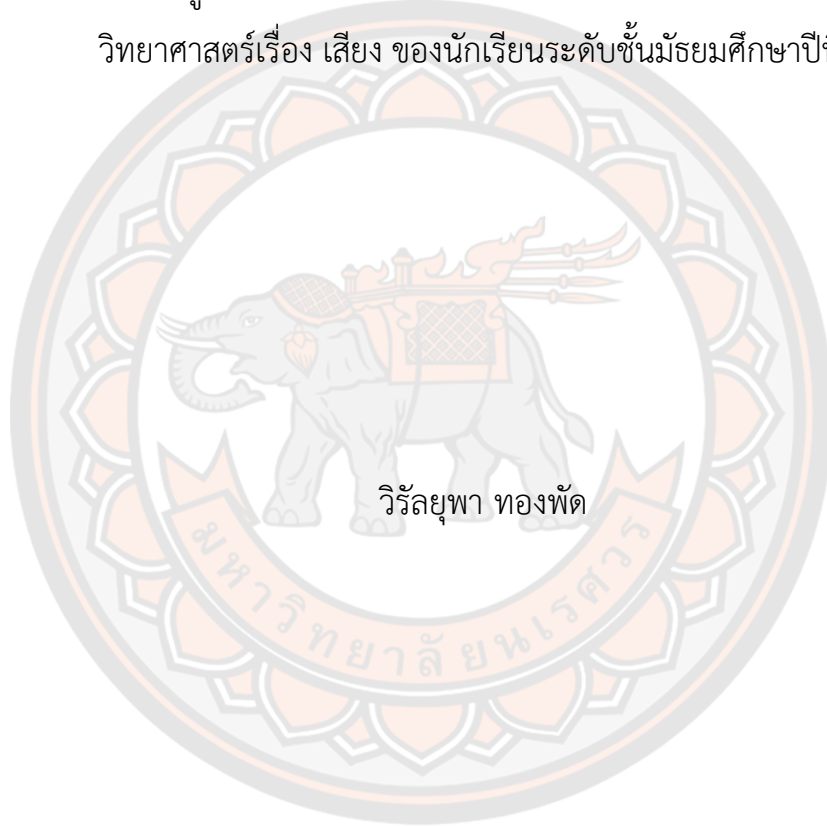




การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้าน
วิทยาศาสตร์เรื่อง เสียง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วิรัชญา ทองพัด

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้าน
วิทยาศาสตร์เรื่อง เสียง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้
ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง เสียง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5"
ของ วิรัชยุพา ทองพัด
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง เสียง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	วิรัชญา ทองพัด
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิตติยา บงกชเพชร
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง, ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์, เสียง

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงและ 2) เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เสียง รูปแบบการวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รายงานผลการตรวจสอบและแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพได้แก่ การวิเคราะห์ด้านเนื้อหาและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องเสียง ควรมีลักษณะดังนี้ ครูควรใช้วิดีโอและสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเสียง เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองและเก็บข้อมูลเพื่อนำหลักฐานมาสร้างข้อโต้แย้ง ควรอธิบายองค์ประกอบการโต้แย้งให้ชัดเจน ในการโต้แย้ง นักเรียนควรนำเสนอข้อโต้แย้งจากหลักฐานที่ได้ และแสดงความคิดเห็นอย่างตรงประเด็นและครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม และกำกับให้นักเรียนตรวจสอบและปรับปรุงรายงาน

2. นักเรียนแสดงสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 71.18 รองลงมาคือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 70.88 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 67.95 ตามลำดับ



Title	IMPLEMENTING ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY FOR ENHANCING SCIENTIFIC LITERACY IN SOUND TOPIC FOR 11 TH GRADE STUDENTS
Author	WIRANYUPA THONGPAD
Advisor	Assistant Professor Thitiya Bongkotphet, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Science Education, Naresuan University, 2022
Keywords	Argument-Driven Inquiry, Scientific Literacy, Sound

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to study the learning management of argument-driven inquiry (ADI) for enhancing scientific literacy of sound and 2) to study the development of scientific literacy after implementing argument-driven inquiry. This research was Classroom Action Research. The participants were 34 students in grade 11 from a school in Phetchabun province in the second semester of academic year 2021. The research instruments consisted of three ADI lesson plans, a reflective learning management form, a student investigation report, and a scientific literacy test. The data were analyzed by using both qualitative and quantitative data analysis, which included mean, percentage, standard deviation, and content analysis.

For the results of the study,

The effective implementation of argument-driven inquiry could enhance scientific literacy in sound was described as follows: Teachers used videos and everyday situations about sound for students identify problems, hypothesized, designed experiments, and collected data to support their arguments. The elements of the argument should be clearly explained. In an argument, students should present their arguments based on the evidence and express their opinions to the point. Teachers should use stimulating questions to engage students and instruct students to review and improve the report.

The students demonstrated the highest level of competence in interpreting data and evidence scientifically was at 71.18 percent, followed by competence in the

evaluating and designing scientific enquiry was at 70.88 percent, and the competence in explaining phenomena scientifically was at 67.95 percent, respectively.



ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจนการค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันและคอยให้กำลังใจผู้วิจัยให้สามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นใน ตลอดระยะเวลาที่ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ทุกท่านที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาและประสบการณ์ต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยกำลังศึกษาและดำเนินการวิจัยที่กรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษา และตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ ตลอดจนผู้เขียนตำราวิชาการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและอ้างอิงทุกท่าน ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สมชาย กฤตพลวิวัฒน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์ และคุณครูธนาวดี อินทะนอยที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพและแก้ไขเครื่องมือสำหรับการรวบรวมข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูโรงเรียนบึงสามพันสามวิทยาเขตทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนการเก็บข้อมูลวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2564 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติมิตรและครอบครัวที่คอยให้กำลังใจสำคัญให้ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วง คอยเป็นกำลังใจที่สำคัญให้ผู้วิจัยผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ และคอยส่งเสริม สนับสนุนในทุกๆ ด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน และขอบใจเพื่อนนิสิตปริญญาโททุกคนที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีให้กับผู้วิจัยตลอดมา

คุณประโยชน์จากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านและหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

วิรัชญา ทองพัด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุณูปการ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	๗
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	5
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	5
ขอบเขตของงานวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
1.หลักสูตรสถานศึกษา.....	9
1.1 วิสัยทัศน์ของโรงเรียน.....	9
1.2 พันธกิจของโรงเรียน.....	9
1.3 เป้าประสงค์ของโรงเรียน.....	9
1.4 คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 4 (ว32204).....	10
1.5 ผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 4 (ว32204).....	10

2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	12
2.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.....	12
2.2 บริบทและสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์	13
2.3 สมรรถนะในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.....	15
2.4 การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.....	18
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	25
3.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	25
3.2 องค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์	26
3.3 ประโยชน์ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	28
3.4 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	29
3.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	31
3.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการ โต้แย้ง.....	52
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	53
งานวิจัยในประเทศ	53
งานวิจัยต่างประเทศ.....	59
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	62
รูปแบบการวิจัย.....	62
บริบทของการวิจัย	63
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	63
1. เครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1.....	63
2. เครื่องมือที่ใช้ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2	64

2.1 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.....	64
2.2 รายงานผลการตรวจสอบ.....	64
การสร้างเครื่องมือวิจัย.....	66
1. แผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้.....	66
2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้.....	73
3. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์.....	73
4. รายงานผลการตรวจสอบ.....	79
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	80
ก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	80
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	87
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อ ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	87
วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมของเสียง.....	87
วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ความเข้มเสียง.....	99
วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน.....	110
ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เสียง.....	130
บทที่ 5 สรุปผล.....	143
สรุปผลการวิจัย.....	143
อภิปรายผล.....	144

ข้อเสนอแนะ	149
บรรณานุกรม	150
ภาคผนวก.....	157
ประวัติผู้วิจัย	233



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงบริบทสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2018 .14	
ตาราง 2 แสดงลักษณะของความสามารถทางวิทยาศาสตร์ 7 ระดับใน PISA 2018.....22	
ตาราง 3 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง50	
ตาราง 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์ของการวิจัย และเครื่องมือวิจัย.....65	
ตาราง 5 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลา สถานการณ์และประเด็นการโต้แย้ง.....69	
ตาราง 6 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์70	
ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์การสร้างความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง เสี่ยง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....76	
ตาราง 8 แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ..96	
ตาราง 9 แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 2 106	
ตาราง 10 แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 3 116	
ตาราง 11 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริม ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องเสี่ยง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5..... 120	
ตาราง 12 แสดงภาพรวมคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ช่วงก่อน ระหว่างและหลัง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง 130	
ตาราง 13 แสดงผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง 132	

ตาราง 14 แสดงผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะต่างๆระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งจากรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล	133
ตาราง 15 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพฤติกรรมเสี่ยง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	159
ตาราง 16 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องความเข้มเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	161
ตาราง 17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องระดับเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	163
ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	165
ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล เรื่อง พฤติกรรมของเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	168
ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล เรื่อง ความเข้มเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	170
ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล เรื่อง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	171

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แสดงกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2018	13
ภาพ 2 แสดงตัวอย่างข้อสอบประกอบคำถามข้อที่ 1	19
ภาพ 3 แสดงตัวอย่างข้อสอบประกอบคำถามข้อที่ 2	20
ภาพ 4 แสดงตัวอย่างข้อสอบประกอบคำถามข้อที่ 3	21
ภาพ 5 แสดงขั้นตอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งของ Grooms et al., (2016)	37
ภาพ 6 แสดงส่วนประกอบของข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์ที่ใช้ประเมินคุณค่า ของข้อโต้แย้ง.....	40
ภาพ 7 แสดงองค์ประกอบของข้อโต้แย้งที่จัดบน whiteboard หรือกระดาษแผ่นใหญ่	42
ภาพ 8 แสดงตัวอย่างของข้อโต้แย้งที่นักเรียนสร้างขึ้นแสดงบน whiteboard.....	42
ภาพ 9 แสดงใช้รูปแบบ Gallery walk ในระหว่างกิจกรรมการโต้แย้ง	44
ภาพ 10 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายที่สมเหตุสมผลจากรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลของนักเรียนเลขที่ 21134	
ภาพ 11 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายที่สมเหตุสมผลจากรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลของนักเรียนเลขที่ 28134	
ภาพ 12 แสดงแบบจำลองห้องดนตรีโดยใช้กระสอบเป็นวัสดุดูดซับเสียง	135
ภาพ 13 แสดงแบบจำลองตำแหน่งที่เกิดเสียงปัง	135
ภาพ 14 แสดงแบบจำลองในการติดตั้งลำโพงขยายเสียง	136
ภาพ 15 แสดงตัวอย่างการแสดงผลกิจกรรมการเสนอสมมติฐานห้องดนตรีเก็บเสียง.....	136

ภาพ 16 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการเสนอสมมติฐานของตำแหน่งเสียงปึงของนักเรียนเลขที่ 28	137
ภาพ 17 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการเสนอสมมติฐานของตำแหน่งลำโพงขยายเสียง	137
ภาพ 19 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล ของนักเรียนเลขที่ 8	138
ภาพ 20 แสดงการระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์	139
ภาพ 21 แสดงการนำเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเลขที่ 7	139
ภาพ 22 แสดงการแปลงข้อมูลที่ได้นำเสนอในรูปแบบหนึ่ง (ตารางบันทึกผลการทดลอง)	140
ภาพ 23 แสดงการวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป	141

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญที่ช่วยให้บุคคลเกิดการพัฒนาระบบการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้เกิดทักษะต่างๆ โดยมีการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถตัดสินใจได้โดยใช้ข้อมูลจาก ประจักษ์พยานที่หลากหลาย ซึ่งโลกในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุกๆ ด้าน ทั้ง ด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม การดำเนินชีวิต ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ ต้องมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาสาระตามหลักสูตรควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะใหม่ๆ สารวิชา ก็มีความสำคัญในการเรียนรู้ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อมีชีวิตในโลกยุคนี้ (ไสว พักขาว, 2561) จะเห็นได้ว่า การจัดการศึกษาในปัจจุบันมีการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนการสอนให้ตอบสนองกับ ทิศทางการผลิตและการพัฒนากำลังคน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการ ดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ และการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ (แผนการศึกษา แห่งชาติ, 2560-2579 ,น.15-16) ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญที่ทุกคนจำเป็นต้องได้รับการ พัฒนาให้เกิดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ในปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลก มีการเตรียมเยาวชนของตนเองให้มีความพร้อมที่สามารถ ดำรงชีวิตในโลกได้โดยให้ความสำคัญกับการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก จึงทำให้ มีการประเมินผลทางการศึกษาระดับนานาชาติเกิดขึ้นนั่นคือ โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียน มาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) จัดตั้งโดย องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co- operation and Development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบ การศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีศักยภาพที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการ เปลี่ยนแปลง ซึ่งประเมินสมรรถนะที่เรียกว่า Literacy (ความฉลาดรู้) ในสามด้าน ได้แก่ ความฉลาดรู้ ด้านการอ่าน ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และ ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยมีเน้นหนักในด้าน ใดด้านหนึ่งในการประเมินแต่ละระยะ(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

ในปี ค.ศ. 2018 OECD ได้ให้คำอธิบายของการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ไว้ว่า เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ โดยบุคคลที่ได้ชื่อว่ามีผลความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเห็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2564) สำหรับผลการประเมินของประเทศไทยในปี 2018 ในส่วนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน โดยค่าคะแนนเฉลี่ย OECD มีคะแนนอยู่ที่ 489 คะแนน ยังถือว่านักเรียนไทยมีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และเมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2015 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 421 คะแนนจะเห็นได้ว่า มีคะแนนวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 4 คะแนน แต่ในการทดสอบทางสถิติถือว่าคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับรอบการประเมินที่ผ่านมา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564)

นอกจากผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียนขณะจัดการเรียนการสอน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในปีการศึกษา 2563 ได้ทำกิจกรรมเรื่องการเคลื่อนที่ของในแนวระดับและแนวตั้งเพื่ออธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งในกิจกรรมใช้เหรียญจำนวน 2 เหรียญ โดยที่เหรียญหนึ่งวางชิดบนขอบโต๊ะ และอีกเหรียญวางบนไม้บรรทัดที่ยื่นจากขอบโต๊ะ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการเคลื่อนที่ของเหรียญทั้งสอง จากการวิเคราะห์ใบกิจกรรมของนักเรียนจากการเขียนอธิบายประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในข้อคำถาม พบว่านักเรียนสามารถระบุลักษณะเส้นทางการเคลื่อนที่ของเหรียญทั้ง 2 และบอกได้ว่าการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่ามีปัจจัยใดที่มีผลต่อลักษณะการเคลื่อนที่ของเหรียญทั้งสอง ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพียงบางส่วนเท่านั้นคือสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาได้แต่ไม่สามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลได้ อีกทั้งเมื่อครูผู้สอนได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำการทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยมีอุปกรณ์กำหนดให้ คือ ครึ่งวงกลม ไม้ลูกโป่ง ดินน้ำมัน ตลับเมตรและฝาชวดน้ำ จากนั้นให้นักเรียนออกแบบการทดลองโพรเจกไทล์ จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ พบว่ามีนักเรียนร้อยละ 70 ของห้องเรียนที่ไม่สามารถออกแบบการทดลองได้โดยที่ไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องศึกษา ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ มีบางกลุ่มสืบค้นตัวอย่างการทดลองจากอินเทอร์เน็ต พฤติกรรมเหล่านี้แสดงถึงการขาดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และในการจัดการเรียนรู้เรื่องการแกว่งของลูกตุ้ม พบว่านักเรียนร้อยละ 80 ของห้องเรียนไม่สามารถนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ เพื่อแปลง

ข้อมูลที่ได้จากการผลการทดลอง มานำเสนอเป็นรูปแบบอื่นๆ และเมื่อครูให้อธิบายเกี่ยวกับการทำงานของใช้ครดจักรยานยนต์ซึ่งนักเรียนใช้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนไม่สามารถนำความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบสั่นมาอธิบายได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพลอย ตามตระกูล (2564) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยนักเรียนไม่สามารถนำผลการทดลองการไทเทรตอย่างง่ายที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อแปลผลและอภิปรายผลการทดลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วารกุล (2559) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยกลุ่มเป้าหมายมีตัวอย่างพฤติกรรม เช่น ไม่สามารถแปลงข้อมูลจากรูปภาพเป็นรูปแบบอื่นๆ ได้หรือไม่สามารถอธิบายถึงการนำศักยภาพของกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ไปประยุกต์ใช้เพื่อสังคมได้ เป็นต้น จากตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายยังแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมิน ของ PISA 2018 ได้ไม่ชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

เสียง เป็นความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก จะเห็นได้ว่าในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551พบผลการเรียนรู้ทั้งในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมตัวชี้วัดในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ2 ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง พฤติกรรมของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียงรวมทั้งสังเกต และอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องและยกตัวอย่างนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ,2560) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง พบว่าความรู้เรื่องเสียงสามารถนำไปใช้ในการสร้างเครื่องดนตรีได้ (สุมินตรา จินเมือง, 2562)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry หรือ ADI) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์รูปแบบหนึ่ง ถูกพัฒนาโดย Victor Sampson นักการศึกษาชาวอเมริกัน มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องซึ่งปัจจุบันการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงาน 2) การเก็บรวบรวมข้อมูล 3)การสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การอภิปราย 6) การเขียนรายงาน 7) ตรวจสอบรายงานและ 8) ปรับปรุงและแก้ไขรายงาน Sampson et al., (2014) เปิดเผยว่าในขั้นตอนการโต้แย้ง อภิปรายและการเขียนรายงานเป็นขั้นการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากในการพัฒนาทักษะการเขียนและการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ ในความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน "การสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น" และ "ช่วงกิจกรรมการโต้แย้ง" พัฒนาให้ผู้เรียนได้

แก้ไขข้อโต้แย้งและการนำเสนอเป็นลายลักษณ์อักษร การเรียนรู้นี้ทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะมีส่วนร่วมในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมกระบวนการทางสังคมและส่วนบุคคล จากมุมมองทางสังคม การเรียนรู้นี้หมายความว่าผู้เรียนเรียนรู้แนวคิด การนำเสนอ และการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากกว่าการท่องจำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรม ดังนั้นการเรียนรู้อาจเกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น (Grooms et al., 2016)

การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาให้นักเรียนให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมทักษะการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ จากกิจกรรมการโต้แย้งหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น เมื่อนักเรียนพบว่าผู้อื่นแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อกล่าวอ้างของตนจะเป็นการฝึกให้นักเรียนยอมรับและฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่แตกต่างออกไป (Fakhriyah et al., 2021) โดยกิจกรรมการโต้แย้ง ถูกออกแบบขึ้นมาสำหรับในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนโดยที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและใช้หลักฐานประจักษ์มาสนับสนุนข้อโต้แย้งอย่างสมเหตุสมผล ช่วยพัฒนากระบวนการในการสร้างคำอธิบายและช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์โดยผ่านการสร้างข้อโต้แย้งร่วมกันภายในกลุ่มในชั้นเรียน และเขียนรายงานผลการตรวจสอบ (Sampson and Gleim, 2009) อีกสิ่งหนึ่งคือ ในส่วนของการออกแบบและวิธีการเก็บข้อมูลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สามารถออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เลือกใช้วิธีการเก็บข้อมูลและเรียนรู้วิธีการแก้ไขปัญหา (อัญมณี ศักดิ์สูง, 2562) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จึงช่วยพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสร้างข้อโต้แย้ง และการเขียนรายงานผล ส่งผลทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมดังเช่นนักวิทยาศาสตร์ และเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Walker et al., 2011)

เมื่อทำการศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า การจัดการเรียนรู้วิธีนี้มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ จากการศึกษางานวิจัย พบว่า มีประสิทธิภาพในการช่วยครูผู้สอนในรายวิชาฟิสิกส์ให้สามารถประสานประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้จากการทำการทดลองทางฟิสิกส์ในเรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ (กุลวรรธน อินทะอุต, 2561)

ผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีความน่าสนใจ ผู้วิจัยจึงนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำถามวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หรือไม่ อย่างไร

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เสียง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตของงานวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งขอบเขตของงานวิจัยออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา ขอบเขตด้านเนื้อหา มีรายละเอียดดังนี้

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้อง ของโรงเรียนมัธยมขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน เป็นนักเรียนชาย 7 คนและนักเรียนหญิง 27 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในระดับดี และมีอุปกรณ์ในการเรียนออนไลน์ได้แก่ คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ ซึ่งนักเรียนมีความเอาใจใส่ต่อการเรียนออนไลน์

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้เนื้อหา เรื่องเสียง ได้แก่ 1) พฤติกรรมของเสียง 2) ความเข้มเสียง 3) ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้เวลา 12 ชั่วโมง

นียมศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หมายถึงการจัดการเรียนรู้เรื่อง เสียง ที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มร่วมกัน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอนตามรูปแบบของ Grooms et al., (2016) ดังนี้

1.1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ ครูระบุสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับเรื่องเสียงที่จะทำการสืบเสาะโดยกล่าวถึงความสำคัญ ปัญหา หรือเหตุผลที่ต้องทำการสืบเสาะ และสร้างคำถามนำร่วมกับนักเรียน

1.2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน กำหนดบทบาทหน้าที่สมาชิก และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบการตรวจสอบข้อมูลหรือการทดลอง และเก็บข้อมูล

1.3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบแล้วเขียนลงในกระดาษ โดยข้อโต้แย้งมีองค์ประกอบคือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล

1.4 กิจกรรมการโต้แย้ง ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง จากนั้นให้เพื่อนกลุ่มอื่นสามารถถามคำถาม แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลของกลุ่มที่นำเสนอ เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

1.5 การอภิปรายผล ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือการสืบค้น

1.6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ ให้นักเรียนเขียนรายงานผลที่ได้เป็นรายบุคคลลงในแบบรายงานผลการตรวจสอบ

1.7 การตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบและประเมินรายงานผลของเพื่อน โดยที่ไม่ใช่ของเพื่อนในกลุ่มตนเอง และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

1.8 ปรับปรุงและส่งรายงาน ครูแจกรายงานผลกลับคืนให้กับเจ้าของงาน ครูให้นักเรียนได้แก้ไข ปรับปรุงรายงานผลตามคำแนะนำของเพื่อน

2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้เรื่องเสียง โดยการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ด้วยความสมเหตุสมผลเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาและตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 สมรรถนะตามกรอบการประเมิน PISA 2018 ดังนี้

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้เรื่องเสียง มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล สามารถระบุ ใช้สร้างและนำเสนอ

ข้อมูลในการอธิบาย นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย พยากรณ์การเปลี่ยนแปลง ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้และนักเรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจาก การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดที่สามารถ ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำเสนอและประเมินวิธีการหรือแนวทางในการ สำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ รวมถึงนักเรียนสามารถบรรยายและประเมิน วิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลความเป็นกลางและการ สรุปอ้างอิงจากคำอธิบายได้

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ สามารถ วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป นักเรียนสามารถระบุข้อ สันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มา จากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่น รวมถึงสามารถ ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบวัดที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นตามกรอบการ ประเมินของ PISA 2018 ซึ่งมี 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) แบบเลือกตอบ 2) แบบเลือกตอบเชิงซ้อนและ 3) แบบเขียนตอบ โดยวัดพฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน
 - 1.1 วิสัยทัศน์
 - 1.2 พันธกิจของโรงเรียน
 - 1.3 เป้าประสงค์ของโรงเรียน
 - 1.4 คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 4 (ว32204)
 - 1.5 ผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 4 (ว32204)
2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.2 บริบทและสถานการณ์การของวิทยาศาสตร์
 - 2.3 สมรรถนะในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.3.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.3.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3.3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.4 การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.4.1 รูปแบบข้อสอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.4.2 ตัวอย่างข้อสอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
 - 2.4.2 ระดับความสามารถการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 3.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.2 องค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ประโยชน์ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
 - 3.4 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
 - 3.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

- 3.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
- 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรสถานศึกษา

1.1 วิสัยทัศน์ของโรงเรียน

นักเรียนเป็นคนดี มีคุณธรรม ก้าวล้ำเทคโนโลยี เป็นโรงเรียนมัธยมดีสี่มุมเมือง มีมาตรฐานสากล

1.2 พันธกิจของโรงเรียน

- 1.2.1 พัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีคุณธรรมและมีคุณภาพตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- 1.2.2 พัฒนานักเรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 รู้เท่าทันเทคโนโลยี และมีความคิดสร้างสรรค์
- 1.2.3 พัฒนาระบบการบริหารจัดการและการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 1.2.4 พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สนองความต้องการของผู้เรียน ชุมชน และทันต่อการเปลี่ยนแปลง
- 1.2.5 พัฒนาการจัดการเรียนรู้ สื่อนวัตกรรมและเทคโนโลยีให้มีคุณภาพ
- 1.2.6 ส่งเสริมและพัฒนาบุคลากร ให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ และเป็นครูมืออาชีพ
- 1.2.7 พัฒนาการบริหารจัดการด้วยระบบคุณภาพตามมาตรฐานสากล
- 1.2.8 เพิ่มโอกาสและการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพตามแนวทางการบริหารจัดการโรงเรียนมัธยมดีสี่มุมเมือง

1.3 เป้าประสงค์ของโรงเรียน

- 1.3.1 นักเรียนเป็นคนดี มีคุณธรรมและมีคุณภาพตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- 1.3.2 นักเรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 รู้เท่าทันเทคโนโลยี และมีความคิดสร้างสรรค์
- 1.3.3 มีระบบการบริหารจัดการและการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 1.3.4 หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สนองความต้องการของผู้เรียน ชุมชน และทันต่อการเปลี่ยนแปลง
- 1.3.5 การจัดการเรียนรู้ สื่อนวัตกรรมและเทคโนโลยีให้มีคุณภาพ
- 1.3.6 บุคลากรเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ และเป็นครูมืออาชีพ
- 1.3.7 การบริหารจัดการด้วยระบบคุณภาพตามมาตรฐานสากล

1.3.8 การเพิ่มโอกาสและการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพตามแนวทางการบริหาร
จัดการโรงเรียนมัธยมดีสี่มุมเมือง

1.4 คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 4 (ว32204)

คำอธิบายรายวิชา ฟิสิกส์ 4 รหัสวิชา ว32204 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ศึกษาการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง การได้ยินเสียง ความเข้มเสียง คุณภาพเสียง มลพิษทางเสียง คลื่นนิ่งของเสียง การสั่นพ้องของเสียง การเกิดบีต ปราภฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ ความจุและพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ การต่อตัวเก็บประจุ กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กฎของโอห์ม สภาพต้านทาน การต่อตัวต้านทานอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า การต่อแบตเตอรี่ การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าและเทคโนโลยีด้านพลังงาน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบอธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ

มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้านการคิดและการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

1.5 ผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 4 (ว32204)

1.5.1 อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียงรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.5.3 ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบาย การเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปราภฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียงคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

1.5.4 ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

1.5.5 อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์

1.5.6 อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

1.5.7 อธิบาย และคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และ ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ

1.5.8 อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.5.9 นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน

1.5.10 อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.5.11 ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง อธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

1.5.12 ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้ง อธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

1.5.13 ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน

1.5.14 อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

จากการศึกษาผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 4 ว32203 จึงเลือกผลการเรียนรู้ 1.5.1- 1.5.2 ในเรื่องของเสียง มาเป็นเนื้อหาในการทำวิจัยในครั้งนี้

2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

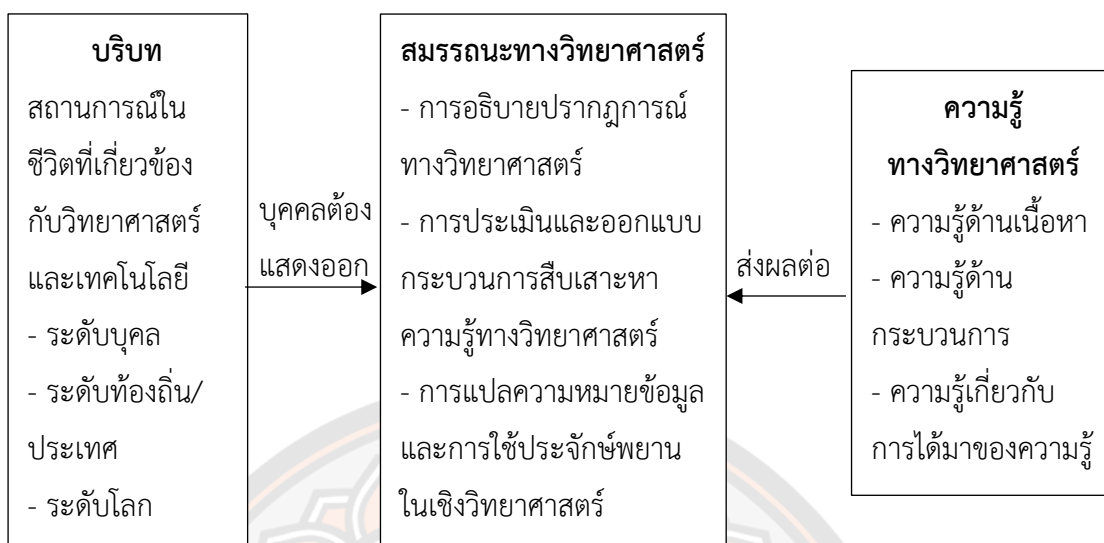
2.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เดิมคำว่า literacy หมายถึง การรู้หนังสือ คือการอ่านออก เขียนได้ คิดคำนวณได้ในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ต่อมาเมื่อความหมายของคำว่า literacy มีขอบเขตกว้างขวางขึ้น สำนักงานราชบัณฑิตยสภาจึงใช้ศัพท์บัญญัติว่า "ความฉลาดรู้" โดยได้อธิบายความหมายไว้ว่า ความฉลาดรู้ (Literacy) หมายถึง คุณสมบัติของบุคคลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการการศึกษาเรียนรู้เนื้อหาสาระและฝึกปฏิบัติจนเข้าใจ ใช้เป็น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาชีวิตได้ (พิมพ์ลอย ตามตระกูล อ้างอิงใน จินดารัตน์ โพธิ์นอก, 2561)

OECD ได้ให้นิยามใน PISA 2015 การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ไว้ว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2560)

OECD ได้ให้คำอธิบายของการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ไว้ว่า เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ โดยบุคคลที่ได้ชื่อว่ามี ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564)

สรุปได้ว่า ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ด้วยความสมเหตุสมผลเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาและตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน



ภาพ 1 แสดงกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2018

ที่มา: PISA 2018 Assessment and Analytical Framework, 2019, p.103

2.2 บริบทและสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์

PISA ให้ความสำคัญในการประเมิน คือ การใช้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างไม่หลากหลาย ในการจัดการกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การเลือกวิธีการที่ใช้มักจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของประเด็นปัญหานั้น ในการประเมินผล จึงมีการใช้คำถามที่อยู่ในสถานการณ์ที่เป็นส่วนหนึ่งในโลกชีวิตจริงของนักเรียน และไม่จำกัดอยู่เฉพาะสถานการณ์ในโรงเรียนเท่านั้น แต่จะเป็นสถานการณ์ที่อาจเกี่ยวข้องกับตัวเอง ครอบครัว ชุมชน หรือสถานการณ์ของโลกก็ได้ หรือแม้กระทั่งคำถามที่อยู่ในบริบทประวัติศาสตร์ก็สามารถนำมาใช้ประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและความก้าวหน้าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

1. บริบทระดับบุคคล ได้แก่ ตัวเอง ครอบครัว เพื่อน
2. บริบทระดับสังคม ได้แก่ ชุมชน สังคม
3. บริบทระดับโลก

ตาราง 1 แสดงบริบทสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2018

บริบท	ระดับบุคคล	ระดับท้องถิ่น/ชาติ	ระดับโลก
สุขภาพและโรคภัย	การดูแลรักษาสุขภาพ อุบัติเหตุ โภชนาการ	การควบคุมโรค การแพร่ เชื้อในสังคม การเลือก อาหาร สุขภาพชุมชน	โรคระบาด การระบาดข้ามประเทศ
ทรัพยากรธรรมชาติ	การใช้วัสดุและ พลังงาน	การรักษาจำนวน ประชากรให้คงที่ คุณภาพ ชีวิต ความมั่นคง การผลิตและ การกระจายอาหาร การ จัดหาพลังงาน	แหล่งทรัพยากรที่เกิด ใหม่ได้และแหล่ง ทรัพยากรที่เกิดใหม่ ไม่ได้ การเพิ่มจำนวน ประชากร การใช้ ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิต ชนิดต่าง ๆ อย่างยั่งยืน
คุณภาพสิ่งแวดล้อม	พฤติกรรมเป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อม การใช้ และการกำจัดวัสดุและ อุปกรณ์	การกระจายของ ประชากร การกำจัดขยะ ผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม	ความหลากหลายทาง ชีววิทยา ความยั่งยืน ของระบบนิเวศ การควบคุมมลพิษ การเกิดและการสูญเสียชีวิต / ชีวมวล
ภัยอันตราย	การประเมินความเสี่ยง ภัยจากทางเลือกการ ดำเนินชีวิต	การเปลี่ยนแปลง กะทันหัน(แผ่นดินไหว สภาพอากาศเลวร้าย) การเปลี่ยนแปลงอย่าง ช้า ๆ และต่อเนื่อง (การกัดเซาะชายฝั่ง การ ตกตะกอน) การประเมิน ความเสี่ยง	การเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ ผลกระทบ จากการสื่อสารสมัยใหม่

บริบท	ระดับบุคคล	ระดับท้องถิ่น/ชาติ	ระดับโลก
ความก้าวหน้า ของ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี	แง่มุมทาง วิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับงานอดิเรก เทคโนโลยีที่ใช้ส่วน บุคคล กิจกรรมทางดนตรี และกีฬา	วัสดุ เครื่องมือและ กระบวนการใหม่ การดัดแปลงพันธุกรรม เทคโนโลยีเกี่ยวกับสุขภาพ การคมนาคมขนส่ง	การสูญพันธุ์ของ สิ่งมีชีวิต การสำรวจ อวกาศ การเกิดและ โครงสร้างของจักรวาล

ที่มา: PISA 2018 Assessment and Analytical Framework, 2019, pp.103-104

2.3 สมรรถนะในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) ได้ให้ความหมายสมรรถนะในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 สมรรถนะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.3.1 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การแสดงออกถึงสมรรถนะนี้บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องสามารถระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการวาดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การบรรยายและการตีความปรากฏการณ์การคาดการณ์หรือการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น รวมถึงการให้นักเรียนระบุว่าคำบรรยายคำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่อย่างไร คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
3. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
4. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล สามารถระบุ ใช้สร้าง

และนำเสนอข้อมูลในการอธิบาย นักเรียนสามารถสร้างสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้และนักเรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2.3.2 สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ การแสดงออกถึงสมรรถนะด้านนี้บุคคลต้องสามารถประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร ต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ต้องค้นคว้าสารและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก และต้องทำอะไร อย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้ นอกจากนี้ยังต้องรู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ผ่านมาที่ส่งผลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป รวมถึงการเข้าใจถึงความสำคัญของการตั้งข้อสงสัยในการรายงานของสื่อ เกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์ว่า ข้อค้นพบจากงานวิจัยต่าง ๆ อาจมีความคลุมเครือ ไม่แน่นอน หรือมีความลำเอียงได้ โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
4. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
5. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความ

น่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

ดังนั้น สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำเสนอและประเมินวิธีการหรือแนวทางในการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ รวมถึงนักเรียนสามารถบรรยาย

และประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบายได้

2.3.3 สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึง การที่บุคคลต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม การที่บุคคลนั้นมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ต้องแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ได้ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล และใช้ความสามารถในการใช้วิธีการพื้นฐานในการแปลงข้อมูลเป็นการแสดงแทนในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1. แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
2. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป
3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
4. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น
5. ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่นหนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ๆ สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาสิ่งอื่น รวมถึงสามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

2.4 การประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

2.4.1 รูปแบบข้อสอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ข้อสอบที่ใช้วัดสมรรถนะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มี 3 รูปแบบ ซึ่งข้อสอบแต่ละรูปแบบมีสัดส่วนประมาณหนึ่งในสามของข้อสอบทั้งหมด ได้แก่

1. แบบเลือกตอบ มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

- การเลือกหนึ่งคำตอบจากในสี่ตัวเลือก
- การเลือกคำตอบที่เป็นองค์ประกอบที่อยู่ในภาพหรือข้อความ

2. แบบเลือกตอบเชิงซ้อน มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

- การเลือก “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในชุดคำถาม และจะได้คะแนนเมื่อตอบถูกทั้งหมดในชุดคำถามนั้น

- การเลือกมากกว่าหนึ่งคำตอบจากรายการที่กำหนดให้
- การเติมคำในประโยคให้สมบูรณ์โดยการเลือกคำตอบจากรายการที่กำหนดให้
- การลากคำตอบลงมาวางในตำแหน่งที่กำหนดให้ โดยให้ลากและวางคำตอบ

เพื่อการจับคู่ การเรียงลำดับ หรือการจำแนกประเภท

3. แบบเขียนตอบ มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

- การเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำ หรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้า
- ข้อคำถามบางข้อจะให้วาดภาพ เช่น กราฟ หรือแผนภาพ

สิ้น ๆ

2.4.2 ตัวอย่างข้อสอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาข้อสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA จึงนำรูปแบบมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย ซึ่งมีรูปแบบข้อสอบดังนี้ 1) ข้อสอบแบบเลือกตอบ 2) ข้อสอบแบบเขียนตอบ และ 3) ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน

คำถามข้อที่ 1 สำหรับประเมินสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยมีข้อความมาให้อ่านและให้เลือกตอบข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวจาก 4 ตัวเลือก

เกณฑ์การให้คะแนน คือ นักเรียนเลือกตอบคำตอบที่ 3 จึงจะได้คะแนนเต็ม

The screenshot shows a PISA 2015 assessment interface. The left panel contains the question text in Thai, and the right panel contains the question text and an image of a meteor streaking across a night sky.

Panel 1 (Left):

สะเก็ดดาว และอุกกาบาต
คำถามที่ 1 / 3

จากเรื่อง "สะเก็ดดาว และอุกกาบาต" ทางด้านขวา ให้เลือกหนึ่งตัวเลือกเพื่อตอบคำถาม

เมื่อสะเก็ดดาวเข้าใกล้โลกและชั้นบรรยากาศของโลก จะมีความเร็วเพิ่มขึ้น เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

- สะเก็ดดาวถูกดึงเข้ามา โดยความโน้มถ่วงของโลก
- สะเก็ดดาวถูกผลักออก โดยแสงของดวงอาทิตย์
- สะเก็ดดาวถูกดึงดูดจากมวลของโลก
- สะเก็ดดาวถูกผลักออก โดยภาวะสูญญากาศในอวกาศ

Panel 2 (Right):

สะเก็ดดาว และอุกกาบาต

หนึ่งในอวกาศที่ผ่านเข้ามาถึงชั้นบรรยากาศของโลกถูกเรียกว่า สะเก็ดดาว สะเก็ดดาวเกิดความร้อนและถูกติดไฟได้เมื่อพวกมันตกลงผ่านชั้นบรรยากาศของโลก สะเก็ดดาวส่วนใหญ่เผาไหม้หมดก่อนที่จะพุ่งชนพื้นผิวของโลก เมื่อสะเก็ดดาวพุ่งชนโลก สามารถทำให้เกิดหลุมที่เรียกว่า อุกกาบาต

Image: A photograph of a meteor streaking across a dark night sky, with silhouettes of trees and mountains in the foreground.

ภาพ 2 แสดงตัวอย่างข้อสอบประกอบคำถามข้อที่ 1

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 32

คำถามข้อที่ 2 สำหรับประเมินสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ โดยมีภาพกับเครื่องมือวัดมาให้ นักเรียนได้ออกแบบหาคำตอบในพื้นที่ลาดชัน

เกณฑ์การให้คะแนน คือ นักเรียนจะได้คะแนนเต็ม เมื่อให้คำอธิบายที่ระบุถึงข้อได้เปรียบทางวิทยาศาสตร์ของการใช้เครื่องมือวัดมากกว่าหนึ่งชิ้นในแต่ละพื้นที่ลาดชัน เช่น การแก้ไขในเรื่องความแตกต่างของสภาพภายในพื้นที่ลาดชัน การเพิ่มความเที่ยงตรงของการวัดในแต่ละพื้นที่ลาดชัน

กรณีที่ตรวจแล้วไม่ได้คะแนนมี 2 ประเด็นคือ นักเรียนไม่ตอบและนักเรียนมีคำตอบอื่น ๆ คำตอบอื่น ๆ รวมถึงคำตอบที่แสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่มากขึ้นนั้นดีกว่า โดยไม่มีคำอธิบายเกี่ยวกับข้อได้เปรียบทางวิทยาศาสตร์ และคำตอบที่กล่าวเพียงว่าเพราะเหตุใดเครื่องตรวจวัดจึงถูกวางลงบนพื้นที่ลาดชันทั้งสองแห่ง แต่ไม่ได้กล่าวว่าเพราะเหตุใดเครื่องมือชนิดละสองชิ้นจึงถูกวางลงบนแต่ละพื้นที่ลาดชัน

The screenshot shows the PISA 2015 assessment interface. The left panel contains the question text in Thai, and the right panel contains the measurement tools and a diagram of a slope with measurement points.

การตรวจสอบพื้นที่ลาดชัน
คำถามที่ 1 / 2

จากเรื่อง "การเก็บรวบรวมข้อมูล" ทางด้านขวา ให้หาคำตอบของนักเรียนเพื่อตอบคำถาม

ในการตรวจสอบความแตกต่างของพืชระหว่างพื้นที่ลาดชันหนึ่งกับอีกพื้นที่ลาดชันหนึ่ง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงวางเครื่องมือชนิดละสองชิ้นลงบนแต่ละพื้นที่ลาดชัน

การตรวจสอบพื้นที่ลาดชัน
การเก็บรวบรวมข้อมูล

นักเรียนวางเครื่องมือสามชนิดต่อไปนี้ ลงบนแต่ละพื้นที่ลาดชัน จำนวนชนิดละสองชิ้น ดังแสดงข้างล่าง

- เครื่องตรวจวัดรังสีจากดวงอาทิตย์: ตรวจวัดปริมาณแสงอาทิตย์ ในหน่วย เมกะจูลต่อตารางเมตร (MJ/m^2)
- เครื่องตรวจวัดความชื้นในดิน: ตรวจวัดปริมาณน้ำ คิดเป็นร้อยละของปริมาณคาร์บอน
- เครื่องวัดปริมาณฝน: ตรวจวัดปริมาณฝน ในหน่วยมิลลิเมตร (mm)

พื้นที่ลาดชัน A

พื้นที่ลาดชัน B

ภาพ 3 แสดงตัวอย่างข้อสอบประกอบคำถามข้อที่ 2

คำถามข้อที่ 3 สำหรับประเมินสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน โดยมีภาพทิศทางการอพยพของนกและข้อความให้นักเรียนตอบคำถาม ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก

เกณฑ์การให้คะแนน คือ นักเรียนจะได้คะแนนเต็ม เลือกคำตอบที่ถูกต้องคือเลือกตัวเลือก 2 และ 3

PISA 2015

การอพยพของนก
คำถามที่ 3 / 3

จากเรื่อง "นกหัวโตหลังจุดสีทอง" ทางด้านขวา ให้คลิกที่กรวยสีเหลืองหนึ่งกรวยหรือมากกว่าหนึ่งกรวยเพื่อตอบคำถาม

ข้อความเกี่ยวกับการอพยพของนกหัวโตหลังจุดสีทอง
ข้อความใดที่ใช้ในแผนที่ที่สนับสนุนได้

✓ จงไว้ว่าสามารถเลือกตอบได้หนึ่งกรวยหรือมากกว่าหนึ่งกรวย

- แผนที่แสดงการลดลงของจำนวนนกหัวโตหลังจุดสีทองที่อพยพลงใต้ในช่วงสิบปีที่ผ่านมา
- แผนที่แสดงว่าเส้นทางการอพยพขึ้นเหนือของนกหัวโตหลังจุดสีทองบางส่วนแตกต่างจากเส้นทางการอพยพลงใต้
- แผนที่แสดงว่านกหัวโตหลังจุดสีทองที่อพยพใช้เวลาในช่วงฤดูหนาวอยู่ในพื้นที่ทางใต้และตะวันตกเฉียงใต้ของสถานที่ผสมพันธุ์หรือสถานที่ทำรัง
- แผนที่แสดงว่าเส้นทางการอพยพของนกหัวโตหลังจุดสีทองได้ขยับออกจากพื้นที่ชายฝั่งในช่วงสิบปีที่ผ่านมา

การอพยพของนก
นกหัวโตหลังจุดสีทอง

นกหัวโตหลังจุดสีทองเป็นนกอพยพที่ขยายพันธุ์อยู่ในยุโรปตอนเหนือ ในฤดูใบไม้ร่วงนกจะเดินทางไปยังสถานที่ที่อบอุ่นกว่าและมีอาหารมากกว่า ในฤดูใบไม้ผลินกจะเดินทางกลับสู่สถานที่สำหรับผสมพันธุ์ของมัน

แผนที่ข้างล่างมาจากงานวิจัยมากกว่าสิบปีเกี่ยวกับการอพยพของนกหัวโตหลังจุดสีทอง แผนที่ 1 แสดงเส้นทางการอพยพลงใต้ของนกหัวโตหลังจุดสีทองในช่วงฤดูใบไม้ร่วง และแผนที่ 2 แสดงเส้นทางการอพยพขึ้นเหนือในช่วงฤดูใบไม้ผลิ พื้นที่เทาคือแผ่นดิน และพื้นที่สีขาวคือน้ำ ความหนาของลูกศรแสดงถึงขนาดของฝูงนกที่อพยพ

เส้นทางการอพยพของนกหัวโตหลังจุดสีทอง

แผนที่ 1 เส้นทางการอพยพลงใต้ในช่วงฤดูใบไม้ร่วง

แผนที่ 2 เส้นทางการอพยพขึ้นเหนือในช่วงฤดูใบไม้ผลิ

ภาพ 4 แสดงตัวอย่างข้อสอบประกอบคำถามข้อที่ 3

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 37

2.4.2 ระดับความสามารถการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ 7 ระดับตามกรอบ PISA 2018 รายละเอียดแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงลักษณะของความสามารถทางวิทยาศาสตร์ 7 ระดับใน PISA 2018

ระดับ	คะแนนต่ำสุด	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์
6	708	ที่ระดับ 6 นักเรียนสามารถทำภารกิจวิทยาศาสตร์ที่ยากๆ ได้สำเร็จ สมบูรณ์เกือบทุกข้อนักเรียนสามารถดึงเอาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพและโลกและอวกาศมาสัมพันธ์กัน สามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาด้านกระบวนการและความรู้ เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ในการให้คำอธิบายทางทฤษฎีหรือ คาดคะเนปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคย แปลความหมาย ข้อมูลและประจักษ์พยานก็สามารถแยกแยะข้อมูลที่สอดคล้องและไม่ สอดคล้องออกจากกันได้และสามารถดึงเอาความรู้ภายนอกเข้ามาใช้กับ เรื่องที่เรียนรู้ได้ สามารถบอกความแตกต่างของข้อโต้แย้งได้ว่า ข้อโต้แย้งใดมีพื้นฐานบนประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับ ข้อใดที่อยู่บนพื้นฐานของความคิดเห็นหรือข้อพิจารณาของผู้อื่น นักเรียนที่ระดับ 6 สามารถประเมินความเหมาะสมของการออกแบบ เพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบการเก็บข้อมูลภาคสนามหรือการ จำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ และสามารถให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อ ประกอบการตัดสินใจ
5	633	ที่ระดับ 5 นักเรียนสามารถใช้กรอบความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็น นามธรรมเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่ไม่คุ้นเคยและมี ความซับซ้อนมากขึ้น สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่มี ความซับซ้อนในการประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถให้เหตุผลที่เลือกวิธีการทดลองวิธีใดวิธี หนึ่งและสามารถใช้ความรู้ตามทฤษฎีมาตีความหรือทำนายผล สามารถ ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบของปัญหาที่กำหนดให้ในเชิง วิทยาศาสตร์ รวมถึงแหล่งที่มาและผลกระทบจากความไม่แน่นอนของ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

ระดับ	คะแนนต่ำสุด	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์
4	559	ที่ระดับ 4 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่มีให้หรือเป็นความรู้ที่จำมาเอง เพื่อนำมาใช้สร้างคำอธิบายในเหตุการณ์ที่ซับซ้อนมากขึ้นและไม่คุ้นเคยมาก่อน สามารถทำการทดลองเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไปในบริบทที่มีข้อจำกัดต่างๆ โดยสามารถอธิบายเหตุผลในการออกแบบการทดลองได้ด้วยความรู้ด้านกระบวนการและความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ สามารถแปลความหมายข้อมูลที่มาจากข้อมูลที่มีความซับซ้อนระดับกลางหรือข้อมูลที่ไม่คุ้นเคยและสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
3	484	ที่ระดับ 3 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อนขึ้นเพื่อระบุประเด็นหรือสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่รู้จักคุ้นเคย ถ้าเป็นสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลโดยอาศัยตัวชี้หน้าที่เหมาะสมบางอย่าง สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือความรู้ด้านกระบวนการในการหาความรู้เพื่อออกแบบและดำเนินการทดลองหาข้อมูลในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดได้ สามารถแยกแยะอย่างชัดเจนได้ว่าประเด็นใดเป็นหรือไม่เป็นวิทยาศาสตร์ นั่นคือสามารถอธิบายได้ มีประจักษ์พยาน ตรวจสอบได้ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์ และสามารถระบุประจักษ์พยานเพื่อสนับสนุนคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์
2	410	ที่ระดับ 2 นักเรียนสามารถดึงเอาความรู้ด้านเนื้อหาจากชีวิตประจำวันและความรู้ด้านกระบวนการพื้นฐานมาใช้เพื่อบอกถึงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ตีความข้อมูล และตั้งปัญหาของเรื่องเพื่อออกแบบการทดลองอย่างง่าย นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปเพื่อบอกข้อสรุปจากข้อมูลชุดที่ไม่ซับซ้อน นักเรียนที่ระดับ 2 สามารถแสดงว่ามีความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้หรือวิหาคำความรู้เพื่อระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์

