของเพื่อน ซึ่งเมื่อครูลดการกระตุ้นลงทำให้นักเรียนเขียนข้อเสนอแนะลดลง ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปอาจเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการกระตุ้นให้นักเรียนเขียนข้อเสนอแนะเพื่อให้พฤติกรรมคงอยู่ถาวร

3.1.5 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนที่ 1 ผู้วิจัยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยการศึกษาจากตัวอย่างจริงของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเมื่อนักเรียนไม่สามารถรวบรวมหลักฐานได้ ยากครบถ้วนเพียงพอสำหรับการตอบคำถามนำ นักเรียนจึงใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และข้อสรุปของคำถาม ทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกการเลือกใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างเต็มที่ ดังนั้นการเลือกกิจกรรมแรกสำหรับนักเรียนควรให้นักเรียนได้รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ด้วยตนเอง เพื่อฝึกการเลือกใช้หลักฐานเพื่อนำไปสู่การโต้แย้ง

3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 จากการศึกษาพบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร ดังนั้นควรศึกษากระบวนการคิดและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเชิงลึกเป็นรายองค์ประกอบ เพื่อให้ทราบจุดอ่อนและข้อบกพร่องในกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยเฉพาะในองค์ประกอบการให้เหตุผล

3.2.2 จากการศึกษาพบว่า การโต้แย้งมีผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้านครบถ้วนและความถูกต้องของหลักฐาน การโต้แย้งเกิดขึ้นจากความหลากหลายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดจากการเลือกใช้หลักฐานที่ต่างกันและส่วนหนึ่งเกิดจากการกระตุ้นของครู ดังนั้น การวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่กระตุ้นการโต้แย้งและพฤติกรรมการโต้แย้งของนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์



ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ และเอกสารสำคัญ

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
 - 1.1 รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้
 - 1.2 รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.3 รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแบบแบบสัมภาษณ์ (แบบกึ่งโครงสร้าง)
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ
3. หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

1.รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1.1 รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

- 1) ผศ.ดร.ปริญดา ลิ้มพานนท์ พรหมรัตน์ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 2) ดร.พริยะ วรรณไทย ครูชำนาญการ
ฤทธิยะวรรณาลัย
- 3) นายคนารักษ์ กิจประเสริฐ ครูชำนาญการ
โรงเรียนภัทรภูวนวิทยา

1.2 รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

- 1) รศ.ดร. จีระวรรณ เกษสิงห์ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 2) ผศ.ดร. สุรีย์พร สว่างเมฆ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
- 3) ดร. พริยะ วรรณไทย ครูชำนาญการ
โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย

1.3 รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแบบแบบสัมภาษณ์ (แบบกึ่งโครงสร้าง)

- 1) ผศ.ดร. นันทรัตน์ เครืออินทร์ คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน
- 2) ดร. ศิวพร ละม้ายนิล ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- 3) ดร. องนงค์นาฏ คุรุณรัมย์ ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนเมืองตลุงพิทยาสรรพ์

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ .2

ที่ อว 8718/652



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

22 เมษายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวกศพร สุวรรณหงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย้ง” โดยมี อาจารย์ ดร.พินิจ ชำว่งษ์ และอาจารย์ ดร.ณวรา สิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์ ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นบุคลากรในสังกัดผู้ช่วยฯ ให้ นางสาวกศพร สุวรรณหงษ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณีนันท์ น้าสอาด)
รองคณบดีฝ่ายพัฒนาคณาชีพ รักษาการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086 201 6478

ที่ อว 8718/652



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

22 เมษายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

เนื่องด้วย นางสาวศพร สุวรรณหงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง” โดยมี อาจารย์ ดร.พิณิจ ชำวณซ์ และอาจารย์ ดร.ณวรา สิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นบุคลากรในสังกัดผู้ผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวศพร สุวรรณหงษ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณีนันท์ น้าสอาด)

รองคณบดีฝ่ายพัฒนาคุณภาพ วิชาการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086 201 6478

ที่ อว 8718/652



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

22 เมษายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย

เนื่องด้วย นางสาวศพร สุวรรณหงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย้ง” โดยมี อาจารย์ ดร.พิณิจ ชำวงษ์ และอาจารย์ ดร.ณวรา สีที เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายพิริยะ วรรณไทย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นบุคลากรในสังกัดผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวศพร สุวรรณหงษ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณีนันต์ น้าสอาด)

รองคณบดีฝ่ายพัฒนาคณาภพ วิชาการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086 201 6478

ที่ อว 8718/212



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

18 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องด้วย นางสาวภคพร สุวรรณหงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง” โดยมี อาจารย์ ดร.พินิจ ชำวงษ์ และอาจารย์ ดร.ณรรว สิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวภคพร สุวรรณหงษ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086 201 6478

ที่ อว 8718/212



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

18 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย

เนื่องด้วย นางสาวภคพร สุวรรณหงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง” โดยมี อาจารย์ ดร.พินิจ ชำวงษ์ และอาจารย์ ดร.ณรรว สีสี่ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ดร.พิริยะ วรรณไทย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวภคพร สุวรรณหงษ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086 201 6478

ที่ อว 8718/212



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

18 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนภัทรธานีวิทยา

เนื่องด้วย นางสาวภคพร สุวรรณหงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง” โดยมี อาจารย์ ดร.พินิจ ชำวงษ์ และอาจารย์ ดร.ณรรว สิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายศณารักษ์ กิจประเสริฐ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวภคพร สุวรรณหงษ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086 201 6478



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 12412

ที่ อว 8718.1/434

วันที่ 24 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา

เนื่องด้วย นางสาวภคพร สุวรรณหงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง” โดยมี อาจารย์ ดร.พินิจ ช่างวณิช และอาจารย์ ดร.ณรรว สิริที่ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ดร.ศิวพร ละม้ายนิล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสัมภาษณณ์นักเรียน (กึ่งโครงสร้าง) หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ โทร.086 201 6478

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวภคพร สุวรรณหงษ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรารณ วิทยานนท์)

รองคณบดีฝ่ายเทคโนโลยีดิจิทัล รักษาการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8718/415



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

24 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องด้วย นางสาวภกพร สุวรรณหงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง” โดยมี อาจารย์ ดร.พินิจ ช้างวงษ์ และอาจารย์ ดร.ณรรว สีสี่ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา ลิ้มปานานท์ พรหมรัตน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวภกพร สุวรรณหงษ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภรณ์ รียนานท์)

รองคณบดีฝ่ายเทคโนโลยีดิจิทัล รักษาการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086 201 6478

ที่ อว 8718/415



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

24 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย

เนื่องด้วย นางสาวภคพร สุวรรณหงษ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย้ง” โดยมี อาจารย์ ดร.พินิจ ช้างวงษ์ และอาจารย์ ดร.ณวรา สิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ดร.พิริยะ วรรณไทย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย้ง เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวภคพร สุวรรณหงษ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ วิทยานนท์)

รองคณบดีฝ่ายเทคโนโลยีดิจิทัล รักษาการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 086 201 6478

3. หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์



AF19-03-03.1
August, 2023

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หนังสือฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนาความสามารถ ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แม้ง

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวศุภพร สุวรรณพงษ์

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

หมายเลขรับรองโครงการวิจัย : SWUEC- 681066

รายการเอกสารที่รับรอง :

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณา | ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 9 พฤษภาคม 2568 |
| 2. โครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ | ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 9 พฤษภาคม 2568 |
| 3. เอกสารข้อมูลและขอความยินยอมสำหรับอาสาสมัคร | ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 19 พฤษภาคม 2568 |
| 4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 12 พฤษภาคม 2568 |
| 5. หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ต่ำกว่า 18 ปี | ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 19 พฤษภาคม 2568 |
| 6. ประวัติผู้วิจัย | |

ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยยึดหลักเกณฑ์ตาม Declaration of Helsinki, Belmont Report, International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP), International Guidelines for Human Research ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิจัยนี้ได้

วันที่รับรอง : 25 พฤษภาคม 2568

วันที่หมดอายุ : 24 พฤษภาคม 2569

(ลงชื่อ) 

(แพทย์หญิงสุพร สุวรรณพงษ์)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ (ชุดที่ 1)
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

หน่วยจริยธรรมและมาตรฐานการวิจัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาคารนวัตกรรม ศ.ดร.สวโรช ปุริศรี ชั้น 17

โทร. (02) 6495000 ต่อ 17503, 17506 โทรสาร (02) 2042590

ภาคผนวก ข

1. ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด
2. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด
3. ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของสถานการณ์ ข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ ในใบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
4. ผลการประเมินความสอดคล้องของประเด็นและคำถามสัมภาษณ์กับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

1. ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

ตาราง 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องขององค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่
ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กุ้งหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์					
1.จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.สาระสำคัญและเนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4.กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
5.กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
6.กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
7.สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
8. วิธีการวัดผลและประเมินผลมีความสอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น					
1.จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2.จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3.สาระสำคัญและเนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4.กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5.กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6.กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
7 สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
8. วิธีการวัดผลและประเมินผลมีความสอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด					
1. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. สาระสำคัญและเนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
5. กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
8. วิธีการวัดผลและประเมินผลมีความสอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง					
1. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. สาระสำคัญและเนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีได้แย่ง	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
7. สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
8. วิธีการวัดผลและประเมินผลมีความสอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ตาราง 23 ค่าความความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดย
กลวิธีโต้แย้ง เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กุ้งหรือปลาที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับมนุษย์					
1.สาระสำคัญ	4	4	4	4.00	มาก
2.จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	มาก
3.กิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4.00	มาก
4.เครื่องมือและวิธีการประเมินผล	4	4	4	4.00	มาก
5.สื่อและใบกิจกรรม	4	4	4	4.00	มาก
6.เวลาที่ใช้	4	5	4	4.33	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ค่าความดันและอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากนั่งพักมีแนวโน้มเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับการวัดหลังจากวิ่งขึ้นบันได 3 ชั้น					
1.สาระสำคัญ	4	4	5	4.33	มาก
2.จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.กิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	4.33	มาก
4.เครื่องมือและวิธีการประเมินผล	4	5	4	4.33	มาก
5.สื่อและใบกิจกรรม	4	5	4	4.33	มาก
6.เวลาที่ใช้	4	5	4	4.33	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้มีความผิดปกติที่องค์ประกอบใดของเลือด					
1.สาระสำคัญ	4	4	5	4.33	มาก
2.จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด
3.กิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	4.33	มาก
4.เครื่องมือและวิธีการประเมินผล	4	5	4	4.33	มาก
5.สื่อและใบกิจกรรม	4	5	4	4.33	มาก
6.เวลาที่ใช้	4	5	4	4.33	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง					
1.สาระสำคัญ	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2.จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	มากที่สุด

ตาราง 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ (ต่อ) ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง 4					
3.กิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	4.33	มาก
4.เครื่องมือและวิธีการประเมินผล	4	5	4	4.33	มาก
5.สื่อและใบกิจกรรม	4	5	4	4.33	มาก
6. เวลาที่ใช้	4	5	4	4.33	มาก



3. ผลการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของสถานการณ์ ข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ ในใบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตาราง 24 ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะความสามารถในการ
สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

สถานการณ์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. สัตว์ทะเลชนิดใหม่	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ระบบหมุนเวียนเลือด ของสิ่งมีชีวิต	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความเร็วในการไหลของเลือด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. โรคไขเลือดออก	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. พยาธิใบไม้ในตับ	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. ความเร็วในการไหลของเลือด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. ผู้ป่วยความดัน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. โครงสร้างระบบหมุนเวียนเลือด ของมนุษย์	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. การทดสอบหมู่เลือด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10. ปล้นทรัพย์	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 25 ความเหมาะสมของสถานการณ์ ข้อคำถาม และภาษาที่ใช้