ระดับ	คะแนน ต่ำสุด	ความสามารถทางวิทยาศาสตร์
1a	335	ที่ระดับ 1a นักเรียนสามารถใช้ความรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการเบื้องต้นในชีวิตประจำวันเพื่อระบุคำอธิบายของปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์อย่างง่ายที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นแบบแผนที่มีตัวแปรไม่เกินสองตัวแปรได้ สามารถระบุความสัมพันธ์หรือบอกถึงสาเหตุแบบง่ายได้และแปลความข้อมูลที่เป็นภาพหรือกราฟที่ต้องใช้การคิดเพียงเล็กน้อย นักเรียนที่ระดับ 1a สามารถเลือกคำอธิบายหรือข้อมูลที่เห็นได้ชัดเจนจากที่กำหนดมาให้ในบริบทที่คุ้นเคยหรือเกี่ยวข้องตรงๆ กับชีวิตส่วนตัว ท้องถิ่น หรือโลก
1b	261	ที่ระดับ 1b นักเรียนสามารถใช้ความรู้เบื้องต้นในชีวิตประจำวันเพื่อนึกถึงปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์บางแง่มุมที่ง่าย ๆ สามารถบอกข้อมูลในรูปแบบอย่างง่าย จำคำศัพท์หรือคำทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถทำการทดลองตามวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนได้

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, น. 124-133

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

3.1 ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Kuhn (1993. p.323) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการนำเสนอ สนับสนุน ประเมินและปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเกิดขึ้นภายในกลุ่มและภายใต้ระเบียบวิธีที่แสดงให้เห็นถึงคุณค่าทางสังคมวิทยาศาสตร์

Suppe (อ้างถึงใน Okada Shum ,2008. p.291) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเชื่อมโยงหลักฐานและทฤษฎี เพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อกล่าวอ้างที่ใช้ อธิบายปรากฏการณ์หรือปัญหาเกิดขึ้น

Stark et al. (2009. p.52) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้กฎและหลักฐานในการสนับสนุน เพื่อเขียนข้อกล่าวอ้างในการให้เหตุผล

Berland and Reiser (2011, p.152) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การปฏิบัติทางสังคมที่แสดงถึงกระบวนการที่สมาชิกในสังคมสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์โดยมีการศึกษาข้อมูล ประเมินผล วิพากษ์วิจารณ์และปรับปรุงข้อกล่าวอ้าง

Sampson et al. (2011) กล่าวว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลสร้าง การสนับสนุน คัดค้านหรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์เพื่อยืนยันความถูกต้องและ ลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับในสังคมของนักวิทยาศาสตร์จากข้อมูลและหลักฐานเชิง ประจักษ์ที่ได้จากการทำการทดลองด้วยตนเองหรือศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องร่วมกับการให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและหลักฐานประจักษ์พยานเข้าด้วยกัน

สันติชัย อนุวรชัย (2553, น. 43) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการของสังคมวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงการสร้างนำเสนอ ประเมิน ตรวจสอบ และปรับปรุงข้อ กล่าวอ้างโดยใช้กฎ ทฤษฎี ข้อเท็จจริงและหลักฐานมาสนับสนุน

เอกภูมิ จันทระขันตี (2559) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการ สร้างการสนับสนุน คัดค้าน หรือข้อกล่าวอ้างเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับโดย อาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือทดลองร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยง ข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเข้าด้วยกัน

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ คือการที่บุคคลพยายามที่จะ สร้างการสนับสนุน คัดค้านหรือข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ข้อมูลและหลักฐานประจักษ์พยาน ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนเหตุผลข้อกล่าวอ้างนั้น

3.2 องค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายองค์ประกอบสำหรับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Toulmin (2003 อ้างถึงใน วรัญญา จีระวิบูลวรรณ, 2563) ได้เสนอองค์ประกอบสำคัญของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ประการ ดังนี้

- 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นข้อความที่ใช้ในการโต้แย้ง หรือ ทำให้เกิดการตัดสินใจหรือข้อสรุป เป็นการนำเสนอความคิดเห็น หรือ ความเชื่อของตนเองในประเด็นจะนำมาโต้แย้ง
- 2) ข้อมูล (Data) เป็นข้อเท็จจริงที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เป็นหลักฐานจำแนกเปรียบเทียบ หรือ แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างข้อกล่าวอ้างและข้อมูล
- 3) หลักฐาน (Warrants) เป็นกฎหรือหลักการที่เป็นเหตุผลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง และข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างให้น่าเชื่อถือ
- 4) เงื่อนไข (Qualifiers) สภาพการณ์ข้อจำกัดจุดแข็งและจำกัดขอบเขตที่ทำให้ข้อกล่าวอ้างเป็นจริง
- 5) สิ่งสนับสนุน (Backing) สิ่งสนับสนุนไม่ได้พิสูจน์การโต้แย้งโดยตรง แต่เป็นการเพิ่มน้ำหนักของควมมีเหตุผลและความน่าเชื่อถือของข้อกล่าวอ้าง
- 6) การพิสูจน์หักล้าง (Rebuttals) การพิสูจน์หักล้างเสนอสถานการณ์ที่ข้อกล่าวอ้างเดิมอาจจะพบทวนหรือยกเลิก ด้วยการหาหลักฐานและเหตุผลที่น่าเชื่อถือมากกว่า

Lin and Mintzes (2010) ได้เสนอองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สำหรับนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียน โดยมีองค์ประกอบและรายละเอียดดังนี้

- 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังศึกษาหรือที่กำลังพิจารณา
- 2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการชี้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลองกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่น่าเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้
- 3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อมูลในการอธิบายเหตุผลเพื่อใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ทำให้ข้อกล่าวอ้างเป็นที่ยอมรับ โดยหลักฐานนั้นอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สี กลิ่น รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อมูลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยหรือการทดลองที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลนั้นที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานนั้นต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หรือสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับผลที่น่าเสนอ

4) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลงเป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นไว้ในตอนแรก

5) การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งเพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดลงและตกไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐานและการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน

Sampson (2013) ได้เสนอองค์ประกอบของการโต้แย้งมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง เป็นข้อสรุป ข้อคิดเห็น คำอธิบายที่นำเสนอเบื้องต้น
2) หลักฐาน (evidence) เป็นข้อค้นพบจากการทดลองที่ผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลความหมาย

3) ความมีเหตุผลของหลักฐาน เป็นการวิพากษ์องค์ประกอบการโต้แย้งที่อธิบาย ความสำคัญและความสอดคล้องของหลักฐานกับหลักการ มโนทัศน์ หรือ สมมติฐาน

การประเมินความยอมรับและความพอเพียงของหลักฐานหรือเหตุผลที่ใช้สนับสนุน มีเกณฑ์เชิงประจักษ์และเกณฑ์ตามทฤษฎีเพื่อประเมินคุณภาพการโต้แย้ง คือ

1) เกณฑ์เชิงประจักษ์ (empirical criteria) คือ ข้อกล่าวอ้างสอดคล้องกับหลักฐานว่ามี มากน้อยเพียงใด เพียงพอหรือไม่ หลักฐานมีคุณภาพอย่างไร มีความตรง (validity) และ ความเที่ยง (reliability) เพียงใด ข้อกล่าวอ้างมีความสามารถในการพยากรณ์หรือไม่อย่างไร

2) เกณฑ์เชิงทฤษฎี คือ ความพอเพียงของข้อกล่าวอ้าง (มีครบถ้วนตามที่ต้องการ) ข้อกล่าวอ้างมีประโยชน์ นำไปสู่คำถามใหม่ หรือ ทำให้เข้าใจปรากฏการณ์ ข้อกล่าวอ้างมีความคงเส้นคงวา (consistency) และมีเหตุผล สอดคล้องกับทฤษฎี กฎ หรือ รูปแบบอันเป็นที่ยอมรับ

3) เกณฑ์การวิเคราะห์ กล่าวถึง วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสม และการแปลความหมาย ข้อมูลมีความเที่ยงตรง เช่น ถ้าเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ เกณฑ์การวิเคราะห์ประการหนึ่ง คือ ความสามารถในการทดลองซ้ำได้

จากองค์ประกอบการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปองค์ประกอบได้ดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง เป็นข้อความ คำอธิบาย ข้อสรุป ข้อคิดเห็นที่นำเสนอในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

2) หลักฐาน เป็นข้อมูลหรือข้อค้นพบที่มาจากการศึกษาของผู้อื่นที่ได้ผ่านการเก็บข้อมูล วิเคราะห์และแปลผล เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

3) การให้เหตุผล เป็นรายงานที่อธิบายความสำคัญของหลักฐานโดยการสร้างมโนทัศน์หรือข้อสรุปที่มาจากการวิเคราะห์และแปลผลที่ชัดเจน

3.3 ประโยชน์ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Venville & Dawson (2010 อ้างถึงใน วรัญญา จีระวิบูลวรรณ, 2563) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และฝึกการตัดสินใจของนักเรียน เพื่อแก้ไขและเสริมความเข้าใจในมโนทัศน์หรือแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้

2) ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร การทำงานของนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการตอบสนองทางสังคมและวัฒนธรรมได้อย่างไร เช่น การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์เป็นพื้นฐานสำคัญ เมื่อได้ความรู้มาแล้วความรู้นั้นก็ต้องผ่านการสำรวจ ตรวจสอบ วิพากษ์วิจารณ์จากประชาคมของนักวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวมเสียก่อน เพื่อให้ความรู้ที่ค้นพบมีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากที่สุด

3) ช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายแก่นักเรียน เนื่องจากในการโต้แย้งนั้น นักเรียนจะต้องมีการอภิปราย โดยที่นักเรียนต้องทำการสืบค้นข้อมูลและบูรณาการความรู้ในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอให้ผู้อื่นทราบ

4) ถ้าประเด็นที่นำมาให้นักเรียนโต้แย้งเกี่ยวข้องกับสังคม จะทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจมากขึ้น เพราะนักเรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันในการมีส่วนร่วมหรือให้ความคิดเห็นเชิงวิทยาศาสตร์ต่อชุมชน ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน

5) ใช้แก้ความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนมักจะมองว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ คือการจดจำเนื้อหาสาระข้อเท็จจริงที่มีผู้รวบรวมไว้แล้ว (Factual knowledge) เป็นความรู้ที่จำเป็นต้องเรียนโดยไม่สามารถ แก้ไขหรือโต้แย้งอะไรได้มาเป็นการเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสังคม ที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ในการวิพากษ์ วิจารณ์ โต้แย้ง เกี่ยวกับความน่าเชื่อถือหรือความเป็นไปได้รององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพลวัตที่สามารถแก้ไขหรือโต้แย้งได้

6) การโต้แย้งกันด้วยเหตุผลประจักษ์พยานหลักฐาน ช่วยปลูกฝังคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของพลเมืองในสังคมประชาธิปไตย ในการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่แตกต่างไปจากความคิดเห็นของตนเอง

7) ส่งเสริมการรู้คิด เพราะการรู้คิด คือ การที่นักเรียนได้ตระหนักว่าตัวเองกำลังคิดอะไร และในขณะที่นักเรียนกำลังโต้แย้งหรือเวลาที่เพื่อนคนอื่นแสดงความไม่เห็นด้วยกับข้อกล่าวอ้าง นักเรียนก็จะต้องมีการลำดับความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่จะพูดออกมาว่าจะต้องทำอะไรต่อไป เป็นการส่งเสริมด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้กับนักเรียน

ภคพร อิศระและคณะ (2558) ได้สรุปประโยชน์ของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1) นักเรียนได้รับการฝึกทักษะการโต้แย้ง โดยที่นักเรียนจะมีความรู้และสามารถเขียนหรือระบุงค์ประกอบของการโต้แย้ง ซึ่งได้แก่ ข้อโต้แย้ง ข้อสรุป การให้เหตุผล พร้อมทั้งการพูดนำเสนอข้อโต้แย้งของตน

2) นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองหรือสืบค้นข้อมูลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐานประจักษ์พยานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างประกอบการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

3) การโต้แย้งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์แบบนักวิทยาศาสตร์ และสร้างความรู้ความเข้าใจในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

3.4 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี การเรียนรู้ สรรคานิยม (Bransford, Brown, & Cocking, 1999; Tobin, 1993; Glaserfeld, 1999 as cited in Walker, & Sampson, 2013, p. 562) มุมมองของการเรียนรู้นี้ ถูกค้นพบบนพื้นฐานข้อสันนิษฐานว่า ความรู้ไม่สามารถส่งผ่านได้โดยตรงจากบุคคลหนึ่งสู่อีกคนหนึ่งได้ แต่ถูกสร้างจากตัวผู้เรียนรู้อย่าง (Driver et al., 1994) การสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง เรียกว่า personal constructivism หรืออาจเกิดขึ้นจากกระบวนการทางสังคม เรียกว่า Social constructivism โดย Paget (2003 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2557, น. 90-91) อธิบายการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (personal constructivism) ว่าพัฒนาการทางเขาว์ปัญญาของบุคคล มีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับหรือดูดซึมและกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้ หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น บุคคลจะพยายามปรับภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุลโดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา Paget (1972 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2557, น. 91) เชื่อว่า คนทุกคนจะมีการพัฒนาเขาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์ กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม ภูมิภาวะ และกระบวนการพัฒนาความ

สมดุลของบุคคลนั้น ส่วนวิกทอสกี (Vygotsky) ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรม และสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้ว ก็ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคม ซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้น สถาบันสังคมต่างๆ เริ่มตั้งแต่สถาบัน ครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเชาว์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปร่วมกัน (ทีศนา แชมมณี, 2557 , น. 91) ในวิชาวิทยาศาสตร์ความสัมพันธ์ทั้ง 2 อย่างนี้ ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือและสัญลักษณ์ ในการสร้างสังคมวิทยาศาสตร์ (Honson, 2008) มันเป็นสิ่งสำคัญที่เน้นว่านักเรียนจะเรียนรู้ ในการใช้เครื่องมือ สัญลักษณ์ และภาษาทางสังคมวิทยาศาสตร์อย่างไร (Driver et al., 1994) และเครื่องมือ สัญลักษณ์ และภาษาทางวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้างที่จะต้องเรียนรู้ (Walker, & Sampson, 2013)

การจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานด้วยการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีหนึ่ง ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และสร้างทักษะทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการสำรวจตรวจสอบ (National Research Council, 1996) ก่อนที่จะอธิบายธรรมชาติของการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะว่าสามารถเอามาใช้กับวิชาปฏิบัติการณ์นั้น Schwab ได้ให้คำชี้แนะว่ากระบวนการสืบเสาะนั้นมี 3 ระดับ อันได้แก่ ระดับที่ 1 การปฏิบัติการณ์ที่คิดเองหรืออยู่ในหนังสือ สามารถถูกใช้ให้เกิดคำถามและอธิบายขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบคำถามนั้นๆ ดังนั้น จึงฝึกให้นักเรียนได้ค้นพบทั้งที่ไม่พชมที่จะรู้ ระดับที่ 2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ถูกใช้ให้เกิดข้อคำถาม แต่วิธีการในการสำรวจตรวจสอบและคำตอบของคำถาม ผู้เรียนต้องค้นหาและตัดสินใจในการเลือกใช้วิธีเหล่านั้นแทน ส่วนระดับที่ 3 ในระดับนี้จะไม่มีหนังสือหรือคู่มือให้แก่ ผู้เรียน แต่ผู้เรียนต้องเกิดข้อคำถาม แล้วค้นหาวิธีหรือคิดค้นวิธีการตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลเองเพื่อให้สามารถตอบคำถามที่เกิดขึ้นได้ (National Research Council, 2000) มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหลากหลายรูปแบบซึ่งถูกนำมาใช้ในระดับปริญญาตรีมากขึ้น และรูปแบบการสืบเสาะส่วนใหญ่จะใช้ระบบของ Schwab ในระดับที่ 2 (Farrel et al., 1999; Lewis, & Lewis, 2005; Rudd et al., 2007 as cited in Walker, & Sampson, 2013, p. 563) สิ่งเหล่านี้นำมาซึ่ง เกี่ยวกับรูปแบบในการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงกฎ ในการประเมินผู้เรียนธรรมชาติของเนื้อหาวิชาและการวัดและประเมินผล รวมถึงสังคมในห้องเรียน ดังนั้น จึงเกิดการรวมเอาการโต้แย้งมา ร่วมกับการสืบเสาะมาใช้ในการสอนปฏิบัติการณ์ โดยใช้ชื่อว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะที่ซับซ้อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Walker, Sampson & Zimmerman, 2011) รูปแบบนี้ให้ความสำคัญโดยให้ศูนย์กลาง คือ การโต้แย้งและความรู้วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากกลไกการโต้แย้ง โดย

กระบวนการทางสังคม โดยผ่านการตีความของข้อมูล ประจักษ์พยานในระหว่างการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปฏิบัติการเป็นฐาน (Walker & Sampson, 2014)

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งพัฒนาขึ้นโดยนักวิจัยประเทศสหรัฐอเมริกา 5 ท่าน ได้แก่ Walker, J.P. and Zimmerman, C. จาก Tallahassee Community College Sampson, V. and Anderson, B. จาก The Florida State University โดยเริ่มจากรายงาน America's Lab Report: Investigations in High School Science ซึ่งเป็นรายงานการปฏิบัติการในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ทำการสำรวจตรวจสอบโรงเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา ในปี ค.ศ.2005 โดยสภาการวิจัยแห่งชาติได้ให้ข้อเสนอแนะหลายประการเพื่อพัฒนาทักษะและความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ข้อเสนอแนะประการแรก คือ กิจกรรมการปฏิบัติการ (Laboratory activities) จำเป็นต้องมีพื้นฐานของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจในเนื้อหาและพัฒนาทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ประการที่สอง คือ นักเรียนจำเป็นต้องได้รับโอกาสในการอ่าน เขียน และอภิปรายงานที่ตนได้ปฏิบัติ และประการสุดท้าย คือต้องกระตุ้นให้นักเรียนสร้างและวิจารณ์ข้อโต้แย้ง ซึ่งข้อโต้แย้งนี้ คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลอย่างน้อย 1 ประการ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองต่อข้อเสนอแนะดังกล่าว (Sampson et al., 2009, p. 42) อีกทั้งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนานักเรียนสอดคล้องกับคำแนะนำของสภาวิจัยแห่งชาติได้ ซึ่งสามารถช่วยครูวิทยาศาสตร์มีการปรับเปลี่ยนกิจกรรมปฏิบัติการแบบเดิมไปสู่การเรียนรู้แบบบูรณาการได้ โดยมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบ สำรวจตรวจสอบรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารความคิดกับผู้อื่นในระหว่างการทำกิจกรรมการโต้แย้ง ได้เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น และยังมีขั้นตอนของการกระตุ้นให้มีการตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาและพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการเรียนรู้แบบเดิม (Sampson et al., 2009, p. 42)

3.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

จากการศึกษาความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีการพัฒนาตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงปัจจุบัน ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ดังนี้

ในเดือนกันยายน ค.ศ. 2009 พบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งของ Sampson และคณะ (Sampson et al., 2009. pp.42-47) มีทั้งหมด 8 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้น ระบุงาน เป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่มีปัญหาหรือต้องการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น
2. ขั้นสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล ให้แก่นักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็กๆ 3-4 คน จากนั้นให้นักเรียนได้สร้าง และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการที่นักเรียนได้ร่วมกันออกแบบเอง
3. ขั้นผลของข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอแนวคิดและสร้างคำอธิบายที่แต่ละกลุ่มได้ทำการเสนอข้อโต้แย้งนั้น
4. ขั้นการโต้แย้ง นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่นๆ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อโต้แย้ง พิจารณาและวิเคราะห์คำอธิบายข้อโต้แย้งของแต่ละกลุ่ม
5. ขั้นเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนแต่ละคนเขียนอธิบายเป้าหมายในการทำงานรวมถึงวิธีการสืบเสาะหาความรู้รายบุคคล และข้อโต้แย้งที่ติดด้วยตนเอง
6. ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน ให้เพื่อนตรวจสอบคุณภาพของรายงานการสืบเสาะหาความรู้ และมีการเขียนข้อเสนอแนะตามคู่มือการตรวจสอบโดยเพื่อน
7. ขั้นการแก้ไขรายงาน นักเรียนแต่ละคนนำรายงานการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองกลับมาแก้ไขตามที่เพื่อนได้ตรวจสอบคุณภาพและให้ข้อเสนอแนะไว้
8. ขั้นการอภิปรายและสะท้อนกลับอย่างชัดเจน นักเรียนอภิปรายและสะท้อนกลับเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ที่เปิดเผยร่วมกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

ในเดือนตุลาคม ค.ศ. 2009 พบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบโต้แย้งของ Sampson และคณะ (Sampson et al., 2011, pp.217-218) มีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ขั้นระบุภาระงาน ในขั้นตอนนี้ครูจะให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่จะเรียนและระบุภาระงานโดยการตั้งคำถามวิจัย ให้แก้ปัญหาหรือให้ทำงานที่มอบหมาย
2. ขั้นสร้างข้อมูล นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมมือกันพัฒนาขั้นตอนการทำงานเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามวิจัย
3. ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งซึ่งประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และเหตุผล
4. ขั้นการโต้แย้ง นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งปันข้อโต้แย้งและวิจารณ์การทำงานของผู้อื่นเพื่อตรวจสอบข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องหรือสามารถยอมรับได้มากที่สุด

5. ชั้นเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ โดยนักเรียนจะเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปแบบที่ไม่เป็นทางการ เป็นรายบุคคล

6. ชั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน เป็นการตรวจสอบคุณภาพของรายงานการสืบเสาะหาความรู้ โดยเพื่อน 3-4 คน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดพร้อมให้คำแนะนำ

7. ชั้นการแก้ไขรายงานการสืบเสาะหาความรู้ เมื่อนักเรียนได้รับรายงานการสืบเสาะหาความรู้คืนแล้วให้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของเพื่อนจากนั้นส่งให้เพื่อนตรวจใหม่แล้วทำเช่นนี้จนกว่ารายงานจะได้มาตรฐานที่ยอมรับได้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งถูกออกแบบ ตามที่ Walker & Sampson (2013) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การระบุภาระงานและถามคำถามนำ (Identification of the Task and Guiding Question) เป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้คือการสร้างความสนใจให้กับนักเรียน สร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์หาความรู้เดิมกับเรื่องที่ศึกษา และเพื่อชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ ขณะที่นักเรียนจะต้องจดจ่อและเริ่มคิดถึงประสบการณ์หรือความรู้ที่เคยเรียนมา เพื่อเชื่อมโยงกับหัวข้อที่กำลังจะเรียน Sampson, Grooms, & Walker (2009) แนะนำว่า ผู้สอนควรใช้คู่มือ เพื่อแนะนำการดำเนินการสำรวจตรวจสอบอย่างสรุป และใช้คำถามหรือนำเสนอปัญหาหรือภาระงานที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่กำลังจะเรียนซึ่งคู่มือที่ผู้สอนใช้นั้น ต้องเป็นการรวบรวมข้อมูลสำคัญที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นตอนต่อไป เช่นอุปกรณ์และวัสดุในการปฏิบัติการ เป็นต้น รวมถึง Walker & Sampson (2013) แนะนำว่าการที่ผู้สอนตั้งคำถามที่ดีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการโต้แย้งและสืบเสาะหาหลักฐาน เพื่อนำมาสู่การสรุปได้เหมาะสมและถูกต้อง เมื่อผู้สอนถามคำถามนักเรียน คำถามนี้จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ และเพื่อออกแบบวิธีการตรวจสอบต่อไป ดังนั้น ในขั้นตอนนี้จึงสามารถส่งเสริมการตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบ (Walker & Sampson, 2013)

2. ออกแบบการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a Method and Collect Data) สำหรับขั้นตอนนี้เป็นการเริ่มการสำรวจตรวจสอบ โดยนักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม แบบร่วมมือกัน เพื่อร่วมกันคิดและพิจารณาถึงวิธีการแก้ปัญหา โดยผู้สอนให้นักเรียนวางแผน การสำรวจตรวจสอบ เช่น การทดลอง การสังเกต หรือการบันทึกผล หรือการวิเคราะห์ผล เป็นต้น ซึ่งเป็นการอธิบายถึงวิธีการที่นักเรียนจะดำเนินการ โดยเฉพาะกรณีที่มีการสำรวจตรวจสอบนั้น มีความซับซ้อนหรือต้องใช้สารเคมีที่มีอันตราย โดยผู้สอนอาจทำหน้าที่ตรวจสอบวิธีการที่นักเรียนคิด เพื่อให้แน่ใจว่าการออกแบบดังกล่าวมีความสมบูรณ์และปลอดภัย เป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้ นอกจากต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ เพื่อค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหาด้วยตนเองแล้ว ยังเป็นการพัฒนาให้นักเรียนรู้จักวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลที่รวบรวมได้จากการทดลอง และเพื่อใช้ข้อมูลที่

วิเคราะห์นั้นในการตอบคำถาม (Bell, Smetana, & Binns, 2005) รวมถึงการที่ผู้เรียนได้สืบเสาะในขั้นตอนนี้เป็นโอกาสที่ดีในการเตรียมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลและข้อกล่าวอ้าง รวมถึงเตรียมพร้อมต่อการเกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดขึ้นในขั้นต่อไปได้ (Abrams, Southerland, & Evans, 2008)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Analyze Data and Develop an Initial Argument) ในขั้นตอนนี้เป็นการให้นักเรียนได้วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้คือ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ชั่วคราวที่มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง คือ คำตอบที่ตอบในคำถามชี้แนะในขั้นที่ 1 ข้อยืนยัน สาเหตุหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา 2) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ให้จากการสำรวจตรวจสอบเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และ 3) การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา เป้าหมายสำคัญของขั้นตอนนี้คือ การเน้นให้นักเรียนได้จัดกระทำวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือและสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษารวมถึงให้นักเรียนสนใจและเห็นความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ นักเรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่จะต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบาย ข้อสรุป หรือข้อกล่าวอ้างอื่นๆ ของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม เพราะว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นจริง (Hodson, 2008) ในการสอนขั้นนี้ จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการตัดสินใจ รู้จักใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างเพียงพอและน่าเชื่อถือ เพื่อสนับสนุนคำอธิบายที่สำคัญ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้สอนและนักเรียนสร้างความคิด หลักฐานและเหตุผลในเชิงประจักษ์ รู้จักการประเมินความคิดที่แข่งขันกัน รวมทั้งการพิจารณาข้อโต้แย้งที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีอยู่ หรือกล่าวได้ว่าจะช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ทำและมองเห็น (Walker & Sampson, 2013)

4. การโต้แย้ง (Argumentation Session) ในขั้นนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีการแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยน ประเมินและแก้ไขข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น กิจกรรมการโต้แย้งนี้ออกแบบมาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันได้สะท้อนความคิดที่หลากหลายของนักเรียน และยังช่วยให้แต่ละกลุ่มสามารถพิจารณาเกณฑ์สำหรับการอ้างอิงที่มีเหตุผล ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ ความแตกต่างระหว่างความคิดที่ใช้เกณฑ์ในการประเมินวิทยาศาสตร์ และพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เช่น การจัดการความคิดกับความสงสัย ข้างต้นและการยืนยันการให้เหตุผลและ ข้อสันนิษฐานที่มีความชัดเจนและการยืนยันข้อกล่าวอ้างที่ถูกสนับสนุนด้วยเหตุผลที่ถูกต้องและมีหลักฐานที่เชื่อถือได้

ในขั้นตอนนี้สิ่งที่สำคัญคือครูผู้สอนมีส่วนร่วมในการอภิปรายการโต้แย้งแต่ครูจะต้องไม่ใช่ผู้นำและในระหว่างการเรียนการสอนครูควรที่จะเดินสำรวจแต่ละกลุ่มเพื่อให้นักเรียนอยู่กับงานของตนเองโดยครูสามารถถามผู้นำเสนอด้วยคำถามเช่น คุณวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่อย่างไรหรือข้อมูลตรงไหนที่ไม่เหมาะสมกับข้อกล่าวอ้างของคุณ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้เกณฑ์ทางปฏิบัติในการประเมินคุณภาพของการโต้แย้ง ครูยังสามารถถามผู้รายงานให้อธิบายข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนว่าเหมาะสมตามหลักทฤษฎีหรือไม่ หรือทำไมหลักฐานที่พวกเขาใช้จึงสำคัญ นอกจากนี้ครูผู้สอนยังสามารถถามนักเรียนที่เข้ารับฟังการนำเสนอได้ว่า คุณคิดว่าการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นถูกต้องไหม หรือคุณคิดว่าการแปลผลของพวกเขาเป็นอย่างไรบ้าง คำถามเหล่านี้จะให้นักเรียน ใช้เกณฑ์ทั้ง 2 ในการประเมินการโต้แย้งระหว่างการอภิปราย ในภาพรวมของขั้นตอนนี้คือการให้ นักเรียนรู้ว่าพวกเขาทำได้อย่างไร มีอะไรบ้างที่พวกเขาทำ และทำไมบางข้อกล่าวอ้างจึงถูกต้องและ ยอมรับในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่ใช่สิ่งที่จะบอกว่าแต่ละคนถูกหรือผิด (Sampson, Grooms, & Walker, 2011)

5. การอภิปรายผลและการสะท้อนกลับ (An Explicit and Reflective Discussion)

ขั้นตอนนี้ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีปรับปรุงการออกแบบการตรวจสอบ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ขาดหายไป และแนวคิดที่นำเสนอนี้เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ครูมีการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบนั้นๆ หรืออาจจะแสดงกราฟ ตารางข้อมูล แผนภูมิ แล้วให้นักเรียนได้อภิปรายผลข้อมูลที่ผู้สอนแสดงขึ้น จากนั้นผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงวิธีการตรวจสอบของกลุ่มตนเอง แล้วมีการถามคำถามเพื่อประเมินว่านักเรียนจะตัดสินใจทำหรือไม่ทำการตรวจสอบ ด้วยวิธีนั้น (Sampson, & Gleim, 2014)

6. การเขียนรายงานผลการทดลอง (Write an investigation Report)

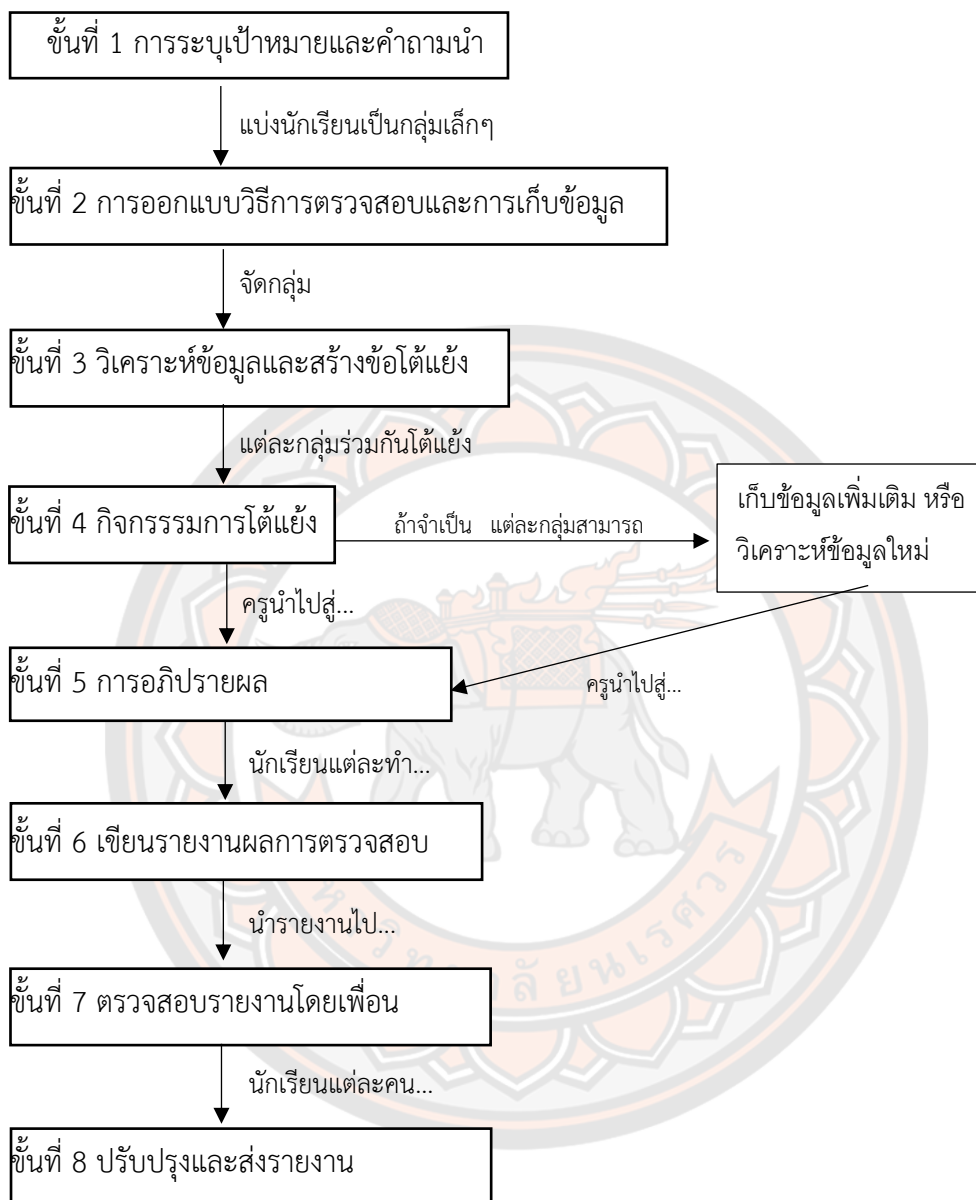
ขั้นตอนนี้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เนื่องจากการเขียนมีความสำคัญและเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานแบบวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการอ่าน และทำความเข้าใจงานเขียนของผู้อื่น สามารถประเมินคุณค่าและแลกเปลี่ยนผลของงานวิจัยที่ตนค้นพบด้วยการเขียน ดังนั้น การเขียนจึงเป็นวิธีที่ให้นักเรียนได้สื่อสารความคิดที่ชัดเจน กระชับ ตลอดจนพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา วิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ Sampson et al., (2009, p.44) ยังเสนอว่า รายงานที่ให้นักเรียนเขียน ในขั้นตอนนี้เป็นรายงานเพื่อให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ทำและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่ารู้อะไร (What they know) รู้อย่างไร (How they know it) และเพราะเหตุใดจึงเชื่อสิ่งนั้น (What they believe it) เรียกรายงานนี้ว่า “รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Investigation report)” โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม 3 ข้อ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของการศึกษาคืออะไรและเพราะเหตุใด 2) วิธีการปฏิบัติของนักเรียนเป็นอย่างไรและเพราะเหตุใดจึงปฏิบัติ เช่นนั้น 3) ข้อโต้แย้งของนักเรียน กล่าวว่อย่างไร

7. การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-bind Group Peer Review) ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการตรวจสอบมาแล้ว จากนั้นส่งให้ครูผู้สอนทำการรวบรวมแล้วแจกกลับให้นักเรียนกลุ่มอื่นๆ เป้าหมายของกิจกรรมนี้ คือ การกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาและใช้มาตรฐานที่เหมาะสมในการประเมินคุณภาพของรายงานและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ นอกจากนี้ภายในกลุ่มยังสามารถร่วมกันอภิปรายถึงความถูกต้องของข้อกล่าวอ้าง และการอธิบายเหตุผลของรายงานที่ได้รับ การตรวจสอบว่าดีหรือต้องปรับปรุง จึงนับเป็นการส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม เพราะต้องมีการลงมติร่วมกัน (Walker & Sampson, 2013)

8. การแก้ไข ปรับปรุงและส่งรายงาน (Revise and Submit the Report)

ครูผู้สอนจะให้คะแนนรายงานหลังการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นจะส่งรายงานที่ผ่านการตรวจ 2 ครั้ง คือ จากเพื่อนและครู ส่งคืนให้ผู้เขียนรายงาน เพื่อให้นักเรียนได้อ่านและปรับปรุงรายงานใหม่ตามคำแนะนำของเพื่อนและครู เป้าหมายของขั้นตอนนี้คือเพื่อให้การตรวจสอบโดยเพื่อนมีความหมายมากยิ่งขึ้นและ ยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาการเขียนบนพื้นฐานของข้อมูล เป็นการปรับปรุงเพื่อสร้างผลงานชิ้นสุดท้ายให้มีคุณภาพสูงสุด และยังทำให้ทราบข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงในการเขียนรายงานผล การสำรวจตรวจสอบในครั้งถัดไปด้วย และเมื่อมีการปรับปรุงแล้วให้นักเรียนส่งรายงาน เพื่อให้ครูตรวจให้คะแนน หลังจากที่มีการตรวจให้คะแนนแล้ว ครูต้องทำหน้าที่ในการสะท้อนผลการประเมินด้วย การให้นักเรียนได้พูดคุยเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ศึกษาผ่านมา เพื่อให้นักเรียนร่วมกันทบทวน ตรวจสอบผลการศึกษาอีกครั้ง อีกทั้งยังสามารถทำให้ครูตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนได้และ สามารถแก้ไขให้ถูกต้องได้อีกด้วย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งถูกออกแบบ ตามที่ Grooms et al. (2016) ได้สร้างไว้ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้



ภาพ 5 แสดงขั้นตอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งของ Grooms et al., (2016)

ที่มา : Argument-Driven Inquiry in Physical Science: Lab Investigations for Grades 6-8 : p.3

ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งจะเริ่มต้นแต่ละปฏิบัติการด้วยการที่ครูระบุปรากฏการณ์ที่จะสำรวจตรวจสอบและนำเสนอคำถามนำให้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม เป้าหมายของคุณครูในขั้นนี้คือการดึงความสนใจของนักเรียนและให้เหตุผลว่าทำไมจึงต้องทำการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ขั้นนี้เกิดขึ้นได้ครูควรที่จะให้เอกสารประกอบการทำกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคน ในเอกสารประกอบกิจกรรมจะประกอบไปด้วยการเกริ่นนำเบื้องต้นที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่น่าสงสัยหรือปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไขและคำถามนำที่หาคำตอบได้ นอกจากนี้เอกสารยังประกอบไปด้วยข้อมูลเกี่ยวกับธรรมชาติของวัตถุที่พวกเขาต้องการที่จะสร้าง ตัวอย่างเช่น ข้อโต้แย้งบนกระดาน, เศษกระดาษ, สไลด์การนำเสนอหรือใช้สื่อเป็นต้น คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ว่าควรจะเริ่มอย่างไร และเกณฑ์ที่จะต้องใช้ในการตัดสินคุณภาพของข้อโต้แย้ง เช่น ศักยภาพของการอธิบายและคุณภาพของหลักฐาน (Grooms et al., 2016, P.4-5)

วิธีการกระตุ้นเพื่อเริ่มแต่ละปฏิบัติการจะประกอบไปด้วยการให้นักเรียนแต่ละคนอ่านแต่ละช่วงของเอกสารประกอบการทดลองให้เพื่อนฟัง หลังจากอ่านแต่ละช่วงคุณครูควรหยุดเพื่ออธิบายเพิ่มเติม สร้างความกระจ่าง ตอบคำถาม และให้ข้อมูลเพิ่มเติมถ้าจำเป็น ซึ่งสำคัญมากสำหรับครูที่จะจัดการแนะนำเครื่องมือในขั้นนี้ ใช้เวลาไม่กี่นาทีเพื่ออธิบายการใช้งานเฉพาะของเครื่องมือปฏิบัติการ การใช้โปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์หรือแม้กระทั่งการใช้งานโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ครูจำเป็นที่จะต้องจัดการอธิบายเครื่องมือเพราะบ่อยครั้งที่นักเรียนไม่คุ้นชินกับอุปกรณ์ปฏิบัติการหรือแม้ว่าพวกเขาจะคุ้นเคยกับเครื่องมือแล้วนักเรียนบางคนก็ยังใช้งานไม่ได้ไม่ถูกวิธีหรือใช้แบบไม่ระมัดระวัง การอธิบายเครื่องมือยังสามารถจัดขึ้นในขั้นนี้เพราะว่านักเรียนจะพบว่ามันยากมากที่จะออกแบบการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลที่จำเป็นต่อการตอบคำถามนำ(ในขั้นที่2) เมื่อพวกเขาไม่ได้มีความเข้าใจในการใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้ ครูควรที่จะทบทวนกระบวนการความปลอดภัยในการทดลองและข้อระมัดระวังระวังการแนะนำเครื่องมือ

เมื่อนักเรียนเข้าใจเป้าหมายของการทำกิจกรรมและเข้าใจวิธีการใช้อุปกรณ์แล้ว ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็กๆ (นักเรียน 3 คนต่อ 1 กลุ่ม)และนำสู่ขั้นที่ 2 ของรูปแบบการสอนนี้

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล

ในขั้นที่ 2 นักเรียนในแต่ละกลุ่มทำการออกแบบวิธีการตรวจสอบ เกี่ยวกับข้อมูลที่จำเป็นหาคำตอบต่อการตอบคำถามนำและดำเนินกระบวนการนี้ให้สำเร็จ นักเรียนจะผ่านขั้นนี้ได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของการสำรวจ การสำรวจบางอย่างต้องอาศัยทำงานเป็นกลุ่มเพื่อตอบคำถามนำโดยการออกแบบการทดลองที่นักเรียนจำเป็นจะต้องวิเคราะห์ชุดข้อมูลที่ได้รับมา เช่น ฐานข้อมูลหรือใบความรู้ ถ้านักเรียนต้องการความช่วยเหลือในการออกแบบการทดลองครูควรที่จะช่วยนักเรียนในการ

ออกแบบการทดลองของพวกเขา ขั้นตอนการทดลองนี้จะช่วยให้นักเรียนดำเนินการทดลองได้เหมาะสมโดยสนับสนุนให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับประเภทข้อมูลที่พวกเขาต้องเก็บ วิธีการเก็บข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

จุดมุ่งหมายของขั้นนี้คือการให้โอกาสนักเรียนได้ปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับโลกแห่งความเป็นจริง ในบางกรณีข้อมูลก็ได้มาจากโลกแห่งความเป็นจริง การใช้อุปกรณ์และวิธีการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมและเรียนรู้การจัดการความคลุมเครือของงาน ในขั้นนี้ยังให้นักเรียนได้มีโอกาสที่จะได้เรียนรู้ว่าทำไมบางวิธีการจึงเหมาะสมที่จะเก็บข้อมูลหรือการวิเคราะห์ข้อมูลมากกว่าวิธีอื่นๆ และเหตุผลที่วิธีการที่ใช้ระหว่างการสำรวจเชิงวิทยาศาสตร์จะขึ้นอยู่กับลักษณะของคำถามและปรากฏการณ์ที่สำรวจ ในตอนท้ายของขั้นนี้นักเรียนควรที่จะเก็บข้อมูลทั้งหมดที่พวกเขาต้องการในการตอบคำถามนำ (Grooms et al., 2016, P.4-5)

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง

ในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนเริ่มข้อโต้แย้งขั้นแรกเพื่อตอบต่อคำถามนำการทดลองเพื่อที่จะทำสิ่งนี้แต่ละกลุ่มจำเป็นต้องทำการวัดหรือทำการสังเกตซึ่งพวกเขาได้ทำในขั้นที่ 2 มาแล้ว เมื่อแต่ละกลุ่มได้วิเคราะห์และแปลผลข้อมูล พวกเขาจะสามารถสร้างข้อโต้แย้งเริ่มต้นได้เพื่อยกตัวอย่างของแต่ละข้อโต้แย้งแต่ละส่วนของข้อโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนประกอบของข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์แสดงไว้ในภาพที่ 6

พิจารณาตามตัวอย่างต่อไปนี้ ข้อโต้แย้งนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อคำถามนำ “วัตถุ A B และ C เป็นโลหะประเภทใด”(Grooms et al., 2016)

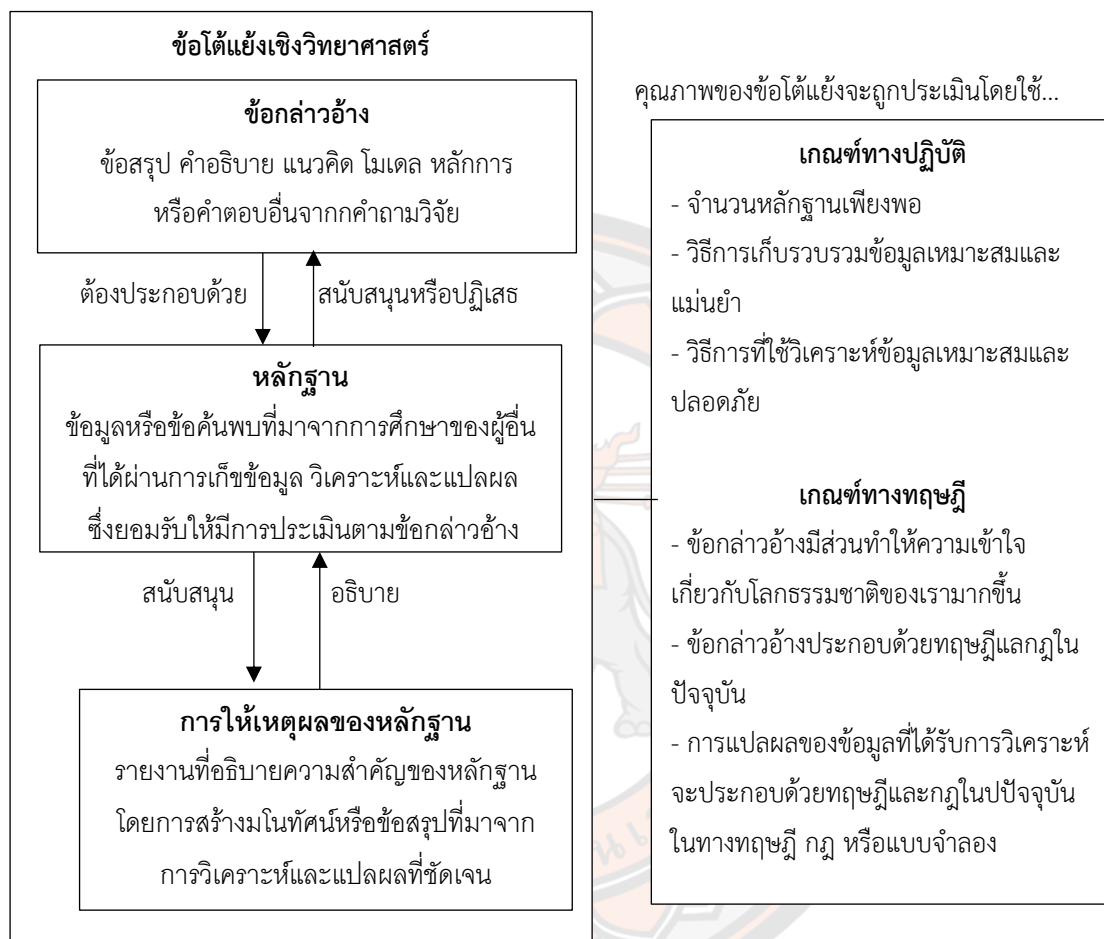
ข้อกล่าวอ้าง : วัตถุ A และ B คือ ดีบุก ส่วนวัตถุ C คือ ตะกั่ว

หลักฐาน : ความหนาแน่นของวัตถุ A เป็น 7.44 g/cm^3 และความหนาแน่นของวัตถุ B เป็น 7.34 g/cm^3 โดยวัตถุทั้งสองมีความหนาแน่นใกล้เคียงกันมากและรู้กันว่าความหนาแน่นของดีบุกเป็น 7.36 g/cm^3 ส่วนความหนาแน่นของวัตถุ C คือ 11.12 g/cm^3 ซึ่งมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับตะกั่วที่มีความหนาแน่น 11.34 g/cm^3

การอ้างเหตุผล : ความหนาแน่นเป็นสมบัติทางกายภาพของสสารและจะมีค่าคงที่ไม่ว่าวัสดุนั้นจะมีขนาดเพียงใด นอกจากนั้นความหนาแน่นยังถูกใช้เพื่อระบุที่ใช้สสารในการสร้างวัสดุที่ไม่รู้จัก ความแตกต่างของความหนาแน่นที่คำนวณได้เทียบกับความหนาแน่นของวัสดุที่ทราบค่าส่วนใหญ่แล้วเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการวัด

ข้อกล่าวอ้างในข้อโต้แย้งนี้ให้คำตอบสำหรับคำถามนำ ผู้เขียนเลือกใช้หลักฐานที่แท้จริงในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยให้การวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมาได้อย่างความหนาแน่นของสสารแต่ละชนิด และแปลผลการวิเคราะห์อ้างอิงกับความหนาแน่นที่ทราบค่าและไม่ทราบค่าสุดท้าย ผู้เขียนจะต้องให้เหตุผลแก่หลักฐานในข้อโต้แย้งโดยทำให้ชัดเจนขึ้นจากมโนทัศน์และข้อสรุป(ความ

หนาแน่นเป็นสมบัติทางกายภาพเฉพาะตัว และความน่าจะเป็นที่ความแตกต่างระหว่างการคำนวณกับปริมาณที่ทราบค่าเป็นเพราะความคลาดเคลื่อนในการวัดเพื่อเป็นแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์



ภาพ 6 แสดงส่วนประกอบของข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์ที่ใช้ประเมินคุณค่าของข้อโต้แย้ง