สถานการณ์	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. สัตว์ทะเลชนิดใหม่	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
2. ระบบหมุนเวียนเลือดของสิ่งมีชีวิต	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
3. การศึกษาเลือดมนุษย์	2.00	5.00	5.00	4.00	มาก

ตาราง 21 (ต่อ)

สถานการณ์	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
4. โรคไข้เลือดออก	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
5. พยาธิใบไม้ในตับ	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
6. ความเร็วในการไหลของเลือด	4.00	5.00	3.00	4.00	มาก
7. ผู้ป่วยความดัน	3.00	5.00	5.00	4.33	มาก
8. โครงสร้างระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	3.00	3.00	5.00	3.67	มาก
9. การทดสอบหมู่เลือด	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
10. ปลั๊กโทรศัพท์	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด

ตาราง 26 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

สถานการณ์	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. สัตว์ทะเลชนิดใหม่	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
2. ระบบหมุนเวียนเลือดของสิ่งมีชีวิต	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
3. การศึกษาเลือดมนุษย์	2.00	5.00	5.00	4.00	มาก
4. โรคไข้เลือดออก	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
5. พยาธิใบไม้ในตับ	4.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
6. ความเร็วในการไหลของเลือด	4.00	5.00	4.00	4.33	มาก
7. ผู้ป่วยความดัน	3.00	5.00	5.00	4.33	มาก
8. โครงสร้างระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	4.00	3.00	5.00	4.00	มาก
9. การทดสอบหมู่เลือด	2.00	5.00	5.00	4.00	มาก
10. ปลั๊กโทรศัพท์	2.00	5.00	5.00	4.00	มาก

4. ผลการประเมินความสอดคล้องของประเด็นและคำถามสัมภาษณ์กับ วัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

ตาราง 27 ความสอดคล้องของประเด็นและคำถามสัมภาษณ์กับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

ประเด็น	รายการคำถาม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
		คนที่	คนที่	คนที่		
		1	2	3		
1. ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	1.1 นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าอย่างไร					
	- คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คืออะไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	- คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยอะไรบ้าง					
	1.2 คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีบทบาทหรือมีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งที่สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	2.1 นักเรียนคิดว่าคำถามที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 27 (ต่อ)

ประเด็น	รายการคำถาม	ความคิดเห็นของ			IOC	ความหมาย
		ผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	2.2 กิจกรรมใดบ้างช่วยให้ นักเรียนสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์ได้ และ ช่วยอย่างไร - กิจกรรมใดที่ช่วยให้ นักเรียนสามารถระบุข้อ กล่าวอ้างได้ และช่วย อย่างไร - กิจกรรมใดที่ช่วยให้ นักเรียนสามารถระบุ หลักฐานได้ และช่วย อย่างไร -นักเรียนตัดสินใจเลือก หลักฐาน และตัดหลักฐาน ที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อกล่าว อ้างออกได้อย่างไร - กิจกรรมใดที่ช่วยให้ นักเรียนสามารถให้เหตุ ผลได้ และช่วยอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	2.3 กิจกรรมช่วงใดที่เปิด โอกาส -ให้นักเรียนได้พัฒนา/ ปรับปรุงคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ของนักเรียน -นักเรียนมีการพัฒนา/ ปรับปรุง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 27 (ต่อ)

ประเด็น	รายการคำถาม	ความคิดเห็นของ			IOC	ความหมาย
		ผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไรขอ กตัวอย่างการพัฒนา/ ปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน					
	2.4 กิจกรรมการประเมินโดยเพื่อน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	มีประโยชน์อย่างไรบ้าง					
	2.5 นักเรียนได้เรียนรู้ อะไรบ้างในการเรียนครั้งนี้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	รู้สึกอย่างไรต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3. วิธีการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	3.1 นักเรียนมีแนวทางหรือรูปแบบในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	3.2 นักเรียนมีขั้นตอนในการเขียนเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	3.3 ขณะเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นักเรียนคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 27 (ต่อ)

ประเด็น	รายการคำถาม	ความคิดเห็นของ			IOC	ความหมาย
		ผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
4. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ	4.1 อะไรที่ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบ -อะไรบ้างที่ช่วยให้สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบ และช่วยได้อย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	4.2 กิจกรรมใด / ใคร ที่ทำให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นกว่าเดิมและดีขึ้นจากเดิมอย่างไร -กิจกรรมใดบ้างที่พัฒนา/ปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น -กิจกรรมนั้นช่วยให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นอย่างไร ใครบ้างที่มีส่วนช่วยในการพัฒนา/ปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น และช่วยอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 27 (ต่อ)

ประเด็น	รายการคำถาม	ความคิดเห็นของ			IOC	ความหมาย
		ผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	4.3 นักเรียนมีวิธีการในการตัดสินใจอย่างไร ว่า จะปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองหรือไม่	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5.ปัญหาและอุปสรรคต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	5.1 นักเรียนพบปัญหาหรืออุปสรรคใดบ้างในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มและของตนเอง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	5.2 ปัญหาเหล่านั้นส่งผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างไรบ้าง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	5.3 นักเรียนมั่นใจในคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นหรือไม่ นักเรียนไม่มั่นใจในองค์ประกอบใด เพราะอะไร -มีองค์ประกอบใดบ้างที่มั่นใจ เพราะอะไร มีองค์ประกอบใดบ้างที่ไม่มั่นใจ เพราะอะไร	+1	0	+1	.67	สอดคล้อง

ตาราง 27 (ต่อ)

ประเด็น	รายการคำถาม	ความคิดเห็นของ			IOC	ความหมาย
		ผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	5.4 นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหา / อุปสรรคเหล่านั้นอย่างไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6.ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ	6.1 นักเรียนคิดว่ามีสิ่งใดที่ครูควรปรับปรุงหรือเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบองค์ประกอบและถูกต้องมากยิ่งขึ้น	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	6.2 นักเรียนต้องการให้ครูช่วยเหลือในด้านใดอีกบ้าง และเพราะอะไร	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง



ภาคผนวก ค

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง
2. ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
3. ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์นักเรียน (แบบกึ่งโครงสร้าง)

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายวิชาชีววิทยา 1

รหัสวิชา ว 31245 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ระบบหมุนเวียนเลือด

เรื่อง ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้

เวลา 3 คาบเรียน (150 นาที)

ผู้สอน นางสาวภคพร สุวรรณหงษ์

1. สาระ / ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต สอริมกับการรักษาสุขภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

13. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh

2. สาระสำคัญ

การจำแนกหมู่เลือดในระบบ ABO จำแนกตามชนิดของแอนติเจน (Antigen) ที่ผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง ซึ่งมี 2 ชนิดคือ แอนติเจน A และแอนติเจน B โดยจำแนกได้เป็นหมู่เลือด A B O AB ส่วนแอนติบอดีในพลาสมา มี 2 ชนิด คือ แอนติบอดี A และแอนติบอดี B ดังตารางแสดงชนิดของแอนติเจนและแอนติบอดีในหมู่เลือดระบบ ABO

หมู่เลือด	ผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง	พลาสมา
A	แอนติเจน A	แอนติบอดี B
B	แอนติเจน B	แอนติบอดี A
O	มีทั้งแอนติเจน A และ B	ไม่มีทั้งแอนติบอดี A และ B
AB	ไม่มีทั้งแอนติเจน A และ B	มีทั้งแอนติบอดี A และ B

หมู่เลือดระบบ Rh จำแนกเป็น 2 ชนิด คือ Rh^+ และ Rh^- คนที่มีหมู่เลือด Rh^+ บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงจะมีแอนติเจน Rh แต่ไม่มีการสร้างแอนติบอดีในพลาสมา ส่วนคนที่มีหมู่เลือด Rh^- ไม่มีแอนติเจน Rh บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง

กระบวนการให้เลือดแก่ผู้ป่วยในกรณีผู้ป่วยสูญเสียเลือดมากนั้น จะต้องคำนึงถึงชนิดของแอนติเจนบนผิวของเม็ดเลือดแดงของผู้ให้ที่จะต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ ซึ่งหาก

แอนติเจนบนผิวของเม็ดเลือดแดงของผู้ให้ ตรงกับแอนติบอดีในน้ำเลือดของผู้รับ จะทำให้เลือดตกตะกอนทำให้เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตได้ ทั้งยังต้องคำนึงถึงแอนติเจน Rh ด้วย เนื่องจากคนที่หมู่เลือด Rh^- จะถูกกระตุ้นให้มีการสร้างแอนติบอดี Rh หากได้รับเลือด Rh^+ หากได้รับเลือด Rh^+ ในครั้งถัดไปทำให้แอนติบอดีในร่างกายของผู้รับจะทำปฏิกิริยากับแอนติเจนและเกิดการจับตัวของเม็ดเลือดแดงได้

3. สารการเรียนรู้

3.1 ชนิดของแอนติเจนและแอนติบอดีในหมู่เลือดระบบ ABO

3.2 หลักการให้และรับเลือด

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 นักเรียนสามารถระบุชนิดของแอนติเจนและแอนติบอดีของหมู่เลือดระบบ ABO และ Rh จากสถานการณ์ที่กำหนดได้

4.2 นักเรียนสามารถอธิบายหลักการให้และรับเลือดของคำถามนำว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้

4.3 นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อระบุหมู่เลือดและการให้เลือดของคำถามนำว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้

4.4 นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของคำถามนำว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้

4.5 นักเรียนรับผิดชอบในการสืบเสาะหาความรู้ของคำถามนำว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้

4.6 นักเรียนได้เรียนรู้ในการหาคำตอบของคำถามนำว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง)

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและคำถามนำ (15 นาที)

1. นักเรียนดูฉากในละคร เรื่อง Descendants of the sun ฉากที่มีอาคารถล่มเนื่องจากแผ่นดินไหว มีผู้ได้รับบาดเจ็บจากเหตุการณ์ดังกล่าวและจำเป็นต้องได้รับเลือดเนื่องจากเสียเลือดมาก จึงมีการให้เลือดโดยตรงจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกคนหนึ่ง จากนั้นถามคำถาม



ที่มา : https://www.iq.com/play/descendants-of-the-sun-episode-7-19rt2r19ls?lang=en_us

- ทีมแพทย์จะทราบได้อย่างไรว่าผู้ป่วยมีหมู่เลือดอะไร (ต้องมีการตรวจหมู่เลือดก่อนเพื่อหาหมู่เลือด และจะได้ทราบว่าใครสามารถให้เลือดกับผู้ป่วยได้บ้าง)
- ผู้ที่สมัครใจบริจาคเลือดทุกคนสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยได้หรือไม่ (ไม่ได้ เนื่องจากต้องมีการตรวจสอบหมู่เลือดก่อนทุกครั้ง)
- ทีมแพทย์ทราบได้อย่างไรว่าบุคคลใดสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยได้ (ต้องทราบหมู่เลือดของผู้ที่อาสาหรือประสงค์จะบริจาคเลือดก่อน จึงจะทราบว่าสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้รับได้หรือไม่)

2. ครูนำเสนอสถานการณ์และนำเข้าสู่คำถามนำ “นักเรียนคิดว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้” จากนั้นให้นักเรียนตอบความรู้เดิม นักเรียนสรุปประเด็นที่ยังไม่ชัดเจนไม่สามารถสรุปได้ และสิ่งที่จำเป็นต้องทำเพื่อตอบประเด็นที่ยังไม่ชัดเจน

3. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 4 การให้และรับเลือด : นักเรียนคิดว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้ จากนั้นครูชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องทำ และอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้ สำหรับการตรวจสอบหมู่เลือด รวมไปถึงข้อควรระวังในการใช้อุปกรณ์ โดยในการศึกษารุ่นนี้จำเป็นต้องสัมผัสเลือดปลอมซึ่งทำมาจากสารเคมี นักเรียนทุกคนต้องสวมถุงมือยางที่เตรียมไว้ และระวังการใช้หลอดหยดสาร ไม่นำหลอดหยดสารไปใช้กับสารชนิดอื่น