ที่มา : Argument-Driven Inquiry in Physical Science: Lab Investigations for Grades 6-8 : p.6

ครูจำเป็นอย่างมากที่จะต้องทำให้นักเรียนเข้าใจถึงความสำคัญของข้อกล่าวอ้างที่ดีเพราะในวิทยาศาสตร์นั้นบางข้อโต้แย้งดีกว่าข้อโต้แย้งอื่น ความสำคัญในแง่วิทยาศาสตร์และข้อโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการประเมินองค์ประกอบต่างๆของข้อโต้แย้งที่เสนอโดยผู้อื่น มีเกณฑ์อยู่ 2

ประเภทที่นักเรียนควรใช้เพื่อการประเมินข้อโต้แย้งในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ เกณฑ์ทางปฏิบัติ และ เกณฑ์ทางทฤษฎี (Grooms et al., 2016)

เกณฑ์ทางปฏิบัติประกอบด้วย

- 1) ข้อกล่าวอ้างเหมาะสมกับทุกหลักฐานที่มีอยู่แค่นั้น
- 2) ความเพียงพอของหลักฐาน
- 3) คุณภาพของหลักฐาน
- 4) ความเหมาะสมของกระบวนการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 5) ความเหมาะสมของกระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เกณฑ์ทางทฤษฎีนั้นอ้างอิงจากมาตรฐานที่สำคัญในวิทยาศาสตร์ แต่ไม่เป็นที่ประจักษ์ในธรรมชาติ: ตัวอย่างของเกณฑ์เหล่านี้คือ

- 1) ความเพียงพอของข้อกล่าวอ้าง (เช่น ประกอบไปด้วยทุกสิ่งที่จำเป็นหรือไม่)
- 2) ประโยชน์ของข้อกล่าวอ้าง (เช่น สามารถใช้ต่อยอดไปยังกิจกรรมครั้งใหม่หรือทำให้เข้าใจปรากฏการณ์ได้หรือไม่)
- 3) ความสม่ำเสมอของข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผลในรูปแบบที่ผู้อื่นยอมรับ

ในทางทฤษฎี กฎ หรือแบบจำลอง

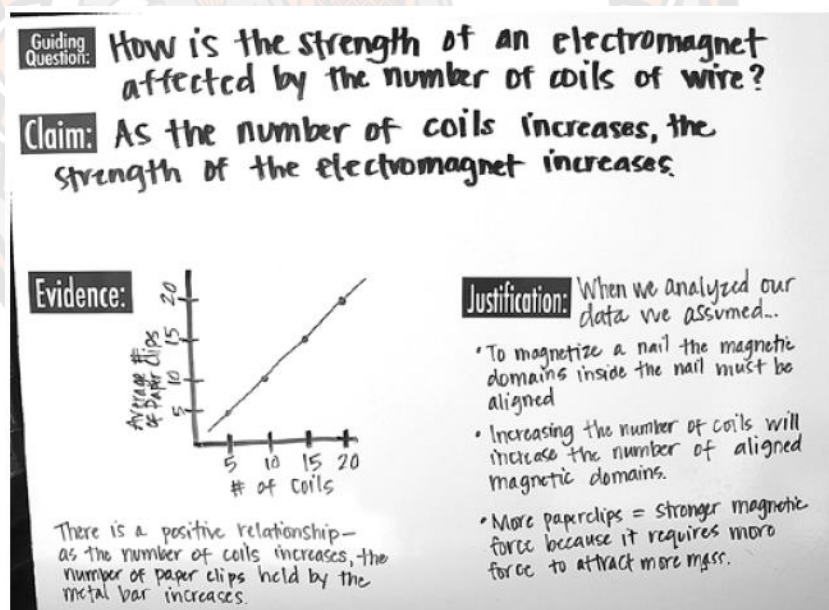
วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเปลี่ยนแปลงจากกฎหนึ่งไปสู่อีกกฎหนึ่ง ความแปรปรวนนี้เป็นผลจากความแตกต่างในประเภทของการสืบเสาะปรากฏการณ์, สิ่งที่ยอมรับในการสืบเสาะ (เช่น การเรียนแบบบรรยาย, การทดลอง, แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์) และการเหนี่ยวนำด้วยทฤษฎีธรรมชาติของการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ มันจึงสำคัญมากที่จะตระหนักว่าข้อโต้แย้งที่ถือว่ามีความคุณภาพในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ กฎระเบียบและรูปแบบการคิดแบบพึ่งพา (field-dependent) และเพื่อดำเนินกิจกรรมให้การวิจารณ์และปรับแต่งของข้อโต้แย้งขั้นต้นต่อเนื่องไปสู่ขั้นตอนต่อไปของ ADI นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองโดยให้กลุ่มอื่นสามารถเข้าใจได้ง่ายและชัดเจน ซึ่งแนะนำให้ใช้ whiteboard ขนาด 2x3 นิ้ว หรือกระดาษแผ่นใหญ่โดยจัดรูปแบบตามภาพ 7 และตัวอย่างของข้อโต้แย้งที่นักเรียนสร้างขึ้นแสดงในภาพ 8 ซึ่งนักเรียนสามารถใช้โปรแกรมนำเสนอต่างๆช่วยในการนำเสนอได้

คำถาม:	
ข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม:	
หลักฐาน:	การให้เหตุผลหลักฐาน:

ภาพ 7 แสดงองค์ประกอบของข้อโต้แย้งที่จัดบน whiteboard หรือกระดานแผ่นใหญ่

ที่มา : Argument-Driven Inquiry in Physical Science: Lab Investigations for Grades 6-8 : p.7



ภาพ 8 แสดงตัวอย่างของข้อโต้แย้งที่นักเรียนสร้างขึ้นแสดงบน whiteboard

ที่มา : Argument-Driven Inquiry in Physical Science: Lab Investigations for Grades 6-8 : p.8

จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือต้องการให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีโอกาสสร้างความสัมพันธ์ของสิ่งที่เห็น หรือสิ่งที่ทำระหว่างการทำกิจกรรม นักเรียนจะได้ทำงานร่วมกันระหว่างการสร้างข้อโต้แย้งขั้นต้น พวกเขาจะพูดคุยกัน หาทางวิเคราะห์ข้อมูลและแนวทางการแปลผลข้อมูลที่ดีที่สุดพวกเขาต้องตัดสินใจหากข้อมูลที่ต้องวิเคราะห์หรือแปลผลเกี่ยวข้องกับข้อโต้แย้งของพวกเขาในขั้นตอนนี้และน่าจะเชื่อถือพอที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของพวกเขา ในส่วนนี้กลุ่มของนักเรียนจะประเมินความคิดและคัดข้อกล่าวอ้างที่ไม่เกี่ยวข้อง ไม่เหมาะสมกับหลักฐานที่มีหรือมีความขัดแย้งออกไป ทำให้ในขั้นที่ 3 นี้จะเป็นการทำทนายสำหรับนักเรียนเนื่องจากพวกเขาไม่ค่อยได้ถูกถามถึงความสมเหตุสมผลของปรากฏการณ์จากข้อมูลดิบ ดังนั้นสิ่งสำคัญคือครูต้องกระตุ้นในการช่วยสนับสนุน คอยตรวจดูทุกกลุ่ม ทำตัวเป็นทรัพยากรบุคคลแก่นักเรียน ถามคำถามกระตุ้นให้เกิดการคิดว่าทำไมถึงทำและทำไม เพื่อช่วยให้นักเรียนจำจุดประสงค์ของกิจกรรมครู ควรถามว่า คุณกำลังพยายามหาอะไรอยู่ เพื่อส่งเสริมให้พวกเขาคิดเกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องครูถามว่าทำไมข้อมูลนั้นจึงสำคัญ เพื่อช่วยให้พวกเขาจดจำการใช้เกณฑ์ที่แม่นยำในการประเมินข้อดีของความคิดขั้นต้นนั้นๆครูถามว่าสิ่งที่ได้มานั้นเหมาะสมกับข้อมูลทั้งหมดหรือมีอะไรที่รู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์บ้าง ตอนเริ่มต้นของการจัดการเรียน นักเรียนพยายามที่จะพัฒนาข้อโต้แย้งและเชื่อในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ความน่าเชื่อถือ (ฟังดูเข้าท่าดีสำหรับฉัน) หรือเหมาะสมโดยมีประสบการณ์ส่วนตัว (ฉันเคยเห็นในทีวีครั้งหนึ่ง) เมื่อพวกเขาพยายามหาความสมเหตุสมผลของข้อมูลของพวกเขา อย่างไรก็ตามหากได้รับการฝึกฝนที่เพียงพอ นักเรียนจะพัฒนาทักษะของพวกเขาได้

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ขั้นที่ 4 สำหรับการสอนแบบ ADI เป็นกิจกรรมการโต้แย้ง ในแต่ละกลุ่มมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประเมิน และแก้ไขข้อโต้แย้งขั้นต้นของกลุ่มตนเองร่วมกับกลุ่มอื่น โดยขั้นตอนนี้ประกอบไปด้วย 3 เหตุผล คือ

1. การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น โต้แย้งจากหลักฐาน เป็นการกระทำที่สำคัญในวิทยาศาสตร์เพราะว่าคำติชมและแนวทางแก้ไขจะทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีขึ้น
2. งานวิจัยระบุว่านักเรียนเรียนรู้เนื้อหาได้มากขึ้นและพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ให้ดีขึ้นเมื่อพวกเขาได้นำเสนอความคิดต่างๆ ได้ตอบสนองต่อคำถามและแข่งขันกับนักเรียนคนอื่นและได้ประเมินประโยชน์ของแนวคิด (Committee on Science Learning, 2007; National Research Council, 2012)
3. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแยกแยะระหว่างความคิดที่ใช้เกณฑ์ประเมินเชิงวิทยาศาสตร์ที่แม่นยำและการพัฒนาพฤติกรรมเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเองระหว่างช่วงโต้แย้ง

ในขั้นตอนนี้คือต้องการให้นักเรียนเรียนรู้จากการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามการสนับสนุนและส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนในห้องเรียนเป็นสิ่งที่ยากเพราะว่าการโต้แย้งจาก

หลักฐานเป็นสิ่งที่แปลกใหม่สำหรับนักเรียนส่วนใหญ่เมื่อเริ่มต้นใน ADI เพื่อเป็นการช่วยสร้างปฏิสัมพันธ์นักเรียนจะต้องสร้างข้อโต้แย้งที่เป็นกลางที่ทุกคนสามารถเห็นได้ลงบน whiteboard กระดาษ หรือสไลด์ ซึ่งตรงนี้นักเรียนจะให้ความสนใจไปที่การประเมินหลักฐานและแก่นความคิดที่ให้เหตุผลแก่หลักฐานมากกว่าการลงมือกับแหล่งที่มาของความคิดในผลลัพธ์ของวิธีการนี้จะทำให้เกิดการอภิปรายที่มีประสิทธิผลและทำให้นักเรียนกำหนดหรือคัดแนวคิดที่ผิดออกได้อย่างง่ายดายตายครูควรที่จะอธิบายในการโต้แย้งเพื่อเป็นโอกาสที่นักเรียนจะได้ร่วมมือกับผู้อื่นและได้รับผลสะท้อนกลับมาจากผู้อื่น ดังนั้นเป้าหมายของการโต้แย้งคือการปรับปรุงแก้ไข มากกว่าการหาว่าใครถูกหรือผิด

เพื่อให้แน่ใจว่า นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในระหว่างกิจกรรมการโต้แย้ง ครูควรใช้กลวิธีการสอนแบบ Gallery walk เพราะนักเรียน 1 ถึง 2 คนจะประจำอยู่ที่งานของกลุ่มตนเองคอยแสดงแนวคิดของกลุ่มแก่สมาชิกกลุ่มอื่นที่เข้ามารับฟัง และขอแนะนำให้นักเรียนที่เข้ารับฟังทำการติชมข้อโต้แย้งของกลุ่มต่างๆ อย่างน้อย 3 กลุ่ม ส่วนเจ้าของกลุ่มก็ทำกรบันทึกคำติชมและคำแนะนำจากเพื่อนร่วมห้องเพื่อนำไปใช้ปรับปรุงข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง ดังภาพ 9



ภาพ 9 แสดงใช้รูปแบบ Gallery walk ในระหว่างกิจกรรมการโต้แย้ง

ที่มา : Argument-Driven Inquiry in Physical Science: Lab Investigations for Grades 6-8 : p.10

สำหรับขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง สิ่งที่สำคัญคือครูมีส่วนร่วมในการอภิปรายการโต้แย้งแต่ครูจะต้องไม่ใช่ผู้นำและในระหว่างการเรียนการสอนครูควรที่จะเดินสำรวจแต่ละกลุ่มเพื่อให้นักเรียนอยู่กับงานของตนเองโดยครูสามารถถามผู้นำเสนอด้วยคำถามเช่น คุณวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่อย่างไรหรือ

ข้อมูลตรงไหนที่ไม่เหมาะสมกับข้อกล่าวอ้างของคุณ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้เกณฑ์ทางปฏิบัติในการประเมินคุณภาพของการโต้แย้ง ครูยังสามารถถามผู้รายงานให้อธิบายข้อกล่าวอ้างของกลุ่มตนว่าเหมาะสมตามหลักทฤษฎีหรือไม่ หรือทำไมหลักฐานที่พวกเขาใช้จึงสำคัญ นอกจากนี้ครูยังสามารถถามนักเรียนที่เข้ารับฟังการนำเสนอได้ว่า คุณคิดว่าการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นถูกต้องไหม หรือคุณคิดว่าการแปลผลของพวกเขาเป็นอย่างไรบ้าง คำถามเหล่านี้จะให้นักเรียนใช้เกณฑ์ทั้ง 2 ในการประเมินการโต้แย้งระหว่างการอภิปราย ในภาพรวมของขั้นนี้คือต้องการให้นักเรียนรู้ว่าพวกเขาทำได้ อย่งไร มีอะไรบ้างที่พวกเขาทำ และทำไมบางข้อกล่าวอ้างจึงถูกต้องและยอมรับในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่ใช่สิ่งที่จะบอกว่าแต่ละคนถูกหรือผิด

ส่วนสุดท้ายของช่วงโต้แย้ง สิ่งสำคัญคือต้องใช้เวลาแก่นักเรียนในการกลับมาอภิปรายกับกลุ่มของตนเองหลังจากที่ได้ออกไปรับฟังความคิดจากกลุ่มอื่นมาเพื่อแก้ไขข้อโต้แย้งขั้นต้นของกลุ่มตนเอง กระบวนการนี้จึงเริ่มจากผู้นำเสนอแบ่งปันคำติชมและข้อเสนอแนะที่ได้รับมา หลังจากนั้นจึงเป็นนักเรียนที่ไปเยี่ยมชมนกลุ่มต่างๆ นำเสนอข้อดีของแต่ละกลุ่มที่พบมาเพื่อสร้างข้อโต้แย้งที่ดีกว่าเดิม ถ้าหากว่านักเรียนเกิดความผิดพลาดในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากขั้นตอนที่ 2 ครูควรที่กระตุ้นให้นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลใหม่อีกครั้งหรือทำการวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำว่าข้อมูลที่มีความจำเป็นหรือไม่ และในท้ายที่สุดทุกกลุ่มจะต้องมีข้อโต้แย้งที่ดีกว่าข้อโต้แย้งแรกๆ ที่ทำขึ้น

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล

ครูควรเป็นผู้นำในการอภิปรายในขั้นตอนนี้ จุดมุ่งหมายในการอภิปรายคือให้นักเรียนได้มีโอกาสได้คิดและแบ่งปันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ การนำขั้นตอนนี้ไปใช้ในห้องเรียน ครูจะต้องแน่ใจว่านักเรียนทุกคนเข้าใจแนวคิดหลักที่เป็นหัวใจในการสืบเสาะและต้องช่วยให้นักเรียนคิดหาทางปรับปรุงการมีส่วนร่วมในการทำงานเชิงวิทยาศาสตร์ของพวกเขา เช่นการวางแผน การดำเนินการ การวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล และการโต้แย้งจากหลักฐาน การสอนนี้ครูควรที่จะอภิปราย 1 หรือ 2 ครั้งสำหรับมโนทัศน์เชื่อมโยงที่เกี่ยวข้อง และอีก 1 หรือ 2 ครั้งในแง่ของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์

ครูผู้สอนด้วยรูปแบบนี้ควรเข้าใจว่าการกระจำมโนทัศน์และการอภิปรายเชิงสะท้อน ไม่ใช่การบรรยาย แต่เป็นโอกาสสำหรับนักเรียนที่จะได้คิดเกี่ยวกับแนวคิดสำคัญ ลงมือปฏิบัติและแบ่งปันสิ่งที่ได้เรียนรู้มาหรือสิ่งที่ไม่เข้าใจจากการพูดคุยกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน หากว่านักเรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนกันมากก็จะมีประโยชน์ต่อการทดลองของพวกเขาเช่นกัน ครูควรจะเริ่มการกระจำมโนทัศน์และการอภิปราย โดยถามให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่พวกเขาทำเกี่ยวกับแนวคิดหลักที่เป็นหัวใจของการทดลอง (แนวคิดหลักสามารถหาได้จากบทนำในเอกสารกิจกรรมที่ครูแจกให้แก่แก่นักเรียน) ครูจะต้องมั่นใจว่านักเรียนคิดเกี่ยวกับแนวคิดหลักที่จะช่วยให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ภายใต้การสืบเสาะและวิธีการใช้แนวคิดเพื่อตัดสินหลักฐานในการโต้แย้ง

ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์จากการสืบเสาะแต่ครูไม่ควรที่จะบอกผลลัพธ์แก่นักเรียนโดยตรงหรือข้อมูลที่เป็นส่วนการโต้แย้งแก่เด็ก โดยครูควรเน้นไปที่การทำให้นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนเข้าใจเนื้อหาโดยมอบบริบทแก่นักเรียนให้อธิบายแนวคิดของตนออกมา

นักเรียนจะถูกคาดหวังให้ออกแบบการสืบเสาะของตนระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง รวมทั้งเลือกวิธีวิเคราะห์ แปลผลข้อมูล และหาข้อสนับสนุนแก่วิธีการโต้แย้งจากหลักฐาน สิ่งที่สำคัญคือนักเรียนไม่ได้ถูกคาดหวังให้เชี่ยวชาญในเรื่องที่ทำ พวกเขามีโอกาสที่จะลองผิดลองถูกและเรียนรู้จากข้อผิดพลาดของเขา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้จากข้อผิดพลาดของตน นักเรียนควรมีโอกาสได้รับการสะท้อนถึงสิ่งที่ทำได้ดีหรือผิดในระหว่างการสืบเสาะ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนวิธีการที่พวกเขาออกแบบในการสืบเสาะ วิเคราะห์ แปลผลข้อมูล และข้อโต้แย้งจากหลักฐาน และสิ่งที่ต้องการจะปรับปรุงในอนาคต เพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้ขอแนะนำให้ถามนักเรียนด้วยคำถามต่อไปนี้

1. จุดแข็งของการสืบเสาะของคุณคืออะไร และทำอะไรให้เป็นเชิงวิทยาศาสตร์
2. จุดอ่อนของการสืบเสาะของคุณคืออะไร และทำอะไรให้เป็นเชิงวิทยาศาสตร์
3. ถ้าหากคุณได้สืบเสาะอีกครั้งคุณจะทำอะไรเพื่อแก้ไขจุดอ่อนในการสืบเสาะของคุณ และคุณจะทำอะไรเพื่อให้เป็นเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น

โดยจะมีสองคำถามเพิ่มเติมที่ถูกถามในปฏิบัติการเพื่อให้นักเรียนได้ออกแบบเองคือ “คุณจะสามารถออกแบบการทดลองให้บรรลุจุดประสงค์ได้หรือไม่” และ “คุณจะแน่ใจได้อย่างไรว่าผลการทดลองจะสัมพันธ์กับตัวแปรที่ได้ออกแบบไว้” ครูควรที่จะให้นักเรียนตอบต่อคำถามเหล่านี้ทั้งหมดโดยมีคำถามหลักคืออะไรที่เป็นและไม่ใช่เป็นคุณภาพหรือความแม่นยำในทางวิทยาศาสตร์และให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีที่จะพัฒนาการให้ผลสะท้อนระหว่างการกระจำงมโนทัศน์และการอภิปรายจะช่วยให้ให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการออกแบบและดำเนินการสำรวจเป็นอย่างมาก รวมไปถึงการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล และการโต้แย้งจากหลักฐาน (Grooms et al., 2016)

ขั้นตอนต่อไปครูควรที่จะอภิปราย 1 หรือ 2 มโนทัศน์เชื่อมโยง โดยใช้สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการสำรวจเพื่อแสดงให้เห็นว่ามโนทัศน์เหล่านี้สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้อย่างไร ตัวอย่างเช่น ครูจะตัดสินใจเลือกพูดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างและฟังก์ชันหรือความสำคัญของการติดตามการไหลของพลังงานหรืออะไรก็ตามในระบบ ครูจำเป็นต้องเน้นแนวคิดเหล่านี้ในการกระจำงมโนทัศน์และกระตุ้นนักเรียนให้สะท้อนแนวคิดในเนื้อหากว้างๆ ก่อนที่นักเรียนจะเริ่มใช้พวกมันเพื่อทำความเข้าใจโลกรอบตัว หากไม่มีการเน้นจุดสำคัญเหล่านี้นักเรียนจะไม่เรียนรู้คุณค่าของมโนทัศน์เชื่อมโยงในการอธิบายธรรมชาติ นอกจากนี้ยังจำเป็นจะต้องมีการอภิปรายความสำคัญของแนวคิดเหล่านี้ซ้ำหลายครั้งก่อนที่จะได้นำไปใช้ในการสำรวจในอนาคต

ครูควรจบชั้นการเรียนรู้นี้โดยใช้การสืบเสาะแบบมีข้อโต้แย้งด้วยการอภิปรายมโนทัศน์ 1 หรือ 2 จุดมุ่งหมายในธรรมชาติและและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ สร้างจากการสำรวจของตัวนักเรียนเองเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของแนวคิด ตัวอย่างสิ่งที่ครูควรทำเช่น

1. ความหลากหลายของกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเก็บข้อมูล
2. สิ่งใดที่นับว่าเป็นและไม่เป็นการทดลองทางวิทยาศาสตร์
3. วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องเปิดใจยอมรับการเปลี่ยนแปลงเมื่อเจอกับหลักฐานใหม่
4. บทบาทของความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการระหว่างการสำรวจ

ครูจะเปรียบเทียบและเทียบเคียงการสำรวจและการอ้างถึง ข้อมูลและหลักฐาน ข้อมูลคุณภาพและข้อมูลปริมาณ หรือ ทฤษฎีและกฎ ในขั้นนี้ให้โอกาสในการสร้างความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิธีการที่ความรู้เหล่านี้ได้ถูกพัฒนาตลอดเวลาในเชิงบริบทที่มีคุณค่ากับนักเรียน จากงานวิจัยได้แนะนำว่านักเรียนจะพัฒนาความรู้ความเข้าใจที่เหมาะสมเกี่ยวกับธรรมชาติและและการทดลองทางวิทยาศาสตร์เมื่อครูอภิปรายเนื้อหาแนวคิดด้วยวิธีการกระจำเพียงเท่านั้น

ขั้นที่ 6 เขียนรายงานผลการตรวจสอบ

ขั้นที่ 6 ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เป็นขั้นการเขียนรายงานผล เพราะว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญในการกระทำทางวิทยาศาสตร์ ที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องสามารถอ่านและเข้าใจงานเขียนของผู้อื่นและสามารถประเมินคุณค่าของงานเขียนนั้นได้พวกเขาจะต้องสามารถที่จะแบ่งปันผลการทดลองของตนผ่านการเขียนด้วย นอกจากนั้นแล้วการเขียนจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการลำดับความคิดให้กระชับชัดเจน เสริมสร้างการรู้คิดและพัฒนาความเข้าใจด้านเนื้อหาของนักเรียน สุดท้ายแล้วในส่วนที่น่าจะสำคัญที่สุด การเขียนจะช่วยทำให้ความคิดของนักเรียนแต่ละคนออกมาเป็นรูปธรรมทำให้ครูสามารถจะทำการวัดผลได้และทำให้ครูสามารถที่จะให้คำแนะนำเพื่อการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการได้

ในขั้นที่ 6 นักเรียนแต่ละคนจะต้องเขียนผลการตรวจสอบแยกรายบุคคลโดยใช้ข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง โดยรายงานควรที่จะเน้น 3 คำถามพื้นฐานดังต่อไปนี้

1. คำถามที่พยายามจะตอบคือคำถามอะไรและทำไมจึงต้องหาคำตอบ
2. ตอบคำถามนั้นว่าอะไรและทำไมจึงตอบอย่างนั้น
3. ข้อโต้แย้งของคุณคืออะไร

ครูควรที่จะกระตุ้นนักเรียนให้ใช้ตารางหรือกราฟเพื่อช่วยจัดกลุ่มหลักฐานและให้นักเรียนเป็นคนอ้างอิงข้อมูลเหล่านี้ลงในรายงาน ขั้นที่ 6 นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะจะเป็นการให้นักเรียนได้เรียนรู้ในด้านการสร้างคำอธิบาย การถกเถียงด้วยหลักฐาน และการสื่อสารข้อมูล ยังช่วย

พัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเขียนอย่างเป็นทางการ การเขียนผลการตรวจสอบสามารถทำได้ทั้งในคาบเรียนหรือสั่งให้ทำเป็นการบ้าน (Grooms et al., 2016)

รูปแบบการเขียนรายงานการทดลองจะถูกออกแบบโดยเน้นการเขียนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชิงโน้มน้าวและช่วยให้นักเรียนเรียนรู้วิธีที่จะสื่อสารหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ รูปภาพ ตาราง และสมการ รูปแบบคำถามพื้นฐาน 3 ข้อถูกจัดลำดับไว้อย่างดีตามส่วนประกอบของผลการตรวจสอบแบบดั้งเดิม เช่น บทนำ กระบวนการ ผลการทดลอง และการอภิปราย แต่ยังคงอนุญาตให้นักเรียนได้เห็นความสำคัญของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สิ่งที่จะแนะนำให้ครูทำคือ การจำกัดความยาวของผลการทดลองให้ไม่เกินหนึ่งหรือสองหน้ากระดาษ การจำกัดความยาวของรายงานจะกระตุ้นนักเรียนให้เขียนอย่างชัดเจนและตรงประเด็น เพราะมีพื้นที่ให้เขียนนอกประเด็นเพียงนิดเดียวเท่านั้น การจำกัดนี้มีผลมากกว่าแค่ความยาวของรายงานการทดลองเท่านั้น แต่ยังส่งผลที่ดีไปยังขั้นถัดไปอีกด้วย

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน

ในขั้นที่ 7 นักเรียนแต่ละคนจะต้องส่งสำเนารายงานผลการตรวจสอบ 2-3 ฉบับ โดยที่จะไม่เขียนชื่อลงในรายงานแต่จะใช้ตัวเลขเพื่อระบุตัวตนให้เป็นนิรนาม เป้าหมายเพื่อให้มั่นใจได้ว่าการวิจารณ์จะถูกตัดสินจากแนวคิดที่ได้เสนอออกมาไม่ใช่ตัวบุคคลที่ได้นำเสนอแนวคิดนั้นโดย Grooms et al., (2016) แนะนำให้ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 คนโดยกลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มเดียวกันหรือคนละกลุ่มในชั้น 1-4 ก็ได้ แต่ละกลุ่มจะได้รับชุดรายงาน 2-3 สำเนาที่เขียนมาโดยนักเรียนคนเดียว และคู่มือการวิจารณ์ แต่ละกลุ่มจะต้องวิจารณ์ชุดรายงานเป็นกลุ่ม โดยใช้คู่มือการวิจารณ์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยเกณฑ์เฉพาะที่ใช้ภายในกลุ่มเพื่อร่วมกันประเมินคุณภาพในแต่ละส่วนของรายงานการสำรวจ รวมถึงโครงสร้างรูปประโยคด้วย และยังเปิดโอกาสให้ผู้วิจารณ์ได้เขียนผลสะท้อนผลให้กับผู้เขียนถึงวิธีการพัฒนารายงาน เมื่อแต่ละกลุ่มเสร็จสิ้นการวิจารณ์รายงาน พวกเขาจะได้รับชุดรายงานใหม่โดยที่แต่ละกลุ่มจะต้องวิจารณ์ชุดรายงานที่แตกต่างกันทั้งหมด 3 ชุดในขั้นนี้

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มจัดกลุ่มเป็นกลุ่มละ 3 คน พวกเขาจะได้วิจารณ์ชุดรายงานเพียงแค่ 3 ชุด โดยใช้เวลาสำหรับแต่ละชุด 15 นาที (แนะนำให้ใช้นาฬิกาจับเวลาเพื่อจัดการเรื่องเวลา) เมื่อนักเรียนได้แบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละสามคนและมีเวลา 15 นาทีที่จะวิจารณ์แต่ละชุดรายงานเวลาที่จะต้องใช้ในการวิจารณ์ก็ใช้เวลาทั้งหมด 1 คาบ (50 นาที) รายงานชุดละ 15 นาที 3 ชุด $15 \times 3 = 45$ นาที

การวิจารณ์แต่ละรายงานเป็นกลุ่มเป็นส่วนสำคัญของการทบทวนโดยผู้รู้เสมอทั้งเพราะเป็นการให้บทความแก่นักเรียนได้อภิปรายสิ่งที่ใช้วัดคุณภาพหรือสภาพการยอมรับได้ของงาน และพยายามโน้มน้าวให้คนในกลุ่มเห็นสอดคล้องกัน กระบวนการดังกล่าวจะช่วยป้องกันไม่ให้นักเรียนทำตามเกณฑ์ในคู่มือการวิจารณ์อย่างเดียวโดยไม่พิจารณาถึงใจความในรายงานและมันยังจำเป็นสำหรับนักเรียนที่จะให้ผลสะท้อนที่สร้างสรรค์และเฉพาะเจาะจงแก่ผู้เขียน เมื่อมีการเขียนที่ไม่สอดคล้องกับ

มาตรฐานที่ได้เขียนไว้ในคู่มือการวิจารณ์ กระบวนการการทบทวนโดยผู้รู้เสมอกันให้โอกาสนักเรียนในการอ่านตัวอย่างรายงานที่ดีและไม่ดี ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการใหม่ในการจัดการและแสดงผลข้อมูล ที่จะช่วยพัฒนาการเขียนของพวกเขาให้ดีขึ้นในการเขียนครั้งต่อไป

อีกทั้งในขั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนได้เพิ่มโอกาสในการพัฒนาทักษะการอ่านที่จำเป็นต่อความสำเร็จในด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องสามารถอธิบายแนวคิดหลักหรือข้อสรุปของบทความและอธิบายความหมายของสัญลักษณ์ คำสำคัญ และคำศัพท์เฉพาะได้ นอกจากนี้แล้วนักเรียนจะต้องสามารถที่จะประเมินเหตุผลและหลักฐานที่ผู้เขียนกล่าวถึงในรายงานเพื่อสนับสนุนความคิดของพวกเขา และประเมินเมื่อพวกเขาอ่านบทความทางวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบหรือเทียบเคียงสิ่งที่ค้นพบในบทความจากแหล่งที่มา นักเรียนจะสามารถพัฒนาทักษะเหล่านี้ได้ไปพร้อมกับการอ่านอย่างเป็นระบบที่ค้นพบโดย CCSS ELA เมื่อพวกเขาต้องอ่านและวิจารณ์รายงานที่ถูกเขียนโดยเพื่อนร่วมห้อง

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน

ขั้นที่ 8 เป็นขั้นตอนสุดท้ายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นขั้นสำหรับปรับปรุงรายงานการตรวจสอบจากในขั้นที่ 7 เมื่อเพื่อนได้ตรวจสอบชิ้นงานและให้ข้อเสนอแนะไว้แล้ว หากรายงานผ่านเกณฑ์ทุกอย่าง นักเรียนก็สามารถส่งรายงานฉบับเดิมได้เลยและแนบข้อเสนอแนะไปด้วย รวมถึงแก้ไขเลขที่ที่ได้ระบุเป็นนิรนามไว้เป็นชื่อของนักเรียนเอง หากรายงานนั้นถูกยอมรับให้คงเนื้อความไว้ได้ นักเรียนมีสิทธิ์ที่จะสามารถเพิ่มเติมสิ่งที่น่าสนใจลงในรายงานที่กลุ่มตนไปตรวจสอบรายงานของเพื่อนคนอื่น แต่หากรายงานนั้นไม่สามารถยอมรับได้โดยกลุ่มของเพื่อน ผู้เขียนจะต้องแก้งานของตนโดยใช้ผลสะท้อนและคำแนะนำจากกลุ่มเพื่อนเป็นแนวทาง เมื่อรายงานได้ถูกทบทวนแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ก็จะส่งให้ครูทั้งฉบับดั้งเดิมและฉบับที่แก้ไขแล้ว รวมถึงแนบผลการวิจารณ์ไปด้วยผู้เขียนจะต้องอธิบายส่วนที่พวกเขาได้ทำการแก้ไขแต่ละส่วนของรายงานตามคำแนะนำของกลุ่มเพื่อน หรืออธิบายว่าทำไมถึงไม่แก้ตามคำแนะนำลงในใบการตอบสนองต่อผู้วิจารณ์ จากนั้นครูจะให้คะแนนในใบผลการวิจารณ์และนำคะแนนไปประมวลผลเป็นเกรดต่อไป

ดังนั้น ในขั้นนี้จะให้โอกาสนักเรียนได้พัฒนาโครงสร้างรูปประโยคและพัฒนาการให้เหตุผลและความเข้าใจในเนื้อหา ขั้นนี้ยังช่วยให้นักเรียนใช้ประโยชน์ของการลดความกดดันทางการเรียนโดยการให้นักเรียนมีโอกาสแก้ไขผลงานครั้งสุดท้ายก่อนที่จะนำไปส่งเพื่อให้ได้เกรดที่ดีขึ้น (Grooms et al., 2016)

ตาราง 3 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีวิธีการโต้แย้ง

Sampson et al., (2009)	Sampson et al., (2011)	Walker & Sampson (2013)	Grooms et al., (2016)
1. ขั้นระบุภาระงาน	1. ขั้นระบุภาระงาน	1. การระบุภาระงานและถามคำถาม	ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ
2. ขั้นสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล	2. ขั้นสร้างข้อมูล	นำ	ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบ
3. ขั้นผลของข้อโต้แย้งชั่วคราว	3. ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	2. ออกแบบการทดลองและการเก็บ	และการเก็บข้อมูล
4. ขั้นการโต้แย้ง	4. ขั้นการโต้แย้ง	รวบรวม	ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อ
5. ขั้นเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้	5. ขั้นเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้	3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อ	โต้แย้ง
6. ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน	6. ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน	โต้แย้งชั่วคราว	ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง
7. ขั้นการแก้ไขรายงาน	7. ขั้นการแก้ไขรายงานการสืบเสาะหา	4. การโต้แย้ง	ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล
8. ขั้นการอภิปรายและสะท้อนกลับอย่างชัดเจน	8. ขั้นการอภิปรายและสะท้อนกลับ	5. การอภิปรายผลและการสะท้อน	ขั้นที่ 6 เขียนรายงานผลการตรวจสอบ
		6. การเขียนรายงานผลการทดลอง	ขั้นที่ 7 ตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน
		7. การตรวจสอบโดยเพื่อน	ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน
		8. การแก้ไข ปรับปรุงและส่งรายงาน	

จากการศึกษาข้างต้น พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีการพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มาอย่างต่อเนื่อง โดยช่วงที่การพัฒนาคือตั้งแต่ปีค.ศ.2009 ถึง 2016 นี้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีความเหมือนกัน ในขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและคำถามนำ เป็นขั้นที่มีความสำคัญเนื่องจากเป็นขั้นที่ต้องกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในเนื้อหาที่กำลังจะเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ขั้นสร้าง ออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล นักเรียนถูกแบ่งเป็นกลุ่มๆ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้วางแผน ออกแบบวิธีการตรวจสอบ การเก็บข้อมูล ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์และสร้างข้อโต้แย้ง เป็นขั้นที่นักเรียนได้วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกตทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยมีองค์ประกอบได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล ขั้นที่ 4 ขั้นการโต้แย้ง ในขั้นนี้นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประเมิน และแก้ไขข้อโต้แย้งขั้นต้นของกลุ่มตนเองร่วมกับกลุ่มอื่น

ในส่วนขั้นที่ 5,6 และ 7 ช่วงปีค.ศ.2009-2011 เป็นขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ โดยที่นักเรียนจะได้เขียนอธิบายวิธีการสืบเสาะหาความรู้และบุคคล และข้อโต้แย้งของตนเองเป็นรายบุคคล เมื่อเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้เสร็จแล้ว จะนำไปทำสำเนาเพื่อให้เพื่อนตรวจสอบ เมื่อเพื่อนตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเรียบร้อยแล้ว ส่งรายงานกลับคืนเจ้าของรายงานตามลำดับ แต่จะมีในเฉพาะช่วงปี 2009 เท่านั้น เมื่อนักเรียนมีการแก้ไขรายงานของตนเองเรียบร้อยแล้ว จะมีการให้นักเรียนได้อภิปรายผลร่วมกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

ซึ่งต่อมา ในปี ค.ศ.2013-2016 ได้ปรับปรุงแบบขั้นกิจกรรมขั้นที่ 5 ใหม่โดยที่ให้เป็นในขั้นการอภิปรายผล ระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอน โดยครูมีการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบนั้นๆ แล้วให้นักเรียนได้อภิปรายผลข้อมูลเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดหรือมโนทัศน์ของเนื้อหานั้นถูกต้องหรือไม่ จากนั้นไปสู่ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล เมื่อเขียนรายงานเรียบร้อยแล้วทำสำเนาเพื่อส่งให้เพื่อนตรวจสอบในขั้นที่ 7 ซึ่งเป็นการตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน ซึ่งการเป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้วิจารณ์ ให้ข้อเสนอแนะในรายงานของเพื่อน และสุดท้ายขั้นที่ 8 ขั้นปรับปรุงและส่งรายงาน นักเรียนแต่ละคนจะได้รับรายงานของตนคืนกลับมา หากรายงานผ่านเกณฑ์ทุกอย่าง นักเรียนก็สามารถส่งรายงานฉบับเดิมได้เลยและแนบข้อเสนอแนะไปด้วย แต่หากรายงานนั้นไม่สามารถยอมรับได้โดยกลุ่มของเพื่อน ผู้เขียนจะต้องแก้งานของตนโดยใช้ผลสะท้อนและคำแนะนำจากกลุ่มเพื่อนเป็นแนวทาง เมื่อรายงานได้ถูกทบทวนแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ก็จะส่งให้ครูทั้งฉบับดั้งเดิมและฉบับที่แก้ไขแล้ว รวมถึงแนบผลการวิจารณ์ไปด้วย

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งของ Grooms et al., (2016) ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล ขั้นที่ 3

วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ชั้นที่ 5 การอภิปรายผล ชั้นที่ 6 เขียนรายงานผลการตรวจสอบ ชั้นที่ 7 ตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน และชั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน เนื่องจากมีการพัฒนาลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีโต้แย้งมาอย่างต่อเนื่อง รายละเอียดในแต่ละขั้นของกิจกรรมมีความชัดเจน และขั้นการจัดการเรียนรู้สามารถนำมาพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้ 1) สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในชั้นที่ 1 โดยให้นักเรียนได้ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ ในชั้นที่ 2 โดยให้นักเรียนได้ออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบของประเด็นปัญหานั้น 2) สมรรถนะการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งชั้นที่ 4 นักเรียนได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบาย 3) สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งในชั้นที่ 4 นักเรียนจะนำข้อโต้แย้ง มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันโดยมีหลักฐานประจักษ์พยานมาสนับสนุน

3.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

บทบาทของครูระหว่างปฏิบัติการในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แตกต่างจากบทบาทของครูในการทำปฏิบัติการแบบปกติ เพราะครูต้องทำตัวเปรียบเสมือนแหล่งความรู้ให้แก่ นักเรียน มากกว่าที่จะเป็นผู้บังคับบัญชา ให้นักเรียนเป็นคนลงมือทำในแต่ละขั้นตอนของการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักว่าพวกเขา กำลังทำอะไร และทำไมถึงต้องทำแบบนี้ผ่านการเรียนการสอน การกระตุ้นนี้ควรที่จะมาจากการใช้คำถามนำที่ครูจะถามระหว่างที่เดินตรวจในห้องเรียน เช่น “ข้อมูลอะไรที่นักเรียนต้องการเก็บเพื่อที่จะสามารถนำไปสู่คำตอบของคำถามได้” (Sampson, Grooms, & Walker, 2011) ครูต้องไม่บอกหรือแสดงวิธีการที่เหมาะสมในการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้นักเรียนได้คิดและดำเนินการทดลองด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามครูควรที่พยายามทำให้การสำรวจของนักเรียนดำเนินไปอย่างราบรื่น โดยการตรวจสอบอย่างเข้มงวดเพื่อให้ได้วิธีการที่ดีหรือข้อโต้แย้งที่อยู่ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สิ่งสำคัญในการจัดกิจกรรมรูปแบบนี้ ครูต้องปล่อยให้ นักเรียนทดลองและล้มเหลวได้ ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ครูควรที่จะไม่ช่วยทำการสำรวจ รวมไปถึงการช่วยตรวจสอบผลการทดลองโดยให้วิธีการทดลองเพิ่มเติมเพื่อที่จะทำให้นักเรียนทำทุกอย่างได้ถูกต้องตั้งแต่ครั้งแรก นักเรียนมักจะเกิดการเรียนรู้มากขึ้นจากกิจกรรมนี้ (Grooms et al., 2016)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ภคพร อิศระและคณะ (2558) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ผลวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กุลวรรณ อินทะอุต (2561) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้ต่อการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหลักสูตรโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ส่งเสริมวิทยาศาสตร์ สังกัดมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ปีการศึกษา 2560 ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการจำนวน 3 วงรอบ ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และเก็บข้อมูลผลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และระหว่างเรียนด้วยรายงานผลการทดลองรายบุคคลของนักเรียนผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ควรเลือกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน และสามารถสำรวจตรวจสอบหาหลักฐานมาเพื่อโต้แย้งได้ โดยให้นักเรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองร่วมกับทฤษฎีจากการค้นคว้า และในขณะที่ทำการโต้แย้ง ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในประเด็นหลักที่ศึกษา และกำกับดูแลไม่ให้อภิปรายนอกประเด็นมากจนเกินไปจากนั้นอภิปรายมโนทัศน์หลักร่วมกับนักเรียน โดยใช้หลักฐานจากการทดลอง และควรให้นักเรียนได้เปลี่ยนแปลงรายงานผลการทดลองตามคำวิจารณ์โดยจะต้องมีเหตุผลมารองรับการตัดสินใจนั้นทั้งนี้ ผลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนมีระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนสอดคล้องกับผล

รายงานผลการทดลองระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งพบว่านักเรียนมีระดับขององค์ประกอบที่สำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดีขึ้นตามวงรอบปฏิบัติการ

ทศพล สุวรรณพุด (2562) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เครื่องมือในการทำวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รายงานการโต้แย้ง และแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) ครูควรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันและเนื้อหาในบทเรียน 2) ครูควรสนับสนุนการแสดงถึงข้อกล่าวอ้างหลักฐาน การให้เหตุผลและข้อสรุปของนักเรียนในการโต้แย้ง 3) ครูควรปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนโดยเชื่อมโยงการโต้แย้งเข้ากับเนื้อหา และ 4) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงของข้อมูลในการเขียนรายงานหรือการประเมินชิ้นงานได้ ส่วนผลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 73.44 โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้ การให้เหตุผลแบบสมมติฐานได้สูงสุดร้อยละ 85.23 รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบอธิบายได้ร้อยละ 84.09 รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยได้เป็นร้อยละ 64.77 และการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีได้เป็นร้อยละ 60.23 ตามลำดับ

ธัญมล ศักดิ์สูง (2562) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส และศึกษาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง กรด-เบส กลุ่มศึกษา คือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 31 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน 2) แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 3) รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 4) ชิ้นงานโต้แย้งชั่วคราว และ 5) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยมีความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพจากการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูลและด้านวิธีการ ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้ ในขั้นการระบุภาระงานและถามคำถาม การยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน การใช้สื่อที่มีความหลากหลาย และควรนำเสนอประเด็นที่ต้องชัดเจน ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาและตั้งสมมติฐานจากภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ ขั้นการออกแบบ

วิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบการเก็บข้อมูล ออกแบบการทดลอง เลือกวิธีการเก็บหรือวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวเอง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และในขั้นกิจกรรมการโต้แย้งทำให้นักเรียนสามารถยกแยะได้ว่า ข้อโต้แย้งใดเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่พิจารณาจากหลักฐานอื่น รวมถึงสามารถตัดสินใจเลือกที่จะนำความรู้ หลักฐานจากการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือ โดยมีการอ้างอิงหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถืออย่างสมเหตุสมผล หลังจากการโต้แย้งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลร่วมกันในขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ จากนั้นให้นักเรียนเขียนรายงานประเมินรายงานของเพื่อนและปรับปรุงรายงานของตนเองในขั้นการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน และขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน ตามลำดับ โดยการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ส่งผลให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหา ตั้งสมมติฐาน ที่เหมาะสมกับสถานการณ์โดยการสืบเสาะหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและมีความสอดคล้องกับประเด็นปัญหา และใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือมาอ้างอิงตัดสินใจในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับผลแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยนักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับมากถึง 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการนิยามสูงที่สุด ร้อยละ 77.42 รองลงมา คือ ด้านทักษะการตัดสินใจ และด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล ร้อยละ 67.74 และ 61.29 ตามลำดับ

พรรณทิวา อินทญาติ (2564) ศึกษาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีจุดประสงค์คือ เพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้งและเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง เครื่องมือที่ใช้คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง 2) แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติโดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย สรุปได้ว่า 1) นักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 62.71 สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 25.80 โดยเพิ่มขึ้น 36.91 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.26 ของคะแนนพัฒนาการ 2) นักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 25.51 สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.09 โดยเพิ่มขึ้น 20.43 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.07 ของคะแนนพัฒนาการ

ปาริฉัตร ปานกลิ่น (2564) ได้ศึกษาแนวทางแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเรื่องแสงของนักเรียนชั้นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับจำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียน ใบกิจกรรมและแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่เหมาะสมในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการคิดแก้ปัญหาเรื่องพอลิเมอร์ควรใช้สถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวที่ไม่มีคำตอบชัดเจนเพื่อนำไปสู่การทดลองหรือการสืบค้นประเด็นข้อโต้แย้งต้องมีข้อขัดแย้งของฝ่ายอย่างชัดเจนและมีการกำหนดบทบาทสมมติในการโต้แย้ง องค์ประกอบการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวให้ชัดเจนเพิ่มเวลาในการเขียนรายงานและการสร้างข้อตกลงในการตรวจสอบโดยเพื่อนและการปรับปรุงรายงาน นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาโดยภาพรวมสูงขึ้นจากร้อยละ 57.13 เป็น 88.08 และมีระดับความสามารถในแต่ละองค์ประกอบอยู่ในระดับมากทุกด้านทั้งด้านการให้เหตุผลด้านการคิดอย่างเป็นระบบด้านการประเมินได้ตัดสินใจและด้านการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

สุริยวดี นิกรักษ์และคณะ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 43 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 วัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม 2) ศึกษาผลการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมอย่างไม่เป็นทางการ แบบประเมินผลงานนักเรียน และการบันทึกวีดีโอขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนสามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนแสดงออกถึงการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทุกสมรรถนะ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด และการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรากุล (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการสืบเสาะแบบโต้แย้งเรื่องกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิธีและผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน จากโรงเรียนที่เน้นด้านวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้ง แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครู แบบบันทึกประสบการณ์เรียนของนักเรียน บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายงานการสืบเสาะหาความรู้ และแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะแบบโต้แย้งที่สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ได้ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน และควรมีลักษณะ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามที่ท้าทาย ขั้นที่ 2 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเก็บข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและแผนผังการโต้แย้งขั้นที่ 4 ครูกระตุ้นให้นักเรียนโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ขั้นที่ 5 นักเรียนและครูสนทนาเกี่ยวกับความคิดรวบยอดในเชิงลึก ขั้นที่ 6 นักเรียนเขียนรายงานนอกเวลาเรียนปกติ ขั้นที่ 7 นักเรียนนำรายงานให้เพื่อนประเมินแล้วส่งคืนผู้เขียนนอกเวลาเรียนปกติ และขั้นที่ 8 นักเรียนแก้ไขและส่งรายงานนอกเวลาเรียนปกติ

ศุภกร สุขยั้ง (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อ เรื่อง สภาพสมดุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 28 คน โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดจำนวน 3 แผน แบบสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ ใบงานและโปสเตอร์ของนักเรียน และแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผลการวิจัยพบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อควรมีลักษณะดังนี้ ครูใช้ข่าวเข้าสู่บทเรียนโดยนักเรียนร่วมกันระบุปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาสู่การตั้งคำถามการหาความรู้และออกแบบการทดลองที่เหมาะสมนำไปสู่การทำการทดลองหาคำตอบจากนั้นนักเรียนนำเสนอผลการทดลองและความรู้ที่ค้นพบเชื่อมโยงกับปัญหา ครูนำข่าวอื่นที่มีแนวคิดเดียวกันมากระตุ้นให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้สู่สังคมซึ่งส่งเสริมการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ส่วนผลการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนแสดงสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้สูงที่สุดร้อยละ 71.95 รองลงมาคือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ร้อยละ 67.79 และสมรรถนะการประเมินและออกแบบการทดลองในเชิงวิทยาศาสตร์ร้อยละ 44.05 ตามลำดับ

พลอยนันทดา ผาบไทยและคณะ (2563) ศึกษาการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์คือเพื่อ

ศึกษาแนวทางจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานต่อการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยมี กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานจำนวน 3 แผน แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู แบบบันทึกกิจกรรมของนักเรียน และแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ด้วยการโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา วิเคราะห์การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการให้คะแนนและจัดระดับการรู้วิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 1-6 ตามกรอบ PISA 2015 และตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานที่พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ควรมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเสนอบริบท ครูนำเสนอบริบทแก่นักเรียน 2) ชี้นำตั้งข้อสงสัยและวางแผน ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตั้งปัญหา ออกแบบและประเมินวิธีการตรวจสอบปัญหา 3) ชี้นำขยายความรู้ ครูให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายพร้อมทั้งสรุปผลที่ได้จากการตรวจสอบปัญหาและสิ่งที่ได้เรียนรู้ 4) ชี้นำเจาะลึกและสร้างความเชื่อมโยง ครูนำเสนอบริบทและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบท ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาระดับการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนที่มีระดับ 4 สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับ 1b

วรรณิสา ร้อยกรองและคณะ (2562) ได้ศึกษาการส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูและผู้สังเกตการสอน และแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ควรเน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ บูรณาการความรู้ ทำงานเป็นทีม และลงมือปฏิบัติจริง โดยเริ่มต้นจากผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ใกล้ตัวนักเรียน และต้องสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ ได้ ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นระหว่างทำกิจกรรม ให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่ม ผู้สอนเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย ให้คำแนะนำและทำหน้าที่อำนวยความสะดวกกำหนดเกณฑ์ในการทำกิจกรรมต่างๆ ให้ชัดเจน มีการยืดหยุ่นเวลาในการทำกิจกรรมตามความเหมาะสม ส่วนผลการศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ด้วยแบบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกสมรรถนะ โดยก่อนเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ

ละ 48.37 และหลังเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 56.73 และจากใบกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 77.83 รองลงมาเป็นสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 66.67 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 54.33 ตามลำดับ

พิมพลอย ตามตระกูล (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน ซึ่งวิเคราะห์การพัฒนาาระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยการให้คะแนนและจัดระดับตามกรอบการประเมิน PISA 2015 ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีประกอบด้วย 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นกำหนดสถานการณ์ ครูกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียนที่สามารถพบเห็นได้ตามสื่อโฆษณาและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาและเลือกประเด็นที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นลงมือปฏิบัติงาน ครูให้นักเรียนออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาโดยบูรณาการร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมห้องปฏิบัติการเสมือนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เป็นเครื่องมือในการลงมือปฏิบัติหรือสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือใช้เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประเมินความเหมาะสมของวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ขณะลงสำรวจพื้นที่จริง ชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ นักเรียนวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ อภิปรายและออกแบบผ่านเว็บไซต์สำหรับงานกราฟิกพร้อมนำเสนอผลการตรวจสอบและชั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงสถานการณ์เดิมผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ สำหรับผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนสามารถพัฒนาาระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ที่ระดับ 2 สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับ 1b โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการพัฒนามากที่สุดไปน้อยที่สุดได้แก่ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

Sampson et al., (2011) ได้วิจัย เรื่อง การสืบเสาะแบบโต้แย้งเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าจะมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และการเขียนเชิงโต้แย้งอย่างไร การวิจัยนี้เป็นการตรวจสอบการออกแบบกิจกรรมการปฏิบัติการโดยจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งถึงอิทธิพลที่มี มีต่อการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และคุณภาพของการโต้แย้งทาง

วิทยาศาสตร์ ที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 23 คน ให้ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งเป็นเวลา 18 สัปดาห์แล้วทำการเก็บผลการวิจัยผ่านผลงานของนักเรียน จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัยพบผลลัพธ์ที่น่าสนใจ 2 อย่าง คือ 1) ถ้าหากนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีขนาดเล็กจะทำให้มีประสิทธิภาพในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมากกว่าการอยู่ในกลุ่มขนาดใหญ่ 2) ถ้าหากนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีขนาดเล็กจะทำให้มีประสิทธิภาพในการสร้างข้อโต้แย้งในเชิงวิทยาศาสตร์ได้มากกว่าการอยู่ในกลุ่มขนาดใหญ่ ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของนักเรียนระหว่างก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมปฏิบัติการและหลังการเข้าร่วมกิจกรรมปฏิบัติการจำนวน 15 กิจกรรม ผลจากการวิจัยชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีวินัยในการมีส่วนร่วมและสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้มากขึ้น แม้ว่าในการเรียนรู้ในบางประเด็นจะดูเหมือนเป็นการขัดขวางการพัฒนาตนเองของนักเรียนก็ตาม

Walker & Sampson (2013) ได้ใช้วิธีรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สำหรับการสอนวิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน พบว่า วิธีนี้สามารถส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถเขียนรายงานผลปฏิบัติการมากขึ้น และสามารถเขียนรายงานการโต้แย้งได้อย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองที่ได้บนพื้นฐานของหลักฐาน และประจักษ์พยานที่มีอยู่

Tsai (2015) ได้มีการทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว PISA โดยการใช้อินเทอร์เน็ตแบบออนไลน์ โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 138 คนซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละ 69 คน ซึ่งเป็นงานวิจัยแบบกึ่งทดลองที่มีการวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ซึ่งการออกแบบโต้แย้งจะเป็นกิจกรรมแบบออนไลน์ ผลการทดลองพบว่า การจัดการกิจกรรมการโต้แย้งแบบออนไลน์สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว PISA ให้แก่นักเรียนได้โดยคะแนนการวิทยาศาสตร์เฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

Cetin & Eymur (2017) ได้ทำการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อทักษะการเขียนและการนำเสนอเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดเพราะบทบาทในการโต้แย้งและการสืบเสาะสามารถพัฒนาทักษะและความสามารถหลายๆด้านได้ เก็บข้อมูลโดยใช้การทดสอบการเขียนข้อโต้แย้ง การประเมินโปสเตอร์ และแบบวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์และการนำเสนอเชิงวิทยาศาสตร์ได้ซึ่งนักเรียนสามารถพัฒนาการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ โครงสร้างข้อโต้แย้ง เนื้อหาของข้อโต้แย้ง และโครงสร้างการเขียน โดยที่องค์ประกอบที่พัฒนามากที่สุดคือ เนื้อหาของข้อโต้แย้ง ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีจึงจะสามารถที่จะเขียนข้อโต้แย้งที่ดีได้ เนื่องจากองค์ประกอบของข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Widayoko et al., (2019) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีโลกแบน จุดประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อศึกษาสมรรถนะความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการตอบประเด็นทางวิทยาศาสตร์เรื่อง "ทฤษฎีโลกแบน" และข้อบ่งชี้ในประเด็นต่างๆ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาโดยวิธีแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียน 92 คนในโรงเรียนมัธยมหลายแห่งในเมืองมาลัง ผลจากการตอบแบบสอบถามพบว่า 95.65% ของนักเรียนปฏิเสธ "ทฤษฎีโลกแบน" ในบรรดาผู้ที่ปฏิเสธทฤษฎีนี้ และผู้ตอบแบบสอบถาม 20.97% ไม่ได้ทำการสืบเสาะเพื่อสรุปข้อมูลของทฤษฎี ผลการสัมภาษณ์การวิจัยครั้งนี้ระบุว่านักเรียนอาศัยความรู้เบื้องต้นหรือข้อมูลเบื้องต้นในการสรุปประเด็นเท่านั้น ซึ่งความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในความสามารถพื้นฐานที่ต้องมีในศตวรรษที่ 21 ความสามารถเหล่านี้รวมถึงการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบและการประเมินการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และการตีความข้อมูลและข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ ตัวบ่งชี้สมรรถนะทั้งสามนี้จะต้องอยู่ในนักเรียนเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาและให้การตอบสนองต่อปัญหาได้ดีที่สุดโดยเฉพาะปัญหาทางวิทยาศาสตร์รวมถึง "ทฤษฎีโลกแบน"

Vitri Anugrah Nainggolan (2021) ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ไฟล์มมอส เนื่องจาก นักเรียนชาวอินโดนีเซียมีคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในหัวข้อไฟล์มมอส การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนโดยใช้รูปแบบของ Kemis & McTaggart โดยกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คนในโรงเรียนมัธยม Kristen Satya Wacana Senior High School การทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวัดโดยใช้แบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบปรนัยหลายตัวเลือกจำนวน 15 ข้อและแบบความเรียง 5 ข้อ ข้อมูลที่ได้รับวิเคราะห์โดยใช้คะแนน N-gain ผลการวิจัยพบว่าความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นจากรอบที่ 1 (45.20) เป็นรอบที่ 2 (65.59) เมื่อเรียนรู้เกี่ยวกับไฟล์มมอส และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการสอนหัวข้อนี้เอื้อต่อกิจกรรมของนักเรียนเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมาก

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. บริบทของห้องเรียน
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของ Schmuck (2006, pp.8-12 อ้างถึงใน สิริรักษา กิจเกื้อกูล, 2557, น.177) เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใน 1 วงจร ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Plan) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาที่พบเจอในชั้นเรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อพบว่าผู้เรียนมีปัญหาเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จึงกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ไขปัญหานั้น และเริ่มทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม จัดทำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
2. ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ได้ศึกษาและออกแบบไว้ จากนั้นนำไปทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย
3. ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยตรวจสอบตนเองขณะปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 เพื่อหาข้อบกพร่องและนำมาแก้ไขอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ครูจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนหรือ

เพื่อนร่วมงานได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนผล เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือการวิจัยมาวิเคราะห์และนำไปสู่การได้ข้อสรุปว่าแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุด

4. **ขั้นสะท้อนผล (Reflect)** เป็นขั้นที่ผู้วิจัยนำผลสรุปจากขั้นสังเกตมาระดมความคิดกับเพื่อนร่วมงานและสะท้อนตนเอง เพื่อพิจารณาว่าครูสามารถจัดการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดหรือไม่ และควรปรับแนวทางปฏิบัติอย่างไรให้ดีกว่าเดิม เมื่อได้รับข้อสรุปแล้วจึงเริ่มดำเนินการในชั้นวางแผนของวงจรต่อไป

บริบทของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เกิดขึ้นในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง ทำการเรียนการสอนตั้งแต่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีนักเรียนทั้งหมด 1,145 คน ซึ่งเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 216 คน แบ่งเป็น 6 ห้องเรียน โดยภาพรวมโรงเรียนแห่งนี้เป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมด้านบุคลากรทางการศึกษา สำหรับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Online เต็มรูปแบบ ผ่านทาง Google Classroom และ Google Meet

บริบทนักเรียน นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในระดับดี และจะใช้อุปกรณ์ในการเรียนออนไลน์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ จากการสำรวจนั้นพบว่านักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือในการเข้าเรียนออนไลน์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งนักเรียนมีความเอาใจใส่ต่อการเรียนออนไลน์ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย สามารถทำงานกลุ่มผ่านทางออนไลน์ได้ แต่ยังไม่สามารถแบ่งภาระหน้าที่หรือจัดการเวลาได้ บทบาทของผู้วิจัยคือเป็นครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามวัตถุประสงค์ในการใช้เพื่อตอบคำถามวิจัยข้อ 1 และ 2 ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร ซึ่งเครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลในการจัดการเรียนรู้แต่ละวงรอบ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เสียง โดยแบ่งออกเป็น 3 แผนย่อย ได้แก่ 1) พฤติกรรมของเสียง 2) ความเข้มเสียง 3) ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน จำนวน 12 คาบเรียน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยจะนำข้อมูลในแต่ละวงรอบมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นต่อไป

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งจัดทำขึ้นสำหรับครู (ผู้วิจัย) และผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอนมากกว่า 10 ปี จำนวน 1 ท่าน ใช้สะท้อนผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน เพื่อที่ผู้วิจัยจะได้นำไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้บรรยายเกี่ยวกับ ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งในแต่ละชั้นซึ่งมีทั้งหมด 8 ชั้น ในแต่ละชั้นจะมีคำถามย่อย คือ สิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรม พฤติกรรมของผู้เรียนและครูผู้สอนสิ่งที่ควรคงไว้ และสิ่งที่ควรแก้ไขในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้ บันทึกจากการสังเกตพฤติกรรมดำเนินการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียนในแต่ละครั้ง

2. เครื่องมือที่ใช้ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถพัฒนาที่ได้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เสียง ได้อย่างไร ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลคือ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และรายงานผลการตรวจสอบ

2.1 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดที่ใช้สำหรับการวัดความฉลาดรู้ตามแนว PISA 2018 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ซึ่งวัด 3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบบทดสอบนี้ทำผ่าน Google Classroom

2.2 รายงานผลการตรวจสอบ

รายงานผลการตรวจสอบ เป็นรายงานรายบุคคล เพื่อเก็บข้อมูลความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างการเรียน เรื่องเสียง มีลักษณะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนเขียนบรรยายหรือรูปแบบอื่นๆ ตามที่ครูกำหนด ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับสถานการณ์เนื้อหาและพฤติกรรมที่นักเรียนจะฝึกฝนในเรื่องของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยรายงานนี้จะทำผ่าน Google Classroom

ตาราง 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์ของการวิจัย และเครื่องมือวิจัย

จุดประสงค์ของการวิจัย	เครื่องมือวิจัย		
	แผนการจัดการเรียนรู้	แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธี การโต้แย้ง เรื่อง เสียง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	✓ (ผู้วิจัย)	✓ (ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ)	✓ (นักเรียน)
2. เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีโต้แย้ง เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		✓ (นักเรียน)	✓ (นักเรียน)

การสร้างเครื่องมือวิจัย

การสร้างเครื่องมือวิจัย มี 4 เครื่องมือได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งสำหรับครูและผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และ 4) รายงานผลการตรวจสอบ มีรายละเอียดดังนี้

1. แผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนที่อิงตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 รายวิชาฟิสิกส์ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้เรื่องเสียง

1.3 กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาสำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่องเสียง ไว้จำนวน 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งแต่ละแผนการเรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้

1) ผลการเรียนรู้

2) จุดประสงค์การเรียนรู้

3) สาระสำคัญ

4) สาระการเรียนรู้

5) กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอนตามรูปแบบของ Grooms et al., (2016) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล

ขั้นที่ 6 เขียนรายงานผลการตรวจสอบ

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน

6) สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

7) การวัดและประเมินผล

8) บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์และครูผู้มีความรู้ประสบการณ์การสอนรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อประเมินความถูกต้องและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา ด้านภาษาและด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้ และประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การประเมินค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ท โดยปรับจากเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 102-103) ดังนี้

5 คะแนน เมื่อเห็นว่าองค์ประกอบนั้นๆ มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 คะแนน เมื่อเห็นว่าองค์ประกอบนั้นๆ มีความเหมาะสมมาก

3 คะแนน เมื่อเห็นว่าองค์ประกอบนั้นๆ มีความเหมาะสมปานกลาง

2 คะแนน เมื่อเห็นว่าองค์ประกอบนั้นๆ มีความเหมาะสมน้อย

1 คะแนน เมื่อเห็นว่าองค์ประกอบนั้นๆ มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.7 นำผลการตรวจให้คะแนนตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย โดยปรับจากเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 102-103) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์เพื่อตัดสินผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนที่ใช้การวิจัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.17 4.21 และ 4.22 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน 0.44 0.46 และ 0.49 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนมีระดับความเหมาะสมมาก สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ แสดงดังในภาคผนวก ข

1.8 ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นต่อไปนี้

- 1) ชั้นอภิปรายผล ควรเน้นวิธีการตรวจสอบที่นักเรียนใช้มาอภิปรายร่วมกับมโนทัศน์
- 2) เพิ่มรายละเอียดของข้อมูลบริบทในสถานการณ์เสียงที่นำมาใช้มากขึ้น
- 3) บอกรแนวทางและยกตัวอย่างในการออกแบบการทดลองการวางระบบเสียงที่เป็นไปได้จริงของสถานการณ์

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงและแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมาย



ตาราง 5 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลา สถานการณ์และประเด็นการโต้แย้ง

แผนการจัดการเรียนรู้	ระยะเวลา	สถานการณ์	ประเด็นการโต้แย้ง
แผนที่ 1 เรื่องพฤติกรรมของเสียง	4 ชั่วโมง	สมมติสถานการณ์ให้นักเรียนเป็นนักดนตรี แล้วต้องการสร้างห้องดนตรี โดยจะต้องเก็บเสียงดนตรีไม่ให้ก่อกวนรำคาญรบกวนผู้อื่น	นักเรียนจะมีวิธีการเลือกวัสดุในการสร้างห้องเก็บเสียงคนตรีแบบใดที่จะเก็บเสียงได้เหมาะสมที่สุด
แผนที่ 2 เรื่องความเข้มเสียง	4 ชั่วโมง	สถานการณ์ “เสียงปั้ง...มาจากไหน” สมมติสถานการณ์ในหมู่บ้านแห่งหนึ่ง ซึ่งขณะนั้นผู้คนกำลังนอนหลับสนิท ระหว่างนั้นก็มีเสียงปั้งดังปั้งขึ้น	ต้นทางของเสียงปั้งมาจากทิศทางใด
แผนที่ 3 เรื่อง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน	4 ชั่วโมง	การติดตั้งลำโพงขยายเสียง ประชาสัมพันธ์โรงเรียนเพื่อให้ครู และนักเรียนได้รับข่าวสารโดยที่ได้เสียงที่ชัดเจนและใช้ปริมาณที่น้อยที่สุด	ตำแหน่ง จำนวนของลำโพงที่เหมาะสมในการติดตั้ง เครื่องขยายเสียงภายในพื้นที่ของโรงเรียนโดยทุกคนจะต้องได้ยินเสียงที่ชัดเจนและใช้งบประมาณในการติดตั้งที่น้อยที่สุด

ตาราง 6 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
แผนที่ 1 เรื่องพฤติกรรมของเสียง	สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2. ใช้ และสร้างแบบจำลองและกราฟนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย 3. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย 4. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล 5. อธิบายศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 2. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 3. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 4. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยัน ถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความแม่นยำเป็นกลาง และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย 5. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือ คำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 1. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป 2. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

แผนการจัดการเรียนรู้

ตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

แผนที่ 1

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

เรื่องพฤติกรรมของเสียง

- ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่นหนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ตและวารสาร)
- แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่ง ไปสู่รูปแบบอื่น
- ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

แผนที่ 2

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

เรื่องความเข้มเสียง

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
 - ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
 - เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์**
- ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
 - เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
 - ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์**
- แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

- ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

ตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

แผนที่ 3 เรื่อง ระดับเสียง

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

และความถี่เสียงกับการ

1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

เริ่มได้ยิน

2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

3. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

3. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

1. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

2. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

เป็นแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ตลอดจนการให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ โดยผู้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้นี้ประกอบด้วย ครูที่มีประสบการณ์ด้านการสอนมากกว่า 10 ปี และผู้วิจัย โดยเป็นการเขียนสะท้อนผลแบบอิสระตามหัวข้อที่กำหนดมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 กำหนดขอบข่ายพฤติกรรมของครูที่ควรได้รับการประเมินในขณะทำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีขอบข่ายดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอนตามรูปแบบของ Grooms et al., (2016) ดังนี้ ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล ขั้นที่ 6 เขียนรายงานผลการตรวจสอบ ขั้นที่ 7 ตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน และขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน โดยมีการบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ว่า แต่ละขั้นนั้นได้ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หรือไม่

2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแบบบันทึกกิจกรรมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ไปใช้เก็บข้อมูลการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จัดทำขึ้นตามกรอบการประเมินของ PISA 2018 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเสียง มี 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อนและแบบเขียนตอบอิสระโดยวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

3.1 ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2018

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากหนังสือเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3 ออกแบบโครงสร้างของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2018 ประกอบด้วย บริบท ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.3.1 ออกแบบโครงสร้างของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2018 ซึ่งประกอบด้วย บริบท ความรู้ และสมรรถนะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

บริบท เป็นสถานการณ์ต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับบุคคล ระดับท้องถิ่นหรือระดับประเทศ และระดับโลก

ความรู้ ประกอบด้วยความรู้ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการได้มาของความรู้

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 3 สมรรถนะ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดความฉลาดรู้วิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดก่อนและหลังเรียน จำนวน 15 ข้อ ซึ่งมีสัดส่วนในการออกข้อสอบในแต่ละสมรรถนะดังต่อไปนี้ วัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ วัดสมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ และวัดการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ

3.3.2 ทำการกำหนดรูปแบบของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามแนว PISA 2018 โดยงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยจะกำหนดรูปแบบให้มีความสอดคล้องกับบริบทในการทำวิจัย โดยการสอบแบบออนไลน์ผ่าน google classroom ซึ่งประกอบด้วย 1) ข้อสอบแบบเขียนตอบ โดยนักเรียนต้องตอบคำถามโดยการเขียนตอบแบบบรรยาย 2) ข้อสอบแบบเลือกตอบ นักเรียนจะต้องตอบคำถามโดยการเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจากตัวเลือกที่กำหนดให้เพียงข้อเดียว และ 3) ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน นักเรียนจะต้องตอบคำถามโดยการเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่ครูกำหนดให้ซึ่งสามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 คำตอบหรือเป็นการเติมคำสั้นๆ จากตัวเลือกที่กำหนดให้

3.4 ดำเนินการจัดสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2018 จำนวน 15 ข้อ สำหรับใช้เป็นข้อสอบก่อนและหลังเรียน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1) ข้อสอบแบบเขียนตอบ ถ้าตอบถูกต้องครบถ้วนให้ 2 คะแนน ถ้าตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

2) ข้อสอบแบบเลือกตอบ ถ้าตอบถูกต้องให้ 2 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3) ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ถ้าตอบถูกต้องครบถ้วนให้ 2 คะแนน ถ้าตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนหรือตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3.5 นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่จัดสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบความสอดคล้องในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ความถูกต้องของเนื้อหา และให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

+1 หมายถึง ข้อคำถามนั้นมีสอดคล้องกับสมรรถนะตามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับสมรรถนะตามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

-1 หมายถึง ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับสมรรถนะตามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจะหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

(IOC: Index of item-objective congruence) ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

R แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถนำไปทำการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้ (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539) ซึ่งพบว่าแบบทดสอบในงานวิจัยครั้งนี้มีข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับสมรรถนะทุกข้อเนื่องจากมีค่า IOC มากกว่า 0.5 และมีค่าความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 แสดงดังภาคผนวก ค

3.6 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีการแก้ไขโดยปรับให้เป็นข้อคำถามย่อยให้เกิดความชัดเจนเพื่อให้สอดคล้องกับการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากการแสดงพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ รวมถึงดำเนินการแก้ไขเนื้อหาและตัวเลือกให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

3.7 นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์การสร้างความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	บริบท/ สถานการณ์	ระดับบริบท	ลักษณะ ข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ดนตรีพิณแก้ว	ระดับบุคคล	เลือกตอบ	1
- ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้				
การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ดนตรีเพื่อ สุขภาพ	ระดับบุคคล	เขียนตอบ	1
- ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากกรณีศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้				
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์				
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย			เขียนตอบ	1
การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	เสียงระฆังวัด กับคอนโดโทร	ระดับสังคม	เขียนตอบ	1
- แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มา จากการพิจารณาจากสิ่งอื่น				
- ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย			เลือกตอบ	1
			เชิงซ้อน	
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	บ้าน	ระดับบุคคล		
- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ทาวน์เฮาส์		เขียนตอบ	1
- ระบุ ใช้และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย			เขียนตอบ	1

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์			
บริบท/ สถานการณ์	ระดับบริบท	ลักษณะ ข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์			
- เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	บ้านทาวนเฮาส์ ระดับบุคคล	เขียนตอบ	1
การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์			
- ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์		เขียนตอบ	1
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์			
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	การตรวจจรรยา ระดับท้องถิ่น	เขียนตอบ	1
การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์			
- แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์		เลือกตอบ เชิงซ้อน	1
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์			
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล	ปรากฏการณ์ ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ระดับท้องถิ่น	เขียนตอบ	1

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		บริบท/ สถานการณ์	ระดับบริบท	ลักษณะ ข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
การประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
-	แปลงข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	สมรรถนะการ ได้ยิน	ระดับบุคคล	เขียนตอบ	1
-	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป			เขียนตอบ	1
-	บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความแม่นยำกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	เสียงในชุมชน เมือง	ระดับท้องถิ่น	เขียนตอบ	1

4. รายงานผลการตรวจสอบ

รายงานผลการตรวจสอบเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน เรื่อง เสียง มีลักษณะเป็นข้อคำถามที่นักเรียนทุกคนจะต้องตอบด้วยวิธีการเขียนแบบบรรยายที่ครูกำหนดโดยข้อคำถามภายในรายงานผลการตรวจสอบในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะไม่เหมือนกันแต่จะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ เนื้อหา และพฤติกรรมของผู้เรียนที่จะถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการฝึกฝน ทั้งนี้รายงานผลการตรวจสอบ เป็นรายงานแบบรายบุคคล มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 กำหนดขอบข่ายที่จะบันทึกแบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย คำถามของการตรวจสอบ วัตถุประสงค์ สมมติฐาน ส่วนที่ 2 วิธีการตรวจสอบ ผลการตรวจสอบ อภิปรายและสรุปผลการตรวจสอบ และส่วนที่ 3 ข้อโต้แย้งของนักเรียนพร้อมเหตุผล

4.2 สร้างรายงานผลการตรวจสอบตามขอบข่ายที่กำหนด

4.3 นำรายงานผลการตรวจสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาและให้ข้อคิดเห็น จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.4 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของรายงานผลการตรวจสอบ โดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของรายงานผลการตรวจสอบกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

+1 หมายถึง ข้อคำถามนั้นมีสอดคล้องกับสมรรถนะตามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับสมรรถนะตามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

-1 หมายถึง ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับสมรรถนะตามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยจะหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

(IOC: Index of item-objective congruence) ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

R แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถนำไปทำการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้ (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539) ซึ่งพบว่าข้อคำถามในรายงานผลการตรวจสอบมีความครอบคลุมและสอดคล้องกับสมรรถนะตามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ทุกข้อเนื่องจากมีค่า IOC มากกว่า 0.5 และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้

- ปรับปรุงแก้ไขดังนี้ 1) ปรับคำถามให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ให้ชัดเจนมากขึ้น 2) เพิ่มข้อมูลของสถานการณ์เรื่องเสียงให้มีความชัดเจนมากขึ้น แสดงดังภาคผนวก ง
- 4.5 นำผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของรายงานผลการตรวจสอบ จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่านมาปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะ
- 4.6 นำรายงานผลการตรวจสอบไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของ Schmuck (2006, pp.8-12 อ้างถึงใน สิริรักษา กิจเกื้อกูล, 2557, น.177) ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 ขั้นตอน ทั้งหมด 3 วงรอบ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

ก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบ PISA 2018 ก่อนเรียนก่อนที่จะเริ่มการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งในวงรอบที่ 1 โดยใช้เวลาในการทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเป็นเวลา 1 ชั่วโมงจากนั้นผู้วิจัยจะนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพื่อเปรียบเทียบระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 วงรอบเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

วงรอบปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมของเสียง

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน

ขั้นการวางแผนผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเนื้อหาเรื่องเสียงจากนั้นทำการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 4 ว32204 จากนั้นนำข้อมูลที่ศึกษามาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพฤติกรรมของเสียง ตามขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จากนั้นสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล 2 เครื่องมือ ได้แก่ 1) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่กล่าวมาข้างต้นและสร้างเกณฑ์ประเมินเพื่อวิเคราะห์รายงานผลการตรวจสอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งแผนที่ 1 เรื่องพฤติกรรมของเสียงโดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบเรียนคาบละ 50 นาทีและสะท้อนผลจากกิจกรรมดังนี้

ในขั้นการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 6 เขียนรายงานผลการตรวจสอบโดยที่นักเรียนแต่ละคนจะต้องทำการเขียนรายงานผลการตรวจสอบ 1 ฉบับโดยเอกสารจะไม่เขียนชื่อและนำไปใช้ต่อในขั้นที่ 7 เพื่อนำไปสะท้อนการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในขั้นการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ซึ่งเป็นขั้นการตรวจสอบรายงานโดยเพื่อนและนักเรียนแต่ละคนจะต้องวิจารณ์รายงานผลการตรวจสอบของเพื่อน โดยที่ไม่รู้ว่าใครเป็นเจ้าของรายงานฉบับนั้น จะรู้หมายเลขที่ทำไว้แบบสุ่มซึ่งจะมีแต่ผู้วิจัยที่รู้หมายเลขนั้นว่าเป็นของใครและใครเป็นผู้วิจารณ์หมายเลขนั้นเมื่อวิจารณ์เสร็จก็จะส่งคืนเจ้าของเพื่อทำกิจกรรมในขั้นที่ 8 เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมทั้งหมดผู้วิจัยจะเก็บสำเนารายงานผลการตรวจสอบไว้เพื่อเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัยจะบันทึกแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้คนละ 1 ชุดแต่ละคนจะบันทึกเขียนความเห็นที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนั้นได้จัดขึ้นในแต่ละแผนรวมทั้งความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมจากการสังเกตพฤติกรรมกำเนินการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละครั้งของการจัดการเรียนรู้ที่สรุปโดยจะบันทึกแยกในแต่ละขั้นทั้งหมด 8 ขั้นโดยการอธิบายและบรรยายปัญหาที่เกิดขึ้นและการตอบสนองของนักเรียนระหว่างการดำเนินกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นที่ 3 การสังเกต

ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยการเก็บข้อมูลพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้รายงานผลการตรวจสอบและเก็บข้อมูลการพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัยจะสะท้อนผลการเข้าร่วมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งด้วยแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากนั้นผู้วิจัยจะทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่บันทึกระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาเมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จผู้วิจัยจะพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้พร้อมทั้งหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ไปตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ส่วนรายงานผลการตรวจสอบจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อสะท้อนถึงการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่องความเข้มเสียง

ขั้นที่ 1 การวางแผน

ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งตามผลการวิเคราะห์ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และจัดเตรียมเครื่องมือเช่นเดียวกับวงรอบปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งตามแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 2 เรื่องความเข้มเสียงโดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบเรียนและทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในแต่ละขั้นโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเช่นเดียวกันกับขั้นปฏิบัติการในวงปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 3 การสังเกต

ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยที่ผู้วิจัยทำการศึกษาด้วยการเก็บข้อมูลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากรายงานผลการตรวจสอบเช่นเดียวกันกับขั้นปฏิบัติการในวงปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล

ผู้วิจัยวิเคราะห์การพัฒนาวិธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งและการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเช่นเดียวกับขั้นตอนสะท้อนผลในวงปฏิบัติการที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวงปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 เรื่องระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

ขั้นที่ 1 การวางแผน

ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งตามผลการวิเคราะห์ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 และจัดเตรียมเครื่องมือเช่นเดียวกับวงรอบปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยินโดยใช้เวลาจำนวน 4 คาบเรียนและทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในแต่ละขั้นโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเช่นเดียวกันกับขั้นปฏิบัติการในวงปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 3 การสังเกต

ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งซึ่งผู้วิจัยจะศึกษาโดยการเก็บข้อมูลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยรายงานผลการตรวจสอบเช่นเดียวกันกับขั้นปฏิบัติการในวงรอบที่ 1

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล

ผู้วิจัยวิเคราะห์การพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งและการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเช่นเดียวกับขั้นตอนสะท้อนผลในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ได้มาสรุปแนวทางที่เหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

หลังการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยจะให้นักเรียนทุกคนทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนหลังจากที่เสร็จสิ้นการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งในวงรอบที่ 3 โดยใช้เวลาในการทำแบบวัด 1 ชั่วโมงและข้อคำถามในแบบวัดก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นข้อสอบชุดเดียวกัน จากนั้นผู้วิจัยจะนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพื่อเปรียบเทียบระดับความสามารถด้านความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 วงรอบเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนของ การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ เพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 ข้อ ดังนี้

คำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ อย่างไร

คำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยทั้ง 3 วงรอบเพื่อนำมาอธิบายว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเสียง ควรจัดการเรียนรู้อย่างไร ซึ่งมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละเครื่องมือดังนี้

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนจำนวน 1 ท่านและผู้วิจัยได้บรรยายเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้น ปัญหา และแนวทางการแก้ไข จากการสังเกตพฤติกรรม

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งของผู้วิจัยในแต่ละครั้ง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ซึ่งมีการวิเคราะห์ผลดังนี้

1.1 ผู้วิจัยอ่านคำแนะนำและข้อเสนอแนะจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน นักเรียนที่เข้าร่วมการจัดการเรียนรู้และตัวผู้วิจัยจากนั้นจัดพิมพ์ข้อมูลเหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมง่ายต่อการนำมาใช้

1.2 ผู้วิจัยจัดระเบียบข้อมูลที่เป็นประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งและสามารถนำมาใช้ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ได้

1.3 ผู้วิจัยจัดเรียงข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยเรียงเป็นขั้นต่ำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งซึ่งประกอบไปด้วย 8 ขั้นได้ในแต่ละชั้นจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ปฏิบัติได้ดีแล้วซึ่งควรคงไว้ในการจัดการเรียนรู้และส่วนที่เกิดปัญหา กับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

1.4 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และสรุปปัญหา รวมถึงข้อเสนอแนะที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือได้แก่ 1) แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2) รายงานผลการตรวจสอบจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งในชั้นที่ 6 และชั้นที่ 8 เพื่อนำมาอธิบายว่าความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถพัฒนาได้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียงได้หรือไม่ อย่างไรซึ่งจะมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละเครื่องมือดังนี้

1. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมคำตอบของนักเรียนทั้งการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สามารถวิเคราะห์โดยแยกระดับการรู้สมรรถนะอ้างอิงจากมาตรฐานวัดความฉลาดรู้ตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ PISA 2018 ซึ่งจะวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าร้อยละ โดยการให้คะแนนมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ข้อสอบแบบเขียนตอบ หากตอบถูกต้องครบถ้วนได้ 2 คะแนน หากตอบถูกแต่ไม่ครบถ้วนได้ 1 คะแนน หากตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

1.2 ข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน หากตอบถูกต้องทั้งหมด ได้ 2 คะแนน หากตอบถูกแต่ไม่ครบถ้วนหรือตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

1.3 ข้อสอบแบบเลือกตอบ หากตอบถูกต้อง ได้ 2 คะแนน หากตอบไม่ถูกหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

1.4 นำคะแนนจากการตรวจคำตอบมาหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละสมรรถนะของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

2. รายงานผลการตรวจสอบซึ่งเป็นรายงานรายบุคคลโดยที่นักเรียนแต่ละคนต้องเขียนรายงานผลการตรวจสอบในกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 6 เขียนรายงานผลการตรวจสอบ ซึ่งมีการวิเคราะห์ผลโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์ข้อมูลจากรายงานผลการตรวจสอบโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยดูว่าที่นักเรียนเขียนมามีความสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ถึงการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไรจากนั้นทำการเรียบเรียงเป็นเชิงคุณภาพโดยการอธิบายถึงรูปแบบและสาเหตุของการแสดงพฤติกรรมต่างๆของนักเรียนและสรุปข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยการเขียนบรรยายทั้งนี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลหลังสิ้นสุดวงจรการปฏิบัติการสอนทุกวงจรขั้นตอนในการใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

2.1 การจัดระเบียบข้อมูลโดยการจัดกระทำกับข้อมูลต่างๆที่ได้รับจากเครื่องมือเก็บข้อมูล โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาเรียบเรียงให้เป็นระเบียบอาจมีการขีดเกลากภาษาให้เหมาะสมแต่ยังคงไว้ซึ่งความหมาย

2.2 การให้รหัสข้อมูลของแต่ละสมรรถนะโดยการลดทอนข้อมูลลงให้เหลือเฉพาะข้อมูลที่มีความจำเป็นและสอดคล้องกับเป้าหมายในการวิเคราะห์จากนั้นจึงนำมาใส่รหัสเพื่อให้สามารถจัดกระทำกับข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 การแสดงข้อมูลโดยการนำข้อมูลที่ผ่านมาการให้รหัสซึ่งอยู่กันอย่างกระจัดกระจายมาจัดระเบียบใหม่ให้ข้อมูลที่มีรหัสเดียวกันอยู่ด้วยกันพร้อมระบุถึงแหล่งข้อมูลจากนั้นนำมาเรียบเรียงใหม่และทำการลงข้อสรุป

2.4 การหาข้อสรุปโดยการอธิบายผลลัพธ์ที่ได้ตามความเป็นจริงผ่านการใช้หลักฐานประจักษ์พยานข้อเท็จจริงโดยต้องไม่มีการนำอคติส่วนตัวมาตัดสิน ให้สรุปตามความเป็นจริงเท่านั้น

ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยืนยันความน่าเชื่อถือ (Credibility) ของงานวิจัยโดยการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) ทั้ง 2 วิธีคือวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านเครื่องมือวิจัย (Method Triangulation) อีกทั้งยังใช้การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) และการเข้าไปมีส่วนร่วมหรือการฝังตัวในบริบทสถานการณ์ หรือสิ่งที่ศึกษาเป็นระยะเวลายาวนาน (Prolonged Engagement) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วิธีการตรวจสอบสามเส้าด้านเครื่องมือวิจัย (Method Triangulation) จากงานวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือจำนวน 2 เครื่องมือในการศึกษาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ รายงานผลการตรวจสอบ และแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จากนั้นวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลสรุปการดำเนินงานเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ตรงกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ เพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ว่าความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถพัฒนาได้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียงได้อย่างไร

2. วิธีการตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) ซึ่งก็คือตรวจสอบข้อมูลกับอาจารย์ที่ปรึกษา และครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่มีประสบการณ์ในการสอนมากกว่า 10 ปี ตรวจสอบว่า เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล กระบวนการเก็บข้อมูลและกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการอย่างถูกต้องตามหลักการหรือไม่ และผลการวิเคราะห์ที่ได้สามารถตอบคำถามวิจัยทั้งสองข้อได้ครอบคลุมหรือไม่

3. การเข้าไปมีส่วนร่วมหรือการฝังตัวในบริบท สถานการณ์ หรือสิ่งที่ศึกษาเป็นระยะเวลา ยาวนาน (Prolonged Engagement) ผู้วิจัยได้เข้าไปทำการสอนอยู่ในห้องเรียนกลุ่มเป้าหมายตั้งแต่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 เพื่อให้มีความคุ้นเคยกับนักเรียน เก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับตัวนักเรียนและบริบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มเป้าหมาย และสามารถแปลผลจากพฤติกรรมพื้นฐานของนักเรียนได้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง เสียง ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติพื้นฐาน ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา 2 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เสียง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 2. เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการดำเนินงานแสดงรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ในการศึกษาจุดมุ่งหมายข้อที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยจัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ เนื่องจากมีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในพื้นที่ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมของเสียง

1. ชั้นวางแผน (Plan)

1.1 การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เสียง จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมของเสียง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มเสียง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน ซึ่งแต่ละ

แผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาแผนละ 4 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง 8 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ
- ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล
- ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง
- ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง
- ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล
- ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ
- ขั้นที่ 7 การตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน
- ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีสถานการณ์การโต้แย้งสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของหลักสูตร ได้แก่ สถานการณ์ที่ 1 ห้องดนตรีเก็บเสียง สถานการณ์ที่ 2 เสียงปึง...มาจากไหน และสถานการณ์ที่ 3 การติดตั้งลำโพงขยายเสียง นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ในการทำงาน จากนั้นนักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบหลังจากทำกิจกรรมการโต้แย้ง รวมทั้งตรวจสอบรายงานโดยเพื่อนและปรับปรุงแก้ไขรายงานของตนเอง

1.2 การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับครูผู้ร่วมการสังเกตในชั้นเรียน ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย รายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล และแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยส่งเอกสารไว้ใน Google Classroom

2. ขั้นตอนปฏิบัติการ (Act) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พฤติกรรมของเสียง เมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 เวลา 09.20 – 10.20 น. วันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2565 เวลา 11.00 – 12.00 น. วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 เวลา 13.00 - 15.00 น. และวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 เวลา 09.00 - 11.00 น. รวมใช้เวลาทั้งหมด 6 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดแสดงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ชั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ

ในชั้นตอนนี้ ครูนำเข้าสู่บทเรียนและภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติโดยใช้วิดีโอเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาเสียงในเรื่อง พฤติกรรมของเสียง โดยใช้วิดีโอในขณะที่นักดนตรีกำลังเล่นเครื่องแบบเต็มวง มีทั้งเสียงกลอง กีตาร์ เบส และคีย์บอร์ด โดยครูใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความสงสัยและเกิดการตระหนักคิดนำไปสู่กระบวนการสำรวจตรวจสอบ เช่น “ในห้องนี้ใครเป็นคนตีเครื่องดนตรีเป็นบ้าง และเล่นเครื่องดนตรีอะไร” “แล้วห้องเรามีใครเป็นนักดนตรีของโรงเรียน” “แล้วนักเรียนไปซ้อมที่ไหนกัน” “การที่นักเรียนซ้อมดนตรี ส่งผลต่อห้องเรียนอื่นๆอย่างไร” และ “นักเรียนคิดว่า หากอยากซ้อมดนตรี ในช่วงกลางวัน แล้วจะต้องไม่มีเสียงรบกวนห้องเรียนอื่น ควรทำอย่างไร?” ซึ่งคำถามสุดท้ายนักเรียนเข้าไปพิมพ์ตอบใน Canva

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่าวิดีโอสถานการณ์ที่ใช้ เป็นเรื่องใกล้ตัวเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนห้องนี้ส่วนหนึ่งเป็นนักดนตรีของวงดุริยางค์ และวงโปงลางของโรงเรียน โดยครูใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยในประเด็นของวิธีการที่จะต้องซ้อมดนตรีโดยไม่ให้เกิดเสียงรบกวนได้ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...วิดีโอที่นำมาใช้ในการสอนครั้งนี้ สามารถเชื่อมโยงไปถึงกิจกรรมที่จะให้นักเรียนไปสร้างห้องดนตรีเก็บเสียง หรืออาจนำวิดีโอของการซ้อมวงดุริยางค์หรือซ้อมวงดนตรีของนักเรียนมาเปิดประเด็น นักเรียนจะเห็นภาพที่ชัด เพราะเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวและพบเจอในโรงเรียนจริงๆ

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 23 กุมภาพันธ์ 2565)

...วิดีโอที่นำมาใกล้ตัวนักเรียน และเชื่อมโยงถึงเนื้อหา พฤติกรรมเสียงได้

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 23 กุมภาพันธ์ 2565)

จากนั้นผู้วิจัยได้ชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งให้นักเรียนทราบร่วมกัน แต่พบว่านักเรียนไม่เข้าใจภาระงานที่ต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นการสอน เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อนและการอธิบายยังแสดงรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...ควรชี้แจงขั้นตอนการสอนแต่ละขั้นและแจ้งนักเรียนว่าต้องทำอะไรบ้าง

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 23 กุมภาพันธ์ 2565)

...นักเรียนไม่เข้าใจภาระงานที่ต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอน

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 23 กุมภาพันธ์ 2565)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยควรอธิบายโดยการใช้แผนภาพแสดงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นการสอนอย่างชัดเจน ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในภาระงานที่ต้องปฏิบัติแต่ละขั้นการสอนมากขึ้น

2.2 ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ ครูชี้แจงกิจกรรมว่า ในส่วนของกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ออกแบบห้องดนตรีเก็บเสียงนั้น เมื่อออกแบบและทำการทดลองเสร็จแล้ว จะมีกิจกรรมการโต้แย้งเพื่อนำเสนอวัสดุที่นำมาใช้สร้างเป็นแบบจำลองห้องดนตรีเก็บเสียงที่นักเรียนสร้างขึ้น จากนั้นอธิบายกิจกรรมการโต้แย้งว่า การโต้แย้งนี้เป็นการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ให้นักเรียนนำข้อกล่าวอ้าง ข้อมูลหลักฐานและการให้เหตุผลของกลุ่มตนเอง มานำเสนอหน้าชั้นเรียน เกี่ยวกับการทดลองและหลักฐานที่สร้างขึ้น โดยการสร้างข้อโต้แย้งที่จะนำเสนอในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย คำถาม ข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม หลักฐานและการให้เหตุผล ที่ต้องทำการนำเสนอผ่านโปรแกรมที่นักเรียนสนใจ เช่น PowerPoint, Canva, Google Slide เป็นต้น หลังจากครูอธิบายองค์การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์แล้ว ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มโดยคละชาย-หญิง กลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 7 กลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนวางแผน ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล ออกแบบขั้นตอนการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง กิจกรรม “ห้องดนตรีเก็บเสียง” ครูแจกใบกิจกรรม “ห้องดนตรีเก็บเสียง” โดยกำหนดว่า ในการสร้างห้องดนตรีเก็บเสียงของแต่ละกลุ่มนั้นต้องเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันและเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในห้องเรียน โดยให้เข้ากลุ่มย่อยในรูปแบบออนไลน์ หากกลุ่มใดมีข้อสงสัย ครูจะเข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อยกับนักเรียน โดยให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการตรวจสอบ

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า สถานการณ์ปัญหาที่มีความต่อเนื่องจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและมีประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้จากวัสดุที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันและเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในห้องเรียนและใช้วิธีการที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไป แต่ทั้งนี้พบว่านักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ เนื่องจากไม่เข้าใจแนวทางการออกแบบการสำรวจตรวจสอบและยังไม่มั่นใจการออกแบบการสำรวจตรวจสอบของตนเองว่ามีความถูกต้องหรือไม่ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...การเข้ากลุ่มย่อยในรูปแบบออนไลน์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ใช้รูปแบบที่หลากหลาย ต่างกันไป บางกลุ่มใช้การประชุมกลุ่มย่อยผ่านทาง Google Meet บางกลุ่มใช้การประชุมทางกลุ่ม Line บางกลุ่มใช้การประชุมทาง Messenger ทำให้ครูไม่สามารถที่จะเข้าถึงนักเรียนได้ทุกกลุ่ม ภายในชั่วโมงเรียน รวมทั้งนักเรียนบางกลุ่มสามารถเขียนขั้นตอนที่จะทดลองได้ แต่มีบางกลุ่มยังไม่เข้าใจว่าจะเริ่มเขียนจากส่วนใดก่อน
(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 23-24 กุมภาพันธ์ 2565)

...นักเรียนบางกลุ่มส่งการเขียนขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบมายังกล่องข้อความส่วนตัวของครู เพื่อให้ครูพิจารณาว่าเขียนขั้นตอนได้ถูกต้องหรือไม่
(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 23 กุมภาพันธ์ 2565)

2.3 ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูลและทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ได้จากการทดลองและข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีการที่ออกแบบไว้มาใช้ในการอภิปรายกลุ่มย่อยในกลุ่มของตน เพื่อวิเคราะห์หาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นการคาดเดาคำตอบแล้วแสดงให้กลุ่มอื่นทราบโดยสร้างแผนผังการโต้แย้งลงบนโปรแกรมที่นักเรียนสนใจ เช่น PowerPoint, Canva, Google Slide เป็นต้น ตามรูปแบบที่ครูกำหนดให้ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุข้อมูลต่อไปนี้ลงบนแผนผังการโต้แย้ง นั่นคือ คำถาม ข้อกล่าวอ้าง ประจักษ์พยาน และสรุป พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองเพื่อนำไปใช้ในการอธิบายเกี่ยวกับ “ห้องดนตรีเก็บเสียง” จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้พบว่าในขั้นตอนนี้พบปัญหาเกี่ยวกับการเข้าใจคำศัพท์ที่ใช้สำหรับการดำเนินกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งมาก่อนจึงไม่เข้าใจความหมายของคำศัพท์บางคำที่จะต้องเขียนลงในแผนผังการโต้แย้ง ครูผู้ร่วมสังเกตจึงให้ข้อเสนอแนะ คราวนี้ถึงความหมายของคำเหล่านั้น เพื่อเป็นการเน้นย้ำให้นักเรียน เข้าใจคำนั้นๆ ได้ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนเข้า Meet กลุ่มใหญ่อีกครั้ง แล้วอธิบายความหมายของคำศัพท์แต่ละคำให้นักเรียนเข้าใจซ้ำอีก เพื่อจะได้กลับกลุ่มย่อยเข้าทำงาน ซึ่งพบว่า สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจความหมายของคำศัพท์และนำเสนองานตามองค์ประกอบของการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ได้

...นักเรียนหลายคนยังไม่เข้าใจคำ ที่ใช้ในผังการโต้แย้ง ครูควรอธิบายซ้ำ เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 25 กุมภาพันธ์ 2565)

...นักเรียนบางกลุ่มยังไม่เข้าใจการเขียนองค์ประกอบการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ครูจึงต้องให้เข้ากลุ่มใหญ่เพื่ออธิบายการเขียนองค์ประกอบการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์อีกครั้ง

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 25 กุมภาพันธ์ 2565)

2.4 ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ในชั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับ แบบจำลองห้องดนตรี เก็บเสียงที่กลุ่มของตนเองสร้างว่าควรใช้วัสดุที่มีอยู่ในประจำวันและวางในท้องถิ่นอย่างไร โดยที่นักเรียนในกลุ่มอื่นสามารถตั้งคำถามหรือให้คำติชมที่เกี่ยวข้องกับข้อโต้แย้งที่นำเสนอได้ จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนได้ทำการนำเสนอข้อโต้แย้งโดยใช้แผนผังการโต้แย้งนำเสนอในรูปแบบออนไลน์ นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับห้องดนตรีเก็บเสียงที่สอดคล้องมีประจักษ์พยานหลักฐาน เช่น “เลือกหลอดนำมาทำเป็นผนังเพราะพวกเราคิดว่าหลอดมันมีการเรียงตัวของเนื้อเยื่อแน่นมาก จึงคิดว่ามันน่าจะกันเสียงได้” นอกจากนั้น เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งเป็นที่เรียบร้อยพบว่า มีการสนทนาถามตอบข้อสงสัยระหว่างกลุ่มกันโดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการถามตอบข้อสงสัยและเกิดการโต้แย้งทางความคิดโดยการใช้คำถาม เช่น “นักเรียนเห็นด้วยกับสิ่งที่เพื่อนนำเสนอหรือไม่” จากนั้นนักเรียนตั้งคำถามเพื่อถามเพื่อนกลุ่มที่นำเสนอ เช่น “ทำไมถึงเลือกใช้หลอด” “สาลีกักเก็บเสียงได้ดีหรือไม่” จะเห็นได้ว่านักเรียนไม่แสดงพฤติกรรมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เท่าที่ควรซึ่งมีสาเหตุจากการที่นักเรียนเกรงใจเพื่อนและยังไม่คุ้นเคยกับการโต้แย้งในชั้นเรียน ดังนั้น ครูจึงต้องเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งมีความสอดคล้องกับความคิดเห็นของครูร่วมสังเกตซึ่งได้ให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยในการแก้ปัญหาว่า ควรใช้คะแนนหรือรางวัลในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งมากขึ้นเพราะถ้าหากนักเรียนไม่เกิดการโต้แย้งก็จะไม่เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นอีกหนึ่งปัญหาที่พบในชั้นกิจกรรมการโต้แย้ง คือ เวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมไม่เพียงพอซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนแสดงสมรรถนะของตนเองได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นการโต้แย้งทางความคิดจึงไม่เกิดขึ้น

...ครูควรให้คะแนนพิเศษ หรือรางวัลกับกลุ่มที่นำเสนอข้อโต้แย้งที่สมเหตุสมผลกับหลักฐานที่กลุ่มนั้นได้

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 26 กุมภาพันธ์ 2565)

...ด้วยการนำเสนอในรูปแบบออนไลน์ ทำให้ครูไม่สามารถได้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มอื่นๆได้ว่าตั้งใจฟังสิ่งที่เพื่อนนำเสนอหรือไม่ ในการปฏิบัติกิจกรรมต่อไปควรให้เวลากับนักเรียนเพิ่มขึ้น

ในการสืบเสาะหาความรู้และการทำกิจกรรมโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนได้มีข้อมูลที่นำมาใช้อ้างอิงในการนำเสนอและการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 26 กุมภาพันธ์ 2565)

2.5 ชั้นที่ 5 การอภิปรายผล

ในชั้นตอนนี้ นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง พฤติกรรมของเสียง วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ความคิดรวบยอด ในทางปฏิบัตินักเรียนและครูได้ร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับ พฤติกรรมของเสียงที่สอดคล้องกับการให้เหตุผลและหลักฐานของแต่ละกลุ่ม ขั้นตอนการสืบเสาะในการหาความรู้และนำมาสู่การสร้างห้องดนตรีเก็บเสียง จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือต่อกิจกรรมเป็นอย่างดี เช่น นักเรียนอภิปรายร่วมกันกับ แต่มีข้อจำกัดด้านเวลาซึ่งไม่สอดคล้องกับปริมาณของเนื้อหาที่มีค่อนข้างมากจึงทำให้ครูเน้นเกี่ยวกับเนื้อหาและความคิดรวบยอดมากกว่าวิธีการสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้ ผู้วิจัยมีความกังวลเกี่ยวกับความครบถ้วนของเนื้อหาทางทฤษฎีมากเกินไปจึงทำให้ผู้วิจัยเน้นการอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาและความคิดรวบยอดแก่นักเรียนมากกว่าวิธีการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งครูผู้ร่วมสังเกตได้ให้คำแนะนำว่าควรทำการปรับเวลาในชั้นตอนนี้ใหม่ให้เหมาะสมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการโต้แย้งเพื่อสะท้อนมุมมองของตนเองออกมา ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

...ครูอภิปรายซึ่งเน้นเนื้อหามากกว่าวิธีการสืบเสาะ ครูควรปรับเวลาในชั้นนี้เพิ่มขึ้น แล้วใช้วิธีการสืบเสาะของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาร่วมอภิปรายให้มากขึ้น

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 26 กุมภาพันธ์ 2565)

...นักเรียนและครูร่วมอภิปรายเรื่องพฤติกรรมเสียง แต่ครูเน้นไปที่อธิบายความคิดรวบยอดเรื่องพฤติกรรมมากไป ทำให้อภิปรายในส่วนของวิธีการสืบเสาะที่นำความรู้ใช้ในการสร้างห้องดนตรีเก็บเสียงและการเขียนขั้นตอนของการสำรวจตรวจสอบน้อย

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 26 กุมภาพันธ์ 2565)

2.6 ชั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ

ในชั้นตอนนี้ นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบจากกิจกรรมการโต้แย้งเป็นรายบุคคล โดยข้อคำถามในแต่ละข้อแสดงถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งรายงานผลการตรวจสอบของกิจกรรมห้องดนตรีเก็บเสียงนี้ ผู้วิจัยได้ให้ข้อคำถามที่ครอบคลุมสมรรถนะย่อยของทั้ง 3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนได้เขียนรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล ซึ่งนักเรียนบางคนไม่เข้าใจข้อคำถามในรายงาน

ผลการตรวจสอบ ครูผู้สอนจึงให้คำแนะนำเป็นรายบุคคลหากนักเรียนคนใดเกิดข้อสงสัย ทั้งนี้ครูผู้ร่วมสังเกตให้คำแนะนำว่าข้อคำถามมีจำนวนมาก นักเรียนจะทำไมทันส่งตามเวลาที่ครูกำหนด

...จำนวนข้อคำถามในรายงานผลการตรวจสอบในกิจกรรมนี้มีมาก อีกทั้งเก็บทุกสมรรถนะย่อยของทั้ง 3 สมรรถนะหลัก นักเรียนจะทำงานส่งไม่ทันตามเวลาที่ครูกำหนด ครูควรยืดหยุ่นด้านเวลาในการส่งให้กับนักเรียน

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 26 กุมภาพันธ์ 2565)

...ข้อคำถามบางข้อ เมื่อนักเรียนอ่านแล้ว นักเรียนเกิดความไม่เข้าใจ จึงเกิดเป็นข้อสงสัยทำให้ต้องมาให้ครูอธิบายข้อคำถามนั้นๆ ครูจึงอ่านข้อคำถามนั้นและอธิบายรายละเอียดว่าข้อคำถามต้องการให้นักเรียนเขียนตอบข้อมูลอย่างไรลงไป

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 26 กุมภาพันธ์ 2565)

2.7 ชั้นที่ 7 การตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน

ในชั้นตอนนี้ ให้นักเรียนแต่ละคนประเมินและให้คำแนะนำในการเขียนรายงานผลการตรวจสอบของเพื่อนโดยทำการสุ่มตรวจรายงานของเพื่อนที่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน จากนั้นครูแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินการตรวจรายงานผลการตรวจสอบให้นักเรียน จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนบางคนไม่ตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อน และส่วนมากไม่เขียนสะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้การตรวจรายงานผลการตรวจสอบโดยเพื่อนไม่สมบูรณ์ ทั้งนี้ได้สุ่มสัมภาษณ์นักเรียนที่ทำการตรวจงานเพื่อน แต่ไม่เขียนสะท้อนกลับ จากการไปสัมภาษณ์นักเรียนได้ให้ข้อมูลมาว่า หนูไม่รู้จะเขียนว่าอย่างไร หนูเห็นว่า เพื่อนเขียนตามหัวข้อที่ครูให้ประเมิน หนูก็ขีดเครื่องหมายถูกให้เพื่อนเลยคะ (นักเรียนG3, บทสนทนา, 1 มีนาคม 2565) ทั้งนี้ครูผู้ร่วมสังเกตได้ให้คำแนะนำว่าเวลาในการทำกิจกรรมและภาระงานที่มอบหมายให้นักเรียนไม่สอดคล้องกันโดยภาระงานมีปริมาณมากเมื่อเทียบกับเวลาในการทำ ควรมีการเพิ่มเวลาในชั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน และครูผู้สอนควรอธิบายถึงการตรวจรายงานผลการตรวจสอบและการสะท้อนกลับหลังจากตรวจเสร็จสิ้นแล้ว

...เวลาที่ให้นักเรียนน้อย ต้องเพิ่มเวลาสำหรับชั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน นักเรียนบางคนไม่เข้าใจการตรวจรายงานผลการตรวจสอบ ครูควรอธิบายให้ชัดเจนก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือทำ

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 26 กุมภาพันธ์ 2565)

...เนื่องจากนักเรียนต้องรับผิดชอบภาระงานจำนวนมากในเวลาที่จำกัด งานของนักเรียนจึงออกมาไม่ดีเท่าที่ควร ครูควรเพิ่มเวลาให้กับนักเรียนในส่วนนี้ อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ตรวจให้คะแนน

รายงานของเพื่อน แต่ไม่เขียนสะท้อนกลับให้เพื่อน ครูควรย้ำเตือนในกิจกรรมขั้นนี้ว่า ให้เขียนสะท้อนกลับชิ้นงานเพื่อนด้วย

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 26 กุมภาพันธ์ 2565)

2.8 ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละคนจะได้รายงานผลการตรวจสอบคืน และทำการพิจารณาการประเมินรายงานผลการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากเพื่อนและส่งรายงานที่แก้ไขแล้วให้ครูตรวจประเมินรายงานอีกครั้งเป็นลำดับสุดท้าย จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับรายงานผลการตรวจสอบที่ผ่านการตรวจประเมินจากเพื่อนแล้วนักเรียนบางคนไม่แสดงการแก้ไขรายงาน อีกทั้งยังส่งรายงานผลการตรวจสอบคืนให้แก่ครู

...นักเรียนบางคนไม่ทำการปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน ครูควรชี้แจงข้อตกลงให้กับนักเรียนได้เข้าใจตรงกันก่อน

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 26 กุมภาพันธ์ 2565)

...นักเรียนละเลยการประเมินรายงานจากเพื่อน ไม่ทำการปรับปรุงแก้ไขรายงาน

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 26 กุมภาพันธ์ 2565)

ดังนั้นครูควรตรวจประเมินรายงานอีกครั้งหลังจากที่นักเรียนได้ปรับปรุงแก้ไขรายงานผลการตรวจสอบแล้ว และควรชี้แจงเพื่อสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

3. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข
<p>ขั้นที่ 1 การระดมเป้าหมาย</p> <p>และคำถ่านนำ</p> <p>ครูใช้วิดีโอเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหา เสียงในเรื่อง พฤติกรรมของเสียง โดย ใช้วิดีโอในขณะที่นักดนตรีกำลังเล่น เครื่องแบบเต็มวง มีทั้งเสียงกลอง กีตาร์ เบส และคีย์บอร์ด โดยครูใช้ คำถ่านร่วมเพื่อกระตุ้นความสนใจให้ นักเรียนเกิดความสงสัยและเกิดการ ตระหนักคิดนำไปสู่กระบวนการสำรวจ ตรวจสอบ</p>	<p>ปัญหาที่พบ</p> <p>นักเรียนไม่เข้าใจภาระงานที่ต้อง ปฏิบัติในแต่ละขั้นตอน ตัวอย่าง คำถ่าน “เราจะนำเสนอผลการทดลองในขั้น ไหนคะ”</p>	<p>แนวทางการปรับปรุง</p> <p>ครูชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนและภาระงาน เช่น ในขั้นออกแบบวิธีการตรวจสอบและ เก็บข้อมูล นักเรียนจะต้อง ร่วมกันออกแบบ ขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็น ลำดับขั้น และดำเนินการเก็บข้อมูลตามที่ นักเรียนได้ออกแบบไว้</p>
<p>ขั้นที่ 2 การออกแบบ</p> <p>วิธีการตรวจสอบและการ</p> <p>เก็บข้อมูล</p> <p>เมื่อรับทราบกิจกรรมแล้ว นักเรียนจับ กลุ่มกันเองโดยมีนักเรียนชายกระจายอยู่ ทุกกลุ่ม แล้วสร้างช่องทางการติดต่อ ออนไลน์ กำนหนดหน้าที่ของสมาชิกใน กลุ่ม ร่วมกันวางแผนออกแบบ และลงมือ ทำจริง ขณะที่ยื่นออนไลน์อยู่บ้าน</p>	<p>นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถเขียน ขั้นตอนการทดลองหึ่งดนตรีเก็บ เสียงด้วยตนเองได้ เนื่องจากไม่เข้าใจ แนวทางการออกแบบการสำรวจ ตรวจสอบว่าจะลำดับขั้นในการเขียน อย่างไร</p>	<p>ครูควรยกตัวอย่างแนวทางการออกแบบการ สำรวจตรวจสอบเพื่อเป็นแนวทางให้กับ นักเรียน เช่น ขั้นตอนการทดลองสภาพ ยืดหยุ่นของวัสดุรอบตัว</p>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	แนวทางการปรับปรุง
<p>ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูล และสร้างข้อโต้แย้ง</p>	<p>นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกใช้การนำเสนอแผนผังการโต้แย้งผ่าน CANVA เนื่องจากเป็นแอปพลิเคชันที่นักเรียนถนัดและเคยใช้</p>	<p>นักเรียนไม่เข้าใจความหมายคำว่าข้อกล่าวอ้าง จึงเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้องในแผนผังการโต้แย้ง</p>	<p>ครูควรอธิบายความหมายของคำว่า ข้อกล่าวอ้างให้ชัดเจนให้ชัดเจน เช่น “ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อสรุป คำอธิบาย แนวคิด หลักการ หรือคำตอบจากกการทดลองที่นักเรียนสร้างขึ้น”</p>
<p>ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง</p>	<p>นักเรียนบางคนสงสัยในเลือกใช้วัสดุที่เพื่อนนำมาทดลอง จึงเกิดเป็นคำถามเพื่อนกลุ่มที่นำเสนอ เช่น “ทำไมถึงเลือกใช้หลอด” “สำคัญก็เก็บเสียงได้ดีหรือไม่”</p>	<p>นักเรียนไม่แสดงพฤติกรรมโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เท่าที่ควรเช่นใช้คำถามเป็นปลายปิดถามเพื่อนว่า “สำคัญก็เก็บเสียงได้ดีหรือไม่”</p>	<p>ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นักเรียน โดยใช้คำถาม “นักเรียนเห็นด้วยกับสิ่งที่เพื่อนนำเสนอหรือไม่ อย่างไร”</p>
<p>ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล</p>	<p>-</p>	<p>ครูอภิปรายเน้นเนื้อหามากกว่าวิธีการสืบเสาะ</p>	<p>ครูควรปรับเวลาในขั้นนี้เพิ่มขึ้น แล้วใช้วิธีการสืบเสาะของนักเรียนแต่ละกลุ่ม มาร่วมอภิปรายให้มากขึ้น</p>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข
ปัญหาที่พบ		แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ	นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมโดยเขียนคำตอบ เพื่อแสดงพฤติกรรมตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ครูกำหนดไว้ในแต่ละข้อ	ครูอธิบายรายละเอียดว่าข้อคำถามต้องการให้นักเรียนเขียนปัญหาที่เราเขียนในข้อ 1.1 เราสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบได้ไหม ถ้าใช่ได้ เราจะมียุทธวิธีตรวจสอบปัญหานั้นอย่างไร
ขั้นที่ 7 การตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน	นักเรียนได้ตรวจงานของเพื่อนและได้มีการอ่านข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์จากงานที่เพื่อนเขียนตอบ	ครูผู้สอนควรอธิบายถึงการตรวจรายงานผลการตรวจสอบและเน้นย้ำการเขียนสะท้อนกลับ
ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน	นักเรียนได้งานที่เขียนกลับมาพิจารณาและมีโอกาสแก้ไขผลงานครั้งสุดท้ายก่อนที่จะนำไปส่ง	ครูควรตรวจประเมินรายงานอีกครั้งหลังจากที่นักเรียนได้ปรับปรุงแก้ไขรายงานผลการตรวจสอบแล้ว และควรชี้แจงเพื่อสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียน

จากตารางเป็นตารางสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ด้วยกลวิธีการโต้แย้งและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตมีความเห็นตรงกันว่าควรปรับปรุงแบบกิจกรรม และแผนการเรียนรู้ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ความเข้มเสียง

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมผลทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีการดำเนินการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนในวงจรการปฏิบัติการที่ 1 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มเสียง เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์โดยเป็นกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง เสียงปึง...มาจากไหน มีกิจกรรมการโต้แย้งในประเด็นที่ว่า “ต้นทางของเสียงปึงมาจากทิศทางใด” โดยมีการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังตาราง 5 แสดงข้างต้น

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มเสียง เมื่อวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2565 เวลา 09.20 – 10.20 น. วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ.2565 เวลา 11.00 – 12.00 น. วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2565 เวลา 13.00 - 15.00 น. รวมใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดแสดงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนดูวิดีโอข่าว ซึ่งเป็นภาพที่กล้องวงจรปิดสามารถบันทึกเสียงไว้ได้ของหมู่บ้านแห่งหนึ่ง จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่วิธีการสำรวจตรวจสอบ เช่น “จากวิดีโอที่นักเรียนได้ดู เกิดอะไรในวิดีโอ” “นักเรียนคิดว่าเสียงดังนี้เป็นเสียงของอะไร” “ในหมู่บ้านที่นักเรียนอาศัยอยู่ เคยมีเหตุการณ์ที่ได้ยินเสียงปึงดังขึ้นเช่นนี้หรือไม่ ให้เล่าประสบการณ์ให้ครูและเพื่อนๆ ฟัง” “ถ้านักเรียนดูจากวิดีโอนี้ นักเรียนคิดว่าเสียงปึงเกิดบริเวณใดของหมู่บ้าน” “นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าเสียงที่เกิดขึ้น...มาจากบริเวณดังกล่าว” จากนั้นครูชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนได้ทราบร่วมกัน จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่า วิดีโอจากสถานการณ์ที่ใช่ นักเรียนบางคนได้พบเจอกับตัวมาจริง และเป็นสถาน

การณีใกล้ตัวนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ โดยมีมีการใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่การออกแบบการตรวจสอบ

...ครูผู้สอนเลือกใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันและน่าสนใจ
(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 2 มีนาคม 2565)

...วิดีโอที่นำมาใกล้ตัวนักเรียน เพราะนักเรียนบางคนเคยเจอสถานการณ์แบบนี้กับตัวจริงๆ ซึ่งถือว่าสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรมขั้นต่อไป
(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 2 มีนาคม 2565)

ในส่วนนี้ครูมีการชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัย เขียนผังว่าในแต่ละขั้นตอนมีภาระงานอะไรบ้าง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในภาระงานมากขึ้น

2.2 ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ ครูยกตัวอย่างแนวทางการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ เช่นการทดลองสภาพยืดหยุ่นของวัสดุรอบตัว จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม(กลุ่มเดิมจากวงจรปฏิบัติการที่ 1) อ่านสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติมจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียน จะให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องเสียงก่อนว่า จะใช้ความรู้เรื่องเสียง ด้านการหาต้นทางของเสียงป็น หลังจากที่ได้ความรู้ในส่วนเนื้อหาของแล้ว ให้แต่ละกลุ่มเข้าประชุมกลุ่มย่อยในรูปแบบออนไลน์ เพื่อวางแผน ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล ออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบ ออกแบบการบันทึกผลการตรวจสอบ กิจกรรม“เสียงป้ง...มาจากไหน” หลังจากที่ได้ให้แต่ละกลุ่มได้วางแผนและออกแบบการเก็บข้อมูลแล้ว ให้แต่ละกลุ่มเข้าห้องประชุมกลุ่มใหญ่ของรายวิชาเพื่อนำเสนอขั้นตอนการตรวจสอบก่อน เมื่อครูให้ข้อเสนอแนะเสร็จ จึงนำไปใช้ทำการสำรวจตรวจสอบและบันทึกผลที่ได้ จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนทุกกลุ่มใช้เวลาในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องเสียงที่จะนำไปใช้ประกอบการหาต้นทางของเสียงป็นเกินระยะเวลาที่ครูกำหนด เมื่อได้ข้อมูลแล้วเข้าประชุมกลุ่มย่อย แล้วร่วมกันวางแผนขั้นตอนการตรวจสอบ หลังจากนั้นนำเสนอขั้นตอนการตรวจสอบ ซึ่งพบว่านักเรียนบางกลุ่มเรียงลำดับการเขียนขั้นตอนการตรวจสอบไม่สอดคล้องกัน ทั้งนี้ครูผู้ร่วมสังเกตจึงให้คำแนะนำว่า ให้ครูผู้สอนให้คำชี้แนะในการเขียนขั้นตอนการสำรวจเพิ่มเติม

...ครูยืดหยุ่นเรื่องเวลา ส่วนนักเรียนกลุ่มใดที่ยังเขียนขั้นตอนไม่ชัดเจน ให้ครูเข้ากลุ่มย่อย อธิบายและชี้แนะเพิ่มเติม

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 3 มีนาคม 2565)

...นักเรียนส่วนใหญ่นำเสนอขั้นตอนการตรวจสอบหาต้นทางของเสียงได้ดี มีเพียงบางกลุ่มที่ยังไม่เข้าใจ ในการเขียนลำดับขั้นตอน ครูจึงเข้าแนะนำการเขียนเพิ่มเติมและให้ปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการตรวจสอบใหม่

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 3 มีนาคม 2565)

2.3 ชั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูลและทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ได้จาก การตรวจสอบและข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีการที่ออกแบบไว้มาใช้ในการ อภิปรายกลุ่มย่อยในกลุ่มของตน เพื่อวิเคราะห์หาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นการคาดเดาคำตอบ แล้วแสดงให้กลุ่มอื่นทราบโดยสร้างแผนผังการโต้แย้งลงบนโปรแกรมที่นักเรียนสนใจ เช่น PowerPoint, Canva, Google Slide เป็นต้น ตามรูปแบบที่ครูกำหนดให้ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุ ข้อมูลต่อไปนี้ลงบนแผนผังการโต้แย้ง นั่นคือ คำถาม ข้อกล่าวอ้าง ประจักษ์พยาน และสรุป พร้อมทั้ง สร้างแบบจำลองเพื่อนำไปใช้ในการอธิบายเกี่ยวกับ “ตำแหน่งที่เป็นต้นกำเนิดของเสียงปึง” จากการ สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้พบว่าในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเขียนองค์ประกอบข้อโต้แย้ง ได้ชัดเจนและถูกต้อง มีการให้เหตุผล รวมถึงแสดงหลักฐานที่สอดคล้องกันแต่ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ ให้เหตุผลยังไม่ชัดเจน

...นักเรียนเขียนข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้อง แสดงว่านักเรียนเข้าใจความหมายของข้อกล่าวอ้างซึ่งเป็นองค์ประกอบของการโต้แย้ง

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 9 มีนาคม 2565)

...นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีขั้นตอนในการตรวจสอบที่แตกต่างกัน โดยใช้เหตุผลในการ อธิบายขั้นตอนที่กลุ่มตนเองเขียนอย่างมีเหตุผลโดยอยู่ในขอบเขตของเนื้อหาของความเข้มเสียง ส่วน บางกลุ่มยังมีการให้เหตุผลในขั้นตอนที่ไม่ชัดเจน จึงให้กลับไปปรับปรุงแก้ไข

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 9 มีนาคม 2565)

2.4 ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ในชั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับ ตำแหน่งที่เกิดเสียงปึง โดยที่นักเรียนในกลุ่มอื่นสามารถตั้งคำถามหรือให้คำติชมที่เกี่ยวข้องกับข้อโต้แย้งที่นำเสนอได้ จาก การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ พบว่าแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับตำแหน่งที่มาของเสียงปึง ซึ่งประกอบด้วยคำถาม ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล โดยที่เน้นการอภิปรายความรู้เกี่ยวกับวิธี ของการหาต้นกำเนิดของเสียงปึงและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายอย่าง สมเหตุสมผล ซึ่งมีนักเรียนบางกลุ่มไม่ได้ใช้เนื้อหาความเข้มเสียงมาอธิบาย ครูจึงขอเหตุผล ประกอบการอธิบาย เช่น “แหล่งกำเนิดเสียงที่ได้ยินมาจากทาร์นโฮมโซน 5 เนื่องจากเกิดการ เลี้ยวเบน ของเสียง โดยเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวาง เลี้ยวเบนผ่านช่องว่าง โดยคลื่นเสียงที่มีความถี่และ ความยาวคลื่นมาก สามารถเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางได้ดีกว่าคลื่นสั้นที่มีความถี่ต่ำ” ซึ่งไม่มีความ สมเหตุสมผลระหว่างหลักฐานกับการให้เหตุผล นักเรียนมีการโต้แย้งในชั้นเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่า กิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แต่สิ่งที่สังเกตคือ ไม่มีนักเรียนกลุ่มใดใส่ข้อมูลแหล่งอ้างอิงจากการ สืบค้น

...นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการโต้แย้ง

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 9 มีนาคม 2565)

...นักเรียนมีวิธีการหาต้นทางที่หลากหลายวิธีโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับความเข้มเสียงมาอธิบาย ในกิจกรรมการโต้แย้ง แต่มีบางกลุ่มที่ใช้เรื่องการเลี้ยวเบนมาอธิบาย ซึ่งไม่มีความสมเหตุสมผล ระหว่างหลักฐานกับการให้เหตุผล ในส่วนของการสืบค้นข้อมูล ทุกกลุ่มมีการสืบค้นข้อมูลที่ หลากหลายแต่ไม่มีกลุ่มใดที่เขียนแหล่งอ้างอิงให้กับข้อมูลที่ได้อีก

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 9 มีนาคม 2565)

2.5 ชั้นที่ 5 การอภิปรายผล

ในชั้นตอนนี้ นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง ความเข้มเสียง วิธีการ สืบเสาะหาความรู้ ความคิดรวบยอด ในทางปฏิบัตินักเรียนและครูได้ร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับ ความ เข้มเสียงที่สอดคล้องกับการให้เหตุผลและหลักฐานของแต่ละกลุ่ม ขั้นตอนการสืบเสาะในการหา ความรู้และนำมาสู่การหาตำแหน่งที่เกิดของเสียงปึง ครูถามนักเรียนว่า “แต่ละกลุ่มวางแผนในการหา คำตอบอย่างไรบ้าง” จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนได้เลือกใช้ความรู้ในการ อธิบายที่คลาดเคลื่อน เพราะจุดประสงค์คือต้องการให้นักเรียนหาตำแหน่ง ซึ่งนักเรียนไม่ได้อธิบาย การหาตำแหน่ง แต่อธิบายไปถึงว่า ที่พยานทั้ง 3 ตำแหน่งได้ยินเพราะเกิดการเลี้ยวเบนของเสียง

ครูผู้สอนจึงชี้แนะว่า นักเรียนลองย้อนกลับไปดูคำถามที่เราตั้ง วิธีการตรวจสอบ แล้ววิเคราะห์ว่า การให้เหตุผลมีความสมเหตุสมผลหรือไม่

...นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการหาตำแหน่งของทิศทางแหล่งกำเนิดเสียงแม้กิจกรรมนี้จะไม่ได้ทดลองจริงๆ แต่ใช้การสร้างแบบจำลองของแผนผังหมู่บ้าน

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 9 มีนาคม 2565)

...นักเรียนเลือกใช้ความรู้การเลี้ยวเบนมาอธิบาย ครูจึงให้นักเรียนย้อนกลับไปพิจารณาที่คำถาม ขั้นตอนการตรวจสอบ ว่ามีความสอดคล้องกับการให้เหตุผลของหลักฐานหรือไม่

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 9 มีนาคม 2565)

2.6 ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบจากกิจกรรมการโต้แย้งเป็นรายบุคคล โดยข้อความในแต่ละข้อแสดงถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งรายงานผลการตรวจสอบของกิจกรรมห้องดนตรีเก็บเสียงนี้ ผู้วิจัยได้ให้ข้อความที่ครอบคลุมทั้ง 3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมดังนี้ 1) การเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย 2) พฤติกรรมการเสนอและประเมินวิธีการตรวจสอบแหล่งที่มาของเสียงปังกโดยอิงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ 3) พฤติกรรมวิเคราะห์ข้อมูลจากหลักฐานและการสืบค้นข้อมูลเพื่ออธิบายตำแหน่งที่เกิดเสียงปังก จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลได้ด้วยตนเอง ส่งทันตามเวลาที่กำหนด มีนักเรียนเพียงบางคนที่เขียนรายงานผลการตรวจสอบได้ไม่ละเอียดเท่าที่ควร

...นักเรียนบางคนเขียนรายงานผลการตรวจสอบได้ไม่ละเอียดเท่าที่ควร ซึ่งเป็นผลมาจากนักเรียนสืบค้นความรู้น้อย

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 9 มีนาคม 2565)

2.7 ขั้นที่ 7 การตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน

ในขั้นตอนนี้ ให้นักเรียนแต่ละคนประเมินและให้คำแนะนำในการเขียนรายงานผลการตรวจสอบของเพื่อนโดยทำการสุ่มตรวจรายงานของเพื่อนที่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน จากนั้นครูแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินการตรวจรายงานผลการตรวจสอบให้นักเรียน จากผลการดำเนินการ

จัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนบางคนไม่ตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อน และส่วนมากไม่เขียนสะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้การตรวจรายงานผลการตรวจสอบโดยเพื่อนไม่สมบูรณ์ดังเช่นวงจรปฏิบัติการที่ 1

...นักเรียนที่ไม่เขียนสะท้อนกลับ อาจไม่เข้าใจในข้อความคำถามในแบบประเมิน หากครูต้องการให้ทุกคนเขียน ครูผู้สอนเองต้องเน้นย้ำให้ตระหนักถึงความสำคัญของการประเมิน (ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 9 มีนาคม 2565)

...นักเรียนไม่กล้าเขียนข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็น อาจเป็นเพราะกลัวว่าจะให้ความคิดเห็นที่ไม่ถูกต้องแก่เพื่อน (ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 9 มีนาคม 2565)

2.8 ชั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละคนจะได้รายงานผลการตรวจสอบคืน และทำการพิจารณาการประเมินรายงานผลการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากเพื่อนและส่งรายงานที่แก้ไขแล้วให้ครูตรวจประเมินรายงานอีกครั้งเป็นลำดับสุดท้าย จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับรายงานผลการตรวจสอบที่ผ่านการตรวจประเมินจากเพื่อนแล้วนักเรียนบางคนไม่แสดงการแก้ไขรายงาน อีกทั้งยังส่งรายงานผลการตรวจสอบคืนให้แก่ครู

...นักเรียนบางคนไม่ทำการปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน ครูควรชี้แจงข้อตกลงให้กับนักเรียนได้เข้าใจตรงกันก่อน

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 9 มีนาคม 2565)

...สร้างข้อตกลงในชั้นเรียนเรียนร่วมกันให้ชัดเจน ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีคุณภาพมากขึ้น

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 9 มีนาคม 2565)

ดังนั้นครูสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนให้ชัดเจนขึ้นเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

3. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังแสดงในตาราง 9



ตาราง 9 แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาที่พบ	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข
<p>ขั้นที่ 1 การบรรยาย และ คำถามนำ</p> <p>1. นักเรียนดูวิดีโอข่าว ซึ่งเป็นภาพที่กล้องวงจรปิดสามารถบันทึกเสียงไว้ได้ของหมู่บ้านแห่งหนึ่ง จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสงสัยและนำไปสู่วิธีการสำรวจตรวจสอบ</p> <p>2. ครูชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัย เขียนผังว่าในแต่ละขั้นตอนมีภาระงานอะไรบ้าง เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในภาระงานมากขึ้น</p>	-	-	-
<p>ขั้นที่ 2 การ ออกแบบวิธีการ ตรวจสอบและการ เก็บข้อมูล</p> <p>นักเรียนใช้ช่องทางออนไลน์เช่น Google meet ทำงานร่วมกันโดยแชร์หน้าจอแสดงผังหมู่บ้านแล้ววาดวงกลมหาตำแหน่งโดยใช้หลักการออกแบบการหาตำแหน่งเสียงที่ได้หลักการของความเข้มเสียง</p>	นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถเขียนลำดับขั้นตอน	ครูยกตัวอย่างขั้นตอนการทดลองสภาพแวดล้อมของวัสดุรอบตัวมาอธิบายขั้นตอนในการเขียน ออกแบบการสำรวจตรวจใจในการหาตำแหน่งเสียงบั้งที่เกิดขึ้น	

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข
<p>ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง</p>	<p>นักเรียนแต่ละช่วยกันตรวจสอบขั้นตอนที่ได้เขียนแนวท้าววิธีการตรวจสอบและใช้วิธีนั้นตำแหน่งเสียง จากนั้นตรวจสอบดูว่า ขั้นตอนที่เขียนทำมามีความสอดคล้องและได้ตำแหน่งของเสียงปั้งที่เกิดขึ้นตามหลักการหาแหล่งกำเนิดโดยใช้ความรู้เรื่องความเข้มเสียง</p>	<p>แนวทางที่พบ</p> <p>นักเรียนบางคนไม่ใช้ความรู้เรื่องความเข้มเสียงมาทำตำแหน่งในการให้เหตุผลยังไม่ถูกต้อง แล้วนักเรียนขอเวลาในการสืบค้นข้อมูลเรื่องความเข้มเสียงเพิ่มเติม</p>
<p>ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง</p>	<p>นักเรียนกล้าแสดงออกด้วยคำถาม คำถามกลุ่มเพื่อนที่นำเสนอมากขึ้น “ทำไมจึงต้องกำหนดแหล่ง A B ให้ครอบคลุมพื้นที่ที่พยายทั้ง 3 คนได้ยิน” “ทำไมเพื่อนถึงเลือกการใช้เรขาคณิตโดยวาดสามเหลี่ยมที่เป็นการหาตำแหน่งของเสียงปั้ง” “กลุ่มนี้คิดว่าอย่างไรคะ ถ้าเสียงวงกลมบางเส้นที่วาดซ้อนทับกันอาจจะเป็นแหล่งกำเนิดเสียง”</p>	<p>แนวทางที่พบ</p> <p>นักเรียนบางคนไม่ใช้เนื้อหาความเข้มเสียงมาอธิบาย ครูจึงขอเหตุผล ประกอบการอธิบาย เช่น “แหล่งกำเนิดเสียงที่ได้นั้นมาจากทาว์นโฮมไซน 5 เนื่องจากเกิดการสลายเบน ของเสียง โดยเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวาง เลี้ยวเบนผ่านช่องว่าง โดยคลื่นเสียงที่มีความถี่และความยาวคลื่นมาก สามารถเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางได้ดีกว่าคลื่นสั้นที่มีความถี่ต่ำ”</p>

ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล	ครูนำวิธีการตรวจสอบของนักเรียนแต่กลุ่มมานำอภิปราย เพื่อให้นักเรียนพิจารณาดูว่าขั้นตอนของแต่ละกลุ่มมีความเป็นไปได้อย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ความรู้เรื่องความเข้มเสียมาอธิบาย	-	-	-
ขั้นที่ 6 การเขียน รายงานผล การ ตรวจสอบ	นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมโดยเขียนคำตอบ เพื่อแสดงพฤติกรรมตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ครูกำหนดไว้ในแต่ละข้อในกิจกรรมเสียงปัง...มาจากไหน	นักเรียนบางคนเขียนรายงานการตรวจสอบในส่วนของการใช้ความรู้เรื่องความเข้มเสียงไม่ครบถ้วน	ครูควรให้เวลากับการสืบค้นในชั้นการเขียนรายงานเพิ่มเติม	
ขั้นที่ 7 การตรวจสอบ รายงานโดยเพื่อน	นักเรียนได้ตรวจงานของเพื่อนและได้ฝึกการอ่านข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์จากงานที่เพื่อนเขียนตอบ	นักเรียนบางคนไม่ตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อน และส่วนมากไม่เขียนสะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้การประเมินรายงานยังไม่สมบูรณ์	นักเรียนบางคนไม่ตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อน และส่วนมากไม่เขียนสะท้อนกลับให้เพื่อน	ครูผู้สอนเองต้องเน้นย้ำให้ตระหนักถึงความสำคัญของการประเมิน

ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข
	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
<p>ชั้นที่ 8 ปรับปรุงและ ส่งรายงาน</p>	<p>นักเรียนบางคนไม่แสดงการแก้ไข รายงาน อีกทั้งยังส่งรายงานผล การตรวจสอบคืนให้แก่ครู</p>	<p>ครูควรตรวจประเมินรายงานอีกครั้ง หลังจากที่นักเรียนได้ปรับปรุงแก้ไข รายงานผลการตรวจสอบแล้ว และ ควรรี้อย่างแข็งขันเพื่อสร้างข้อตกลงร่วมกัน</p>

จากตารางเป็นตารางสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตมีความเห็นตรงกันว่าควรปรับปรุงแบบกิจกรรมและแผนการเรียนรู้ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุง

และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีลักษณะการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนในวงจรการปฏิบัติการที่ 2 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ โดยเป็นกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง การติดตั้งลำโพงขยายเสียงมีกิจกรรมการโต้แย้งในประเด็นที่ว่า ตำแหน่ง จำนวนของลำโพงที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องขยายเสียงภายในพื้นที่ของโรงเรียนโดยทุกคนจะต้องได้ยินเสียงที่ชัดเจนและใช้งบประมาณในการติดตั้งที่น้อยที่สุดโดยมีการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังตาราง 6 แสดงข้างต้น

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน เมื่อวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2565 เวลา 09.20 – 10.20 น. วันที่ 17 มีนาคม พ.ศ.2565 เวลา 11.00 – 12.00 น. วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2565 เวลา 10.00 - 12.00 น. รวมใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดแสดงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนดูภาพรถบรรทุกที่จอดอยู่ริมทางเท้า ครูถามคำถามว่า “ภาพที่นักเรียนได้ดูเราพบเจอได้จากที่ไหนบ้าง” จากนั้นให้วิดีโอรถแห่ โฆษณา ซึ่งเป็นวิดีโอที่รถกำลังเคลื่อนที่บนถนน และประกาศโฆษณาผ่านลำโพงประชาสัมพันธ์ให้ผู้คนได้ฟัง “นักเรียนคิดว่าทำไมรถคันนี้แล่นไปบนถนนแต่คน ในบริเวณนั้นยังได้ยินเสียง” “แล้วอย่างลำโพงขยายเสียงที่โรงเรียนเราละเวลาครูประกาศประชาสัมพันธ์นักเรียนได้ยินเสียงชัดเจนไหม” “นักเรียนที่ตอบว่าได้ยินไม่ชัด และชัดบ้างไม่ชัดบ้าง นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะสาเหตุใด” จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่า วิดีโอ

จากสถานการณ์ที่ใช้ใกล้ตัวนักเรียนและพบเจอในชีวิตประจำวันบ่อยครั้ง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ โดยมีการใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่การออกแบบการตรวจสอบ

...ครูผู้สอนเลือกใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันและน่าสนใจ

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 16 มีนาคม 2565)

...วิดีโอที่นำมาใกล้ตัวนักเรียน เพราะนักเรียนทุกคนเคยเจอสถานการณ์แบบนี้กับตัวจริงๆ ซึ่งถือว่าสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรมขั้นต่อไป

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 16 มีนาคม 2565)

2.2 ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ ครูบรรยายสถานการณ์ที่นำไปสู่กิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม อ่านสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติมจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียน จะให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องเสียงก่อนว่า จะใช้ความรู้เกี่ยวกับเสียงเรื่องใด ที่จะนำมาใช้ในการออกแบบและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ ตำแหน่งและจำนวนของลำโพงที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องขยายเสียงภายในพื้นที่ของโรงเรียนโดยทุกคนจะต้องได้ยินเสียงที่ชัดเจนและใช้งบประมาณในการติดตั้งที่น้อยที่สุด หลังจากที่ได้ความรู้ในส่วนของเนื้อหาแล้ว ให้แต่ละกลุ่มเข้าประชุมกลุ่มย่อยในรูปแบบออนไลน์ เพื่อวางแผนออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล ออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบ ออกแบบการบันทึกผลการตรวจสอบ กิจกรรมการติดตั้งลำโพงขยายเสียง หลังจากที่ได้ให้แต่ละกลุ่มได้วางแผนและออกแบบการเก็บข้อมูลแล้ว ให้แต่ละกลุ่มเข้าห้องประชุมกลุ่มใหญ่ของรายวิชาเพื่อนำเสนอขั้นตอนการตรวจสอบก่อน เมื่อครูให้ข้อเสนอแนะเสร็จ จึงนำไปใช้ทำการสำรวจตรวจสอบและบันทึกผลที่ได้ จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนทุกกลุ่มใช้เวลาในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องเสียงที่จะนำไปใช้ประกอบการการติดตั้งลำโพงขยายเสียงเกินระยะเวลาที่ครูกำหนด เมื่อได้ข้อมูลแล้วเข้าประชุมกลุ่มย่อย แล้วร่วมกันวางแผนออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบ หลังจากนั้นนำเสนอขั้นตอนการตรวจสอบ ซึ่งพบว่านักเรียนมีการเขียนขั้นตอนการตรวจสอบอย่างเป็นลำดับ

...ควรกำชับเรื่องเวลา ในการสืบค้นข้อมูลของแต่ละกลุ่ม

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 17 มีนาคม 2565)

...นักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นลำดับ และนำเสนอขั้นตอนการตรวจสอบการติดตั้งลำโพงขยายเสียงในทุกกลุ่ม

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 17 มีนาคม 2565)

2.3 ชั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง

ในชั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูลและทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบและข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีการที่ออกแบบไว้มาใช้ในการอภิปรายกลุ่มย่อยในกลุ่มของตน เพื่อวิเคราะห์หาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นการคาดเดาคำตอบแล้วแสดงให้กลุ่มอื่นทราบโดยสร้างแผนผังการโต้แย้งลงบนโปรแกรมที่นักเรียนสนใจ เช่น PowerPoint, Canva, Google Slide เป็นต้น ตามรูปแบบที่ครูกำหนดให้ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุข้อมูลต่อไปนี้ลงบนแผนผังการโต้แย้ง นั่นคือ คำถาม ข้อกล่าวอ้าง ประจักษ์พยาน และสรุป พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองเพื่อนำไปใช้ในการอธิบายเกี่ยวกับ ตำแหน่งที่ติดตั้งลำโพงในบริเวณโรงเรียน จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้พบว่าในชั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเขียนองค์ประกอบข้อโต้แย้งได้ชัดเจนและถูกต้อง มีการให้เหตุผล รวมถึงแสดงหลักฐานที่สอดคล้องกัน แต่บางกลุ่มแสดงหลักฐานโดยไม่มีแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ

...นักเรียนเขียนองค์ประกอบของการโต้แย้งได้ถูกต้อง แสดงว่านักเรียนเข้าใจความหมายขององค์ประกอบของการโต้แย้ง

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 17 มีนาคม 2565)

...นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีขั้นตอนในการตรวจสอบที่แตกต่างกัน โดยใช้เหตุผลในการอธิบายขั้นตอนที่กลุ่มตนเองเขียนอย่างมีเหตุผล

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 17 มีนาคม 2565)

2.4 ชั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ในชั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับ ตำแหน่งที่ติดตั้งลำโพงขยายเสียง โดยที่นักเรียนในกลุ่มอื่นสามารถตั้งคำถามหรือให้คำติชมที่เกี่ยวข้องกับข้อโต้แย้งที่นำเสนอได้ จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ พบว่าแต่ละกลุ่มนำเสนอเกี่ยวกับตำแหน่งการติดตั้งจำนวน ตำแหน่ง และงบประมาณที่ใช้แตกต่างกัน และนำเสนอองค์ประกอบการโต้แย้งประกอบด้วย คำถาม ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล โดยที่เน้นการอภิปรายความรู้เกี่ยวกับเรื่องระดับเสียงของตำแหน่งที่ต้องการติดตั้งลำโพงด้วยแบบจำลองจากแผนภาพที่สร้างขึ้น และความดังที่ทุกคนเราจะสามารถได้ยินเสียงได้ และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มใช้ความรู้ในเรื่องระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยินเป็นหลักในการคำนวณหาระดับเสียงที่สามารถได้ยินได้

...นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานเป็นระบบขึ้นจากกิจกรรมที่ผ่านมา

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 มีนาคม 2565)

...นักเรียนมีวิธีการติดตั้งตำแหน่งลำโพง จำนวนลำโพง คำนวณระดับเสียงลำโพง ณ ตำแหน่งนั้นๆ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับระดับเสียงเสียงมาอธิบายในกิจกรรมการโต้แย้ง ในส่วนของการสืบค้นข้อมูล ทุกกลุ่มมีการสืบค้นข้อมูลที่หลากหลายแต่บางกลุ่มไม่มีการเขียนแหล่งอ้างอิงให้กับข้อมูลที่ได้อีก

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 มีนาคม 2565)

2.5 ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง ระดับเสียงเสียง วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ความคิดรวบยอด ในทางปฏิบัตินักเรียนและครูได้ร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับ ระดับเสียงที่สอดคล้องกับการให้เหตุผลและหลักฐานของแต่ละกลุ่ม ขั้นตอนการสืบเสาะในการหาความรู้ และนำมาสู่การหาตำแหน่งที่ติดตั้งลำโพง ครูถามนักเรียนว่า “แต่ละกลุ่มวางแผนในการหาคำตอบอย่างไรบ้าง” จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนได้เลือกใช้ความรู้ในการอธิบายได้อย่างถูกต้อง

...นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติกิจกรรม และได้ตอบกับครูดีมากเวลาที่ครูซักถามข้อมูลของกลุ่มนั้น

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 มีนาคม 2565)

...นักเรียนให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม และพยายามใช้ข้อมูลที่สืบค้นมา มาประกอบการให้เหตุผลในการตอบข้อซักถามกับครู

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 มีนาคม 2565)

2.6 ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนเขียนรายงานผลการตรวจสอบจากกิจกรรมการโต้แย้งเป็นรายบุคคล โดยข้อคำถามในแต่ละข้อแสดงถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งรายงานผลการตรวจสอบของกิจกรรมการติดตั้งจำนวน ตำแหน่งและงบประมาณที่ใช้ในการติดตั้งลำโพงขยายเสียงนี้ ผู้วิจัยได้ให้ข้อคำถามที่ครอบคลุมทั้ง 3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมดังนี้ 1) การเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบายระดับเสียงในกรวาง

ตำแหน่งของลำโพง 2) สร้างแบบจำลองโดยเขียนแผนผังตำแหน่งของลำโพง จำนวนลำโพง และพื้นที่ครอบคลุมที่ลำโพงกระจายเสียง 3) พฤติกรรมการเสนอและประเมินวิธีการตรวจสอบการติดตั้งตำแหน่งลำโพงโดยอิงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ 4) พฤติกรรมการวิเคราะห์ข้อมูลจากหลักฐาน และการสืบค้นข้อมูลเพื่อระดับเสียงที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งที่ตั้งของลำโพงนั้นๆ จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนสามารถเขียนรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลได้ด้วยตนเองได้ถูกต้อง และสมบูรณ์มากขึ้น ส่งทันตามเวลาที่กำหนด มีนักเรียนเพียงบางคนที่เขียนรายงานผลการตรวจสอบได้ไม่สมบูรณ์ โดยแสดงการให้เหตุผลยังไม่ครบตามกำหนดหรือขาดแหล่งอ้างอิงของหลักฐานที่มี

...นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติกิจกรรม ส่วนใหญ่เขียนรายงานได้ถูกต้องและสมบูรณ์ สำหรับนักเรียนบางคนไม่มีการเขียนแหล่งอ้างอิงที่มาของข้อมูล

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 มีนาคม 2565)

...นักเรียนบางคนเขียนรายงานผลการตรวจสอบได้ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากไม่เขียนอ้างอิงของแหล่งที่มาของข้อมูลที่สืบค้นมา

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 มีนาคม 2565)

2.7 ชั้นที่ 7 การตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน

ในชั้นตอนนี้ ให้นักเรียนแต่ละคนประเมินและให้คำแนะนำในการเขียนรายงานผลการตรวจสอบของเพื่อนโดยทำการสุ่มตรวจรายงานของเพื่อนที่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน จากนั้นครูแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินการตรวจรายงานผลการตรวจสอบให้นักเรียน จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อน แต่ยังมีบางคนที่ไม่เขียนสะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้การตรวจรายงานผลการตรวจสอบโดยเพื่อน ทั้งนี้การตรวจสอบรายงานของเพื่อนใช้เวลาได้รวดเร็วขึ้น

...นักเรียนใช้เวลาในการตรวจสอบรายงานของเพื่อนได้รวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากการที่เคยได้ฝึกมาแล้ว 2 ครั้ง

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 มีนาคม 2565)

...นักเรียนสามารถประเมินและให้ผลสะท้อนกลับต่อเพื่อนได้

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 มีนาคม 2565)

2.8 ชั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละคนจะได้รายงานผลการตรวจสอบคืน และทำการพิจารณาการประเมินรายงานผลการตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากเพื่อนและส่งรายงานที่แก้ไขแล้วให้ครูตรวจประเมินรายงานอีกครั้งเป็นลำดับสุดท้าย จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับรายงานผลการตรวจสอบที่ผ่านการตรวจประเมินจากเพื่อนแล้วมีการนำมาปรับปรุงแก้ไขรายงาน อีกทั้งยังส่งรายงานผลการตรวจสอบคืนให้แก่ครู

...นักเรียนทำการปรับปรุงรายงานให้งานของตนเองสมบูรณ์

(ผู้วิจัย, แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 21 มีนาคม 2565)

3. ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังแสดงในตาราง 10



ตาราง 10 แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในวงจรรูปปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข
	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
<p>ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถำมนำ</p> <p>นักเรียนดูภาพและวิดีโอรถแห่ ไขมันณา โดยมีการใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่การออกแบบการตรวจสอบ</p>	-	-
<p>ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล</p> <p>นักเรียนใช้ช่องทางออนไลน์เช่น Google meet ทำงานร่วมกันโดยแชร์หน้าจอ Google doc แล้วช่วยกันวางแผนผังโรงเรียน ใช้ตำแหน่งลำโพง และวาทิตทางการแผ่อกของคลื่นเสียงที่ออกจกลำโพงโดยใช้ความรู้เรื่องระดับเสียงและความถี่ที่มนุษย์ได้ยิน</p>	<p>นักเรียนใช้เวลาในการสืบค้นข้อมูลเรื่องระดับเสียง และคุณสมบัติของลำโพงที่จะใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณราคาและระดับเสียงที่ลำโพงกระจายเสียงออกมาเกินเวลาที่ครูกำหนด</p>	<p>ครูกำั้บเวลาเรื่อของเวลาในการทำงาน</p>
<p>ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง</p>	<p>นักเรียนใช้ช่องทางออนไลน์เช่น Google meet ทำงานร่วมกันโดยแชร์หน้าจอ Canva แล้วช่วยกันใส่ข้อมูลตามองค์ประกอบการโต้แย้งลงในสไลด์</p>	<p>ครูคอยำ้เตือนเรื่อของการเขียนอ้างอิง เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ</p>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข
	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ครูให้คะแนนพิเศษกับนักเรียนที่นำเสนอกิจกรรมโต้แย้งโดยใช้หลักฐาน (การวาดตำแหน่งลำโพง) ที่อธิบายบนหลักของความรู้เรื่องระดับเสียงได้ถูกต้อง	นักเรียนบางกลุ่มที่นำเสนอ ข้อมูลเรื่องระดับเสียง ไม่เขียน อ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลที่น่าเชื่อถือ	ครูคอยย้ำเตือนเรื่องการเขียน อ้างอิง เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ
ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล ครูนำวิธีการตรวจสอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาอภิปราย เพื่อให้ให้นักเรียนพิจารณาว่าขั้นตอนของแต่ละกลุ่มมีความเป็นไปได้อย่างสมเหตุผลโดยใช้เวลา รู้เรื่องระดับเสียงมาอธิบาย	-	-
ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผล การตรวจสอบ นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมโดยเขียน คำตอบ เพื่อแสดงพฤติกรรมการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ครูกำหนด ไว้ในแต่ละข้อในกิจกรรมการติดตั้ง ลำโพงขยายเสียง	นักเรียนเพียงบางคนเขียน รายงานผลการตรวจสอบได้ไม่ สมบูรณ์ โดยแสดงการให้ เหตุผลยังไม่ครบตามกำหนด หรือขาดแหล่งอ้างอิงของ หลักฐานที่มี	ครูคอยย้ำเตือนเรื่องการเขียน อ้างอิง เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข
	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
<p>ขั้นที่ 7 การตรวจสอบรายงาน โดยเพื่อน</p> <p>นักเรียนได้ตรวจงานของเพื่อนและได้ ฝึกการอ่านข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์จาก งานที่เพื่อนเขียนตอบ</p>	<p>นักเรียนตรวจใจให้คะแนน รายงานของเพื่อน แต่บาง คนยังไม่เขียนสะท้อนกลับ ให้เพื่อน</p>	<p>ครูผู้สอนเองต้องเน้นย้ำให้ ตระหนักถึงความสำคัญของการ ประเมิน</p>
<p>ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่ง รายงาน</p> <p>นักเรียนได้นำงานที่เขียนกลับมา พิจารณาและมีโอกาสแก้ไขผลงานครั้ง สุดท้ายก่อนที่จะนำไปส่ง</p>	<p>-</p>	<p>ครูตรวจประเมินรายงานอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและดู ผลการประเมินของเพื่อนร่วม ตัวและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</p>

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง ได้ ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตในชั้นเรียน แสดงให้เห็นว่าลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้จัดขึ้นนั้นสามารถส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้ แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนอาจต้องมีการปรับรูปแบบกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนและห้องเรียนมากยิ่งขึ้นทั้งนี้ควรเพิ่มบทบาท หน้าที่ของนักเรียนแต่ละคนให้มากขึ้น โดยอาจกำหนดให้นักเรียนชื่อนำเสนอข้อโต้แย้งในแต่ละครั้งแตกต่างกันเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้นและควรเน้นย้ำการแสดงองค์ประกอบของการโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนหลักฐานและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 11



ตาราง 11 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริม
 ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขั้นการจัดการเรียนรู้		แนวทางการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการ โต้แย้ง	
วงจรปฏิบัติการที่			
1		2	3
ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ	1.ครูใช้วิดีโอเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาเสียงในเรื่องพฤติกรรมการของเสียง โดยใช้วิดีโอในขณะที่นักดนตรีกำลังเล่นเครื่องแบบเต็มวง มีทั้งเสียงกลอง กีตาร์ เบส และคีย์บอร์ด โดยครูใช้คำถามรวมเพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความสงสัยและเกิดการตระหนักคิดนำไปสู่กระบวนการสำรวจสนทนาไปสู่กระบวนการตรวจสอบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้	1.ครูชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติแต่ละขั้นตอนสอนโดยนำเสนอด้วยผังงาน	1.ครูใช้ภาพบรรยากาศที่จอยอยู่ริมทางเท้าและวิดีโอที่รถกำลังเคลื่อนที่บนถนน และประกาศโฆษณาผ่านลำโพงประชาสัมพันธ์ให้ผู้คนได้ฟัง จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่วิธีการสำรวจตรวจสอบ
	1.ครูใช้วิดีโอเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาสนใจเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน และการใช้คำถามรวมทำให้เชื่อมโยงไปยังเนื้อหาเรื่องเสียงได้ อีกทั้งสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้	1.ครูใช้ภาพบรรยากาศที่จอยอยู่ริมทางเท้าและวิดีโอที่รถกำลังเคลื่อนที่บนถนน และประกาศโฆษณาผ่านลำโพงประชาสัมพันธ์ให้ผู้คนได้ฟัง จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่วิธีการสำรวจสนทนาสู่กระบวนการตรวจสอบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้	1.ครูใช้ภาพบรรยากาศที่จอยอยู่ริมทางเท้าและวิดีโอที่รถกำลังเคลื่อนที่บนถนน และประกาศโฆษณาผ่านลำโพงประชาสัมพันธ์ให้ผู้คนได้ฟัง จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่วิธีการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นการจัดการเรียนรู้	ผลการจัดการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แบบสืบเสาะด้วยกลวิธี การโต้แย้ง
1	1. นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถ ออกแบบการสำรวจตรวจสอบ ด้วยตนเองได้	1. ครูควรยกตัวอย่างวิธีการ และแนวทางการออกแบบ การสำรวจตรวจสอบเพื่อ เป็นแนวทางให้นักเรียน สามารถออกแบบการสำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเองได้	1. ครูควรยกตัวอย่างวิธีการ และแนวทางการออกแบบ การสำรวจตรวจสอบเพื่อ เป็นแนวทางให้นักเรียน สามารถออกแบบการสำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเองได้
2	2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน ออกแบบขั้นตอนในการหา คำแห่งเสียงซึ่งโดยใช้เวลา เรื่องความเข้มเสียง	1. ครูควรยกตัวอย่างวิธีการ และแนวทางการออกแบบ การสำรวจตรวจสอบเพื่อ เป็นแนวทางให้นักเรียน สามารถออกแบบการสำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเองได้	1. ครูควรยกตัวอย่างวิธีการ และแนวทางการออกแบบ การสำรวจตรวจสอบเพื่อ เป็นแนวทางให้นักเรียน สามารถออกแบบการสำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเองได้
3	3. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ ระดับความเข้มเสียง กำลังวัตต์ ลำโพงที่จะนำมาใช้ในการ ติดตั้งลำโพงขยายเสียง	1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ ระดับความเข้มเสียง กำลังวัตต์ ลำโพงที่จะนำมาใช้ในการ ติดตั้งลำโพงขยายเสียง	1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ ระดับความเข้มเสียง กำลังวัตต์ ลำโพงที่จะนำมาใช้ในการ ติดตั้งลำโพงขยายเสียง
4	4. นักเรียนใช้เวลาในการสืบค้น ข้อมูลเกินเวลาที่ครูกำหนด	2. นักเรียนใช้เวลาในการสืบค้น ข้อมูลเกินเวลาที่ครูกำหนด	2. ครูควรให้เวลาในการ สืบค้นความรู้หรือมอบหมาย ให้ศึกษานอกเวลามาก่อนทำ กิจกรรม

ขั้นการจัดการเรียนรู้	วาระปฏิบัติการที่	แนวทางการจัดการเรียนรู้
1	2	แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
ขั้นที่ 3	3	1. ครูควรอธิบายความหมายขององค์ประกอบการโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจน โดยให้นักเรียนได้ฝึกการเขียนแต่ละองค์ประกอบจากสถานการณ์ตัวอย่าง
วิเคราะห์	1	1. ครูเน้นย้ำการเขียนแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจน ก่อนที่นักเรียนจะเขียนข้อโต้แย้ง
ข้อมูลและ	2	เช่น ข้อสรุป แล้วให้ส่งให้ครูตรวจสอบก่อน
สร้างข้อโต้แย้ง	3	1. ครูอธิบายและยกตัวอย่างเขียนองค์ประกอบโต้แย้ง
		คือ ข้อสรุป
		คำอธิบาย แนวคิด หลักการ หรือคำตอบจากบททดลองที่นักเรียนสร้างขึ้น”
		ในแผนผังการโต้แย้ง
		1. ครูอธิบายและยกตัวอย่างเขียนองค์ประกอบโต้แย้ง
		โดยให้นักเรียนได้ฝึกการเขียนแต่ละองค์ประกอบจากสถานการณ์ตัวอย่าง
		นักเรียนจะเขียนข้อโต้แย้ง
		แล้วให้ส่งให้ครูตรวจสอบก่อน
		ไปสู่กิจกรรมต่อไป

ขั้นการจัดกา เรียนรู	วจาปฏิบัติกาที่	แนวทางการจัดการเรียนรูแบบ สืบเสาะด้วยกลวิธีกาโต้แย้ง
1	2	3
ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูล และสร้างข้อ โต้แย้ง	<p>2. นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลโดยใช้หลักฐานที่ได้จากการตรวจสอบ แต่จากการตรวจสอบได้ นักเรียนบางส่วนไม่มีความรู้เรื่องความเข้มเสียงมาหาตำแหน่งในการให้เหตุผลยังไม่ถูกต้อง แล้วนักเรียนขอเวลาในการสืบค้นข้อมูลเรื่องความเข้มเสียงเพิ่มเติม</p>	<p>เช่น “ข้อกล่าวอ้างคือข้อสรุปคำอธิบายแนวคิดหลักการหรือคำตอบจากการทดลองที่นักเรียนสร้างขึ้น”</p> <p>2. ครูควรมอบหมายสืบค้นเรื่องที่จะเรียนมาก่อนล่วงหน้า</p> <p>3. ครูควรอธิบายถึงความสำคัญของการใส่แหล่งอ้างอิงในการสืบค้นข้อมูล</p>

ชั้นการ จัดการเรียนรู้	วิธีการปฏิบัติที่	แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
1	2	3
<p>ขั้นที่ 4</p> <p>กิจกรรมการโต้แย้ง</p> <p>1. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอ คำถาม ช้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผลจาก หลักฐานของตนเอง จากนั้นก็จะให้เวลาเพื่อนกลุ่มอื่นซักถาม</p> <p>2. นักเรียนไม่แสดงพฤติกรรม การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์เท่าที่ควรเช่นใช้คำถามเป็นปลายปิดถามเพื่อนว่า “สำคัญก็เก็บเสียงได้ดีหรือไม่”</p>	<p>1. นักเรียนนำเสนอข้อโต้แย้ง บางกลุ่มไม่ได้ใช้เนื้อหาความ เข้มเสียงมาอธิบาย ครูจึงขอเหตุผลประกอบการอธิบาย เช่น “แหล่งกำเนิดเสียงที่ได้ยินมาจากทาร์นโฮมโชน 5 เนื่องจากเกิดการเลี้ยวเบน ของเสียง โดยเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวาง เลี้ยวเบนผ่านช่องว่าง โดยคลื่นเสียงที่มีความถี่และความยาวคลื่นมาก สามารถเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางได้ดีกว่าคลื่นสั้นที่มีความถี่ต่ำ”</p>	<p>1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน โดยใช้คำถาม “นักเรียนเห็นด้วยกับสิ่งที่เพื่อนนำเสนอหรือไม่ อย่างไร หากกลุ่มใดนำเสนอองค์ประกอบการโต้แย้งอย่างสมเหตุสมผลที่สอดคล้องกับหลักฐานที่ได้ให้คะแนนพิเศษกับกลุ่มนั้น</p> <p>2. หากให้นักเรียนวิเคราะห์หลักฐานไม่สอดคล้องกับการอภิปรายและข้อกล่าวอ้างให้นักเรียนในกลุ่มย่อยนั้นวิเคราะห์ปัญหา วิธีการตรวจสอบ และการให้เหตุผลมีความสมเหตุสมผลหรือไม่</p>

ขั้นการจัดการเรียนรู้	วิธีการจัดการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
1	1. นักเรียนและครูได้ร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับพฤติกรรมของสิ่งที่สอดคล้องกับการให้เหตุผลและเหตุผลและหลักฐานของแต่ละกลุ่ม ขั้นตอนการสืบเสาะในการหาความรู้และสร้างห้องดนตรีเก็บเสียง แต่มีข้อจำกัดด้านเวลาจึงทำให้ครูเน้นอภิปรายมโนทัศน์ของพฤติกรรมเสียงมากกว่าวิธีการตรวจสอบว่าวัสดุใดสามารถกักเก็บเสียงได้	2	3
ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล	1. นักเรียนและครูได้ร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับ ความเข้มเสียงที่สอดคล้องกับการให้เหตุผลและหลักฐานของแต่ละกลุ่ม ขั้นตอนการสืบเสาะในการหาความรู้และขั้นตอนการสืบเสาะในการหาความรู้และนำมาสู่การหาตำแหน่งที่ติดตั้งลำโพง	1. นักเรียนและครูได้ร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับ ระดับเสียงที่สอดคล้องกับการให้เหตุผลและหลักฐานของแต่ละกลุ่ม ขั้นตอนการสืบเสาะในการหาความรู้และนำมาสู่การหาตำแหน่งที่ติดตั้งลำโพง	1. ครูควรมีวิธีการตรวจสอบที่ได้จากการนักเรียนแต่ละกลุ่มมานำอภิปราย เพื่อให้นักเรียนพิจารณาดูว่าขั้นตอนของแต่ละกลุ่มมีความเป็นไปได้อย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ความรู้เรื่องเสียงมาอธิบาย

แนวทางการจัดการเรียนรู้		วงจรมปฏิบัติการที่	
เรียนรู้อ	1	2	3
ขั้นการจัดการ เรียนรู้อ	1 1.นักเรียนจะแสดงพฤติกรรม โดยเขียนคำตอบ เพื่อแสดง พฤติกรรมตามสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ที่ครูกำหนดไว้ใน แต่ละข้อ แต่นักเรียนบางคนไม่ เข้าใจคำถามในรายงานผล การตรวจสอบ จึงมีข้อคำถาม ถามครูว่า ปัญหาในข้อ 1.1 สามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ครู อธิบายรายละเอียดว่าข้อ คำถามต้องการให้นักเรียน ปัญหาที่เราเขียนในข้อ 1.1	2 1.นักเรียนบางคนเขียนรายงาน การตรวจสอบในส่วนของการใช้ ความรู้เรื่องความเข้มเสียงไม่ ครบถ้วน	3 1.นักเรียนเพียงบางคนเขียน รายงานผลการตรวจสอบได้ไม่ สมบูรณ์ โดยแสดงการให้ เหตุผลยังไม่ครบตามกำหนด หรือขาดแหล่งอ้างอิงของ หลักฐานที่มี
เขียนรายงาน ผลการ ตรวจสอบ	1.ครูชี้แจงการเขียนรายงาน ผลการ ตรวจสอบ ควร ยกตัวอย่างและฝึกให้นักเรียน เขียนรายงานแต่ละ องค์ประกอบจากสถานการณ์ ก่อนการเขียนรายงานจริง เพื่อให้การเขียนรายงาน ฉบับจริงมีความถูกต้อง		2.ครูควรสร้างข้อคำถามที่มีความชัดเจน เมื่ออ่านแล้วจะ ได้มีความเข้าใจและสามารถ ตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ตรงประเด็น

ขั้นการจัดการเรียนรู้	วัตถุประสงค์ที่	แนวทางการจัดการเรียนรู้
1	เราสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบได้ไหม ถ้าใช้ได้ เราจะมีวิธีการหรือไม่ อย่างไร (แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์) ต้องเขียนอย่างไร ตรวจสอบปัญหานั้นอย่างไร	3. ครูคอยย้ำเตือนเรื่องการเขียนอ้างอิง เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ
2		โต้แย้ง
3		

ขั้นการจัดการ		วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้
เรียนรู้	1	2	3	3	แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการ โต้แย้ง
ขั้นที่ 7 การ ตรวจสอบ รายงานโดย เพื่อน	1.นักเรียนได้ตรวจงานของ เพื่อนและได้ฝึกการอ่านข้อมูล เชิงวิทยาศาสตร์จากงานที่ เพื่อนเขียนตอบ เมื่ออ่านแล้ว นักเรียนบางคนไม่ตรวจให้ คะแนนรายงานของเพื่อน บาง คนตรวจให้คะแนนแก่งานของ เพื่อน แต่ไม่เขียนสะท้อนกลับ ให้เพื่อน	1.นักเรียนบางคนไม่ตรวจให้ คะแนนรายงานของเพื่อน และ ส่วนมากตรวจให้คะแนนแต่ไม่ เขียนสะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้ การประเมินรายงานยังไม่ สมบูรณ์	1.นักเรียนให้ความร่วมมือใน การตรวจให้คะแนนรายงาน ของเพื่อน และเขียนสะท้อน กลับไปให้เพื่อน	1.ครูผู้สอนควรอธิบายถึง การตรวจรายงานผลการ ตรวจสอบและเน้นย้ำการ เขียนสะท้อนกลับไปให้เพื่อน เพื่อให้รายงานผลการ ตรวจสอบมีความถูกต้อง มากขึ้น 2.ครูควรเพิ่มเวลาในการ ทำงานให้กับนักเรียน หรือ ให้นักเรียนตรวจจนออกเวลา	

ชั้นการ		แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ	
จัดการเรียนรู้		สืบเสาะด้วยวิธีการโต้แย้ง	
1	2	3	
<p>ชั้นที่ 8</p> <p>ปรับปรุงและ</p> <p>สร้างรายงาน</p> <p>1. นักเรียนได้นำงานที่เขียน กลับมาพิจารณาหลังจาก เพื่อนทำการเขียนสะท้อน ผลให้ ซึ่งเป็นแก้ไขรายงาน ครั้งสุดท้ายก่อนที่จะนำไป ส่งแต่นักเรียนบางคนไม่ แสดงการแก้ไขรายงาน อีก ทั้งยังส่งรายงานผลการ ตรวจสอบให้แก่ครูทันที</p>	<p>1. ครูชี้แจงเพื่อสร้าง ข้อตกลงร่วมกันในชั้น เรียนเพื่อให้นักเรียนเห็น ความสำคัญของการ ปรับปรุงรายงานของตนเองให้ มีความสมบูรณ์มากขึ้น</p> <p>2. นักเรียนบางคนไม่ มากขึ้น</p> <p>3. ครูตรวจประเมินรายงานอีก ครั้งทั้งยังส่งรายงานผล การตรวจสอบคืนให้แก่ ครู</p>	<p>1. ครูชี้แจงเพื่อสร้างข้อตกลง ร่วมกันให้นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนเห็นความสำคัญของการ ปรับปรุงรายงานของตนเองให้มี ความสมบูรณ์มากขึ้น</p> <p>2. ครูตรวจประเมินรายงาน อีกครั้งหลังจากที่นักเรียนได้ ปรับปรุงแก้ไขรายงานผลการ ตรวจสอบแล้ว และควรชี้แจง เพื่อสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้น เรียน</p>	<p>1. ครูสร้างข้อตกลงร่วมกันกับ นักเรียนในชั้นเรียนเพื่อให้เห็น ความสำคัญของการปรับปรุง รายงานของตนเองให้มีความ สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น</p> <p>2. ครูตรวจประเมินรายงาน อีกครั้งหลังจากที่นักเรียนได้ ปรับปรุงแก้ไขรายงานผลการ ตรวจสอบแล้ว และควรชี้แจง เพื่อสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้น เรียน</p>

ร่วมด้วยและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เสี่ยง

คำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

การศึกษาการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย ผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 และผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

จากการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะช่วงก่อน ระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แสดงได้ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงภาพรวมคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ช่วงก่อน ระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

สมรรถนะความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	คะแนนที่ได้ (คิดเป็นร้อยละ)			เฉลี่ยแต่ละสมรรถนะ
	ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน	
1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์				
	30.88	60.34	67.64	52.95
2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์				
	42.06	60.35	70.88	57.76
3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์				
	34.71	65.16	71.18	57.02

จากตาราง 12 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบคะแนนที่ได้ ซึ่งคิดเป็นร้อยลานั้น นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 57.76 รองลงมาได้แก่ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิง

วิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 57.02 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 52.95 ตามลำดับ

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อน-หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ทำ การทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 13 ข้อ แบ่งตามสมรรถนะของกรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2018 เป็นสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ โดยข้อสอบมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 1 ข้อ เลือกตอบเชิงซ้อน 2 ข้อ และเขียนตอบ 10 ข้อ ซึ่งจากการทดสอบพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนทำคะแนนได้คิดเป็นร้อยละ 35.88 ($\bar{X} = 10.76$) จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยสมรรถนะที่นักเรียนตอบถูกมากที่สุด คือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 42.06 สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 34.71 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 30.88 ตามลำดับ และหลังจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ซึ่งนักเรียนทำคะแนนได้คิดเป็นร้อยละ 70.69 ($\bar{X} = 21.21$) จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยสมรรถนะที่นักเรียนตอบถูกมากที่สุด คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 71.18 สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 70.88 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 67.64 ตามลำดับ ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

สมรรถนะความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	คะแนนที่ได้		เฉลี่ย
	(คิดเป็นร้อยละ)		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	30.88	67.64	49.26
2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	42.06	70.88	56.47
3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์ พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	34.71	71.18	52.95

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
ด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

การศึกษาผลการศึกษาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยทำการศึกษาจากรายงานผลการ
ตรวจสอบรายบุคคล โดยการตรวจรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้
พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง
วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 65.16 รองลงมาเป็นสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบ
เสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 60.35 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง
วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 60.34 ตามลำดับดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะต่างๆระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งจากรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล

สมรรถนะความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์	คะแนนที่ได้แต่ละวงจรปฏิบัติการ (คิดเป็นร้อยละ)			เฉลี่ย แต่ละ สมรรถนะ
	1	2	3	
1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์	47.94	70.59	62.50	60.34
2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	58.52	49.02	73.52	60.35
3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	53.82	66.67	75.00	65.16
เฉลี่ย(แต่ละวงจร)	54.43	62.09	70.34	

จากตาราง 14 แสดงผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะต่างๆระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งจากรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล จะเห็นว่าผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนไม่สามารถนำความรู้เรื่องระดับเสียงมาอธิบายศักยภาพสามารถนำไปใช้ในสังคมได้ สาเหตุเกิดจากครูใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนเกินไป

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้และไม่ออกแบบแนวทางในการหาตำแหน่งที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงได้ สาเหตุเกิดจากครูใช้คำถามกำกวม ไม่ชัดเจน และนักเรียนขาดทักษะการวางแผน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 คะแนนเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 เนื่องจากครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับก่อนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดผลการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์รายสมรรถนะในแต่ละวงจรกิจกรรม ดังนี้

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สำหรับการประเมินสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้ศึกษาการ แสดงพฤติกรรม 5 พฤติกรรมคือ 1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล 2) ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย 3) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการ อธิบาย 4) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล 5) อธิบาย ถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล สำหรับพฤติกรรมนี้นักเรียนจะต้องสามารถนำความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมเสียงมาใช้ในการสร้าง คำอธิบายเกี่ยวกับการเก็บเสียงของห้องซ้อมดนตรี จากสถานการณ์ “ห้องดนตรีเก็บเสียง” อย่าง สมเหตุสมผล เมื่อทำการวิเคราะห์รายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลที่นักเรียนเขียน พบว่า นักเรียน ร้อยละ 35.90 สามารถนำความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมเสียงมาใช้ในการสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับการเก็บ เสียงของห้องซ้อมดนตรี จากสถานการณ์ “ห้องดนตรีเก็บเสียง” อย่างสมเหตุสมผล ตัวอย่างคำตอบ ในภาพ 10 และภาพ 11

2.5 อภิปรายผลการตรวจสอบ (นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล)
ใช้หลักการสะท้อนของเสียงในการอธิบายเมื่อเราทำการทดลองสร้างห้องเก็บเสียง เมื่อเพิ่มจำนวนแผ่น กระดาษที่ผนังห้องเก็บเสียงทำให้เสียงเล็ดลอดผ่านออกไปมีระดับเสียงที่เบาลงจากการสะท้อนกลับของเสียง ภายในห้องเก็บเสียง.....

ภาพ 10 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผลจากรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลของนักเรียนเลขที่ 21

2.5 อภิปรายผลการตรวจสอบ (นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล)
..... จากการทำทดลอง ทำให้เราได้ยินเสียงเบาลง และ ได้ยินเสียงหนวกๆ.....
เนื่องจากมี หลักการสะท้อนของเสียง เข้ามาเกี่ยวข้อง โดยปกติ เมื่อเสียงเดินทางไปที่กระทบ ค้างคิงขงจะเสียงสะท้อนกลับ การสะท้อนของเสียงขึ้นอยู่กับลักษณะผิว ที่สะท้อน โดยพื้นผิวแข็งจะสะท้อนเสียงได้ดี
..... ในการทดลองใช้กระดาษเป็นวัสดุติดผนังด้านในกล่องดัง ซึ่งกระดาษมีลักษณะเป็นรูพรุน และพื้นผิวไม่แข็งหรืออ่อนนุ่มเกินไป ทำให้ลดเสียง สะท้อนกลับได้ บางส่วน.....

ภาพ 11 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพฤติกรรมการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผลจากรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลของนักเรียนเลขที่ 28

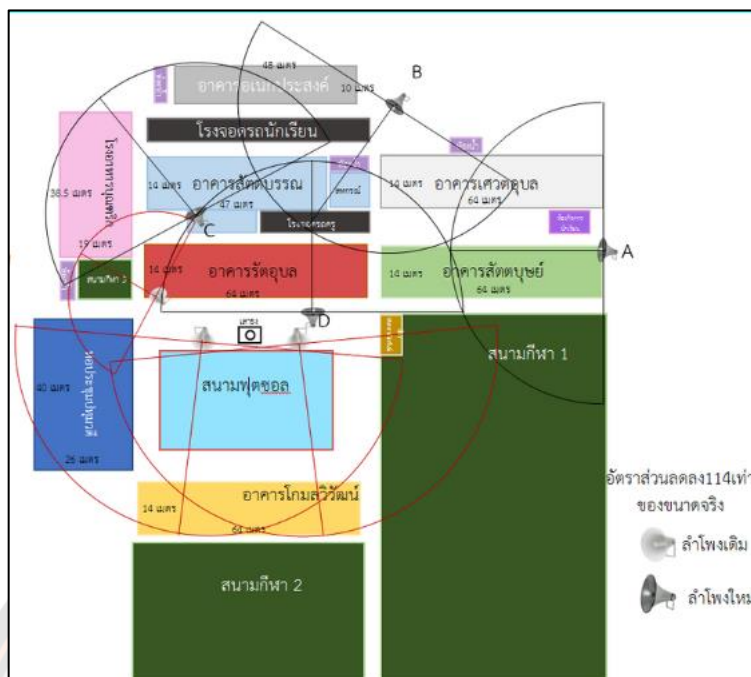
2. วงจรปฏิบัติการที่ 2 พฤติกรรมการระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูล เพื่อใช้ในการอธิบายสำหรับพฤติกรรมนี้นักเรียนจะต้องสามารถระบุถึงรูปแบบของแบบจำลอง มีการสร้างและนำแบบจำลองไปใช้ในการอธิบายว่าวัสดุที่นำมาใช้ในการติดตั้งห้องสามารถเก็บเสียง ในทางปฏิบัติพบว่า นักเรียนทุกกลุ่มมีการออกแบบและสร้างแบบจำลองขึ้น โดยใช้กล่องกระดาษที่มีขนาดเท่ากันเพื่อจำลองเป็นห้อง และใช้วัสดุที่กลุ่มตนเองเลือกในการนำมาติดทับกับผนังของกล่องกระดาษ คิดเป็นร้อยละ 95.00 วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนภาพที่ระบุตำแหน่งของเสียงปั้ง นักเรียนได้วาด แผนภาพแสดงตำแหน่งการเกิดเสียงปั้งได้อย่างถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 83.33 และ วงจรปฏิบัติการที่ 3 วาดแผนภาพแสดงลำโพงที่ติดตั้งได้อย่างถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ ตัวอย่างดังภาพ 12 ภาพ 13 และ ภาพ 14 ตามลำดับ



ภาพ 12 แสดงแบบจำลองห้องดนตรีโดยใช้กระสอบเป็นวัสดุดูดซับเสียง



ภาพ 13 แสดงแบบจำลองตำแหน่งที่เกิดเสียงปั้ง



ภาพ 14 แสดงแบบจำลองในการติดตั้งลำโพงขยายเสียง

3. วงจรปฏิบัติการที่ 1 พฤติกรรมในการเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย สำหรับ พฤติกรรมนี้นักเรียนจะต้องสามารถเสนอสมมติฐานเกี่ยวกับวัสดุที่เลือกใช้ในการสร้างห้องดนตรีเก็บเสียง เมื่อทำการวิเคราะห์รายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลที่นักเรียนเขียน พบว่า นักเรียนร้อยละ 66.67 สามารถเสนอสมมติฐานเกี่ยวกับวัสดุที่เลือกใช้ในการสร้างห้องดนตรีเก็บเสียงครบถ้วน เข้าใจง่าย วงจรปฏิบัติการที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 68.18 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 59.67 ตัวอย่างคำตอบในภาพ 15 ภาพ 16 และ 17

1.4 สมมติฐาน (เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย)

...ถ้าใช้หลอดบุผนังแล้วเสียงจะไม่สามารถทะลุผ่านแบบจำลองห้องเก็บเสียงได้.....

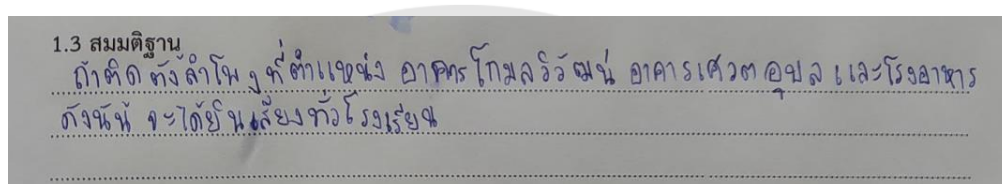
.....

ภาพ 15 แสดงตัวอย่างการแสดงพฤติกรรมการเสนอสมมติฐานห้องดนตรีเก็บเสียง

ของนักเรียนเลขที่ 7



ภาพ 16 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการเสนอสมมติฐานของตำแหน่งเสียงปึงของนักเรียน
เลขที่ 28



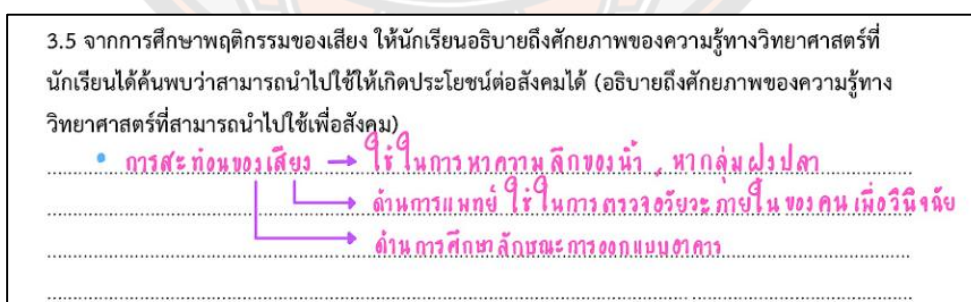
ภาพ 17 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการเสนอสมมติฐานของตำแหน่งลำโพงขยายเสียง
ของนักเรียนเลขที่ 29

4. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล สำหรับ
พฤติกรรมนี้นักเรียนจะต้องพยากรณ์สิ่งที่เห็นในภาพของห้องซ้อมดนตรีสามารถดูดซับเสียงได้
หรือไม่ โดยอธิบายพร้อมให้เหตุผล เมื่อทำการวิเคราะห์รายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลที่นักเรียน
เขียน พบว่า นักเรียนร้อยละ 83.33 สามารถพยากรณ์ได้ว่าผนังในภาพดังกล่าวสามารถดูดซับเสียงได้
โดยอาศัยหลักการสะท้อนของเสียง ตัวอย่างคำตอบในภาพ 18



ภาพ 18 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้
เหตุผลที่สมเหตุสมผล ของนักเรียนเลขที่ 8

5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม สำหรับ
พฤติกรรมนี้นักเรียนจะต้องอธิบายได้ว่าจะนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เพื่อสังคมอย่างไร
เมื่อทำการวิเคราะห์รายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลที่นักเรียนเขียน พบว่า นักเรียนร้อยละ 33.33
เขียนอธิบายถึงการนำหลักการสะท้อนของเสียงเพียงหลักการเดียวในการที่นำเรื่องพฤติกรรมเสียงมา
อธิบายประโยชน์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม ตัวอย่างคำตอบในภาพ 19



ภาพ 19 แสดงตัวอย่างการแสดงผลพยากรณ์อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่
สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม ของนักเรียนเลขที่ 28

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วงปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนสามารถถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ สามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้คิดเป็นร้อยละ 65.83 วงจรปฏิบัติที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 63.33 และวงปฏิบัติการที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 70.03 ดังภาพ 20

1.1 คำถาม/ปัญหาของการตรวจสอบ

(ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้)

...หากซ่อมในห้องดนตรีเก็บเสียงที่บุผนังด้วยหลอดจะสามารถเก็บเสียงได้หรือไม่.....

ภาพ 19 แสดงการระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเลขที่ 7

แต่จากการวิเคราะห์นักเรียนมีคะแนนลดลงในวงจรปฏิบัติ 2 ซึ่งเป็นในส่วนของ การเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนด นักเรียนส่วนใหญ่สามารถออกแบบขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอน แต่บางกลุ่มยังวางแผนและเขียนนำเสนอขั้นตอนที่ยังไม่ชัดเจน ดังตัวอย่างภาพที่ 21

2.1 ให้นักเรียนเขียนวิธีการตรวจสอบ/ขั้นตอนการทดลอง ว่ามีขั้นตอนอย่างไร

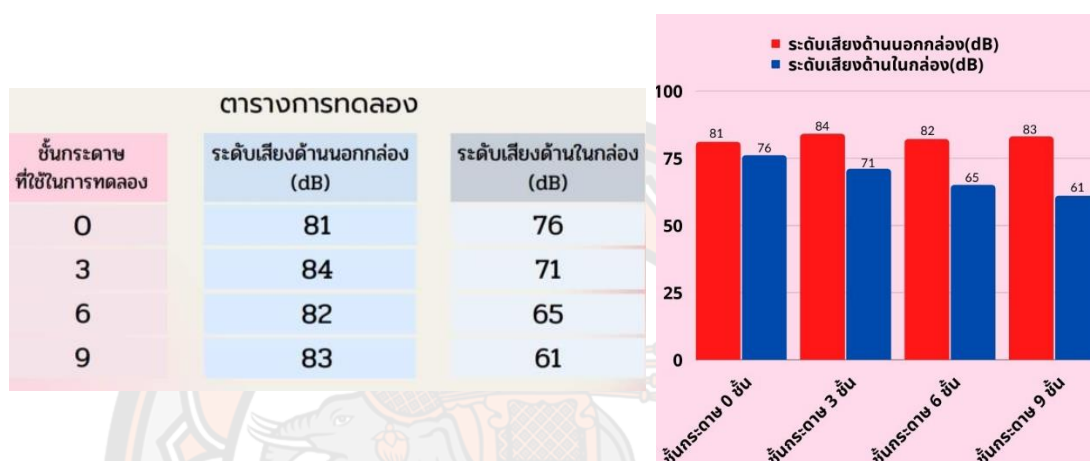
(เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้)

- ...1)จัดเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์..มีดังนี้..-หลอดพลาสติก..-ปืนกาว..-นึ่งกาว..-เทปกาวสองหน้า.....
 ..-กล่องลิ้นขนาด 23*30*27cm..-กรรไกร.....
 ...2)ประดิษฐ์แบบจำลองห้องเก็บเสียง..โดยนำหลอดมาเรียงต่อกันบนเทปกาวสองหน้าและติดลงบนผนังกล่องทั้ง4ด้าน..จากนั้นนำปืนกาวยิงเสริมเพื่อความแน่นหนา.....
 ...3)เริ่มทำการทดลอง..โดยนำโทรศัพท์เครื่องที่1เป็นแหล่งกำเนิดเสียงโดยการเปิดเพลงระดับความดังสูงสุดใส่ไว้ในแบบจำลอง..นำโทรศัพท์เครื่องที่2ควานโหดแอฟลิเคชั่นเครื่องวัดเสียง..มาวัดความดังเสียงในแบบจำลองและนอกแบบจำลอง..ทำการทดสอบ3ครั้งสังเกตความดังเสียงและบันทึกผลการทดลอง.....
 ...4)วิเคราะห์ผลการทดลอง..ถ้าหากด้านนอกแบบจำลองไม่ได้ยินเสียงเลยเป็นเพราะเหตุใด.....
 และถ้าหากด้านนอกแบบจำลองได้ยินเสียงเป็นเพราะเหตุใด.....

ภาพ 20 แสดงการนำเสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเลขที่ 7

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

วงจรถอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนสามารถดึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ได้แก่ นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น คิดเป็นร้อยละ 53.82 วงจรถอบปฏิบัติการที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 66.67 และวงจรถอบปฏิบัติการที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 75.00 ดังภาพ 22



ภาพ 21 แสดงการแปลงข้อมูลที่ได้นำเสนอในรูปแบบหนึ่ง (ตารางบันทึกผลการทดลอง) ไปสู่รูปแบบอื่น(แผนภูมิแท่ง) ของนักเรียนเลขที่ 21

จากภาพ 22 แสดงการแปลงข้อมูลที่ได้นำเสนอในรูปแบบหนึ่ง (ตารางบันทึกผลการทดลอง) ไปสู่รูปแบบอื่น(แผนภูมิแท่ง) นักเรียนได้นำผลการทดลองที่ได้มานำเสนอในรูปแบบแผนภูมิแท่งได้อย่างชัดเจน และเข้าใจง่าย นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลจากตารางและกราฟมาเขียนอธิบาย ดังภาพ 23

3.1.2 ข้อมูลและหลักฐาน

• วัดเสียงจากห้องล้งปล้ำ วัดก่อนใส่ล้ง ๑1 dB / ทั้งในห้องล้ง 76 dB

• วัดเสียงจากห้องล้งที่ตั้งติดกระดาน ๖ ชั้น ก่อนใส่ล้ง ๑4 dB / ทั้งในห้องล้ง 71 dB

• วัดเสียงจากห้องล้งที่ตั้งติดกระดาน ๖ ชั้น ก่อนใส่ล้ง ๑2 dB / ทั้งในห้องล้ง 65 dB

• วัดเสียงจากห้องล้งที่ตั้งติดกระดาน 9 ชั้น ก่อนใส่ล้ง ๑๖ dB / ทั้งในห้องล้ง 61 dB

3.1.3 ข้อสรุปและการให้เหตุผล

ระดับเสียงลดลงเมื่อความหนาของกระดานเพิ่มขึ้น ใช้หลักการหักเห และการสะท้อนในกรณีพิเศษ

1.) กรณีหักเห เมื่อเอียงกระดานความหนาและทิศทางหักเหเสียงจึงเสียงพลังงานมากขึ้น ทำให้เมื่อเดินทางมายังอาคารภายนอก
จึงมีเสียงเบาลงกว่าเดิมเฉพาะ มีพลังงานน้อยลง

2.) การสะท้อน กระดานที่มีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ ทำให้เกิดการสะท้อนจึงทำให้เสียงข้างนอกลดลงมาลง
เพราะเสียงบางส่วนถูกสะท้อนกลับ

ภาพ 22 แสดงการวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป ของนักเรียนเลขที่ 21

การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้าน
วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่าก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีการพัฒนาความฉลาดรู้
ด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยผลจากที่ได้ทำการทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยแบบ
ประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนนักเรียนทำคะแนนได้
คิดเป็นร้อยละ 35.88 ($\bar{X} = 10.76$) จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยสมรรถนะที่นักเรียนตอบถูกมาก
ที่สุด คือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็น
ร้อยละ 42.06 สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็น
ร้อยละ 34.71 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 30.88
ตามลำดับ และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความฉลาดรู้ด้าน
วิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ ซึ่งนักเรียนทำคะแนนได้คิดเป็นร้อยละ 70.69 ($\bar{X} = 21.21$) จาก
คะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยสมรรถนะที่นักเรียนตอบถูกมากที่สุด คือ สมรรถนะการแปลความหมาย
ข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 71.18 สมรรถนะการประเมินและ
ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 70.88 และสมรรถนะการ
อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 67.64กเพ ตามลำดับ และจากการตรวจ
รายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดใน
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 65.16

รองลงมาเป็นสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์คิด
เป็นร้อยละ 60.35 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 60.34



บทที่ 5

สรุปผล

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง เสียง มีจุดมุ่งหมายของการศึกษา 2 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง เสียง เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 2) เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บทสรุปดังนี้

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลได้ดังนี้

1. การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะด้วยกลวิธีโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน จากโรงเรียนประจำอำเภอแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งจำนวน 3 แผนและแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ผลการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ควรประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุเป้าหมายและคำถามนำ โดยครูใช้วิดีโอเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนจากนั้นใช้คำถามนำที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ พฤติกรรมของเสียง ความเข้มเสียง และระดับเสียงระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน หรือสถานการณ์ที่ยังไม่ทราบคำตอบที่ชัดเจนเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมการโต้แย้ง

2) การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มโดยร่วมกันสืบค้นข้อมูลวางแผนและออกแบบการตรวจสอบหรือการทดลองเกี่ยวกับเรื่องเสียง 3) วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการตรวจสอบหรือการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ แล้วนำข้อมูลมาสร้างแผนผังการโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วยคำถาม ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลจากหลักฐาน 4) กิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับเรื่องเสียงของกลุ่มตนเองผ่านแผนผัง

การโต้แย้ง จากนั้นให้นักเรียนกลุ่มอื่นถามคำถาม แสดงความคิดเห็นแก่กลุ่มที่นำเสนอ 5) การอภิปรายผล ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือการสืบค้น 6) การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ นักเรียนเขียนรายงานผลที่ได้เป็นรายบุคคลลงในแบบรายงานผลการตรวจสอบ 7) การตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบและประเมินรายงานผลของเพื่อน โดยที่ไม่ใช่ของเพื่อนในกลุ่มตนเอง และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 8) ปรับปรุงและส่งรายงาน ครูแจกจ่ายงานผลกลับคืนให้กับเจ้าของงาน ครูให้นักเรียนได้แก้ไข ปรับปรุงรายงานผลตามคำแนะนำของเพื่อน

2. การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยรายงานผลการตรวจสอบ และแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง จำนวน 15 ข้อ

ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยมีการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด และมีการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์รองลงมาตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ Sampson et al., (2009) ได้เริ่มจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะด้วยกลวิธีโต้แย้งโดยมี 8 ขั้นตอน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้ในกาวิจัยแต่มีความแตกต่างกันที่รูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ของ Sampson et al., (2009) ได้นำขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้มาให้ให้นักเรียนปฏิบัติก่อนขั้นการอภิปรายและสะท้อนกลับ ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าไม่สอดคล้องกับสภาพบริบทของการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งควรนำขั้นการอภิปรายและสะท้อนกลับขึ้นมาให้นักเรียนได้ปฏิบัติก่อนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้เพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนั้นเมื่อพิจารณากระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งของ Sampson et al., (2011) พบว่า ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดคล้ายกันแต่ไม่มีขั้นการอภิปรายและสะท้อนกลับซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้งานจริงเนื่องจากจะทำให้นักเรียนไม่ได้รับการสะท้อนผลการสืบเสาะหาความรู้และไม่ทราบ

เนื้อหาทางวิชาการที่ซับซ้อนอย่างถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งของ Sampson, et al. (2014) ซึ่งพิจารณาแล้ว พบว่ามีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในบริบทสถานศึกษาที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษามากที่สุดแต่อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุดและเหมาะสมกับบริบทการสอนเรื่อง เสียง จึงต้องมีการปรับปรุงรายละเอียดในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยการปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ขั้นการระบุเป้าหมายและคำถามนำ ครูควรนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการนำเสนอสื่อวีดิทัศน์ที่มีความน่าสนใจโดยมีความสอดคล้องเกี่ยวกับเรื่องเสียง โดยวีดิทัศน์เป็นข่าวที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน พบได้ในชีวิตจริง เป็นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ จากนั้นจึงระบุภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติอย่างชัดเจนและใช้คำถามนำที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่มีความใกล้ตัวนักเรียน พบเห็นในชีวิตประจำวัน และยังไม่ทราบคำตอบที่ชัดเจนเพราะสามารถช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและเพิ่มความสนใจในการเรียนซึ่งพบว่ามีมีความสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนขั้นระบุภาระงานและใช้คำถามนำของ Walker et al., (2012) ซึ่งครูจะต้องนำเสนอประเด็นที่ต้องการศึกษาและทำปฏิบัติการโดยเน้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในประเด็นดังกล่าวและเกิดการกำหนดคำถามหรือประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การหาคำตอบ

1.2 ขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง บางครั้งครูให้ข้อเสนอแนะในวิธีการออกแบบของแต่ละกลุ่ม โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ สามารถช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ นอกจากนี้ ยังเป็นการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียนซึ่งมีความสอดคล้องกับขั้นตอนการสร้างข้อมูลของ Sampson et al., (2011) ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องพัฒนาวิธีการหาคำตอบที่สงสัยซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการสืบเสาะหาความรู้เลือกใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งในส่วนนี้กระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมต่างๆ ที่แสดงถึงการเป็นบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เนื่องจากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก สอดคล้องกับสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

1.3 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วหาความสัมพันธ์ของข้อมูล จากนั้นนำข้อโต้แย้งค้นพบเขียนลงบนแผนผังการโต้แย้งซึ่งสามารถปรับปรุงรูปแบบให้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ครูต้องการให้นักเรียนแสดงมีความสอดคล้องกับขั้นการสร้างข้อโต้แย้งของ Sampson and Gleim (2009) นอกจากนี้ ผู้วิจัยพบว่า ในขั้นตอนดังกล่าวนี้สามารถส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักฐานที่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายมโนทัศน์ได้ถูกต้อง ตามที่แต่ละกลุ่มได้ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบและทำการเก็บรวบรวมข้อมูลมา ซึ่งในส่วนนี้กระตุ้นให้นักเรียน

แสดงพฤติกรรมต่างๆ ที่แสดงถึงการเป็นบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เนื่องจากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก สอดคล้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

1.4 ชั้นกิจกรรมโต้แย้ง ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนโต้แย้งในชั้นเรียนโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น ครูใช้คำถาม ถามว่า “นักเรียนเห็นด้วยกับสิ่งที่เพื่อนนำเสนอหรือไม่ อย่างไร” รวมถึงการให้คะแนนพิเศษกับกลุ่มที่มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นได้ดี เป็นต้น เนื่องจากการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลมีส่วนในการกระตุ้นให้นักเรียน แสดงพฤติกรรมต่างๆ ที่แสดงถึงการเป็นบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ออกมาโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือพฤติกรรมที่ สอดคล้องกับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จึงพบว่า สมรรถนะดังกล่าวเป็นสมรรถนะที่ได้รับการพัฒนามากที่สุด

1.5 ชั้นอภิปรายผล ครูควรนำวิธีการสำรวจตรวจสอบที่นักเรียนใช้ มาอภิปรายร่วมกับเนื้อหาเรื่องเสี่ยง เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจด้านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ด้านเนื้อหาและความคิดรวบยอดได้ดีขึ้น นอกจากนี้ในชั้นตอนนี้ยังมีส่วนช่วยในการส่งเสริม การเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่ง สอดคล้องกับผลการวิจัยของวรรณพงษ์ สุทธิเวสสุวรรณกุล (2559) ซึ่งพบว่า การเรียนรู้จากการโต้แย้งช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาด้านความรู้ซึ่งนำมาสู่ผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น

1.6 ชั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ครูควรออกแบบข้อคำถามของรายงาน ให้ สอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่ครูต้องการฝึกฝนให้นักเรียน เนื่องจากในรายงานมีการตั้งคำถามที่ไม่ตายตัวทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนได้ฝึกฝน ซึ่งข้อคำถามในรายงานมีความสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องเสี่ยง โดยข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2018 ดังนั้น จึงถือว่าในชั้นนี้เป็นการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

1.7 ชั้นตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน ครูควรกำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรมนอกเวลา เพื่อให้ นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมอย่างเพียงพอเนื่องจากในชั้นตอนนี้มีส่วนในการส่งเสริม ให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์จากการตรวจสอบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน

1.8 ชั้นปรับปรุง และส่งรายงาน ครูควรสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อให้ นักเรียนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานผลการตรวจสอบของตนเอง หลังจากที่เพื่อได้ทำการตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะ และเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถซักถามครูได้เนื่องจากนักเรียนอาจมีความคิดเห็นที่ขัดแย้งกับคำแนะนำของเพื่อน

สำหรับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งควรให้ความสำคัญกับชั้นกิจกรรมการโต้แย้งเป็นพิเศษโดยครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งทางความคิดโดยอาศัย

ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเสริมแรงทางบวกโดยการให้คะแนนพิเศษ นอกจากนี้หลังจากที่ครูจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อเสร็จแล้วให้บอกประเด็นโต้แย้งในหัวข้อต่อไปให้นักเรียนทราบเพื่อให้นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลล่วงหน้า จากนั้นก่อนถึงชั่วโมงเรียนควรมีการสอนเพื่อปูพื้นฐานที่จะเรียนในคาบต่อไปให้นักเรียนนอกเวลาเรียน และสำหรับการดำเนินการจัดการเรียนในชั้นที่ 6-8 ควรกำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรมนอกเวลาเพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการดำเนินการเกี่ยวกับรายงานผลการตรวจสอบอย่างเพียงพอ

2. จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่ทำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยนักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 57.76 รองลงมาได้แก่ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 57.02 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 53.74 ตามลำดับ เพราะกระบวนการจัดการเรียนรู้มีส่วนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนต้องแสดงสมรรถนะต่างๆ ที่สอดคล้องกับการเป็นวิทยาศาสตร์ออกมาเพื่อใช้ในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นการออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล กิจกรรมการโต้แย้งและขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ช่วยในการกระตุ้นและฝึกฝนพฤติกรรมต่างๆ ที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการมีวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น นักเรียนจะต้องระบุปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องประเมินข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่อนซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะการแปลความหมายและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ และนักเรียนต้องใช้ความรู้ในการสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ทั้งนี้พบว่า สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์การพัฒนาสูงที่สุดเนื่องจากในขั้นวิเคราะห์และสร้างข้อโต้แย้ง และกิจกรรมการโต้แย้งซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ นักเรียนจะต้องทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง แล้วนำหลักฐานนั้นมาประกอบการให้เหตุผลในกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนซึ่งจะต้องอาศัยการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ตามประเด็นที่ครูกำหนดให้ซึ่งมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการมีสมรรถนะดังกล่าว ดังนั้นนักเรียนจึงได้รับการฝึกฝนพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการมีสมรรถนะดังกล่าวอย่างเข้มข้นและต่อเนื่องส่งผลให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด สำหรับสมรรถนะอื่นๆเกิดการพัฒนาในระดับที่ใกล้เคียงกันแต่มีการพัฒนาน้อยกว่าเล็กน้อยเนื่องจากการฝึกฝนพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงการมีสมรรถนะถูกฝึกฝนในขั้นตอนอื่นๆ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังพบว่า ผลการวิจัยในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่าน นั่นคือ Grooms (2016) ซึ่งได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการ

สืบเสาะแบบโต้แย้งไว้ว่าเป็นกิจกรรมที่สามารถพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ ยังพบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภคพร อิศระ (2558) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือสามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของสันติชัย อนุวรชัย (2553) ซึ่งพบว่า การสอนชีววิทยาด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้แก่กันได้ซึ่งมีความสอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของวรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วรกุล (2559) ที่ได้พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการสืบเสาะแบบโต้แย้ง เรื่อง กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ ซึ่งพบว่า สามารถพัฒนาความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ได้ดีที่สุดและสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยซึ่งพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด และมีการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ รองลงมาตามลำดับทั้งนี้เหตุผลที่สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาสูงที่สุดเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 4-5 คนเป็นกลุ่มขนาดเล็ก และแบ่งหน้าที่ในการทำงานซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sampson et al. (2011) ที่ได้กล่าวในส่วนหนึ่งของผลการวิจัยว่าถ้าหากนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีขนาดเล็กจะทำให้มีประสิทธิภาพมากกว่าการอยู่ในกลุ่มขนาดใหญ่ ทั้งนี้สำหรับเหตุผลที่นักเรียนเกิดการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในภาพรวมนั้นมีลักษณะเด่นดังที่ Walker, et al. (2010) ได้กล่าวว่า เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรึกษาหารือกันและเกิดการวิจารณ์เกี่ยวกับกระบวนการ บริบทหรือผลที่เกิดจากการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งลักษณะในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้งนี้ผู้วิจัยพบว่ามีความสัมพันธ์กับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เนื่องจากการฝึกฝนให้นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมของผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้และมีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงคุณค่าในการเรียนและได้รับการฝึกฝนพฤติกรรมต่างๆ สอดคล้องกับการเป็นผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังพบว่าความสอดคล้องกับเทคนิคการดึงความสนใจของนักเรียนด้วยข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ซึ่ง เอกรัตน์ จันทระจันทร์ (2556) ได้กล่าวไว้ว่าสามารถช่วยในการฝึกฝนนักเรียนให้เกิดการคิดวิเคราะห์อย่างลึกซึ้งได้โดยการคิดวิเคราะห์จากข้อโต้แย้ง อีกทั้งในขั้นการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล และขั้นการเขียนรายงานการสืบเสาะหาความรู้ครูยังสามารถออกแบบภาระงานให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการฝึกฝนนักเรียนได้

โดยง่าย และในขั้นกิจกรรมการโต้แย้งจะเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ฝึกฝนการรู้วิทยาศาสตร์โดยภาพรวมเนื่องจากนักเรียนจะต้องนำสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวการประเมิน PISA 2018 มาใช้ในการอธิบายและโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งในหัวข้ออื่นๆ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนเกิดการโต้แย้งในขั้นกิจกรรมการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสังคมเพื่อให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนพฤติกรรมของการเป็นผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ในช่วงแรกครูควรชี้แนะแนวทางในการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลแบบนักวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนโดยการแนะนำให้นักเรียนโต้แย้งบนพื้นฐานของเหตุผลและประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์รวมถึงควรแสดงการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลแบบนักวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นตัวอย่างแก่นักเรียนในการที่ให้นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมมารการโต้แย้งได้อย่างมีเหตุผลสอดคล้องกับการเป็นผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ดังนั้นควรนำการจัดการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะด้านความร่วมมือและการทำงานเป็นทีม เป็นต้น

2.2 ในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปในขั้นออกแบบการทดลองและเก็บข้อมูล ควรออกแบบกิจกรรมที่มีการใช้เทคโนโลยีหรือแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- กุลวรรธน อินทะอุต. (2561). รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แสงและทัศนูปกรณ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ทศพล สุวรรณพุดิ. (2562). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 11(2), 395-409.
- ทศนา แคมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2539). *ระเบียบวิธีวิจัย*. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ธัญมล ศักดิ์สูง. (2562). *การส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- ปาริฉัตร ปานกลิน. (2564). *การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่องพอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (การค้นคว้าอิสระ ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พรรณทิวา อินทญาติ. (2564). ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง. *วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษาและสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 11(1), 47-58.
- พลอยนัลดดา ผาบไชย สุรีย์พร สว่างเมฆ และอนุสรณ์ วรสิงห์. (2563). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22(3), 164-176.