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล

4. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 5-6 คนเพื่อทำกิจกรรมที่ 4 กิจกรรมการให้และรับเลือด : ใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้

5. นักเรียนออกแบบวิธีการตรวจสอบข้อมูลในใบกิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 1 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยครูทำหน้าที่เดินไปยังกลุ่มต่างๆ อาจถามคำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการตรวจสอบข้อมูลได้ โดยใช้คำถาม เช่น

นักเรียนต้องการหลักฐานอะไรบ้างเพื่อใช้ในการตอบคำถามนำว่านักเรียนคิดว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้ (หมู่เลือดของผู้ป่วย หมู่เลือดของผู้บริจาค และหลักการให้และรับเลือด)

- มีวิธีการใดบ้างที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่นักเรียนต้องการ (ทดสอบหมู่เลือดตัวอย่างเพื่อหาว่าเลือดผู้ป่วยมีหมู่เลือดอะไร ทดสอบเลือดของผู้บริจาค และศึกษาหลักการให้และรับเลือดจากหนังสือเรียนชีววิทยา หรือสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ที่น่าเชื่อถือเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับการให้และรับเลือด)

- หลังจากที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดแล้วนักเรียนจะมีวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร (ระบุหมู่เลือดของผู้ป่วย และนำมาเปรียบเทียบกับเลือดของผู้ประสงค์บริจาคเลือดว่าบุคคลใดสามารถบริจาคเลือดได้)

6. นักเรียนทดสอบหมู่เลือดผู้ป่วยและผู้บริจาคและเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นตามขั้นตอนที่นักเรียนได้วางแผนไว้ โดยครูคอยอำนวยความสะดวก โดยบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบลงในใบกิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 1 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

7. ครูกระตุ้นให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย เพื่อนำไปใช้ในการตอบคำถามนำ

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวลงในกระดาษแผ่นใหญ่ที่เตรียมไว้ โดยนักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลได้หลายรูปแบบ เช่น ภาพ กราฟ หรือข้อความ

คำถามนำ	
ข้อกล่าวอ้าง/ข้อสรุป	
หลักฐาน	คำชี้แจงต่อหลักฐาน
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	

9. ครูเดินดูนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยอาจถามคำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ตัวอย่างคำถามกระตุ้น เช่น

- อะไรคือคำตอบของคำถามว่านักเรียนคิดว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้ (ผู้บริจาคหมายเลข 3 (O Rh-) และ ผู้บริจาคหมายเลข 4 (B Rh+) สามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยได้)

- อะไรคือหลักฐานที่นำมาใช้ยืนยันคำตอบว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้ (การตกตะกอนของเลือดเมื่อทดสอบด้วย Anti-A Anti – B และ Anti – D, หลักการให้เลือด คือ Antigen ของเลือดผู้ให้ จะต้องไม่ตรงกับ Antibody ของผู้รับ)

- หลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ใดที่จะนำมาใช้เพื่อยืนยันว่าหลักฐานนี้ใช้ได้ และนำไปสู่คำตอบ (การตกตะกอนของเลือดเมื่อทดสอบด้วยแอนติบอดี A , B ในการทดสอบหมู่เลือดในระบบ ABO ซึ่งหากมีการตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วยแอนติบอดี A แสดงว่าเลือดมีแอนติเจน A คือหมู่เลือด A หากตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วยแอนติบอดี B แสดงว่าเลือดมีแอนติเจน B คือ หมู่เลือด B และหากตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วยแอนติบอดี A และ B แสดงว่ามีแอนติเจน A และ B คือ หมู่เลือด AB ส่วนการทดสอบหมู่เลือดระบบ Rh จะทดสอบด้วยแอนติบอดี D หากมีการตกตะกอนแสดงว่ามีหมู่เลือด Rh+ และหากไม่มีการตกตะกอนแสดงว่ามีหมู่เลือด Rh-)

- ข้อมูล/หลักฐานที่นักเรียนรวบรวมได้สอดคล้องกับข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างหรือไม่อย่างไร (การตกตะกอนของเลือดเมื่อทดสอบด้วย Anti –A, Anti-B และ Anti-D ทำให้ทราบชนิดของ Antigen ในเลือดตัวอย่างและทำให้สามารถระบุหมู่เลือดได้ การทราบแอนติบอดีของผู้ป่วยทำให้ทราบว่าผู้ป่วยสามารถรับเลือดจากใครได้ จึงจะไม่เกิดการตกตะกอนของเลือด การทราบหลักการให้และรับเลือด สามารถใช้ในการพิจารณาการให้และรับเลือดได้)

- คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ตอบคำถามนำที่ว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้ คืออะไร (ผู้บริจาคหมายเลข 3 และ 4 สามารถบริจาคให้แก่ผู้ป่วยได้ (ข้อกล่าวอ้าง) เนื่องจากเลือดจากเลือดผู้ป่วยตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย Antibody B และ Antibody D แต่ไม่ตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย Antibody A ทำให้ทราบว่าเลือดของผู้ป่วยมีแอนติเจน B และ D เป็นหมู่เลือด B Rh+ (หลักฐาน) ซึ่งจากการสืบค้นพบว่าคนที่มีหมู่เลือดดังกล่าวพลasmaจะมีแอนติบอดี A (หลักฐาน) โดยจะสามารถรับบริจาคเลือดจากคนที่ไม่มีแอนติเจน A ได้เท่านั้น เนื่องจากอาจทำให้เกิดการตกตะกอนของเลือด ซึ่งคนหมู่เลือด Rh+ สามารถรับบริจาคเลือดได้จากทั้งหมู่เลือด Rh+ และ Rh- (หลักฐาน))

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

10. ครูชี้แจงขั้นตอนกิจกรรมการโต้แย้ง โดยแต่ละกลุ่มแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 ส่วน คือ ผู้นำเสนอแนวคำตอบของกลุ่ม และผู้เดินชมคำอธิบายของกลุ่มอื่นและตั้งคำถาม ดังนี้

1) นักเรียนผู้นำเสนอ จำนวน 1 คน อยู่ประจำโต๊ะตนเองเพื่ออธิบายแนวคำตอบของตนเองให้กับเพื่อนต่างกลุ่มฟังโดยอาจจะต้องตอบคำถามแก่ผู้ที่สูงส่ง

2) นักเรียนผู้ฟังและวิพากษ์คำตอบของกลุ่มอื่น จะต้องเดินไปตามกลุ่มต่างๆ ฟังแนวคิดของเพื่อนกลุ่มอื่น โดยอาจถามคำถามที่ตนเองสงสัยหรือให้ข้อเสนอแนะกับกลุ่มเพื่อนได้ หากนักเรียนคิดว่าแนวคิดของกลุ่มอื่นเป็นแนวคิดที่ดีนักเรียนสามารถจดบันทึก และนำมาเสนอเพื่อนในกลุ่มเพื่อพัฒนาข้อโต้แย้งของตนเองได้โดยให้นักเรียนสลับหน้าที่จากการทำกิจกรรมในครั้งที่ผ่านมา

11. ครูเข้าฟังการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งอาจมีการถามคำถาม เพื่อเป็นแนวทางและกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มผู้ฟังได้ฝึกถามคำถามและนักเรียนกลุ่มผู้นำเสนอได้ตอบคำถาม เช่น

- นักเรียนมีวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร
- จากการรวบรวมข้อมูลมีข้อมูลใดที่ไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างหรือไม่
- ข้อกล่าวอ้างของนักเรียนสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ใดหรือไม่

อย่างไรซึ่งระหว่างนี้ครูสามารถถามนักเรียนกลุ่มผู้ฟังขณะที่กำลังฟังการอธิบายได้ เช่น

- นักเรียนคิดว่าการวิเคราะห์ข้อมูลของเพื่อนเหมาะสมหรือไม่
- นักเรียนคิดว่าข้อกล่าวอ้างของเพื่อนสอดคล้องกับทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

12. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมการโต้แย้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มกลับกลุ่มเดิมของตนเอง โดยเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มสามารถอภิปรายเพื่อปรับปรุงข้อโต้แย้งของตนเองให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นได้ ซึ่งขั้นตอนนี้อาจเกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่จากข้อมูลเดิม หรือเก็บรวบรวมข้อมูลใหม่

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ

13. ครูและนักเรียนในชั้นเรียนอภิปรายสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ โดยอภิปรายในหัวข้อ

- แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือด
- กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

14. ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนใช้ระหว่างชั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการถามคำถาม

- จากการทดสอบหมู่เลือดนักเรียนทราบได้อย่างไรว่าแต่ละคนมีหมู่เลือดอะไร และนักเรียนใช้หลักฐาน หรือข้อมูลอะไรในการสรุปว่าเลือดผู้ป่วยคือหมู่เลือด B Rh⁻ (สังเกตการณ์ ตกตะกอนของเลือดเมื่อทดสอบด้วยแอนติบอดี A, แอนติบอดี B และแอนติบอดี D พบว่าเลือด ตกตะกอนในแอนติบอดี B เพียงอย่างเดียว)

15. ครูอธิบายหลักการทดสอบหมู่เลือดในระบบ ABO โดยการใช้แอนติบอดี จากการข้อมูลหน่วยคลังข้อมูลยาคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าการตรวจหาหมู่เลือด จะต้องใช้น้ำยาที่ใช้ตรวจหมู่เลือด คือ แอนติบอดีที่อยู่ในเซรุ่ม โดยอาศัยหลักการเกิดตะกอน ระหว่างแอนติเจน A กับ แอนติบอดี A และแอนติเจน B กับแอนติบอดี B จากนั้นถามคำถามนักเรียน

- จากการทดสอบหมู่เลือดด้วยแอนติบอดี A และ B เลือดที่ทดสอบด้วย แอนติบอดีชนิดใดบ้างที่มีการตกตะกอน (เลือดที่ทดสอบด้วยแอนติบอดี B เพียงอย่างเดียว)

- หากเลือดที่ทดสอบด้วยแอนติบอดี B ตกตะกอน แอนติเจนที่ของเลือดผู้ป่วย มีแอนติเจนชนิดใด (แอนติเจน B)

- สรุปได้ว่าผู้ป่วยมีหมู่เลือดอะไร (หมู่เลือด B)

จากการทดสอบตัวอย่างเลือดสามารถสรุปได้ว่าหากแอนติบอดีจะสามารถจับ กับแอนติเจนที่มีชนิดเดียวกันได้

16. ครูอธิบายหลักการทดสอบหมู่เลือดในระบบ Rh โดยการใช้แอนติบอดี D หมู่เลือด Rh⁺ มีแอนติเจน Rh ดังนั้นเลือดจะตกตะกอนเมื่อทดสอบเลือดด้วยแอนติบอดี D ในขณะที่ คนหมู่เลือด Rh⁻ เลือดจะไม่ตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วยแอนติบอดี D เนื่องจากไม่มีแอนติเจน D จากนั้นถามคำถามนักเรียน

- จากการทดสอบหมู่เลือดด้วยแอนติบอดี D เลือดผู้ป่วยเกิดการตกตะกอนหรือไม่ (เลือดผู้ป่วยไม่ตกตะกอน)

- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเลือดผู้ป่วยไม่มีการตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย แอนติบอดี D (เพราะเลือดผู้ป่วยไม่มีแอนติเจน D เลือดจึงไม่ตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย แอนติบอดี D)

- จากเหตุการณ์ดังกล่าวนักเรียนสามารถสรุปได้ใหม่ว่าผู้ป่วยมีหมู่เลือด Rh อะไร (หมู่เลือด Rh⁻)

17. ครูอธิบายเรื่องหลักการให้และรับเลือด โดยการดูคลิปวิดีโอที่แสดงถึงกระบวนการจัดการเลือดก่อนบริจาคให้กับผู้รับบริจาค ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=uz1akjT0-cE>

- จากคลิปวิดีโอหากต้องมีการส่งต่อเลือดไปยังผู้รับบริจาค องค์ประกอบใดของเลือดบ้างที่ถูกส่งต่อไปยังผู้ป่วย (เม็ดเลือดแดง)

- พิจารณามูลเลือดระบบ ABO หากผู้ป่วยมีหมู่เลือด B สามารถบริจาคเลือดให้กับคนหมู่เลือดใดได้บ้าง (หมู่เลือด B และ O)

- เพราะเหตุใด จึงสามารถบริจาคให้เลือดกับคนหมู่เลือด B และ O ได้ (เนื่องจากคนหมู่เลือด B และ O เม็ดเลือดแดงไม่มีแอนติเจน A ที่จะจับกับแอนติบอดี A ในพลาสมาของผู้ป่วยหมู่เลือด B ได้)

- นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าจะไม่เกิดการตกตะกอนของเลือด (สืบค้นข้อมูลการให้และรับเลือด โดยหลักการให้และรับเลือดคือแอนติเจนของผู้ให้จะต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ และหลักฐานการตกตะกอนของเลือดในการทดสอบหมู่เลือด)

18. ครูอธิบายการให้เลือดโดยแสดงตารางการให้และรับเลือด จาก https://www.facebook.com/photo.php?fbid=572769344889959&id=100064706947347&set=a.308011074699122&locale=th_TH



หมู่เลือดระบบ ABO สามารถจำแนกหมู่เลือดโดยพิจารณาจากชนิดของแอนติเจนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดแดง

- เลือดหมู่ A มีแอนติเจน A อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดแดง และในพลาสมามี antibody B

- เลือดหมู่ B มีแอนติเจน B อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดแดงและในพลาสมา มี antibody A

- เลือดหมู่ AB มีแอนติเจน A และแอนติเจน B อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดแดง ส่วนในพลาสมาไม่มี antibody A และ antibody B

- เลือดหมู่ O ไม่มีแอนติเจน A และแอนติเจน B อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดแดง ส่วนในพลาสมา มี antibody A และ antibody B

หมู่เลือดในระบบ Rh ถูกกำหนดโดยสารแอนติเจนที่อยู่บนผิวเม็ดเลือดแดงคือแอนติเจนดี (D antigen) โดยคนที่มีสาร D อยู่บนผิวเม็ดเลือดแดงก็จะเป็นหมู่เลือดอาร์เอชบวก (Rh positive) ส่วนคนที่ไม่ได้มีสาร D อยู่บนผิวเม็ดเลือดแดงก็จะเป็นหมู่เลือดอาร์เอชลบ (Rh negative) โดยทั่วไปหมู่เลือดอาร์เอชลบ (Rh negative) จะยังไม่มีสารต้าน D (anti D) แต่จะถูกสร้างขึ้นเมื่อได้รับเลือดอาร์เอชบวก (Rh positive)

- เลือด Rh- สามารถรับเลือดจากคนที่ไม่มีเลือด Rh- ได้เท่านั้น

- เลือด Rh+ สามารถรับเลือดจากคนที่ไม่มีเลือด Rh+ และ Rh- ได้

19. นักเรียนสะท้อนคิดเกี่ยวกับจุดแข็งและจุดอ่อนของการสำรวจตรวจสอบระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ตัวอย่างที่นักเรียนได้ออกแบบและดำเนินการ จากนั้นครูให้แนวทางและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เพื่อการปรับปรุงในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Writing the investigation report)

20. ครูชี้แจงการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมอบหมายให้นักเรียนเขียนรายงานจำนวน 1 หน้ากระดาษ เอ 4 โดยใช้เวลาในการเขียนประมาณ 30 นาที ซึ่งนักเรียนจะต้องเขียนรายงานทั้งหมด 3 ประเด็น

1. คำถามที่นักเรียนพยายามหาคำตอบคืออะไร และทำไม

2. นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบอย่างไร และทำไมจึงทำเช่นนั้น

3. คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต่อประเด็นคำถามของนักเรียนคืออะไร

โดยในขั้นตอนนี้ให้นักเรียนเขียนที่ละประเด็นและนำเสนอจากนั้นมีการให้ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนรายงานครั้งต่อไป

21. นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานในใบกิจกรรม 4 ตอนที่ 4.2 รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน

22. นักเรียนส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบออนไลน์ โดยไม่ต้องระบุชื่อ โดยครูจะกำหนดโดยอัปโหลดไฟล์ส่งงานตามหมายเลขกลุ่ม จากแจก QR CODE ที่ครูแจกให้

23 ครูสุ่มแจก QR CODE โฟลเดอร์ส่งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้กับนักเรียน ต่างกลุ่มประเมิน และชี้แจงให้นักเรียนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามความจริงโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดให้

24. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการประเมินรายงานแต่ละฉบับร่วมกัน รวบรวม รายงานส่งครูหลังจากประเมินเสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นครูส่งผลการประเมินกลับให้นักเรียนกลุ่มเจ้าของผลงาน

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน

25. นักเรียนแต่ละคนทบทวนรายงานของตนเอง โดยพิจารณาข้อเสนอแนะที่ ตรวจสอบด้วยกลุ่มเพื่อน จากนั้นแก้ไข ปรับปรุง รายงานให้มีความน่าเชื่อถือและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

26. นักเรียนเขียนชื่อลงในกระดาษรายงานและส่งรายงานคืนครู

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้
นักเรียนสามารถระบุชนิดของ แอนติเจนและแอนติบอดีของ หมู่เลือดระบบ ABO และ Rh จากสถานการณ์ที่กำหนดได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 4.2	แบบประเมิน กิจกรรมที่ 4.2	ได้ระดับดีขึ้น
นักเรียนสามารถระบุชนิดของ แอนติเจนและแอนติบอดีของ หมู่เลือดระบบ ABO และ Rh จากสถานการณ์ที่กำหนดได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 2	แบบประเมิน กิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 2	ได้ระดับดีขึ้น
นักเรียนสามารถอธิบาย หลักการให้และรับเลือดของ คำถามว่าใครสามารถ บริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ ได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 2	แบบประเมิน กิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 2	ได้ระดับดีขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้
นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อระบุหมู่เลือดและการให้เลือดของคำถามนำว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 4 ตอน 1	แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 1	ได้ระดับดีขึ้นไป
นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของคำถามนำว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้	ตรวจใบกิจกรรม 4 ตอนที่ 3	- แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 3 - แบบประเมินโดยเพื่อน	ได้ระดับดีขึ้นไป
นักเรียนรับผิดชอบในการสืบเสาะหาความรู้ของคำถามนำว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้	สังเกตพฤติกรรมผู้ป่วยรายนี้ได้	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับคุณภาพ ดี
นักเรียนเฝ้าเรียนรู้ในการหาคำตอบของคำถามนำว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับคุณภาพ ดี

7. วัสดุ อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งเรียนรู้

1. วิดีโอละคร

[https://www.iq.com/play/descendants-of-the-sun-episode-719rt2r19l_s?lang=en](https://www.iq.com/play/descendants-of-the-sun-episode-719rt2r19l_s?lang=en_us)

[us](#)

2. ชุดทดสอบหมู่เลือด

- หลอดใส่เลือดผู้ป่วย 1 หลอด / กลุ่ม
- หลอดเลือดผู้บริจาค 1 1 หลอด / กลุ่ม
- หลอดเลือดผู้บริจาค 2 1 หลอด / กลุ่ม

- หลอดเลือดผู้ป่วยโรค 3 1 หลอด / กลุ่ม
- หลอดเลือดผู้ป่วยโรค 4 1 หลอด / กลุ่ม
- หลอดเลือดผู้ป่วยโรค 5 1 หลอด / กลุ่ม
- Anti – A 1 หลอด / กลุ่ม
- Anti – B 1 หลอด / กลุ่ม
- Anti - D 1 หลอด / กลุ่ม
- กระดาษสำหรับทดสอบหมู่เลือด 1 ชุด / กลุ่ม
- ไม้จิ้มฟัน 1 คู่ / กลุ่ม
- ถุงมือยาง 1 คู่ / คน

3. QR code สำหรับส่งงาน

4. ใบกิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 1 การออกแบบวิธีการหาคำตอบและเก็บรวบรวมข้อมูล

5. ใบกิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

6. ใบกิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 3 รายงานการสำรวจตรวจสอบ

ใบกิจกรรมที่ 4

ใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง

บทนำ : การให้และรับเลือด

ผู้ป่วยรายหนึ่งประสบอุบัติเหตุ ไม่พบเอกสารที่สามารถระบุตัวตนและประวัติทางการแพทย์ได้ จากการวินิจฉัยเบื้องต้นของแพทย์พบว่าผู้ป่วยมีอาการบาดเจ็บของอวัยวะภายใน ทำให้สูญเสียเลือดมาก จำเป็นต้องได้รับการผ่าตัดและต้องมีเลือดสำรองไว้ในกรณีฉุกเฉินหากผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับเลือด แต่เนื่องจากว่าโรงพยาบาลไม่มีเลือดสำรองจึงต้องเตรียมประกาศหาผู้บริจาคอย่างเร่งด่วน



พยาบาลได้ทำการเจาะเลือดสำหรับตรวจสอบหมู่เลือดของผู้ป่วย เพื่อเตรียมประกาศหาเลือดสำรอง ในการให้เลือดนั้นจำเป็นต้องทราบชนิดของแอนติเจน เพื่อใช้ในการระบุหมู่เลือดของผู้ป่วย ทั้งในระบบ ABO และระบบ Rh และชนิดของแอนติบอดีในพลาสมา

จากการประกาศรับบริจาคเลือดของโรงพยาบาลมีผู้ประสงค์บริจาคเลือดจำนวนมาก หลังจากที่มีการทดสอบความเข้มของเลือด และซักประวัติของผู้บริจาค มีผู้ผ่านเกณฑ์จำนวน 5 คน จึงได้มีการส่งเลือดตัวอย่างมาตรวจหมู่เลือดที่ห้องแล็บ เนื่องจากว่าหากมีการให้เลือดแก่ผู้ป่วยไม่ถูกต้องอาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้ หลังจากที่จะระบุหมู่เลือดเรียบร้อยแล้วเลือดจะถูกนำไปปั่นแยกเม็ดเลือด และพลาสมา เพื่อเตรียมนำมาให้กับผู้ป่วยต่อไป

คำถามนำ

นักเรียนคิดว่าใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง

ภาระงาน

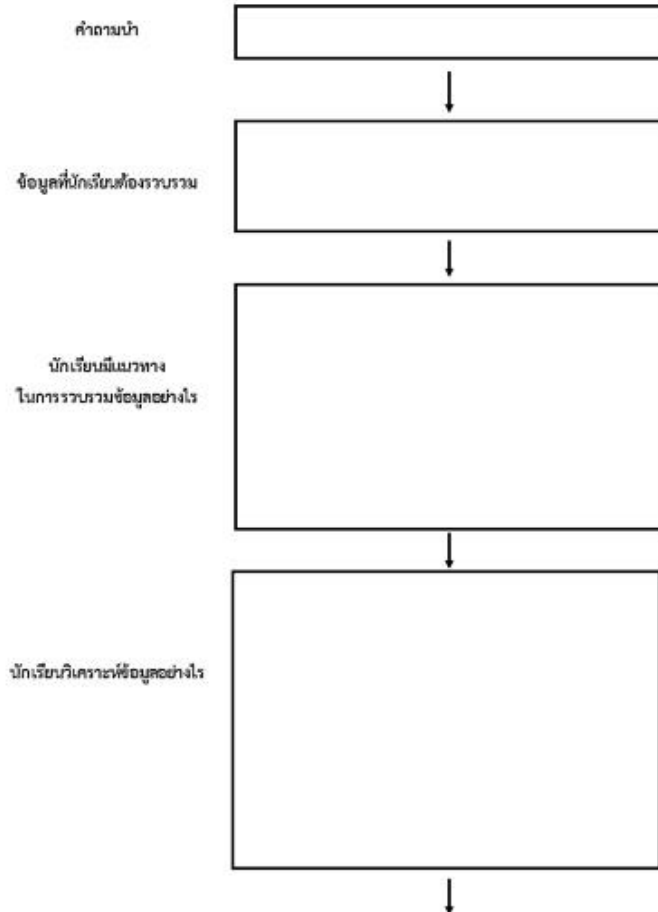
ให้นักเรียนวางแผนการสำรวจตรวจสอบหมู่เลือดระบบ ABO และระบบ Rh ของเลือดผู้ป่วย รวมทั้งสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้เพิ่มเติม จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูล สุดท้ายเขียนข้อสรุปเพื่อตอบคำถามนำ ระบุหลักฐานหรือข้อมูลที่นำมาสนับสนุนข้อสรุปนักเรียน พร้อมทั้งระบุเหตุผลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