- พิมพ์ลอย ตามตระกูล. (2564). *การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (การค้นคว้าอิสระ ปริญญาโทบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ภคพร อิศระและอลิศรา ชูชาติ. (2558). ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 10(2), 249-260.
- วรรณพงษ์ สุทธิเวสน์วารกุล. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะแบบโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วรรณิสา ร้อยกรองและธิดิยา บงกชเพชร. (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 14(3), 135-148.
- วรัญญา จีระวิพุลวรรณ. (2563). การโต้แย้งและวิทยาศาสตร์ศึกษา. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 8(1), 1-25.
- ศุภกร สุขยิ่ง. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อเรื่อง สภาพสมดุล เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์*, 18(2), 31-44.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015*. กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ซัคเซสพับลิเคชัน.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *เอกสารประกอบการอบรมการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์. โครงการเพิ่มศักยภาพครูให้มีสมรรถนะของครูยุคใหม่สำหรับการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21*, (น. 10-21). กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

- สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบ
สอบร่วมกับกลวิธีโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และ
ความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*
กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. สืบค้น 20
กรกฎาคม 2564, จาก <http://www.lampang.go.th/public60/EducationPlan2.pdf>
- สุมินตรา จินเมือง. (2562). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิง
วิศวกรรม เรื่อง เสียง เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา*, 31(1). 59-74.
- สุริยวดี นีกรักษ์ อัญชลี สิริกุลขจร และ สิริินภา กิจเกื้อกุล. (2559). การพัฒนาการรู้เรื่อง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน.
วารสารวิชาการและวิจัยสาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 9(2), 1322-1333.
- ไสว ฟ้าขาว. (2561). *การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- เอกภูมิ จันทรขันธ์. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียน
วิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 11(1) 217-232.
- Abrams, E., Southerland, S.A., & Evans, C. (2008). *Inquiry in the classroom: Realities
and opportunities*. In E. Abrams, S.A. Southerland, & P. Silva (Eds.), *An
introduction to inquiry* (pp. 1-13). Greenwich, CT: Information Age.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). *Simplifying inquiry instruction*. *The Science
Teacher*, 72, 30-33.
- Berland, L.K. and Reiser, B.J. (2011). Classroom communities' adaptation of the
practice of scientific argumentation. *Science Education*. 95(2), 191-216.
- Cetin, P.S., & Eymur, G. (2017). Developing students' scientific writing and presentation
skills through argument driven inquiry: An exploratory study. *Journal of
Chemical Education*, 94(7), 837-843.
- Committee on Science Learning. (2007). *Taking science to school*. Washington, DC:
National Academies Press.

- Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. *Research in Science Education* 40, 133-148.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Fakhriyah, F., Rusilowati, A., Wiyanto, W., & Susilaningih, E. (2021). Argument-Driven Inquiry Learning Model: A systematic review. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 7(3), 767-784.
<https://doi.org/10.46328/ijres.2001>
- Grooms, J., Enderle, P., Hutner, T., Murphy, A., & Sampson, V. (2016). *Argument-Driven Inquiry in Physical Science: Lab Investigations for Grades 6–8*. VA: NSTA Press.
- Hodson, D. (2008). *In toward scientific literacy: A teachers' guide to history, philosophy and sociology of science* Rotterdam. The Netherland: Sense.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Equity-Centered Science Education*, 77(3), 319-337.
- Lin, S. & Mintzes, J. J. (2010). Learning argumentation skills through instruction socioscientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, D.C., National Academy.
- OECD (2019), *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.
- Okada, A. and Shum, S.B. (2008). Evidence-based dialogue maps as a research tool to investigate the quality of school pupils' scientific argumentation. *International Journal of Research and Method in Education*. 31(3), 291-315.

- 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., & Schleigh, S. (2013). *Scientific argumentation in biology: 30 classrooms activities*. USA: National Science Teacher Association.
- Sampson, V., Enderle, P., Gleim, L., Grooms, J., Hester, M., Southerland, S. (2014). *Argument-driven inquiry in biology: Lab investigations for grades 9-12*. United States of America: National Science Teachers Association.
- 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. *Equity-Centered Science Education*, 95(2), 217-257.
- Stark, R., T. and Krause, U. (2009). Improving scientific argumentation skills by a problem-based learning environment: Effects of an elaboration tool and relevance of student characteristics. *Evaluation and Research in Education*. 22(1), 51-68.
- Tsai, C.Y. (2015). Improving students' PISA scientific competencies through online argumentation. *International Journal of Science Education*, 37(2), 321-339.
- Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education* 40, 133-148.
- Vitri Anugrah Nainggolan, Risyah Pramana Situmorang and Susanti Pudji Hastuti. (2021). Learning Bryophyta: Improving students' scientific literacy through problem-based learning. *Journal Pendidikan Biologi Indonesia (JPBI)*, 7(1), 71-82. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v7i1.15220>
- Walker, J. (2011). *General Chemistry 2 Lab using Argument-Driven Inquiry*. North Carolina: North Carolina State University.
- Walker, J., & Sampson, V. (2013). Learning to Argue and Arguing to Learn: Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Chemistry Students Learn How to Construct Arguments and Engage in Argumentation During a laboratory Course. *Journal Of Research in Science Teaching*, 50(5), 561-596.

Widayoko, A., Femilia, P. S., Lesmono, A. D., Sudjatmi, H., Prastiwi, V. D., & Munfarikha, N. (2019). Description of Students' Scientific Literacy Competencies on the Scientific Issue of Flat Earth Theory. *Anatolian Journal of Education*, 4(2), 31-38.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
ด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. รองศาสตราจารย์ สมชาย กฤตพลวิวัฒน์

อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท

อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. นางสาวธนาวดี อินทะนอย

ครูชำนาญการพิเศษสาขาฟิสิกส์ โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์



ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพฤติกรรมเสี่ยง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

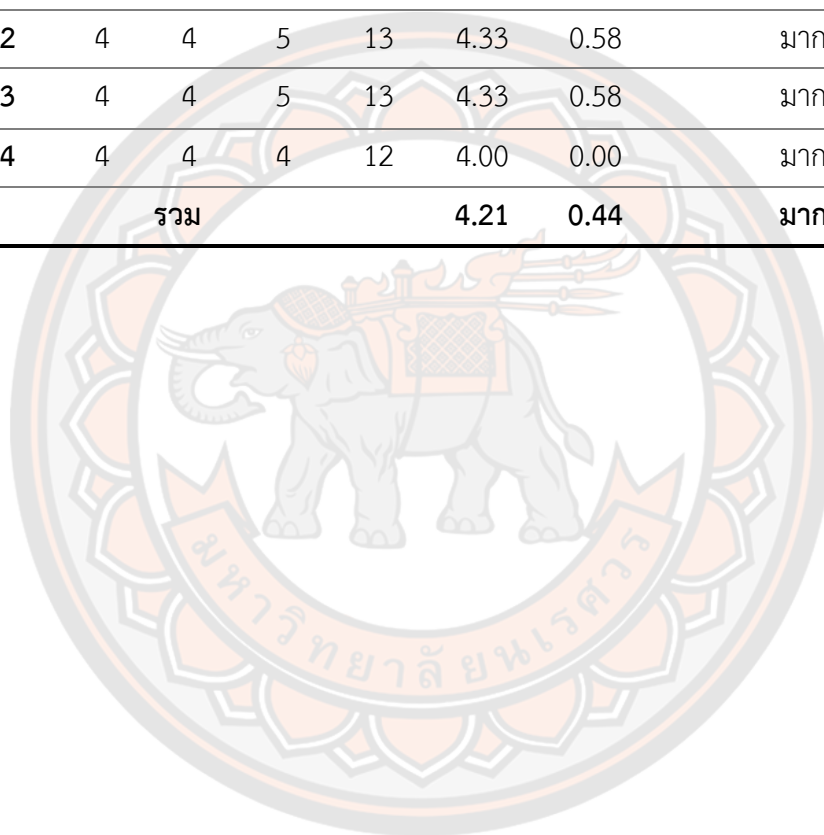
รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ				เฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	รวม			
1.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.3	4	3	5	12	4.00	1.00	มาก
2.4	3	3	5	11	3.67	1.15	มาก
2.5	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.6	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
3.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
3.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.1	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
4.2.2	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
4.2.3	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.4	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.5	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.6	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.7	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.8	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.3	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.4	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
4.5	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.6	3	3	4	10	3.33	0.58	ปานกลาง

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ				เฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	รวม			
4.7	4	3	4	11	3.67	0.58	มาก
5.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
5.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
5.3	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
6.1	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
6.2	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
6.3	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
6.4	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
	รวม				4.17	0.48	มาก

ตาราง 16 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องความเข้มเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ				เฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	รวม			
1.1	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
2.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.2	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
2.3	4	3	4	11	3.67	0.58	มาก
2.4	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
2.5	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.6	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
3.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
3.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.1	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
4.2.2	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
4.2.3	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.4	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.5	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.6	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.7	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.8	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.3	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.4	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.5	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.6	4	3	4	11	3.67	0.58	มาก
4.7	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก

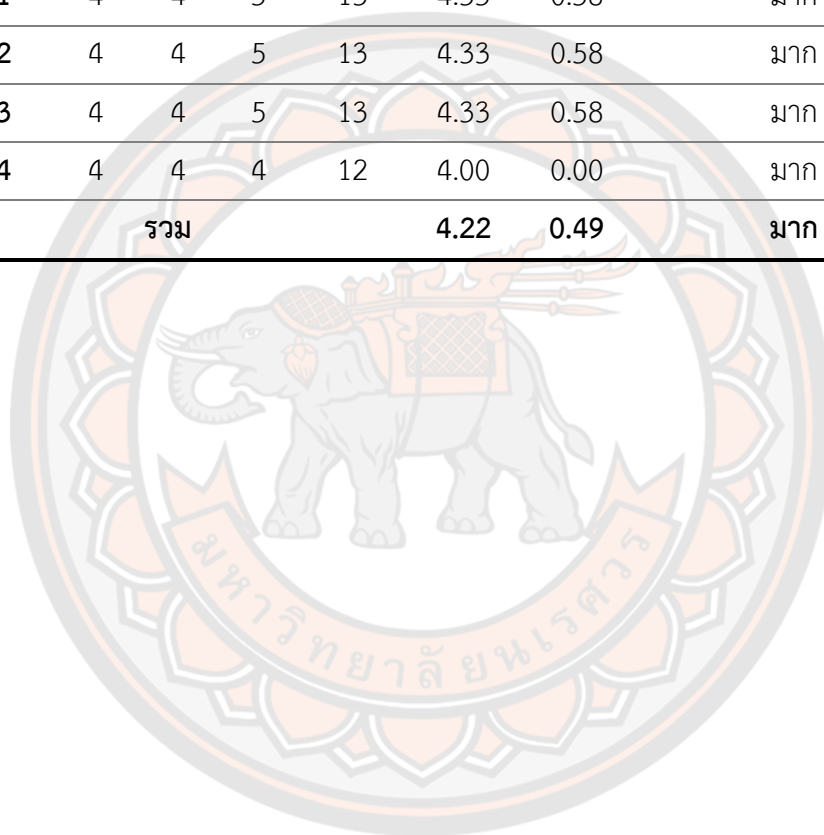
รายการ ประเมิน	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ				เฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	รวม			
5.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
5.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
5.3	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
6.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
6.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
6.3	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
6.4	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
	รวม				4.21	0.44	มาก



ตาราง 17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องระดับเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ				เฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	รวม			
1.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.3	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.4	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.5	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.6	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
3.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
3.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.1	4	3	5	12	4.00	1.00	มาก
4.2.2	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
4.2.3	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
4.2.4	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.5	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
4.2.6	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.7	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.8	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.3	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.4	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.5	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.6	4	3	4	11	3.67	0.58	มาก
4.7	4	3	5	12	4.00	1.00	มาก

รายการ ประเมิน ข้อที่	ระดับความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ				เฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	รวม			
5.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
5.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
5.3	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
6.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
6.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
6.3	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
6.4	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
	รวม				4.22	0.49	มาก



ภาคผนวก ค ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้าน
วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ ที่	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรว ม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์							
3	เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6	นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายที่สมเหตุสมผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
10	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์และให้เหตุผล สมเหตุสมผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
11	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อ สังคม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
9	ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและ การนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์							
2	ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ จากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12	แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาสามารถ ตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
1	ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบทาง วิทยาศาสตร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ข้อ ที่	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรว ม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์							
15	บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึง ความน่าเชื่อถือของข้อมูลและ การสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์							
14	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบ หนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
13	วิเคราะห์และแปลความหมาย ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลง ข้อสรุป	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
5	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจาก ประจักษ์พยานและทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการ พิจารณาจากสิ่งอื่น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่ หลากหลาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
เฉลี่ย						0.93	สอดคล้อง

ภาคผนวก ง ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของความรู้
ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของความรู้
ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล เรื่องพฤติกรรมของ
เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ ที่	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรว ม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์							
1.4	เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.5	นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
3.4	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่ สมเหตุสมผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.5	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ เพื่อสังคม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.1	ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและ การนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ใน การอธิบาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์							
1.1	ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจ ตรวจสอบจากการศึกษาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ข้อที่	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์							
1.2,1.5	แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.1	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2	บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์							
3.2	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
2.4	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.1	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
เฉลี่ย						0.95	สอดคล้อง

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล เรื่องความเข้มแข็งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ ที่	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์							
1.3	เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2	ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและ การนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการ อธิบาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์							
1.1	ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ จากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ กำหนดให้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.1	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์							
2.2	แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่ง ไปสู่รูปแบบอื่น	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
2.3	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล ทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
เฉลี่ย						0.95	สอดคล้อง

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของความสามารถรู้ด้านวิทยาศาสตร์กับข้อคำถามในรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล เรื่องระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ ที่	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์							
1.3	เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.1	ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์							
1.1	ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.1	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์							
2.3	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
เฉลี่ย						1.00	สอดคล้อง

ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง พฤติกรรมของเสียง
2. ตัวอย่างรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล
3. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เรื่อง เสียง



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้าน
วิทยาศาสตร์ เรื่อง พฤติกรรมของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชา ฟิสิกส์ 4	รหัสวิชา ว 32204
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2564
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เสียง	
เรื่อง พฤติกรรมของเสียง		จำนวน 4 ชั่วโมง
ครูผู้สอน นางสาววิรัชญา ทองพัด		โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้

1) นักเรียนสามารถอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของเสียงได้

2.2 ด้านทักษะ

2.2.1 สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

1) นักเรียนสามารถอธิบายการเก็บเสียงของห้องซ้อมดนตรี จากสถานการณ์ “ห้องดนตรีเก็บเสียง” ได้

2) นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายเกี่ยวกับพฤติกรรมของเสียงจากสถานการณ์ “ห้องดนตรีเก็บเสียง” ได้

3) นักเรียนสามารถเสนอสมมติฐาน เพื่ออธิบายว่าวัสดุที่เลือกสามารถนำมาสร้างห้องดนตรีเก็บเสียงได้

4) นักเรียนสามารถพยากรณ์ว่าผนังในห้องซ้อมดนตรีสามารถดูดซับเสียงได้

5) นักเรียนสามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้เรื่องพฤติกรรมของเสียงจากสถานการณ์ “ห้องดนตรีเก็บเสียง” ได้

2.2.2 สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

- 6) นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ต้องการศึกษาในสถานการณ์ “ห้องดนตรีเก็บเสียง” ได้
- 7) นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าปัญหาเกี่ยวกับ “ห้องดนตรีเก็บเสียง” สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้
- 8) นักเรียนสามารถเสนอวิธีการตรวจสอบ การเลือกใช้วัสดุสำหรับทำห้องดนตรีเก็บเสียง ได้
- 9) นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมจากการทดลองห้องดนตรีเก็บเสียงได้
- 10) นักเรียนสามารถอธิบายความน่าเชื่อถือของขั้นตอนในการสร้างห้องดนตรีเก็บเสียงได้

2.2.3 สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

- 11) นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่ได้จากการทดลองในสถานการณ์ “ห้องดนตรี” ในการนำเสนอไปสู่รูปแบบอื่นๆได้
- 12) นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองห้องดนตรีเก็บเสียง และลงข้อสรุปได้
- 13) นักเรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน(หลักฐาน)และเหตุผล ในการเลือกใช้วัสดุที่นำมาทำห้องดนตรีเก็บเสียงได้
- 14) นักเรียนสามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งเกี่ยวกับการใช้วัสดุที่นำมาสร้างห้องเก็บเสียงที่มาจากหลักฐานอื่นได้
- 15) นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้งของเพื่อนกลุ่มอื่น เกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุที่นำมาทำห้องดนตรีเก็บเสียงที่อยู่บนหลักฐานและประจักษ์พยานได้

2.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

3. สารสำคัญ

เสียงเป็นคลื่นตามยาว มีสมบัติ 4 ประการเหมือนคลื่นทั่วไป คือ สมบัติการสะท้อน สมบัติการหักเห สมบัติการแทรกสอด และสมบัติการเลี้ยวเบน การสะท้อนของเสียงเกิดขึ้นเมื่อเสียงตกกระทบผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง หรือตัวกลางชนิดเดียวกัน แต่อุณหภูมิต่างกัน การสะท้อนของเสียงเป็นไปตามกฎการสะท้อนของคลื่น คือ มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน การหักเหของเสียง เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเสียงตกกระทบรอยต่อระหว่างตัวกลาง 2 ชนิด หรือตัวกลางชนิดเดียวกัน แต่อุณหภูมิแตกต่างกัน การเลี้ยวเบนเกิดขึ้นเมื่อเสียงเคลื่อนที่อ้อมผ่านมุม หรือขอบของสิ่งกีดขวางไปปรากฏด้านหลังของสิ่งกีดขวาง และการแทรกสอดของเสียง เกิดจากคลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากัน และมีเฟสตรงกันเคลื่อนที่มาซ้อนทับกัน ทำให้เกิดเสียงดังและเสียงค่อยสลับกัน

4. สาระการเรียนรู้

คลื่นเสียง (Sound wave) คือ คลื่นกล (Mechanical wave) ตามยาวที่เกิดจากการสั่นสะท้อนของวัตถุ หรือ “แหล่งกำเนิดเสียง” ซึ่งต้องอาศัยตัวกลาง (Medium) ในการเคลื่อนที่ คลื่นเสียง สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางได้ทุกสถานะ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ คลื่นเสียงนั้น มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับคลื่นอื่นๆ เช่น แอมพลิจูด (Amplitude) ความเร็ว (Velocity) หรือ ความถี่ (Frequency) โดยสมบัติของเสียง 4 ประการ ได้แก่

การสะท้อน (Reflection) คือ การเคลื่อนที่ของเสียงไปกระทบสิ่งกีดขวาง ส่งผลให้เกิดการสะท้อนกลับของเสียงที่เรียกว่า “เสียงสะท้อน” (Echo) ซึ่งโดยปกติแล้ว เสียงที่ผ่านไปยังคงจะติดประสาทหูราว 0.1 วินาที ดังนั้นเสียงที่สะท้อนกลับมาช้ากว่า 0.1 วินาที ทำให้หูของเราสามารถแยกเสียงจริงและเสียงสะท้อนออกจากกันได้ นอกจากนี้ หากมุมที่รับเสียงสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบของเสียงจะส่งผลให้เสียงสะท้อนมีระดับความดังสูงที่สุดอีกด้วย

การหักเห (Refraction) คือ การเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน หรือการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีอุณหภูมิต่างกัน ส่งผลให้อัตราเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงเปลี่ยนไป

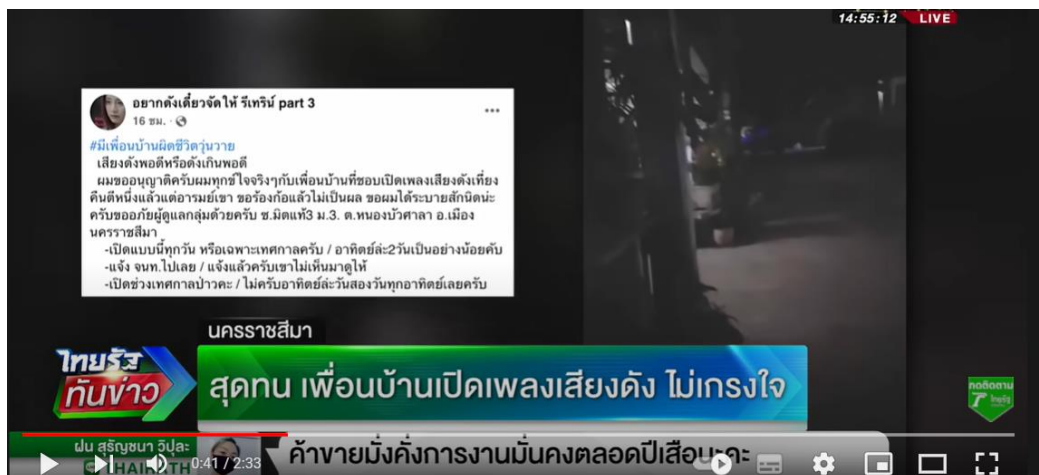
การเลี้ยวเบน (Diffraction) คือ การเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางหรือเลี้ยวเบนผ่านช่องว่างต่างๆ ของเสียง โดยคลื่นเสียงที่มีความถี่และความยาวคลื่นมาก สามารถเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางได้ดีกว่าคลื่นสั้นที่มีความถี่ต่ำ

การแทรกสอด (Interference) เกิดจากการปะทะกันของคลื่นเสียงจากหลายแหล่งกำเนิด ซึ่งอาจทำให้เกิดเสียงที่ดังขึ้นหรือเบาลงกว่าเดิม หากคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย (ไม่เกิน 7 เฮิรตซ์) เมื่อเกิดการแทรกสอดกันจะทำให้เกิดเสียงบีตส์ (Beats)

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบออนไลน์ผ่าน Google meet

ขั้นที่ 1 การระบุเป้าหมายและคำถามนำ (10 นาที)

1. ครูเปิดวิดีโอข่าว “สุดทน เพื่อนบ้านเปิดเพลงเสียงดัง ไม่เกรงใจ”



ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=0_OMOfUsMTg

ครูถามคำถาม

- 1) เกิดเหตุการณ์ใดขึ้นกับวิดีโอนี้ (มีคนเปิดเพลงเสียงดังในช่วงกลางคืน ทำให้ชาวบ้านในละแวกใกล้เคียงเดือดร้อน)
 - 2) เพราะเหตุใด บ้านใกล้เคียงจึงได้ยินเสียงเพลงของบ้านที่เปิดเพลง (เปิดเพลงดังมากๆ , เสียงเพลงที่เปิดเล็ดลอดผ่านช่องหน้าต่าง หรือประตูออกมา ฯลฯ)
 - 3) ในหมู่บ้านนักเรียนเคยเกิดเหตุการณ์เช่นนี้หรือไม่ อย่างไร (เคย/ไม่เคย)
2. ครูสมมุติสถานการณ์จากวิดีโอที่ให้ชมก่อนหน้า ถ้านักเรียนเป็นบุคคลที่เปิดเพลง/เล่นดนตรีเสียงดัง แต่เพราะนักเรียนมีความจำเป็นที่ต้องการซ้อมดนตรีโดยให้ชมวิดีโอการซ้อมดนตรี เพื่อแสดงในวันปัจฉิมของพี่ๆม.6 ถามคำถามนักเรียนดังนี้



ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=pOFgschfFw4>

- 1) ในห้องนี้ใครเล่นเครื่องดนตรีเป็นบ้าง (นักเรียนตอบอิสระ เล่นเป็น/เล่นไม่เป็น)
- 2) สำหรับนักเรียนที่ตอบว่าเล่นเครื่องดนตรีได้ เล่นเครื่องดนตรีชนิดใด (กีตาร์ กลอง เบส ฯลฯ)
- 3) แล้วเวลานักเรียนไปเล่นเครื่องดนตรี เล่นที่ไหน (ห้องดนตรีสากล)
- 4) แล้วเสียงไม่ดังรบกวนห้องเรียนอื่นๆหรือไม่ (รบกวน ต้องเรียนช่วงเย็นหลังเลิกเรียน)
- 5) ถ้าหากเราซ้อมดนตรีตามในวิดีโอนี้ได้ดีก็อาคารเรียนเรา นักเรียนคิดว่าจะเป็นอย่างไรรคะ (เสียงดัง รบกวนคนอื่นๆในโรงเรียน)
- 6) แล้วนักเรียนคิดว่า หากอยากซ้อมดนตรี ในช่วงกลางวันแล้วจะต้องไม่มีเสียงรบกวนห้องเรียนอื่น ควรทำอะไร ให้นักเรียนทุกคนตอบลงในแอป Canva (ปิดประตู หน้าต่างของห้องในสนิทเพื่อไม่ให้เสียงออก สร้างห้องเก็บเสียง)

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บข้อมูล (100 นาที)

3. ครูชี้แจงกิจกรรมว่า ในส่วนของกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ออกแบบห้องดนตรีเก็บเสียงนั้น เมื่อออกแบบและทำการทดลองเสร็จแล้ว จะมีกิจกรรมการโต้แย้งเพื่อนำเสนอวัสดุที่นำมาใช้สร้างเป็นแบบจำลองห้องดนตรีเก็บเสียงที่นักเรียนสร้างขึ้น
4. ครูชี้แจงกิจกรรมการโต้แย้งว่า การโต้แย้งนี้เป็นการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ให้นักเรียนนำข้อกล่าวอ้าง ข้อมูลหลักฐานและการให้เหตุผลของกลุ่มตนเอง มานำเสนอหน้าชั้นเรียน หลังจากนำเสนอเสร็จแล้ว จะให้กลุ่มอื่นๆถามคำถามกลุ่มละ 1-2 ข้อ เกี่ยวกับการทดลองและหลักฐานที่ทำสร้างขึ้น โดยการสร้างข้อโต้แย้งที่จะนำเสนอในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยหัวข้อที่ต้องจำทำผ่านแอปพลิเคชันการนำเสนอที่นักเรียนสนใจ เช่น PowerPoint, Google Slide, Canva เป็นต้น ตามผังงานดังภาพข้างล่างนี้

คำถาม:	
ข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม:	
หลักฐาน:	การให้เหตุผลหลักฐาน:

ภาพแสดงองค์ประกอบของข้อโต้แย้ง

5. ครูอธิบายองค์ประกอบของข้อโต้แย้ง ดังนี้

ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อสรุป คำอธิบาย แนวคิด หลักการ หรือคำตอบอื่นจากการทดลองที่นักเรียนสร้างขึ้น

หลักฐาน คือ ข้อมูลที่มาจากการศึกษา/การทดลอง ที่ได้ผ่านการเก็บข้อมูล มีการวิเคราะห์และแปลผล ซึ่งยอมรับให้มีการประเมินตามข้อกล่าวอ้าง

การให้เหตุผลของหลักฐาน คือ คำอธิบายความสำคัญของหลักฐานโดยการสร้างมโนทัศน์หรือข้อสรุปที่มาจากการวิเคราะห์และแปลผลที่ชัดเจน ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

6. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ โดยให้นักเรียนดูภาพของวัตถุ A B และ C



วัตถุ A



วัตถุ B



วัตถุ C

ครูอธิบายต่อว่า จากภาพที่ให้มา 3 ภาพนี้ ยกตัวอย่างตามองค์ประกอบของข้อโต้แย้งได้ว่า

<p>คำถาม: วัตถุ A B และ C เป็นโลหะประเภทใด</p>	
<p>ข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม: วัตถุ A และ B คือ ดีบุก ส่วนวัตถุ C คือ ตะกั่ว</p>	
<p>หลักฐาน: ความหนาแน่นของวัตถุ A เป็น 7.44 g/cm^3 และความหนาแน่นของวัตถุ B เป็น 7.34 g/cm^3 โดยวัตถุทั้งสองมีความหนาแน่นใกล้เคียงกันมากและรู้กันว่าความหนาแน่นของดีบุกเป็น 7.36 g/cm^3 ส่วนความหนาแน่นของวัตถุ C คือ 11.12 g/cm^3 ซึ่งมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับตะกั่วที่มีความหนาแน่น 11.34 g/cm^3</p>	<p>การให้เหตุผลหลักฐาน: ความหนาแน่นเป็นสมบัติทางกายภาพของสสารและจะมีค่าคงที่ไม่ว่าวัสดุนั้นจะมีขนาดเพียงใด นอกจากนั้นความหนาแน่นยังถูกใช้เพื่อระบุที่ใช้สสารในการสร้างวัสดุที่ไม่รู้จัก ความแตกต่างของความหนาแน่นที่คำนวณได้เทียบกับความหนาแน่นของวัสดุที่ทราบค่าส่วนใหญ่แล้วเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการวัด</p>

7. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มโดยคละชาย-หญิง กลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 7 กลุ่มโดยให้นักเรียนสร้างห้องประชุมสำหรับกลุ่มย่อยของกลุ่มนักเรียนสำหรับประชุมวางแผนการทำงาน จากนั้นให้นักเรียนวางแผน ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล ออกแบบขั้นตอนการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง กิจกรรม“ห้องดนตรีเก็บเสียง” โดยกำหนดว่า ในการสร้างห้องดนตรีเก็บเสียงของแต่ละกลุ่มนั้นต้องเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันและเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในห้องถื่น

8. ครูเข้าร่วมห้องประชุมกลุ่มย่อยของแต่ละกลุ่มเพื่อทำการตรวจขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ หากตรงไหนขาดหายไป ครูจะให้คำแนะนำเพิ่มเติม

9. ครูครูเข้าร่วมห้องประชุมกลุ่มย่อยของแต่ละกลุ่มเพื่อสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลที่นักเรียนต้องการเก็บ และวิธีการที่จะนำไปสู่การสรุปผลเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนขั้นตอนที่นักเรียนได้ออกแบบไว้อีกครั้ง

10. ครูเข้าร่วมห้องประชุมกลุ่มย่อยเพื่อตรวจสอบว่าแต่ละกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่ในระหว่างขั้นตอนการทดลองและเก็บข้อมูลอย่างไรบ้าง

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง (30 นาที)

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองภายในกลุ่มของนักเรียนเอง เพื่อสรุปผลการทดลองเป็นข้อโต้แย้งเบื้องต้นตามรูปแบบในใบกิจกรรม “ห้องดนตรีเก็บเสียง” ส่วนที่ 2 ข้อโต้แย้งขั้นต้น จากนั้นทำการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล จากหลักฐานที่ได้จากการทดลอง

12. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนข้อโต้แย้งขั้นต้นลงในแอปพลิเคชันที่สนใจ เช่น PowerPoint, Google Slide, Canva เป็นต้น และเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (50 นาที)

13. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน กลุ่มละ 3 นาที โดยให้นำเสนอถึงข้อกล่าวอ้างสรุปผลการสำรวจตรวจสอบ หลักฐานที่เก็บมาได้ และการให้เหตุผลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างที่สนับสนุน

14. ครูใช้เวลา 5 นาทีโดยให้เพื่อนกลุ่มอื่นสามารถถามคำถามซึ่งทุกกลุ่มต้องถามกลุ่มละ 1-2 คำถามกับกลุ่มที่นำเสนอ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลของกลุ่มที่นำเสนอ

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผล (20 นาที)

15. ครูร่วมอภิปรายถึงมโนทัศน์เรื่อง พฤติกรรมของเสียง ที่ถูกต้องร่วมกับนักเรียน โดยใช้หลักฐานที่ได้จากการทดลองของนักเรียนในการอ้างอิง ซึ่งมีเนื้อหาดังนี้

1) พฤติกรรมของคลื่นเสียงมี 4 อย่าง ได้แก่การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการแทรกสอด เช่นเดียวกับคลื่นอื่น ๆ การที่เกิดเสียงดังออกมาจากห้องดนตรีจำลอง เนื่องจากเสียงอ้อมสิ่งกีดขวาง(กำแพง/ผนัง) หรือลอดผ่านช่องเปิดสามารถผ่านช่องแคบเล็ก จึงเกิดคลื่นเสียงหลังสิ่งกีดขวาง เรียกว่า การเลี้ยวเบนของเสียง

ในห้องดนตรีจำลอง เกิดสถานการณ์เสียงก้อง เกิดจากการที่เสียงนั้นเสียงเคลื่อนที่กระทบผนังห้อง ซึ่งผนังผนังไม่ได้ดูดซับเสียงไว้ เสียงที่ไม่ได้ถูกซบจึงสะท้อนกลับไปยังแหล่งกำเนิดเสียง เรียกว่า การสะท้อนกลับ

ในห้องดนตรีจำลอง เสียงนั้นเกิดการสะท้อนแล้ว จะเกิดแหล่งกำเนิดใหม่ที่ผนังสะท้อนออกมา เสียงมีพฤติกรรมที่เรียกว่า การแทรกสอด และในห้องดนตรีต้องรักษาอุณหภูมิให้คงที่ เพราะถ้าอากาศภายในห้องจำลองมีอุณหภูมิไม่คงที่ ขณะที่เครื่องดนตรีกำลังเล่นอยู่ ทำให้คลื่นเสียงเกิดการเปลี่ยนทิศทาง แสดงว่าเสียงจะแสดงพฤติกรรม การหักเห

2) เสียงกังวานไม่จำเป็นต้องเกิดในห้องปิดสามารถเกิดในที่โล่ง ที่มีวัตถุทำให้เสียงสะท้อนมายังผู้ฟังได้ แต่ปัจจัยที่สำคัญคือเวลาที่ผู้ฟังได้ยินเสียงเดิมและเสียงสะท้อนมีเวลาต่างกันน้อยกว่า 0.1 วินาที จึงจะเกิดเสียงกังวาน

3) เมื่อเสียงเดินทางกระทบรอยต่อของตัวกลางสองชนิด โดยทั่วไปแล้ว อาจจะได้ทั้งการสะท้อนและการหักเห โดยส่วนที่เคลื่อนที่กลับตัวกลางเดิมเกิดการสะท้อน และส่วนที่เคลื่อนที่ผ่านรอยต่อเกิดการหักเห แต่เมื่อเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่เสียงมีอัตราเร็วน้อยกว่าไปสู่ตัวกลางที่เสียงมีอัตราเร็วมากกว่าเสียงอาจเกิดการสะท้อนกลับหมดได้ โดยไม่มีการหักเห เมื่อมุมตกกระทบมีค่ามากพอ

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ (มอบหมายให้ทำนอกเวลา)

16. ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานผลการตรวจสอบ เพื่อนำมาส่งครู ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย ปัญหาที่ตรวจสอบ วัตถุประสงค์ สมมติฐาน

ส่วนที่ 2 วิธีการตรวจสอบ ผลการตรวจสอบ อภิปรายและสรุปผลการตรวจสอบ

ส่วนที่ 3 ข้อโต้แย้งพร้อมเหตุผล

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน (30 นาที)

17. ครูให้นักเรียนส่งรายงานผลการตรวจสอบ โดยไม่ต้องเขียนชื่อลง ซึ่งครูจะทำการเขียนหมายเลขเพื่อให้รู้ว่าเป็นของนักเรียนคนใด โดยไม่ให้นักเรียนรู้

18. ครูแจกรายงานผลการตรวจสอบ แบบประเมินและเกณฑ์การประเมิน ให้นักเรียนแต่ละคนที่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน

19. นักเรียนทำการวิจารณ์รายงานผลการตรวจสอบ ใช้เวลา 30 นาทีพร้อมทั้งลงชื่อกำกับ เมื่อวิจารณ์เสร็จแล้ว จากนั้นส่งคืนให้ครู

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงและส่งรายงาน (30 นาที)

20. ครูแจกรายงานผลการตรวจสอบกลับคืนให้กับเจ้าของงานเพื่อปรับปรุงแก้ไข แต่ถ้าไม่แก้ไขเขียนเหตุผลลงในรายงานผลการตรวจสอบว่า ทำไมจึงไม่ทำตามคำแนะนำ จากนั้นส่งรายงานผลการตรวจสอบให้ครู

6.การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ 1) นักเรียนสามารถอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของเสียงได้	เขียนอธิบายหลักการ การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของเสียง	รายงานผลการตรวจสอบ	ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้ขึ้นไป
ด้านทักษะ (สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์) ข้อที่ 1-15	ประเมินจากการตรวจรายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลของสถานการณ์ ห้องดนตรีเก็บเสียง	รายงานผลการตรวจสอบรายบุคคลของสถานการณ์ ห้องดนตรีเก็บเสียง	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1) นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล	แบบประเมินพฤติกรรมรายบุคคล	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

7. สื่อ /แหล่งเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 4
- 2) วิดีโอ การซ่อมดนตรี <https://www.youtube.com/watch?v=pOFgschfFw4>
- 3) ใบกิจกรรม ห้องดนตรีเก็บเสียง

4) แอปพลิเคชัน canva

<https://www.canva.com/design/DAE5IkP9Bes/SYUmy2Pxcrg8FnEU4FFllg/edit>

- 5) รายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล สถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียง

ใบกิจกรรม ห้องดนตรีเก็บเสียง (สำหรับการทำงานกลุ่ม)

กลุ่มที่.....

รายชื่อสมาชิก

- 1.....เลขที่.....
- 2.....เลขที่.....
- 3.....เลขที่.....
- 4.....เลขที่.....
- 5.....เลขที่.....

ส่วนที่ 1 ออกแบบการทดลอง

ปัญหา/คำถามนำการทดลอง

.....

จุดประสงค์

.....

สมมติฐาน

.....

ตัวแปรต้น

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

ให้นักเรียนเขียนขั้นตอนวิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 2 ข้อโต้แย้งขั้นต้นของกลุ่ม

ข้อกล่าวอ้าง

.....

.....

.....

หลักฐาน

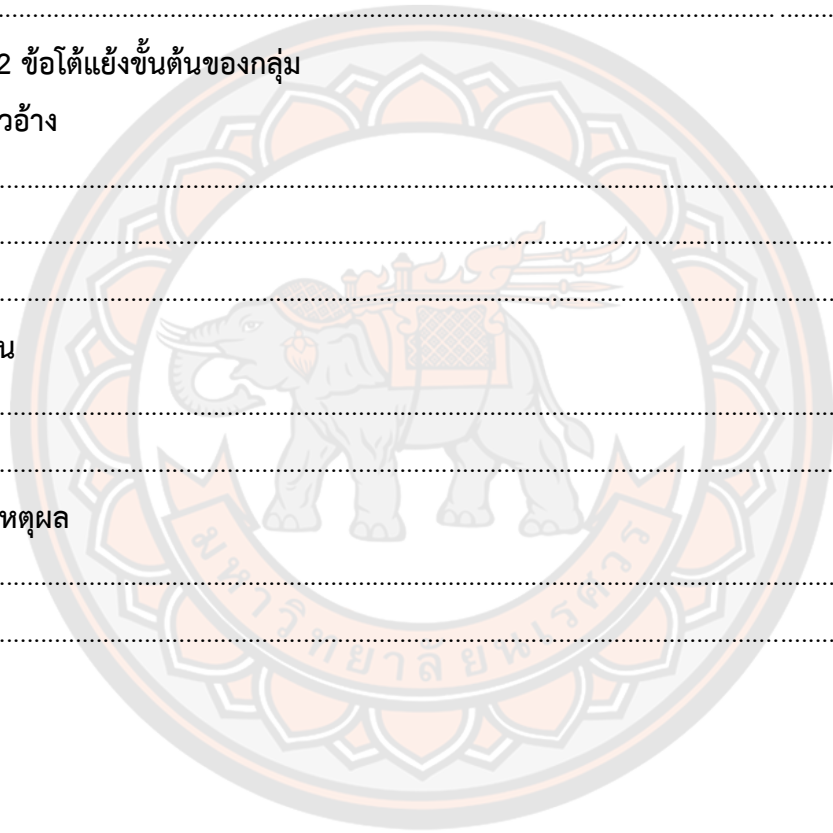
.....

.....

การให้เหตุผล

.....

.....



แผนผังการโต้แย้ง

คำถาม:	
ข้อกล่าวอ้างของกลุ่ม:	
หลักฐาน:	การให้เหตุผลหลักฐาน:



รายงานผลการตรวจสอบรายบุคคล

กลุ่มที่.....ชั้น ม.5/1 เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนระบุคำตอบจากการสำรวจตรวจสอบของสถานการณ์ ห้องดนตรีเก็บเสียง
ส่วนที่ 1

สถานการณ์ นักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำการแสดงดนตรี เพื่อแสดงในวันปัจฉิมของพีๆ.6 ซึ่งนักเรียนอยากซ้อมดนตรี ในช่วงกลางวันตามเวลาปกติที่มาโรงเรียน ซึ่งที่โรงเรียนจะมีการสลับช่วงพักกลางวันของม.ต้น และม.ปลาย ในขณะที่ ม.ปลายพักกลางวันเป็นเวลา 12.00-13.00 น. จะเป็นช่วงคาบเรียนในภาคบ่ายของน้องม.ต้น ห้องดนตรีที่จะซ้อมก็ติดกับห้องเรียนอื่นที่อยู่บนอาคารเรียน และนักเรียนที่ได้รับมอบหมายให้ทำการแสดง อยากรที่จะใช้เวลาช่วงพักกลางวันนี้สำหรับการซ้อม

1.1 คำถาม/ปัญหาของการตรวจสอบ (ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้)

1.2 ปัญหาในข้อ 1.1 สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร (แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือ คำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์)

1.3 ถ้านักเรียนจะทำการตรวจสอบปัญหา นักเรียนควรจะต้องมีความรู้ในเรื่องใดบ้าง

1.4 สมมติฐาน (เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย)

1.5 ระบุตัวแปรของการทดลองนี้ (แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือ คำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์)

ตัวแปรต้น

.....

ตัวแปรตาม

.....

ตัวแปรควบคุม

.....