วัสดุอุปกรณ์

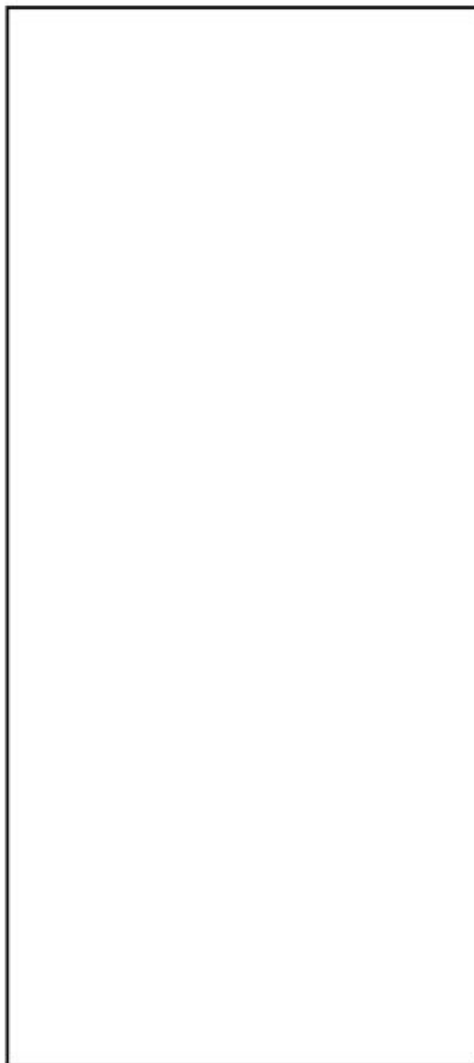
- หลอดใส่เลือดผู้ป่วย	1 หลอด / กลุ่ม
- หลอดเลือดผู้ป่วยจาก 1	1 หลอด / กลุ่ม
- หลอดเลือดผู้ป่วยจาก 2	1 หลอด / กลุ่ม
- หลอดเลือดผู้ป่วยจาก 3	1 หลอด / กลุ่ม
- หลอดเลือดผู้ป่วยจาก 4	1 หลอด / กลุ่ม
- หลอดเลือดผู้ป่วยจาก 5	1 หลอด / กลุ่ม
- Anti – A	1 หลอด / กลุ่ม
- Anti – B	1 หลอด / กลุ่ม
- Anti - D	1 หลอด / กลุ่ม
- กระดาษสำหรับทดสอบหมู่เลือด	1 ชุด / กลุ่ม
- ไม้จิ้มฟัน	1 คู่ / กลุ่ม
- ถุงมือยาง	1 คู่ / คน

ใบกิจกรรมที่ 4.1

การออกแบบวิธีการหาคำตอบและเก็บรวบรวมข้อมูล



ข้อมูลจริงที่รวบรวมได้



ใบกิจกรรมที่ 4.2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง

คำถามนำ	
ข้อกล่าวอ้าง/ข้อสรุป	
หลักฐาน	คำชี้แจงต่อหลักฐาน
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	

ใบกิจกรรมที่ 4.3 รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ใครสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเพื่อตอบคำถามนำที่ว่า ใครสามารถบวกริภาคเลือด
ให้แก่ผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง

1. คำถามที่นักเรียนกำลังพยายามหาคำตอบคืออะไร และทำไม

2. นักเรียนทำอะไรบ้าง และทำไมจึงทำเช่นนั้น

=====

=====

.....

.....

.....

.....

.....

3. คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต่อประเด็นคำถามของนักเรียนคืออะไร (คำตอบ หลักฐาน และเหตุผล)

.....

=====

=====

```

=====
=====

```

=====

สำหรับครู

ตอนที่ 1 การออกแบบวิธีการหาคำตอบและเก็บรวบรวมข้อมูล

คำถามนำ

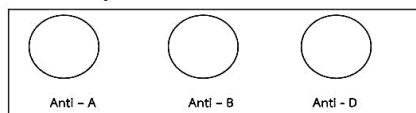
ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง

ข้อมูลที่นักเรียนต้องรวบรวม

1. ทดสอบหมู่เลือดของผู้ป่วยทั้งระบบ ABO และ ระบบ Rh
2. ทดสอบหมู่เลือดของผู้บริจาคหมายเลข 1 – 5 ทั้งระบบ ABO และ Rh
3. หลักการให้และรับเลือด

นักเรียนมีแนวทางในการ
รวบรวมข้อมูลอย่างไร

1. สืบค้นการทดสอบหมู่เลือดระบบ ABO และระบบ Rh
2. วางแผนการทดสอบหมู่เลือดดังกล่าว



หยดเลือด และสารทดสอบ ผสมให้เข้ากัน และสังเกตการตกตะกอน

3. วิเคราะห์หมู่เลือดจากการตกตะกอนของเลือดและบันทึกข้อมูล
4. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการให้และรับเลือด

นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล
อย่างไร

1. สรุปหมู่เลือดระบบ ABO โดยการสังเกตการตกตะกอนของเลือดเมื่อทดสอบด้วย Anti A และ Anti B
2. สรุปหมู่เลือดระบบ Rh โดยการสังเกตการตกตะกอนของเลือดเมื่อทดสอบด้วย Anti D
3. เปรียบเทียบชนิดแอนติบอดีของเลือดผู้ป่วย กับชนิดแอนติเจนในเลือดของผู้บริจาค ไม่ให้เป็นชนิดเดียวกัน

ข้อมูลจริงที่รวบรวมได้

	หมู่เลือด A	หมู่เลือด B	หมู่เลือด AB	หมู่เลือด O
เซลล์เม็ดเลือดแดง				
แอนติบอดี (พลาสมา)	แอนติ B	แอนติ A	ไม่มี	แอนติ A และ แอนติ B
แอนติเจน (เม็ดเลือดแดง)	A แอนติเจน	B แอนติเจน	A และ B แอนติเจน	ไม่มี

ชนิดของแอนติเจนและแอนติบอดีหมู่เลือดในระบบ ABO

ข้อมูลจริงที่รวบรวมได้

ตารางแสดงผลการทดสอบหมู่เลือด

เลือด	Anti-A	Anti-B	Anti-D	หมู่เลือด
ผู้ป่วย	-	+	+	B Rh+
ผู้บริจาค 1	+	-	+	A Rh+
ผู้บริจาค 2	+	+	+	AB Rh+
ผู้บริจาค 3	-	-	-	O Rh-
ผู้บริจาค 4	-	+	+	B Rh+
ผู้บริจาค 5	+	+	-	AB Rh-

หมายเหตุ

+ หมายถึง ตกตะกอน

- หมายถึง ไม่ตกตะกอน

หลักการให้และรับเลือด ในการให้เลือดเราจะต้องได้เลือด

จากคนเลือดหมู่เลือดเดียวกันหรือเข้ากันได้คือแอนติเจนของผู้ให้จะต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ ดังตาราง

หมู่เลือด	แอนติเจน	แอนติบอดี	รับเลือดจาก
A	A	B	A และ O
B	B	A	B และ O
AB	A และ B	ไม่มี	AB A B และ O
O	ไม่มี	A และ B	O

สำหรับครู

ตอนที่ 2 :การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

คำถามนำ

ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง

ข้อกล่าวอ้าง/ข้อสรุป

ผู้บริจาคหมายเลข 3 (O Rh-) และ ผู้บริจาคหมายเลข 4 (B Rh+) สามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยได้

หลักฐาน

หลักฐาน 1

การตกตะกอนของเลือดเมื่อทดสอบด้วย Anti-A
Anti-B และ Anti-D

เลือด	Anti-A	Anti-B	Anti-D	หมู่เลือด	แอนติบอดีในพลาสมา
ผู้ป่วย	-	+	+	B Rh+	A
ผู้บริจาค 1	+	-	+	A Rh+	B
ผู้บริจาค 2	+	+	+	AB Rh+	-
ผู้บริจาค 3	-	-	-	O Rh-	A และ B
ผู้บริจาค 4	-	+	+	B Rh+	A
ผู้บริจาค 5	+	+	-	AB Rh-	-

หมายเหตุ

- + หมายถึง ตกตะกอน
- หมายถึง ไม่ตกตะกอน

หลักฐาน 2

หลักการให้เลือด คือ Antigen ของเลือดผู้ให้
จะต้องไม่ตรงกับ Antibody ของผู้รับ

คำชี้แจงต่อหลักฐาน

การตกตะกอนของเลือดเมื่อทดสอบด้วย Anti-A, Anti-B และ Anti-D ทำให้ทราบชนิดของ Antigen ในเลือดตัวอย่างและทำให้สามารถระบุหมู่เลือดได้

การทราบแอนติบอดีของผู้ป่วยทำให้ทราบว่าผู้ป่วยสามารถรับเลือดจากใครได้
จึงจะไม่เกิดการตกตะกอนของเลือด

การทราบหลักการให้และรับเลือด
สามารถใช้ในการพิจารณาการให้และรับเลือดได้

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้บริจาคหมายเลข 3 และ 4 สามารถบริจาคให้แก่ผู้ป่วยได้ (ข้อกล่าวอ้าง) เนื่องจากเลือดจากเลือดผู้ป่วยตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย Antibody B และ Antibody D แต่ไม่ตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย Antibody A ทำให้ทราบว่าเลือดของผู้ป่วยมีแอนติเจน B และ D เป็นหมู่เลือด B Rh+

(หลักฐาน) ซึ่งจากการสืบค้นพบว่าคนที่หมู่เลือดดังกล่าวพลาสมาจะมีแอนติบอดี A (หลักฐาน) โดยจะสามารถรับบริจาคเลือดจากคนที่ไม่มีแอนติเจน A ได้เท่านั้น เนื่องจากอาจทำให้เกิดการตกตะกอนของเลือด ซึ่งคนหมู่เลือด Rh+ สามารถรับบริจาคเลือดได้จากทั้งหมู่เลือด Rh+ และ Rh- (หลักฐาน)

การทดสอบหมู่เลือดผู้บริจาคหมายเลข 1 หมู่เลือด A Rh+, ผู้บริจาคหมายเลข 2 หมู่เลือด AB Rh+, ผู้บริจาคหมายเลข 3 หมู่เลือด O Rh-, ผู้บริจาคหมายเลข 4 หมู่เลือด B Rh+ และผู้บริจาคหมายเลข 5 หมู่เลือด AB Rh- (หลักฐาน)

จากหลักการให้และรับเลือดชนิดของแอนติเจนผู้บริจาคจะต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับบริจาค ซึ่งหากแอนติเจนของผู้ให้ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับจะทำให้เลือดตกตะกอน ดังนั้นจะมีเพียงผู้บริจาคหมายเลข 3 และ 4 ที่สามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยได้เนื่องจากผู้ป่วยมีหมู่เลือด O และ B ตามลำดับ ซึ่งไม่มีแอนติเจน A บนผิวของเม็ดเลือดแดง (การให้เหตุผล)

สำหรับครู

ตอนที่ 3 : รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนรายงานการโต้แย้งให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. คำถามที่นักเรียนกำลังพยายามหาคำตอบคืออะไร และทำไม

นักเรียนคิดว่าผู้ป่วยมีหมู่เลือดใด และสามารถรับบริจาคเลือดจากคนหมู่เลือดใดได้บ้าง

2. นักเรียนทำอะไรบ้าง และทำไมจึงทำเช่นนั้น

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหมู่เลือดระบบ ABO และระบบ Rh
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบหมู่เลือดระบบ ABO และระบบ Rh ด้วยแอนติบอดี
3. ทดสอบหมู่เลือดโดยใช้แอนติบอดี A, แอนติบอดี B และแอนติบอดี D
4. สังเกตการตกตะกอนของเลือดและบันทึกผลลงในตาราง
5. วิเคราะห์หมู่เลือดจากหลักฐานการตกตะกอนของเลือด
6. สืบค้นข้อมูลหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการให้และรับเลือด

สาเหตุที่ต้องทำตามขั้นตอนข้างต้น เนื่องจากเราจำเป็นต้องทราบหมู่เลือดของเลือดตัวอย่างก่อน เพื่อที่เราจะได้ทราบว่าเราสามารถนำเลือดตัวอย่างบริจาคให้กับบุคคลใดได้บ้าง

3. คำอธิบายต่อประเด็นคำถามของนักเรียนคืออะไร (คำตอบ หลักฐาน และเหตุผลหรือแนวคิดที่ใช้สนับสนุนคำตอบ)

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้บริจาคหมายเลข 3 และ 4 สามารถบริจาคให้แก่ผู้ป่วยได้ (ขอกล่าวอ้าง) เนื่องจากเลือดจากเลือดผู้ป่วยตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย Antibody B และ Antibody D แต่ไม่ตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย Antibody A ทำให้ทราบว่าเลือดของผู้ป่วยมีแอนติเจน B และ D เป็นหมู่เลือด B Rh+ (หลักฐาน) ซึ่งจากการสืบค้นพบว่าคนที่มีหมู่เลือดดังกล่าวพลาสมาจะมีแอนติบอดี A (หลักฐาน) โดยจะสามารถรับบริจาคเลือดจากคนที่ไม่ใช่แอนติเจน A ได้เท่านั้น เนื่องจากอาจทำให้เกิดการตกตะกอนของเลือด ซึ่งคนหมู่เลือด Rh+ สามารถรับบริจาคเลือดได้จากทั้งหมู่เลือด Rh+ และ Rh- (หลักฐาน)

การทดสอบหมู่เลือดผู้บริจาคหมายเลข 1 หมู่เลือด A Rh+, ผู้บริจาคหมายเลข 2 หมู่เลือด AB Rh+, ผู้บริจาคหมายเลข 3 หมู่เลือด O Rh-, ผู้บริจาคหมายเลข 4 หมู่เลือด B Rh+ และผู้บริจาคหมายเลข

5 หมู่เลือด AB Rh- (หลักฐาน) จากหลักการให้และรับเลือดชนิดของแอนติเจนผู้บริจาคจะต้องไม่ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับบริจาค ซึ่งหากแอนติเจนของผู้ให้ตรงกับแอนติบอดีของผู้รับจะทำให้เลือดตกตะกอน ดังนั้นจะมีเพียงผู้บริจาคหมายเลข 3 และ 4 ที่สามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยได้เนื่องจากผู้ป่วยมีหมู่เลือด O และ B ตามลำดับ ซึ่งไม่มีแอนติเจน A บนผิวของเม็ดเลือดแดง (การให้เหตุผล) ในขณะที่หมู่เลือด Rh⁺ สามารถรับเลือดทั้ง Rh⁺ และ Rh⁻ ได้เนื่องจากไม่มีแอนติบอดี Rh ในพลาสมา

ส่วนที่ 3 การโต้แย้ง	การประเมินโดยเพื่อน			การประเมินของครู		
3.1 ผู้เขียนได้แสดงคำอธิบายที่ชัดเจนและเพียงพอในการตอบประเด็นคำถามหรือสถานการณ์หรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
3.2 คำอธิบายข้อกล่าวอ้างของผู้เขียนสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับผลการสำรวจตรวจสอบหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
3.3 ผู้เขียนใช้หลักฐานหรือข้อมูลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
3.4 ผู้เขียนมีหลักฐานเพียงพอในการสนับสนุนคำอธิบายของข้อกล่าวอ้างหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
3.5 หลักฐานของผู้เขียนมีความน่าเชื่อถือ ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
3.6 คำอธิบายของผู้เขียนเหมาะสมและเพียงพอหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
3.7 คำอธิบายของผู้เขียนสอดคล้องกับข้อมูลการวิพากษ์ในชั้นเรียนหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
3.8 ผู้เขียนได้แสดงข้อความเชิงลบหรือไม่เหมาะสมหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
ผู้ประเมิน : ประเมิน “ไม่ใช่” หรือ “บางส่วน” ให้อธิบายว่าผู้เขียนรายงานควรปรับปรุงรายงานส่วนนี้อย่างไร	ผู้เขียนรายงาน : ผู้เขียนอธิบายว่ามีการปรับปรุงรายงานส่วนนี้อย่างไร และมีส่วนใดของรายงานที่ได้รับข้อเสนอแนะแต่ผู้เขียนตัดสินใจไม่แก้ไข					

ส่วนที่ 4 การเขียนรายงาน	การประเมินโดยเพื่อน			การประเมินของครู		
4.1 เนื้อหาของรายงานแสดงความคิดของผู้เขียน และข้อมูลเชิงลึกหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
4.2 รายงานมีข้อมูลตามองค์ประกอบที่กำหนดครบถ้วนหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
4.3 ผู้เขียนใช้ภาษาถูกต้อง เข้าใจง่าย และเหมาะสมหรือไม่	☐ ไม่ใช่	☐ บางส่วน	☐ ใช่	0	1	2
ผู้ประเมิน : ประเมิน “ไม่ใช่” หรือ “บางส่วน” ให้อธิบายว่าผู้เขียนรายงานควรปรับปรุงรายงานส่วนนี้อย่างไร	ผู้เขียนรายงาน : ผู้เขียนอธิบายว่ามีการปรับปรุงรายงานส่วนนี้อย่างไร และมีส่วนของรายงานที่ได้รับข้อเสนอแนะแต่ผู้เขียนตัดสินใจไม่แก้ไข					
ข้อเสนอแนะของครู						

**เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยรายนี้ได้บ้าง**

องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ปรับปรุง (0)	พอใช้ (1)	ดี (2)
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	ระบุข้อกล่าวอ้างหรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง โดยไม่ระบุว่าผู้บริจาคคนใดสามารถบริจาคเลือดให้ผู้ป่วยได้หรือระบุผู้บริจาคไม่ถูกต้อง <u>ตัวอย่างเช่น</u> - ไม่มีผู้ประสงค์บริจาคเลือดคนใดที่จะบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยได้ - หมายเลข 2 สามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยได้ - มีผู้ประสงค์บริจาคหลายคนที่สามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยได้ - ผู้ประสงค์บริจาคเลือดหมายเลข 4 และ 5 สามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยได้	ระบุข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน โดยระบุเพียงหมู่เลือดของผู้ประสงค์บริจาคเลือด หรือระบุคนที่สามารถบริจาคเลือดได้ไม่ครบถ้วน <u>ตัวอย่างเช่น</u> - คนที่มีหมู่เลือดเดียวกับผู้ป่วยสามารถบริจาคเลือดให้ผู้ป่วยได้ - ผู้บริจาคหมายเลข 4 ที่มีหมู่เลือด B Rh+ - ผู้บริจาคหมายเลข 3 ที่มีหมู่เลือด O Rh-	ระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ โดยผู้ที่สามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยได้ครบทั้ง 2 คน คือ ผู้บริจาคหมายเลข 3 และ 4 <u>ตัวอย่างเช่น</u> - ผู้บริจาคหมายเลข 3 และ 4 สามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ป่วยได้
หลักฐาน (Evidence)	ไม่ระบุหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ระบุหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ หรืออาจมีหลักฐานบางประการที่	ระบุหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าว

องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ปรับปรุง (0)	พอใช้ (1)	ดี (2)
	โดยไม่ระบุผลการทดสอบหมู่เลือดหรือระบุผลการทดสอบหมู่เลือดไม่ถูกต้อง รวมถึงไม่มีการกล่าวถึงหลักการให้และรับเลือด <u>ตัวอย่างเช่น</u> - เกิดการตกตะกอนของเลือดเมื่อทดสอบด้วยแอนติบอดี B - เกิดการตกตะกอนของเลือด - ผลการทดสอบเลือดตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วยแอนติบอดี 2 ชนิด - สามารถรับบริจาคเลือดคนที่มีแอนติเจนชนิดเดียวกันได้	ไม่เหมาะสมโดยกล่าวถึงหลักฐานที่ถูกต้อง 1 หลักฐานจาก 2 หลักฐาน คือ ผลการทดสอบหมู่เลือด หรือ หลักการให้และรับเลือด <u>ตัวอย่างเช่น</u> - เลือดผู้ป่วยตกตะกอน เมื่อทดสอบด้วย Anti-B และ Anti-D เป็นหมู่เลือด B Rh+ คนที่สามารถให้เลือดแก่ผู้ป่วยได้คือผู้บริจาคหมายเลข 3 เนื่องจากมีการตกตะกอนของเลือดเหมือนกับผู้ป่วย - เลือดผู้ป่วยหมู่เลือด B Rh+ เนื่องจากเลือดตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย Anti-B และ Anti-D ซึ่งพลาสมาของผู้ป่วยจะมีแอนติบอดี A อยู่ ดังนั้นคนที่จะบริจาคเลือดได้จะต้องไม่มีแอนติเจน A	อ้างโดยแสดงหลักฐานครบทั้ง 2 หลักฐาน คือ - ผลการทดสอบหมู่เลือดของผู้ป่วยและเลือดของผู้บริจาค - หลักการให้และรับเลือด <u>ตัวอย่างเช่น</u> - เลือดผู้ป่วยตกตะกอนในแอนติบอดี B และ D มีแอนติเจน B และ D มีหมู่เลือด B Rh+ ซึ่งพลาสมาจะมีแอนติบอดี A รับบริจาคเลือดได้จากคนที่ไม่ มีแอนติเจน A เท่านั้น - ผู้ป่วยหมายเลข 1 เลือดตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย Anti-A และ Anti-D มีแอนติเจน A และ D เป็นหมู่เลือด A Rh+, ผู้ป่วยหมายเลข 2 เลือดตกตะกอนเมื่อทดสอบด้วย Anti-A Anti-B และ Anti-D มีแอนติเจน A,B และ D เป็นหมู่เลือด AB Rh+, ผู้ป่วยหมายเลข 3 ไม่พบการตกตะกอนของ

องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ปรับปรุง (0)	พอใช้ (1)	ดี (2)
			เลือดในการทดสอบด้วย แอนติบอดีทั้ง 3 ชนิด ไม่ มีแอนติเจน A, B และ D เป็นหมู่เลือด O Rh-, ผู้ป่วยหมายเลข 4 เลือด ตกตะกอนเมื่อทดสอบ ด้วย Anti-B และ Anti-D เป็นหมู่เลือด B Rh+, ผู้ป่วยหมายเลข 5 เลือด ตกตะกอนเมื่อทดสอบ ด้วย Anti-A และ Anti-B มีแอนติเจน A และ B เป็นหมู่เลือด AB Rh-
การให้เหตุผล (Reasoning)	ไม่ระบุเหตุผล หรือระบุ เหตุผลแต่ไม่มีความ เชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานกับข้อกล่าว อ้าง <u>ตัวอย่างเช่น</u> - การตกตะกอนของ เลือดเมื่อทดสอบด้วย แอนติบอดีสามารถใช้ ในการระบุหมู่เลือดได้ - เลือดตกตะกอนใน Anti- B เนื่องจากเลือด ตัวอย่างมีแอนติบอดี B ดังนั้นเลือดตัวอย่างมี หมู่เลือด B	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานกับ ข้อกล่าวอ้าง มีการระบุ หลักฐานซ้ำ และ/หรือ มีหลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่เพียงพอ เช่น ระบุสาเหตุ การตกตะกอนของ เลือดเมื่อทดสอบ หมู่เลือดด้วย แอนติบอดี และ หลักการให้และรับ เลือด <u>ตัวอย่างเช่น</u>	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานกับข้อ กล่าวอ้าง รวมถึง หลักการทาง วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม และเพียงพอ โดย กล่าวถึง - สาเหตุที่เกิดการ ตกตะกอนเมื่อทดสอบ ด้วยแอนติบอดี A และ D - หลักการให้และ รับเลือด <u>ตัวอย่างเช่น</u> - ผู้ป่วยมีหมู่เลือด B Rh+ เนื่องจากมี

องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ปรับปรุง (0)	พอใช้ (1)	ดี (2)
	- เลือดตัวอย่าง ตกตะกอนเมื่อทดสอบ ด้วยแอนติบอดี หาก เลือดตกตะกอนใน แอนติบอดีชนิดใด แสดงว่าเลือดตัวอย่าง มีแอนติบอดีชนิดนั้น	- เลือดผู้ป่วย ตกตะกอนในAnti-B และ D และ เนื่องจาก มีแอนติเจน B และ D เป็นหมู่เลือด B Rh+ - คนที่สามารถบริจาค เลือดให้กับผู้ป่วยได้ เม็ดเลือดแดงจะต้องไม่ มีแอนติเจน A เนื่องจากตรงกับชนิด ของแอนติบอดีใน พลาสมาของผู้ป่วยจะ ทำให้เลือดตกตะกอน	แอนติเจน B และ D บน เม็ดเลือดแดง ส่วนใน พลาสมาจะมีแอนติบอดี B สามารถรับเลือดได้ จากคนที่ไม่มีแอนติเจน A เท่านั้น และเนื่องจาก ผู้ป่วยมีหมู่เลือด Rh+ จึง สามารถรับเลือดได้จาก ทั้ง Rh+ และ Rh-

เลขที่	ชื่อ - นามสกุล	รับผิดชอบ ในการสืบเสาะหา ความรู้ของคำถามนำ	ไปเรียนรู้ในการหา คำตอบของคำถามนำ	รวม

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางสาวกศพร สุวรรณหงษ์)

..... / /

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ปรับปรุง (0)	พอใช้ (1)	ดี (2)	ดีมาก (3)
1. นักเรียน รับผิดชอบในการ สืบเสาะหาความรู้ ของคำถามนำ (การปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จภายใน กรอบเวลาที่ กำหนด)	ไม่ตั้งใจปฏิบัติ กิจกรรมในชั้น เรียน	ตั้งใจและ รับผิดชอบ หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย จนสำเร็จตาม เป้าหมาย มี การปรับปรุง และพัฒนาให้ดีขึ้น	การปฏิบัติหน้าที่ ให้สำเร็จ มีความ พยายามในการ แก้ปัญหา อุปสรรคให้สำเร็จ ตามเป้าหมาย ภายในเวลาที่ กำหนด	การปฏิบัติงาน ตามที่ได้รับ มอบหมายให้ สำเร็จ จตาม เป้าหมาย ภายในเวลาที่ กำหนดและมี คุณภาพ
2. นักเรียนเฝ เรียนรู้ในการหา คำตอบของ คำถามนำ (ความตั้งใจและ เพียรพยายามใน การสืบเสาะหา ความรู้)	ไม่ตั้งใจและไม่ พยายามสืบ เสาะหาความรู้	มีความตั้งใจแต่ ไม่พยายามสืบ เสาะหาความรู้ เพื่อนำไปสู่ คำถามนำ	ตั้งใจและ พยายามหา ความรู้เพื่อ นำไปสู่การตอบ คำถามนำ	ตั้งใจและ พยายามสืบ เสาะหาความรู้ จากแหล่ง ต่างๆ อย่าง หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การ ตอบคำถามนำ และการบรรลุ เป้าหมายการ เรียนรู้

2. แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ 9 การทดสอบหมู่เลือด

เลือดเป็นปัจจัยหลักในการรักษาผู้ป่วย ทั้งทางอายุรกรรมและศัลยกรรม ทำให้ปริมาณการจัดหาเลือดไม่เพียงพอกับการขอใช้เลือดที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การพิจารณาให้เลือดแก่ผู้ป่วยต้องคำนึงถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ในกรณีที่มีการผ่าตัดใหญ่และมีแนวโน้มที่ผู้ป่วยจะเสียเลือดมากอาจจำเป็นต้องได้รับเม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่มีการแยกพลาสมาบางส่วนออกไป ผ่านการขอรับบริจาคเลือดจากประชาชนทั่วไป จากประกาศความต้องการเลือดของโรงพยาบาลมีผู้ป่วยต้องการเลือดด่วนเพื่อทำการผ่าตัด



จากประกาศมีผู้ประสงค์ต้องการบริจาคเลือด 3 คน ซึ่งร่างกายสมบูรณ์ผ่านเกณฑ์เจ้าหน้าที่จึงทำการทดสอบหมู่เลือดของผู้ที่ต้องการบริจาคเลือดกับสารทดสอบหมู่เลือดแอนติบอดี เอ และ บี ได้ผลการทดสอบดังตาราง

บุคคล	สารทดสอบ ที่มีแอนติบอดี เอ	สารทดสอบ ที่มีแอนติบอดี บี
น.ส. นาน่า	+	-
น.ส. นนนี่	-	-
นาย โน้ต	+	+

หมายเหตุ สัญลักษณ์ + หมายถึง เลือดตกตะกอน / สัญลักษณ์ - หมายถึง เลือดไม่ตกตะกอน

คำถาม นักเรียนคิดว่าบุคคลใดที่สามารถบริจาคเลือดได้ และนักเรียนใช้หลักฐานหรือข้อมูลใดมาสนับสนุนความคิด พร้อมทั้งระบุเหตุผลให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์

แนวคำตอบ คนที่บริจาคเลือดได้คือ น.ส. นาน่า และ น.ส. นนนี่ (ข้อกล่าวอ้าง) จากข้อมูลผลเลือดนาน่าตกตะกอนกับสารทดสอบแอนติบอดี เอ แสดงว่ามีหมู่เลือดเอ นนนี่ เลือดไม่ตกตะกอนในแอนติบอดี เอ และ บี แสดงว่ามีหมู่เลือดโอ คนป่วยมีหมู่เลือดเอ (หลักฐาน) ซึ่งคนที่ มีหมู่เลือดเอสามารถรับบริจาคเลือดจากคนที่ มีหมู่เลือดเอและโอได้ (การให้เหตุผล)

เกณฑ์การให้คะแนนสถานการณ์ที่ 9

องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ปรับปรุง (0)	พอใช้ (1)	ดี (2)
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	ระบุข้อกล่าวอ้าง หรือ เขียนข้อกล่าวอ้างไม่ ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น - นายโน้ต	ระบุข้อกล่าวอ้าง ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ระบุแค่คนใดคนหนึ่ง ระหว่าง นาน่า และ นนนี่ ตัวอย่างเช่น - นาน่า - นนนี	ระบุข้อกล่าวอ้างได้ ถูกต้องและชัดเจน โดยสรุปว่าเป็น .นา น่า และ นนนี ตัวอย่างเช่น - นาน่า และ นนนี - น.ส.นาน่า และ น.ส. นนนี
หลักฐาน (Evidence)	ไม่ระบุหลักฐาน หรือ แสดงหลักฐานไม่ เหมาะสม ตัวอย่างเช่น - ผลการตกตะกอน ของเลือด	ระบุหลักฐานได้ เหมาะสมแต่ไม่ เพียงพอ หรืออาจมี หลักฐานบางประการ ที่ไม่เหมาะสม โดย แสดงหลักฐานเพียง 1 – 2 หลักฐาน หรือ ระบุครบ 3 หลักฐาน ร่วมกับหลักฐานอื่นที่ ไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น - เลือดของนาน่า ตกตะกอนกับสาร ทดสอบแอนติบอดี เอ แสดงว่ามีหมู่เลือดเอ เลือดของนนนี่ ไม่ ตกตะกอนใน	ระบุหลักฐานได้ เหมาะสมและ เพียงพอต่อการ สนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง โดยแสดงหลักฐานได้ ถูกต้องและครบถ้วน 3 หลักฐาน ผลการทดสอบหมู่ เลือดของ นาน่า ผลการทดสอบหมู่ เลือดของ นนนี หมู่เลือดของคนป่วย ตัวอย่างเช่น - เลือดของนาน่า ตกตะกอนกับสาร ทดสอบแอนติบอดี เอ

องค์ประกอบของ คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์	ระดับคะแนน		
	ปรับปรุง (0)	พอใช้ (1)	ดี (2)
		แอนติบอดี เอ และ บี แสดงว่ามีหมู่เลือดโอ	แสดงว่ามีหมู่เลือดเอ เลือดของนินนี้ ไม่ ตกตะกอนใน แอนติบอดี เอ และ บี แสดงว่ามีหมู่เลือดโอ คนป่วยมีหมู่เลือดเอ
การให้เหตุผล (Reasoning)	ไม่ระบุเหตุผล หรือ ระบุเหตุผลแต่ไม่มี ความเชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานกับ ข้อกล่าวอ้าง ตัวอย่างเช่น - หมู่เลือด AB สามารถบริจาคเลือด ให้คนหมู่เลือด A ได้	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานกับ ข้อกล่าวอ้าง มีการระบุหลักฐานซ้ำ และ/หรือมีหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ เพียงพอ ตัวอย่างเช่น - คนที่มีหมู่เลือดเอ สามารถรับบริจาค เลือดจากคนที่มีหมู่ เลือดเอได้	ระบุเหตุผลที่เชื่อมโยง ระหว่างหลักฐานกับ ข้อกล่าวอ้าง โดยเหตุผลมีความ เหมาะสมและมี หลักการทาง วิทยาศาสตร์โดย อธิบายว่า คนที่มีหมู่ เลือดเอสามารถรับ บริจาคเลือดจากคนที่ มีหมู่เลือดเอและโอได้ ตัวอย่างเช่น - คนที่มีหมู่เลือดเอ สามารถรับบริจาค เลือดจากคนที่มีหมู่ เลือดเอและโอได้

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน (กึ่งโครงสร้าง)

จุดมุ่งหมาย :

เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง ที่มีต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนำไปใช้วางแผนและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้งให้สามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้สำเร็จ

คำชี้แจงเกี่ยวกับการสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์นักเรียนฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ที่มีต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เวลาที่ใช้ในการสัมภาษณ์ประมาณ 30 นาที ผู้วิจัยจะขอใช้นามสมมติแทนชื่อของผู้ถูกสัมภาษณ์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์จะนำเสนอในภาพรวมและใช้รหัสแทนชื่อหรือนามสมมติ และข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าร่วมการสัมภาษณ์

ผู้ให้ข้อมูลสัมภาษณ์ (นามสมมติ)

วันที่สัมภาษณ์.....

เวลาเริ่ม เวลาสิ้นสุด

ผู้สัมภาษณ์

ข้อมูลพื้นฐานของผู้ให้ข้อมูลสัมภาษณ์

เกรดเฉลี่ยรายวิชาชีววิทยา.....

ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ☐ ดีมาก ☐ ปานกลาง ☐ ปรับปรุง

ข้อมูลสัมภาษณ์

ประเด็น	รายการคำถาม	ข้อมูลสัมภาษณ์
1. ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	1.1 นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าอย่างไร - คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คืออะไร - คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	

ประเด็น	รายการคำถาม	ข้อมูลสัมภาษณ์
	ประกอบด้วยอะไรบ้าง 1.2 คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีบทบาทต่อการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียน อย่างไร	
2. กิจกรรมการจัดการ เรียนรู้ด้วยการสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธี โต้แย้งที่สามารถ พัฒนาการสร้าง คำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ของ นักเรียน	2.1 นักเรียนคิดว่าคำถามนำมี ประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของ นักเรียนอย่างไร	
	2.2 กิจกรรมใดบ้างช่วยให้ นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ได้ และช่วยอย่างไร - กิจกรรมใดที่ช่วยให้ - นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าว - อ้างได้ - กิจกรรมใดที่ช่วยให้ - นักเรียนสามารถระบุหลักฐานได้ -นักเรียนตัดสินใจเลือก - หลักฐาน และตัดหลักฐานที่ไม่ - เกี่ยวข้องกับ - ข้อกล่าวอ้างออกได้อย่างไร - กิจกรรมใดที่ช่วยให้ - นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้	
	2.3 กิจกรรมช่วงใดที่เปิดโอกาส ให้นักเรียนได้พัฒนา/ปรับปรุง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน	

ประเด็น	รายการคำถาม	ข้อมูลสัมภาษณ์
	2.4 กิจกรรมการประเมินโดยเพื่อน มีประโยชน์อย่างไรบ้าง	
	2.5 นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในการเรียนครั้งนี้	
3. วิธีการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	3.1 นักเรียนมีแนวทางหรือรูปแบบในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไร	
	3.2 นักเรียนมีขั้นตอนในการเขียนเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างไร	
	3.3 ขณะเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นักเรียนคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง	
4. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ	4.1 อะไรที่ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบ	
	4.2 กิจกรรมใด / ใคร ที่ทำให้คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นกว่าเดิมและดีขึ้นกว่าเดิมอย่างไร	
	4.3 นักเรียนมีวิธีการในการตัดสินใจอย่างไรว่าจะปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองหรือไม่	

ประเด็น	รายการคำถาม	ข้อมูลสัมภาษณ์
5.ปัญหาและอุปสรรคต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	5.1 นักเรียนพบปัญหาหรืออุปสรรคใดบ้างในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มและของตนเอง	
	5.2 ปัญหาเหล่านั้นส่งผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างไรบ้าง	
	5.3 นักเรียนมั่นใจในคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นหรือไม่ นักเรียนไม่มั่นใจในองค์ประกอบใด เพราะอะไร	
	5.4 นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหา / อุปสรรคเหล่านั้นอย่างไร	
6.ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ	6.1 นักเรียนคิดว่ามีสิ่งใดที่ควรปรับปรุงหรือเพิ่มเติมเพื่อให้ นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบองค์ประกอบและถูกต้องมากยิ่งขึ้น	
	6.2 นักเรียนต้องการให้ครูช่วยเหลือในด้านใดอีกบ้าง และเพราะอะไร	

บรรณานุกรม

- Atkinson, M. B., Krishnan, S., McNeil, L. A., Luft, J. A., & Pienta, N. J. (2020). Constructing Explanations in an Active Learning Preparatory Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, 97(3), 626-634.
- Asuncion Lopez-Manjon, M. (2552). Using analogies to learn about the circulatory system: Effects on learning and argumentation. *Research in Science Education*, 39(1), 153-169.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.
- Cheng, M. M. W., & Gilbert, J. K. (2015). Students' Visualization of Diagrams Representing the Human Circulatory System: The use of spatial isomorphism and representational conventions. *International Journal of Science Education*, 37(1), 136-161.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in Science: A Comparison of Deep and Surface Approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109-138.
- de Vries, E., Lund, K., & Baker, M. (2002). Computer-Mediated Epistemic Dialogue: Explanation and Argumentation as Vehicles for Understanding Scientific Notions. *Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 63-103.
- Demircioglu, T. & Ucar, S. (2012). The Effect of Argument-Driven Inquiry on Pre-Service Science Teachers' Attitudes and Argumentation Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 5035-5039.
- Grooms, J., Sampson, V., & Walker, J. (2015). *Argument-driven inquiry in biology: Lab investigations for grades 9-12*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Kuhn, L., & Reiser, B. (2005). Students constructing and defending evidence-based scientific explanations. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Dallas, TX.

- McNeill, K., Lizotte, D., Krajcik, J., & Marx, R. (2006). Supporting Students' Construction of Scientific Explanations by Fading Scaffolds in Instructional Materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15, p. 153-191.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2008). Scientific explanations: Tools for scientific literacy. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 177-195). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2011). Supporting students' construction of scientific explanations in urban classrooms. *The Clearing House*, 84(2), 77-83.
- McNeill, K., Lizotte, D., Krajcik, J., & Marx, R. (2006). Supporting Students' Construction of Scientific Explanations by Fading Scaffolds in Instructional Materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations in urban classrooms. *Urban Education*, 41(6), 579-599
- McNeill, K. L. (2011). Elementary students' views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 793-823.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78.
- Oktavia, S., Hesti, P., & Dedek, S. (2021). Analysis Students' Scientific Explanation Skills Using Explanation Driven Inquiry Learning on Acid-Base Topic. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 6(1), 75-81.
- Osborne, J., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Tsai, S.-P., & Schneider, J. (2009). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 583-608.

- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Tsai, S.-P., & Schneider, J. (2010). The effect of curriculum materials on students' scientific explanation ability. *International Journal of Science Education*, 32(14), 1899-1921.
- Sampson, V. (2014). Argument-driven inquiry in biology: Lab investigations for grades 9-12: NSTA Press.
- Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argumentation in science education: The argument-driven inquiry approach. *The Science Teacher*, 76(4), 46-51.
- Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-driven inquiry to promote the understanding of important concepts & practices in biology. *The American biology teacher*, 71(8), 465-472.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2014). Argument-driven inquiry: An introduction to the framework and the assessment. *Science Scope*, 37(6), 21-26.
- Sungur, S., Tekkaya, C., & Geban, Ö. (2001). The Contribution of Conceptual Change Texts Accompanied by Concept Mapping to Students' Understanding of the Human Circulatory System. *School Science and Mathematics*, 101(2), 91-101.
- Tang, K.-S. (2016). Constructing scientific explanations through premise–reasoning–outcome (PRO): an exploratory study to scaffold students in structuring written explanations. *International Journal of Science Education*, 38(9), 1415-1440.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Walker, J. P., & Sampson, V. (2013). Learning to Argue and Arguing to Learn: Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Chemistry Students Learn How to Construct Arguments and Engage in Argumentation During a Laboratory Course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5), 561-596.
- Walker, J. P., & Sampson, V. (2017). Learning to argue and arguing to learn in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(8), 1047-1072.

- Wang, C.-Y. (2015). Scaffolding Middle School Students' Construction of Scientific Explanations: Comparing a cognitive versus a metacognitive evaluation approach. *International Journal of Science Education*, 37(2), 237-271.
- Yang, H.-T., & Wang, K.-H. (2014). A Teaching Model for Scaffolding 4th Grade Students' Scientific Explanation Writing. *Research in Science Education*, 44(4), 531-548.
- Yang, P. Y., & Wang, K. H. (2014). Using argument-driven inquiry to promote students' conceptual understanding and argumentation skills in a high school physics class. *International Journal of Science Education*, 36(3), 531-549.
- Yu, F.-Y., & Chen, C.-Y. (2021). Student- versus teacher-generated explanations for answers to online multiple-choice questions: What are the differences? *Computers & Education*, 173, 104273.
- กรรณก เลิศเดชาภักทร. (2559). ผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตฉบับไม่ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/55128>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551. พิมพ์ครั้งที่ 1, น. 154-155.
- กฤตกร สภาสันติกุล. (2560). ผลของกลวิธีการสอนเคมีโดยใช้การทำนาย การสังเกต การอธิบาย อย่างมีขั้นตอนที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 *Online Journal of Education*.
- กรรณก เลิศเดชาภักทร. (2559). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์พื้นฐานเพื่อพลเมือง. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น].
- เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ, เอกภูมิ จันทรขันธ์, และ สุรศักดิ์ เชียงกา. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้น เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิง

- วิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
Paper presented at the Rangsit Graduate Research Conference: RGRC.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ชัดชัดพับลิเคชั่น.
- จัญญลักษณ์ วรโคตร. (2561). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 41(1), 75–89.
- จกมล บุญรอด. (2557). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (ครุศาสตร์).
- ฉลองวุฒิ จันทร์หอม. (2562). การพัฒนาทปฏิบัติการเรื่องระบบย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *ปริญญานิพนธ์ (กศ.ม. (ชีววิทยา))* -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2562.
<http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/handle/123456789/603>
- ณัฐวรรณ ศิริธร, และ เอกภูมิ จันทร์ขันธ์. (2562). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ *Silpakorn University Journal*.
- นภาลัย ต๊ะเสาว. (2564). การพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบ ADI ในรายวิชาชีววิทยา ม.4. *วารสารวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 26(2), 112–126.
- นลพรรณ ไชยชนะ. (2654). การศึกษาการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร].
- นำพงศ์ จันทร์โท, สิริณา กิจเกื้อกูล, และ และสุริยา ชาปู้. (2565). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิเวศวิทยาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 24(1), 176–187.

- บุญญาพร แสงประเสริฐ, ธนาภูมิ ลาตวงษ์, และ นพมณี เชื้อวชิรจันทร์. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับกลยุทธ์การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 23(4), 240-252.
- พจิณลักษณ์ ขวัญใจ. (2555). ผลของการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานตามแนวคิดของ อัลเบิร์ต ดาเลิร์นที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. (คณะครุศาสตร์). สืบค้นจาก <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/63916>
- พรพนนา อนิวรรณวงศ์, และ ร่มเกล้า จันทราชี. (2562). การประเมินผลของการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้การเชื่อมโยงหลักฐานและแบบจำลองที่มีต่อการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้, 5(1), 65-83.
- พนิดา มีลา, และ ร่มเกล้า อาจเดช. (2560). การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและการอธิบายทางวิทยาศาสตร์: การส่งเสริมการสร้างความหมายในชั้นเรียน. JOURNAL OF EDUCATION NARESUAN UNIVERSITY, 12-13.
- ภูรี สิริเถลิงเกียรติ. (2566). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เมธานนท์ สง่าชาติ, เอกภูมิ จันทระขันตี, และ วีระศักดิ์ พึ่งเฟื่อง. (2561). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในบทเรียนเรื่อง ฮอริซอน และต่อมไร้ท่อ. Paper presented at the การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56, กรุงเทพฯ.
- ภูรี สิริเถลิงเกียรติ. (2566). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีโต้แย้ง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิไลวรรณ ทรงศิลป์. (2560). การพัฒนากลวิธีการโต้แย้งในห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.

วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์, 18(2), 167-178.

วันวิสาข์ รักงาม, และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 34(2), 52-65.

วรรณพงษ์ สุทธิเวชสุนวรากุล, และคณะ. (2563). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารให้ได้พลังงาน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 11(1), 89-98.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015

วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา.

กรุงเทพมหานคร: ชัคเซสพับลิเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). ผลการประเมิน PISA 2018: นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง. สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-48/>

สันติชัย อนุวรชัย, และ อลิศรา ชูชาติ. (2553). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผล ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต).

สุชาดา ศรีศกุน. (2021). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. วารสารวิชาการและวิจัย มจร. อุดรดิตถ์, 16(1), 26-41.

สุทธิชาติ เปรมกมล. (2558). ผลของการใช้การสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (คณะครุศาสตร์).

อนงศรีรัตน์ แก้วบำรุง. (2554). ผลของการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการสร้างความรู้พื้นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์เรื่องงานและพลังงานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญาโท). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต).

อรณิชา หงษ์เกิด ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, และ ชำนาญ ปิ่นปรางไธทย. (2559). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 31(3), 48-59.



ประวัติผู้เขียน