ส่วนที่ 2

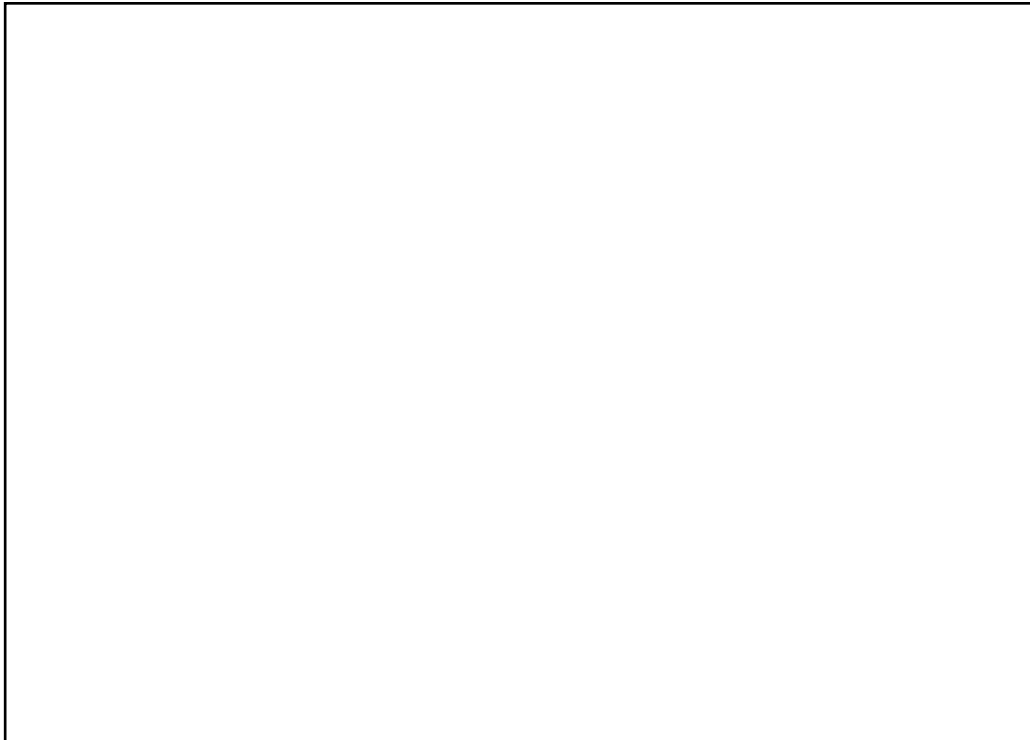
2.1 ให้นักเรียนเขียนวิธีการตรวจสอบ/ขั้นตอนการทดลอง ว่ามีขั้นตอนอย่างไร (เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้)

.....

2.2 นักเรียนได้นำวิธีการในข้อ 2.1 เสนอต่อกลุ่มเพื่อนและครู ซึ่งครูได้ถามถึงความน่าเชื่อถือของผลการตรวจสอบ นักเรียนจะอธิบายอย่างไร (บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย)

.....

2.3 ผลการตรวจสอบ (แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น)



2.4 หากผลการตรวจสอบที่ได้ พบว่า ได้ยินเสียงเพลงดังออกมาจากห้องดนตรีจำลอง นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงได้ยินเสียงเล็ดลอดออกยังภายนอก (วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป)

.....

.....

.....

.....

2.5 อภิปรายผลการตรวจสอบ (นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จากสถานการณ์ที่นักเรียนได้สร้างแบบจำลองห้องดนตรีเก็บเสียงไปนั้น หากเป็นเหตุการณ์สำหรับนักเรียนที่จะซ้อมคอนเสิร์ตก่อนทำการแสดงจริง แล้วต้องเข้าห้องซ้อมดนตรีดังรูปข้างล่างนี้



3.4 นักเรียนคิดว่าผนังในภาพห้องซ้อมดนตรี จะสามารถเก็บเสียงดนตรีได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล)

.....

.....

.....

3.5 จากการศึกษาพฤติกรรมของเสียง ให้นักเรียนอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ค้นพบว่าสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมได้ (อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม)

.....

.....

แบบประเมินรายงานผลการตรวจสอบ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม.5/1 เลขที่.....

1.การประเมินด้านความรู้

คำถาม	คะแนนที่ได้	ผ่าน/ไม่ผ่านเกณฑ์
1.3		<input type="checkbox"/> ผ่าน <input type="checkbox"/> ไม่ผ่าน

2. การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

คำถาม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คะแนนที่ได้
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		
2.5	นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	
ประเมินระหว่าง นำเสนอหน้าชั้น เรียน	ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูล เพื่อใช้ในการอธิบาย	
1.4	เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	
3.4	พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้ เหตุผลที่สมเหตุสมผล	
3.5	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	
คะแนนรวมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์		

คำถาม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คะแนน ที่ได้
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์		
1.1	ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	
1.2,1.5	แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	
2.1	เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	
ประเมินระหว่าง การอภิปรายใน ชั้นเรียน	ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	
2.2	บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	
คะแนนรวมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์		

คำถาม	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คะแนน ที่ได้
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		
2.3	แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	
2.4	วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป	
3.1	ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	
3.2	แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น	
	ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	
คะแนนรวมสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์		

1.การประเมินด้านความรู้

1.1 เกณฑ์การให้คะแนน

ความรู้(K) : นักเรียนสามารถอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการแทรกสอดของเสียงได้

ระดับ คุณภาพ	รายละเอียดการตอบ
4	<p>นักเรียนเขียนอธิบายหลักการพฤติกรรมเสียงครบ 4 พฤติกรรมได้อย่างถูกต้องครบถ้วน</p> <p><u>แนวคำตอบ</u></p> <p>การสะท้อนของเสียง เกิดจากเมื่อเสียงตกกระทบสิ่งกีดขวางที่มีขนาดใกล้เคียงหรือใหญ่กว่าความยาวคลื่นเสียง</p> <p>การหักเหของเสียง เกิดจากคลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปสู่ตัวกลางหนึ่ง โดยมีความเร็วเปลี่ยนไป แต่ความถี่คงตัว อุณหภูมิที่เปลี่ยนทำให้ความเร็วของเสียงในอากาศเปลี่ยนไป และขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของตัวกลาง</p> <p>การแทรกสอดของเสียง เกิดจากเมื่อเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงที่เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่งมารวมกัน</p> <p>การเลี้ยวเบนของเสียงเกิดจาก การที่เสียงเคลื่อนที่อ้อมผ่านมุมหรือขอบของสิ่งกีดขวาง โดยแผ่ไปอยู่หลังสิ่งกีดขวาง</p>
3	<p>นักเรียนเขียนอธิบายหลักการพฤติกรรมเสียง 3 พฤติกรรมได้อย่างถูกต้องครบถ้วน</p>
2	<p>นักเรียนเขียนอธิบายหลักการพฤติกรรมเสียง 2 พฤติกรรมได้อย่างถูกต้องครบถ้วน</p>
1	<p>นักเรียนเขียนอธิบายหลักการพฤติกรรมเสียง 1 พฤติกรรมได้อย่างถูกต้องครบถ้วน</p>

เกณฑ์การตัดสิน

4	หมายถึง ดีมาก	3	หมายถึง ดี
2	หมายถึง พอใช้	1	หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับ พอใช้ ขึ้นไป

2. การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนน

- 2 หมายถึง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
- 1 หมายถึง คำตอบถูกต้องบางส่วน หรือ ตอบไม่สมบูรณ์
- 0 หมายถึง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ตอบคำถาม

เกณฑ์ตัดสิน

- 24 – 30 คะแนน ดีมาก
- 17 – 23 คะแนน ดี
- 10 – 16 คะแนน พอใช้
- 1 – 9 คะแนน ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับ ดี ขึ้นไป



เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การให้คะแนน	รายละเอียดการตอบ
<p>1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล</p>	<p>2</p>	<p>นักเรียนสามารถใช้ความรู้เรื่องพฤติกรรมเสียง อธิบายเสียงที่ได้ยิน จากแบบจำลองห้องดนตรีเก็บเสียงแนวคำตอบ นี้ก็เรียนรู้เรื่องพฤติกรรมเสียง 4 หลักการ คือการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การที่เกิดเสียงดังออกมาจากห้องดนตรีจำลอง เนื่องจากเสียงอ้อมสิ่งกีดขวาง(กำแพง/ผนัง) หรือลอดผ่านช่องเปิดสามารถผ่านช่องแคบเล็ก จึงเกิดคลื่นเสียงหลังสิ่งกีดขวาง เรียกว่า การเลี้ยวเบนของเสียง - ในห้องดนตรีจำลอง เกิดสถานการณ์เสียงก้อง เกิดจากการที่เสียงนั้นเสียงเคลื่อนที่กระทบผนังห้อง ซึ่งผนังผนังไม่ได้ดูดซับเสียงไว้ เสียงที่ไม่ได้ถูกซับจึงสะท้อนกลับไปยังแหล่งกำเนิดเสียง เรียกว่า การสะท้อนกลับ - ในห้องดนตรีจำลอง เสียงนั้นเกิดการสะท้อนแล้ว จะเกิดแหล่งกำเนิดใหม่ที่ผนังสะท้อนออกมา เสียงมีพฤติกรรมที่เรียกว่า การแทรกสอด - ในห้องดนตรีต้องรักษาอุณหภูมิให้คงที่ เพราะถ้าอากาศภายในห้องจำลองมีอุณหภูมิไม่คงที่ ขณะที่เครื่องดนตรีกำลังเล่นอยู่ ทำให้คลื่นเสียงเกิดการเปลี่ยนทิศทาง แสดงว่าเสียงจะแสดงพฤติกรรม การหักเห
	<p>1</p>	<p>นักเรียนอธิบายโดยใช้ความรู้เรื่องพฤติกรรมเสียง เพียง 2 หลักการ</p>
	<p>0</p>	<p>นักเรียนไม่ได้อธิบายโดยใช้ความรู้เรื่องพฤติกรรมเสียง /ไม่ตอบคำถาม</p>

เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การให้คะแนน	รายละเอียดการตอบ
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (ระดับ 4 ตามกรอบการประเมิน PISA 2018)		
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลอง และการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย	2	นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองห้องดนตรีเก็บเสียง โดยใช้วัสดุที่นักเรียนเลือกเอง และนำเสนอเหตุผลเกี่ยวกับถึงวัสดุที่เลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง
	1	นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองห้องดนตรีเก็บเสียง โดยใช้วัสดุที่นักเรียนเลือกเอง แต่ไม่นำเสนอเหตุผลที่เลือกใช้วัสดุนั้น
	0	นักเรียนไม่สามารถสร้างแบบจำลองห้องดนตรีเก็บเสียงได้
	2	นักเรียนสามารถพยากรณ์ได้ว่า วัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองห้องดนตรีเก็บเสียง สามารถเก็บเสียงเพื่อไม่ให้เสียงลอดออกมาภายนอกได้จริงและบอกเหตุผลว่าวัสดุนั้นมีคุณสมบัติอย่างไร
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้	1	นักเรียนสามารถพยากรณ์ได้ว่า วัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองห้องดนตรีเก็บเสียง สามารถเก็บเสียงเพื่อไม่ให้เสียงลอดออกมาภายนอกได้จริง แต่ไม่ได้บอกเหตุผลของคุณสมบัติของวัสดุนั้น
	0	นักเรียนไม่ได้เขียนคำตอบในการพยากรณ์ในการนำวัสดุมาใช้ในการสร้างแบบจำลองห้องดนตรีเก็บเสียง
	2	นักเรียนสามารถเสนอสมมติฐานที่สอดคล้องระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม
4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	1	นักเรียนเสนอสมมติฐานที่ไม่มีความสอดคล้องระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม
	0	นักเรียนไม่ตอบคำถามนี้

เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การให้คะแนน	รายละเอียดการตอบ
สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (ระดับ 4 ตามกรอบการประเมิน PISA 2018)		
5.อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม	2	<p>นักเรียนอธิบายถึงศักยภาพจากการใช้ความรู้เรื่องพฤติกรรมเสี่ยง ได้ 2 ตัวอย่างได้ถูกต้อง</p> <p>แนวคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้าอยู่บ้านแล้วจะเล่นดนตรี ใช้ผ้าห่มทำเป็นม่านติดบริเวณหน้าต่างเพื่อลดการสะท้อนของเสียง - ควรปูพรมที่พื่นเพื่อลดการสะท้อนเสียง และช่วยซับเสียงภายในห้องพรมปูพื่นมีหลายแบบ เช่น พรมอัดถูกฟูก
	1	<p>นักเรียนอธิบายถึงศักยภาพจากการใช้ความรู้เรื่องพฤติกรรมเสี่ยง ได้ 1 ตัวอย่างได้ถูกต้อง</p> <p>แนวคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้าอยู่บ้านแล้วจะเล่นดนตรี ใช้ผ้าห่มทำเป็นม่านติดบริเวณหน้าต่างเพื่อลดการสะท้อนของเสียง - ควรปูพรมที่พื่นเพื่อลดการสะท้อนเสียง และช่วยซับเสียงภายในห้องพรมปูพื่นมีหลายแบบ เช่น พรมอัดถูกฟูก
	0	<p>นักเรียนตอบไม่ตรงประเด็น/ไม่ตอบคำถาม</p>

เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การให้คะแนน	รายละเอียดการตอบ
<p>สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ระดับ 4 ตามกรอบการประเมิน PISA 2018)</p> <p>1.สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ จากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ที่กำหนดให้</p>	<p>2</p>	<p>นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาของเหตุการณ์ จากสถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียงได้</p> <p>แนวคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - วิธีสุดแบบใดสามารถดูดัชนีเสียงได้ดีที่สุด - วิธีสุดที่เลือกมีสมบัติในการเก็บเสียงได้หรือไม่
	<p>1</p>	<p>นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียงได้บางส่วน</p>
	<p>0</p>	<p>ไม่ตอบคำถาม</p>

เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

		รายละเอียดการตอบ	
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การให้คะแนน		
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ระดับ 4 ตามกรอบการประเมิน PISA 2018)			
2.แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือ คำถามใดสามารถตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์	2	<p>1.นักเรียนสามารถแยกประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ของดนตรีเก็บเสียงได้ โดยกำหนดได้ว่าประเด็นใด เป็นปัญหาที่ตรวจสอบได้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง</p> <p>2.นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมของการทดลองได้</p> <p>ตัวแปรต้น : วัสดุที่เลือกใช้ในการสร้างห้อง (พีวีเจอบอร์ด แผ่นใย ทำบล็อกลมที่มีช่องว่าง ฝ้าย อนุ ฯลฯ)</p> <p>ตัวแปรตาม : การได้ยินความดังของเสียงที่เกิดขึ้น</p> <p>ตัวแปรควบคุม : ขนาดของห้องแบบจำลองที่สร้าง ,ระดับเสียงเพลง</p>	
	1	นักเรียนสามารถแยกประเด็นปัญหาได้หรือระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมของการทดลองได้อย่างใดอย่างหนึ่ง	
	0	นักเรียนไม่สามารถแยกประเด็นปัญหา และระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมได้	
3.เสนอวิธีสำรวจ ตรวจสอบปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	2	นักเรียนสามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ โดยแสดงถึงขั้นตอน การสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจน และเป็นระบบได้ครบถ้วน	
	1	นักเรียนสามารถเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบ โดยแสดงถึงขั้นตอน การสำรวจตรวจสอบที่ชัดเจน และเป็นระบบได้บางส่วน	
	0	ไม่ตอบคำถาม	

เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		รายละเอียดการตอบ	
การให้คะแนน			
สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ระดับ 4 ตามกรอบการประเมิน PISA 2018)			
4. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบ ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้	2	นักเรียนสามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบ จากข้อมูลที่กำหนดให้ จากสถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียงได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมตามสถานการณ์	
	1	นักเรียนสามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบ จากข้อมูลที่กำหนดให้ จากสถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียงได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน หรือขาดความเหมาะสมตามสถานการณ์	
	0	นักเรียนไม่สามารถประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบ จากข้อมูลที่กำหนดให้ จากสถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียงได้	
5. บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยัน ถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความน่าเชื่อถือ และการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย	2	นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการสำรวจตรวจสอบ จากสถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียงได้ โดยให้เหตุผลทางด้านความรู้เรื่องพฤติกรรมของเสียงมาสนับสนุนได้อย่างถูกต้อง	
	1	นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการสำรวจตรวจสอบ จากสถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียงได้ โดยให้เหตุผลทางด้านความรู้เรื่องพฤติกรรมของเสียงมาสนับสนุนได้อย่างถูกต้องบางส่วน	
	0	นักเรียนไม่สามารถอธิบายวิธีการสำรวจตรวจสอบ จากสถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียงได้โดยให้เหตุผลทางด้านความรู้เรื่องพฤติกรรมของเสียงมาสนับสนุนได้	

เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		การให้คะแนน	รายละเอียดการตอบ
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (ระดับ 4 ตามกรอบการประเมิน PISA 2018)			
1. แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่ง ไปสู่รูปแบบอื่น	2	นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลดิบที่ได้จากการทดลอง ของสถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียงแล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เช่น แผนผัง กราฟ รูปภาพ เป็นต้น ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	
	1	นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลดิบที่ได้จากการทดลอง ของสถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียงแล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เช่น แผนผัง กราฟ รูปภาพ เป็นต้น ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	
	0	นักเรียนไม่สามารถแปลงข้อมูลดิบที่ได้จากการทดลอง ของสถานการณ์ห้องดนตรีเก็บเสียงแล้วนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่าย	
2. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป	2	นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล จากการทดลองห้องดนตรีเก็บเสียง และลงข้อสรุป โดยใช้ความรู้เรื่องพฤติกรรมเสียงได้อย่างถูกต้อง	
	1	นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล จากการทดลองห้องดนตรีเก็บเสียง และลงข้อสรุป โดยใช้ความรู้เรื่องพฤติกรรมเสียงได้อย่างถูกต้องบางส่วน	
	0	นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล จากการทดลองห้องดนตรีเก็บเสียง และลงข้อสรุป โดยใช้ความรู้เรื่องพฤติกรรมเสียงได้	

เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การให้คะแนน	รายละเอียดการตอบ
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (ระดับ 4 ตามกรอบการประเมิน PISA 2018)		
3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	2	นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้ง เพื่ออธิบายสถานการณ์จำลองห้องดนตรีเก็บเสียง โดยใช้ประจักษ์พยาน และเหตุผลสนับสนุนได้อย่างถูกต้อง มีความครบถ้วนและเหมาะสมกับสถานการณ์
	1	นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้ง เพื่ออธิบายสถานการณ์จำลองห้องดนตรีเก็บเสียง โดยใช้ประจักษ์พยาน และเหตุผลสนับสนุนได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนหรือขาดความเหมาะสมกับสถานการณ์
	0	นักเรียนไม่สามารถสร้างข้อโต้แย้ง เพื่ออธิบายสถานการณ์จำลองห้องดนตรีเก็บเสียง โดยใช้ประจักษ์พยาน และเหตุผลสนับสนุนได้
	2	นักเรียนสามารถแยกแยะข้อโต้แย้ง ที่มาจากหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์จากเพื่อนกลุ่มอื่น โดยที่ระบุเหตุผลได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
4. แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น	1	นักเรียนสามารถแยกแยะข้อโต้แย้ง ที่มาจากหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์จากเพื่อนกลุ่มอื่น โดยที่ระบุเหตุผลได้อย่างถูกต้องบางส่วน
	0	นักเรียนไม่ตอบคำถามนี้

เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การให้คะแนน	รายละเอียดการตอบ
สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (ระดับ 4 ตามกรอบการประเมิน PISA 2018)		
5.ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	2	นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้ง และประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้พฤติกรรมการเสี่ยงที่ให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินนั้นได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
	1	นักเรียนสามารถประเมินข้อโต้แย้ง และประจักษ์พยานโดยใช้ความรู้พฤติกรรมการเสี่ยงที่ให้เหตุผลสนับสนุนการประเมินนั้นได้อย่างถูกต้องบางส่วน
	0	นักเรียนไม่ตอบคำถามนี้

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ - สกุล.....ชั้น ม.5/.....เลขที่.....

คำชี้แจง

อ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

1. แบบวัดความฉลาดรู้นี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการประเมินสมรรถนะของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้เวลาในการทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ 60 นาที คะแนนเต็ม 30 คะแนน มีจำนวนข้อสอบทั้งสิ้น 15 ข้อ ประกอบด้วย

- | | |
|---------------------------------|--------|
| 1. ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก | 1 ข้อ |
| 2. ข้อสอบแบบเลือกเชิงซ้อน | 2 ข้อ |
| 3. ข้อสอบแบบเขียนตอบ | 12 ข้อ |

2. อนุญาตให้ขีดเขียนและทลเลขลงบนแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้

3. เขียนคำตอบด้วยปากกาสีน้ำเงินเท่านั้น สำหรับการวาดภาพสามารถใช้ดินสอได้

4. เมื่อทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เสร็จแล้วให้ส่งแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์คืนครูให้ครบถ้วน

สถานการณ์ที่ 1 ดนตรีพิณแก้ว



ที่มา : <https://www.smartsme.co.th/content/29470>

พิณแก้วเป็นเครื่องดนตรีที่มีประวัติความเป็นมายาวนานกว่า 500 ปี เสียงอันไพเราะงดงามของพิณแก้วเกิดจากการสั่นสะเทือนของตัวแก้วขณะที่เราเอานิ้วมือถูวนไปรอบๆ บริเวณของขอบแก้ว เคล็ดลับของการเล่นเครื่องดนตรีชนิดนี้ต้องใช้แก้วที่มีก้าน โดยปกติแก้วก้านที่มีขายอยู่ทั่วไปจะมีรูปทรงหลากหลายแตกต่างกันทั้ง วงกลม วงรี สามเหลี่ยม สูง เตี้ย ก่อนลงมือเล่นพิณแก้ว ต้องล้างแก้วและมือให้สะอาด

คำถามข้อที่ 1

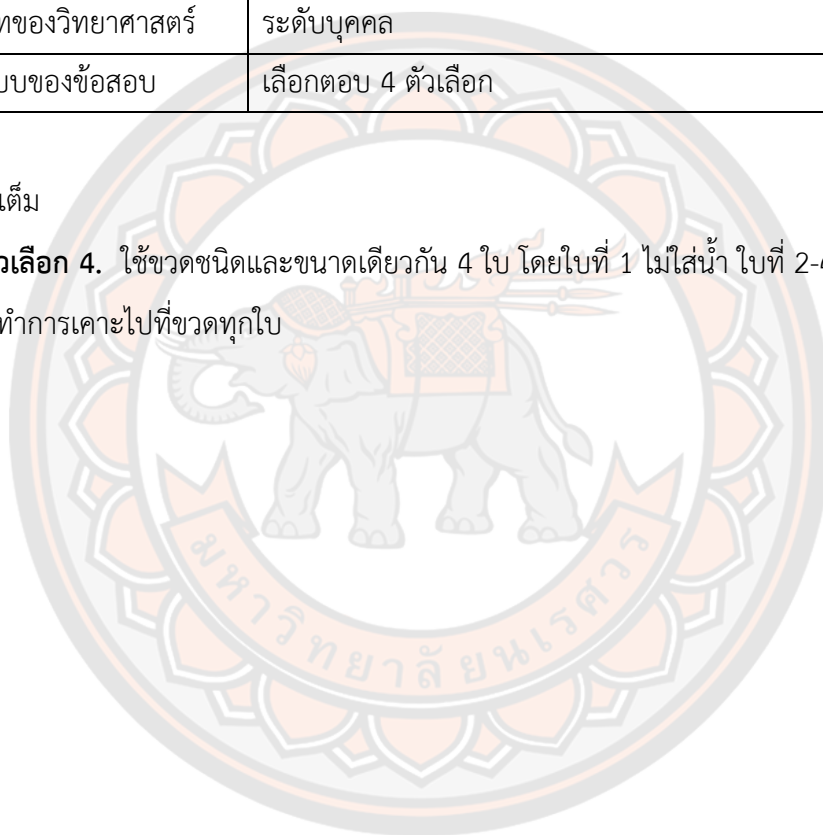
หากต้องการสร้างเสียงตัวโน้ต โดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ที่บ้านของนักเรียน นักเรียนควรออกแบบวิธีการทดลองโดยใช้วิธีการตามข้อใดจึงเหมาะสมที่สุด

1. ใช้ขวดชนิดเดียวกัน แต่ขนาดต่างกัน 4 ใบ โดยใส่น้ำปริมาณที่เท่ากันทุกใบ จากนั้นทำการเคาะไปที่ขวดทุกใบ
2. ใช้ขวดต่างชนิดกันและขนาดต่างกัน 4 ใบ โดยใส่น้ำปริมาณที่ต่างกันทุกใบ จากนั้นทำการเคาะไปที่ขวดทุกใบ
3. ใช้ขวดต่างชนิดกัน แต่มีขนาดเท่ากัน โดยใบที่ 1 ไม่ใส่น้ำ ใบที่ 2-4 ใส่น้ำ ไม่เท่ากัน จากนั้นทำการเคาะไปที่ขวดทุกใบ
4. ใช้ขวดชนิดและขนาดเดียวกัน 4 ใบ โดยใบที่ 1 ไม่ใส่น้ำ ใบที่ 2-4 ใส่น้ำ ไม่เท่ากัน จากนั้นทำการเคาะไปที่ขวดทุกใบ

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ - ประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบ 4 ตัวเลือก

คะแนนเต็ม

ตอบ ตัวเลือก 4. ใช้ขวดชนิดและขนาดเดียวกัน 4 ใบ โดยใบที่ 1 ไม่ใส่น้ำ ใบที่ 2-4 ใส่น้ำ ไม่เท่ากัน
จากนั้นทำการเคาะไปที่ขวดทุกใบ



สถานการณ์ที่ 2 ดนตรีเพื่อสุขภาพ สำหรับตอบคำถามข้อที่ 2-3

สถานการณ์ที่ 2 ดนตรีเพื่อสุขภาพ

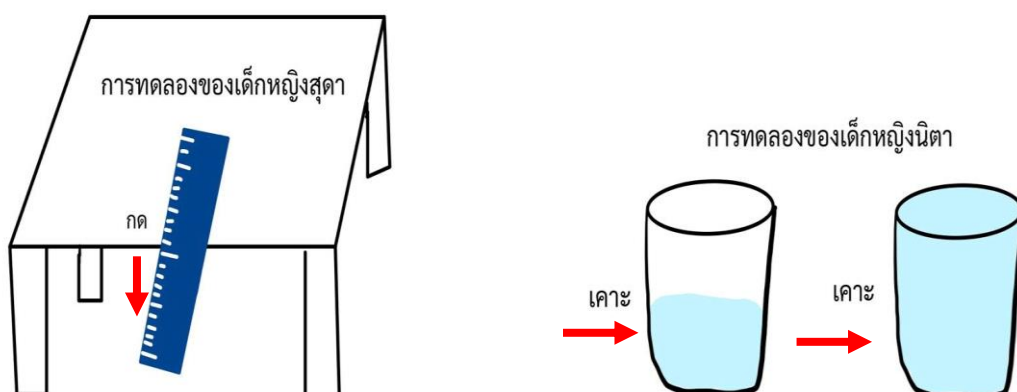
เมื่อพูดถึงเรื่องดนตรี เรามักเกิดความรู้สึกที่ดี เพราะดนตรีต่อให้เกิดความสุข ความบันเทิงใจได้ง่าย นักวิทยาศาสตร์พบว่าเสียงดนตรีจะกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายในเรื่อง อัตราการหายใจ การเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต เป็นต้น ส่วนผลทางจิตใจก็คือ ดนตรีสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ สติ ความนึกคิด

องค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้ดนตรีเป็นที่ชื่นชอบ ก่อให้เกิดความสุขแก่ผู้สัมผัส ได้แก่ จังหวะ ทำนองเพลง ระดับเสียงและคุณภาพของเสียง ซึ่งคนเราสามารถฟังเสียงที่มีความถี่ตั้งแต่ 20-20,000 เฮิรตซ์ เสียงพูดคุยธรรมดาที่มีความถี่ประมาณ 85-1,100 เฮิรตซ์ เสียงจากเครื่องดนตรี อาทิ เปียโน มีความถี่ตั้งแต่ 30-4,100 เฮิรตซ์ เสียงไวโอลิน 200-2,650 เฮิรตซ์ เป็นต้น โดยที่เสียงระดับต่ำมาก จะกระตุ้นให้เกิดความหวาดกลัว อึดอัดไม่มั่นใจ เสียงระดับต่ำ จะทำให้เกิดความรู้สึกสงบ เสียงระดับปานกลาง จะทำให้เกิดความรู้สึกสบายและเสียงระดับสูง จะทำให้เกิดความตื่นเต้นเร้าใจหรือเหนื่อยได้ เพราะมีผลต่อการทำงานของต่อมไร้ท่อซึ่งสัมพันธ์กับระบบประสาทซิมพาเทติก

ที่มา : ดนตรีเพื่อสุขภาพ

https://www.si.mahidol.ac.th/siriraj_online/thai_version/Health_detail.asp?id=119

คำถามข้อที่ 2 เด็กหญิงสุดาได้ทำการทดลองดังภาพ โดยวางไม้บรรทัดไว้บนโต๊ะจากนั้นก็ทำการใช้มือกดไม้บรรทัดส่วนที่ยื่นออกมา ส่วนเด็กหญิงนิตาเทน้ำใส่แก้วทั้ง 2 ใบในปริมาณที่ต่างกันจากนั้นใช้ไม้เคาะไปที่ข้างแก้วทั้ง 2 เพื่อศึกษาว่าเสียงสูง เสียงต่ำเกิดขึ้นได้อย่างไร จากการทดลองนี้นักเรียนคิดว่าเด็กหญิงทั้งสองคนนี้จะตั้งปัญหาในการศึกษาว่าอย่างไร



2.1 เด็กหญิงสุดาต้องการศึกษา

2.2 เด็กหญิงนิตาต้องการศึกษา

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

เด็กหญิงสุดาต้องการศึกษา ความยาวของไม้บรรทัดส่วนที่ฟันขอบโต๊ะจะมีผลต่อความถี่และเสียงที่ได้ยินหรือไม่

เด็กหญิงนิดาต้องการศึกษา ปริมาณน้ำในแก้วมีผลต่อความถี่และเสียงที่ได้ยินหรือไม่

คะแนนบางส่วน

ตอบเพียงข้อเดียว

ไม่ได้คะแนน ตอบเป็นอย่างอื่น หรือตอบไม่ครบทั้ง 2 ข้อ



คำถามข้อที่ 3 จากการทดลองของเด็กหญิงสุดา ตั้งสมมติฐานการทดลองว่าอย่างไร

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ - เสนอสมมติฐานเพื่อใช้อธิบาย
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

ถ้าความยาวของไม้บรรทัดส่วนที่เลยผลขอบโต๊ะมีผลต่อความถี่ของการสั่นและเสียงที่ได้ยินแล้วไม้บรรทัด

ส่วนที่เลยพื้นขอบโต๊ะที่มีความยาวมากขึ้น มีความถี่ในการสั่นลดลง และเสียงที่ได้ยินจะต่ำ

หรือ ถ้าความยาวของไม้บรรทัดส่วนที่เลยผลขอบโต๊ะมีผลต่อความถี่ของการสั่นและเสียงที่ได้ยินแล้วไม้บรรทัด

ส่วนที่เลยพื้นขอบโต๊ะที่มีความยาวสั้นลง มีความถี่ในการสั่นมากขึ้น และเสียงที่ได้ยินจะสูง

คะแนนบางส่วน

คำตอบบอกว่า ถ้าความยาวของไม้บรรทัดส่วนที่เลยผลขอบโต๊ะมีผลต่อความถี่ของการสั่นและเสียงที่ได้ยิน แต่ไม่ได้อธิบายลักษณะความยาวของไม้บรรทัดที่ส่งผลต่อความถี่และเสียงที่เกิดขึ้น

ไม่ได้คะแนน

ตอบเป็นอย่างอื่น หรือไม่ได้ตอบ

สถานการณ์ที่ 3 เสียงระฆังวัดกับคอนโดทรู สำหรับคำถามข้อที่ 4-5

สถานการณ์ที่ 3 เสียงระฆังวัดกับคอนโดทรู

กรณีมีผู้อยู่อาศัยรายหนึ่ง นามสมมติ นาง A ในคอนโดสูงแห่งหนึ่งในย่านบางคอแหลม ร้องเรียนไปยังสำนักงานเขตกรณีที่วัดไทร ที่อยู่ติดกับคอนโดมิเนียมใกล้เคียงกันตีระฆังเสียงดังมากและรบกวนผู้อยู่อาศัยคนนี้ในช่วงเวลาเช้ามีดของทุกวัน

ทีมผู้สื่อข่าวลงพื้นที่ ทำการสัมภาษณ์พระลูกวัด ระบุว่า วัดได้รับหนังสือจากสำนักงานเขตบางคอแหลมจริง โดยตั้งแต่ปีที่แล้ว ผู้ที่อยู่อาศัยในคอนโดฯที่อยู่ติดกับวัดไทรได้โทร.มาที่วัดหลายครั้งให้หยุดตีระฆังตอนเช้า บอกว่ารบกวนเวลาพักผ่อน พระวัดไทรบอกอีกว่า การตีระฆังของวัด ไม่ได้ตีรัวๆ แต่ตีเป็นจังหวะ โดยระฆังมีความสูงประมาณ 12 เมตร

ทั้งนี้ นักวิชาการท่านหนึ่ง จึงคำนวณตามทางฟิสิกส์ได้นำเสนอการทดสอบวัดระดับเสียงระฆังวัดไทรพบว่า เมื่อคำนวณจากความสูงของหอรระฆัง 12 เมตร โดยความดังของเสียงระฆังที่ตีประมาณ 100 เดซิเบล (ค่าเฉลี่ยที่วัดขณะตีระฆัง 97-106 เดซิเบล) ประกอบกับ ระยะห่างระหว่างหอรระฆังกับคอนโดฯ ห่างกันประมาณ 200 เมตร พบว่า ความดังของเสียงระฆังที่ตั้งที่สุดเมื่อถึงคอนโดฯ ในความสูงเดียวกับหอรระฆัง คือ 53.9 เดซิเบล ซึ่งถือว่าต่ำพอสมควร

นักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ได้เผยแพร่รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของคอนโดดังกล่าวว่า คอนโดซึ่งห่างจากวัดไทรไม่เกิน 800 เมตร ได้รับความเห็นชอบจาก สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2555 สำหรับมาตรการป้องกันและลดผลกระทบช่วงเปิดดำเนินการที่ได้รับความเห็นชอบและถูกกำหนดเป็นเงื่อนไขท้ายใบอนุญาตในเรื่องคุณค่าต่อคุณภาพชีวิตบางข้อซึ่งเกี่ยวกับวัดและชุมชนถูกกำหนดไว้ชัดเจนว่า กำหนดให้ให้นิติบุคคลชี้แจงผู้อยู่อาศัยในโครงการให้เข้าใจและยอมรับในวิถีชีวิตของชุมชนดั้งเดิมรวมถึงจัดให้มีกิจกรรมเพื่อเปิดโอกาสให้คนในโครงการได้เข้าร่วมกิจกรรมกับวัดไทรในโอกาสหรือวันสำคัญต่าง ๆ เพื่อให้ชุมชนและโครงการสามารถปรับตัวให้อยู่ร่วมกันได้

นักข่าวได้ลงพื้นที่สัมภาษณ์ นาย B ผู้อยู่อาศัยอยู่คอนโดแห่งนี้เช่นเดียวกับนาง A นาย B ได้ให้สัมภาษณ์ ตนเองไม่ได้รับการรบกวนจากเสียงตีระฆัง ซึ่งเมื่ออยู่ในห้องนอนและนอนพักผ่อนก็แทบไม่ได้เสียงระฆังที่พระท่านตีในช่วงเช้าเลย

ที่มา : https://www.khaosod.co.th/special-stories/news_1641753 (ข่าวสดออนไลน์

เผยแพร่เมื่อ 4 ตุลาคม 2561)

ที่มา : <https://www.thairath.co.th/scoop/1393388> (ข่าวไทยรัฐ เผยแพร่เมื่อ 10 ตุลาคม 2561)

คำถามที่ 4 จากการที่ผู้อาศัยอยู่คอนโด นามสมมติ นาง A ไปได้ร้องเรียนว่า พระตึระซัง เสียงดังทุกวัน และเป็นการรบกวนการพักผ่อนเป็นอันมาก แต่นาย B ซึ่งเป็นผู้อยู่อาศัยคอนโดมิเนียมเดียวกันกับนาง A กลับออกมาได้ว่า เสียงระซังจากวัดไม่ได้ก่อความรำคาญหรือรบกวนแต่อย่างใด เมื่ออยู่ตุนอยู่ในห้องก็ไม่ได้ยินเสียงระซัง

จากข้อโต้แย้งเสียงระซังนี้ จะมีหลักฐานใดน่าเชื่อถือที่สุดช่วยสนับสนุนนาย B ว่า เสียงระซังไม่ได้รบกวนคนในคอนโดคนอื่นๆ

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ - ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยาน จากแหล่งที่มาหลายแหล่ง
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับสังคม-คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

หลักฐานจากนักวิชาการ ที่คำนวณหาระดับเสียงตามหลักการทางฟิสิกส์ ซึ่งความดังของเสียงระซังที่ดังที่สุดเมื่อถึงคอนโดฯ ในความสูงเดียวกับหอระซัง คือ 53.9 เดซิเบล เมื่อเทียบกับในด้านกฎหมาย ตาม พ.ร.บ.คุณภาพสิ่งแวดล้อม ความดังของเสียงต้องไม่เกิน 115 เดซิเบลและเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 70 เดซิเบล

ไม่ได้คะแนน

คำตอบเป็นอย่างอื่น หรือ ไม่ได้ตอบ

คำถามข้อที่ 5 จากข่าวข้างต้น ให้นักเรียนระบุว่าข้อความใดต่อไปนี้เป็นหลักฐานที่มาจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ข้อความ	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์	
	เป็น	ไม่เป็น
1. เสียงเดินทางเป็นเส้นตรงออกจากแหล่งกำเนิดในทุกทิศทาง		
2. เสียงของระฆังเป็นเสียงที่มีความถี่สูง ทำให้เสียงที่ดังออกมาเป็นเสียงสูง		
3. เสียงระฆังดังมากเพราะมีการตีระฆังที่ออกแรงมาก		

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ - แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับสังคม-คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

เฉลย

คะแนนเต็ม ตอบถูกทั้ง 3 ข้อ เป็น/เป็น/ไม่เป็น

ไม่ได้คะแนน

คำตอบเป็นอย่างอื่น/ไม่ตอบ

สถานการณ์ที่ 4 บ้านทาวน์เฮาส์ สำหรับคำถามข้อที่ 6 - 9

สถานการณ์ที่ 4 บ้านทาวน์เฮาส์

นิตเลือกซื้อบ้านแบบทาวน์โฮมซึ่งมีลักษณะเป็นบ้านที่อยู่ติดกันเป็นแถวตั้งแต่ 2 คูหาขึ้นไป ใช้ผนังร่วมกัน ตั้งแต่ย้ายเข้ามาอยู่บ้านหลังนี้ พบว่าบ้านของออยซึ่งอยู่ติดกัน มักเปิดเพลงฟังเสียงดังช่วงกลางวันเป็นประจำ ซึ่งเสียงเพลงจากบ้านออยทำให้นิตไม่สามารถในการทำงานและนอนไม่หลับ



คำถามข้อที่ 6 นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดนิตจึงได้ยินเสียงเพลงที่ออยเปิดฟัง

.....

.....

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ - นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านเนื้อหา
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบแบบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

การที่นิตได้ยินเสียงเพลงบ้านออยนั้น เกิดจากเสียงเพลงของออยเป็นแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งเสียงมีการเคลื่อนที่แผ่ออกรอบแหล่งกำเนิดเสียงทุกทิศทาง เมื่อมีแผ่นของคลื่นเสียงออกไปเสียงเพลงของออยไปกระทบผนังบ้าน และด้วยการที่บ้านของนิตและออยเป็นบ้านแบบทาวนโฮมจึงใช้ผนังร่วมกัน เสียงเพลงนั้นจึงรอดผ่านช่องแคบของผนังบ้านของออยมายังบ้านของนิต ซึ่งลักษณะที่คลื่นผ่านสิ่งกีดขวาง(ช่องผนัง)มาได้ นั้นเกิดคุณสมบัติที่ว่าการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง

คะแนนบางส่วน

คำตอบต้องอ้างถึงการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง แต่ไม่ได้อธิบายเพิ่มเติมถึงลักษณะแสดงว่าคลื่นมีการเลี้ยวเบน

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น หรือไม่ได้ตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 4 บ้านทาวน์เฮาส์

คำถามข้อที่ 7 หากออยต้องการไม่ให้เสียงเพลงที่ออยฟัง ไปรบกวนการทำงานและการนอนของนิต แต่ออยจะเปิดเพลงด้วยเสียงที่ดังเช่นเดิม ออยจะมีวิธีการในการออกแบบห้องของออยอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ - เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	กระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

คำถามข้อที่ 8 หากออยต้องการไม่ให้เสียงเพลงที่ออยฟัง ไปรบกวนการทำงานและการนอนของนิต แต่ออยจะเปิดเพลงด้วยเสียงที่ดังเช่นเดิม ออยควรมีการใช้วัสดุต่อเติมอะไรบ้าง พร้อมระบุเหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยานและเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับสังคม-คุณภาพสิ่งแวดล้อม
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

คำถามข้อที่ 9 หากออยต้องการไม่ให้เสียงเพลงที่ออยฟัง ไปรบกวนการทำงานและการนอนของนิด แต่ออยจะเปิดเพลงด้วยเสียงที่ดังเช่นเดิม ให้วาดภาพการออกแบบห้องของออย

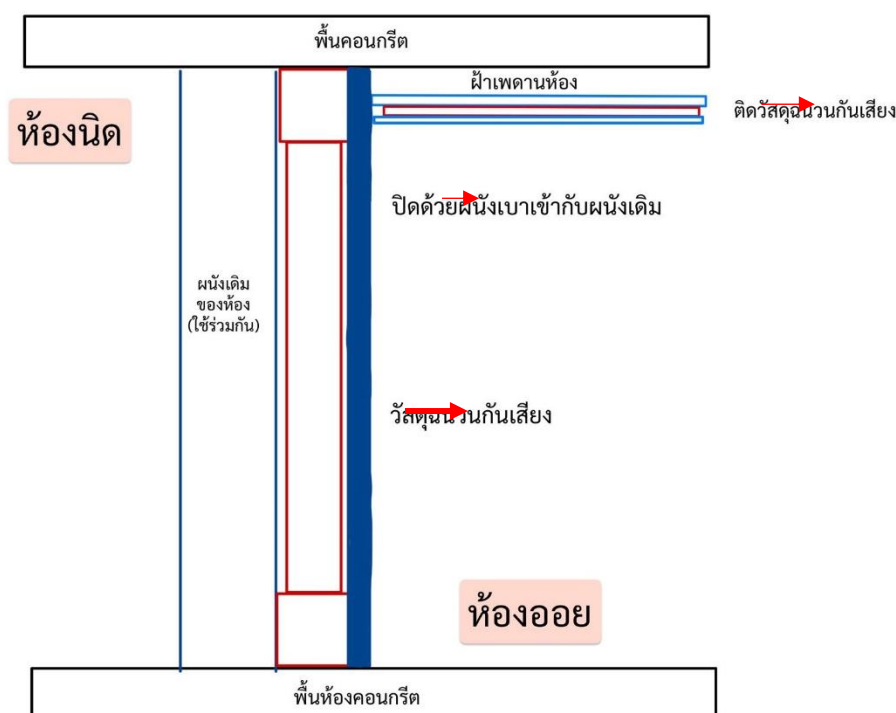
สำหรับวาดภาพออกแบบห้องของออย

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ - ระบุ ใช้และสร้างแบบจำลองและนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	กระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ(วาดภาพแบบจำลอง)

เฉลย

คะแนนเต็ม

คำตอบต้องอธิบายถึงวิธีการออกแบบห้องอย่างเป็นขั้นตอน มีการระบุวัสดุที่นำมาใช้เป็นผนัง และบอกคุณสมบัติของวัสดุที่เลือกมาทำผนังเพื่อสร้างห้องดังกล่าว พร้อมวาดภาพประกอบ



คะแนนบางส่วน

คำตอบต้องอธิบายถึงวิธีการออกแบบห้องอย่างเป็นขั้นตอน มีการวาดภาพประกอบแต่ไม่ได้ระบุวัสดุที่นำมาใช้เป็นผนัง และบอกคุณสมบัติของวัสดุและหลักการของเสียงที่เกี่ยวข้อง ที่เลือกมาทำผนังเพื่อสร้างห้องดังกล่าว

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอธิบายถึงวิธีการออกแบบห้องอย่างคลุมเครือ ไม่เป็นขั้นตอน ไม่มีการวาดภาพ หรือไม่ตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 5 ปรากฏการณ์ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า

ช่วงเดือนสิงหาคม -ตุลาคมที่ผ่านมาเป็นช่วงฤดูกาลของฤดูฝน ในทุกพื้นที่ทั่วประเทศไทย ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมที่พัดผ่านเข้ามา ช่วงกลางเดือนตุลาคม 2564 ที่ผ่านมา พายุโซนร้อนเข้าถล่มประเทศไทยจำนวน 3 ลูกด้วยกัน ซึ่งทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรง น้ำท่วมเฉียบพลันในหลายพื้นที่



คำถามข้อที่ 10 การเกิดฟ้าแลบทุกครั้ง จำเป็นต้องได้ยินฟ้าร้องเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอไปหรือไม่
จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ - พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้ เหตุผล
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ความรู้ด้านเนื้อหา
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับท้องถิ่น
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

การเกิดฟ้าแลบในแต่ละครั้งไม่จำเป็นต้องได้ยินเสียงฟ้าร้อง
กรณีที่ 1 เกิดเสียงฟ้าร้องหลังฟ้าแลบ เพราะแสงเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าเสียง
กรณีที่ 2 เกิดฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง ซึ่งเกิดจากเสียงมีการหักเห เพราะมีความต่างกันของ
อุณหภูมิ โดยบริเวณที่ใกล้พื้นดินจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่ไกลออกไป ทำให้เสียงที่เคลื่อนที่ผ่าน
บริเวณที่มีอุณหภูมิต่างกันมีการหักเหออก จึงทำให้คนไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้องได้

คะแนนบางส่วน

คำตอบตอบว่า การเกิดฟ้าแลบในแต่ละครั้งไม่จำเป็นต้องได้ยินเสียงฟ้าร้องพร้อมกัน โดยให้
เหตุผลมา 1 กรณี

ไม่ได้คะแนน

ตอบคำต้อบอื่น หรือ ไม่ได้ต้อบคำถามนี้

สถานการณ์ที่ 6 การตรวจครรภ์ สำหรับตอบคำถามข้อที่ 11 - 12

สถานการณ์ที่ 6 การตรวจครรภ์

การตรวจครรภ์ของคุณแม่ คุณหมอจะใช้หัวตรวจวัดคลื่น ปล่อยคลื่นให้ผ่านเข้าสู่อวัยวะภายในและ ประมวลผลขึ้นเป็นภาพบนจอคอมพิวเตอร์ จึงเห็นเป็นภาพอวัยวะภายในได้โดยไม่ต้องผ่าเปิดผิวหนังเข้าไปดูจริงๆ



ที่มา : www.evaidya.com

คำถามข้อที่ 11 ในทางการแพทย์ เมื่อคุณหมอใช้หัวตรวจสัมผัสสมายังท้องคุณแม่ แล้วเกิดเป็นภาพให้สามารถเห็นภาพทารกบนได้ ใช้ประโยชน์จากเสียงเรื่องใด จงอธิบาย

.....

.....

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ - อธิบายศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในสังคม
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านเนื้อหา
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย

คะแนนเต็ม

ใช้ความรู้เรื่อง หลักการสะท้อนของคลื่นเสียง ซึ่งคลื่นเสียงนั้นคือ คลื่นอัลตราซาวด์ซึ่งเป็นคลื่นที่มีความถี่มากกว่า 20,000 เฮิรตซ์ คลื่นจะเกิดการสะท้อนได้ดีก็ต่อเมื่อขนาดความยาวคลื่นมีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่าวตัณั้น คลื่นจึงจะเกิดการสะท้อนได้ การใช้คลื่นอัลตราซาวด์เพราะว่าขนาดของเด็กในครรภ์เล็กมาก ต้องใช้คลื่นที่มีความถี่มาก เพราะความถี่มาก ความยาวคลื่นน้อย และยังใช้คลื่นที่มีความสูงมาก เคลื่อนที่ได้น้อย ภาพสะท้อนที่ได้จะมีความละเอียดของภาพสูง

คะแนนบางส่วน

คำตอบตอบว่า ใช้หลักการสะท้อนของคลื่นอัลตราซาวด์ แต่ไม่มีการอธิบายเพิ่มเติม

ไม่ได้คะแนน

คำตอบไม่ได้ตอบว่า ใช้หลักการสะท้อนของคลื่นอัลตราซาวด์ หรือไม่ได้ตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 6 การตรวจครรภ์

คำถามข้อที่ 12 จากการตรวจครรภ์ของคุณหมอม นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เสนอต่อไปนี้ ปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปัญหา	ตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	
	ได้	ไม่ได้
1. หากใช้คลื่นที่มีความถี่ต่ำกว่า 20,000 เฮิรตซ์ จะปรากฏภาพบนจอหรือไม่		
2. แม่ต้องการทราบว่า ลูกมีเพศอะไร		
3. แม่ต้องการทราบว่า ลูกว่าตามีสีอะไร		

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน

เฉลย

คะแนนเต็ม

ถูกทั้ง 3 ข้อ ได้/ได้/ไม่ได้

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น

สถานการณ์ที่ 7 สมรรถภาพการได้ยิน สำหรับตอบคำถามข้อที่ 13 -14

สถานการณ์ที่ 7 สมรรถภาพการได้ยิน

ในโรงงานอุตสาหกรรมย่อมมีเสียงเครื่องจักรแต่ละตัว ซึ่งดังมากดังน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องจักร และการควบคุมเสียงภายในโรงงาน หากโรงงานไหนมีเสียงดังมากเกินมาตรฐาน นอกจากจะผิดกฎหมายมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือนแล้วยังอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพพนักงาน



ในการตรวจคัดกรองสมรรถภาพการได้ยิน ต้องจำกัดเสียงในห้องตรวจเพื่อป้องกันเสียงรบกวน โดยกำหนดระดับเสียงขั้นต่ำที่ได้ยิน ที่ควจะเป็นในแต่ละความถี่ของห้องที่ทำการตรวจ ซึ่งจะตรวจจากความถี่ 1000 2000 4000 6000 8000 และกลับมาที่ 500 เฮิรตซ์ โดยมีข้อกำหนดตามเกณฑ์ของ OSHA 1983 ตารางดังนี้

ความถี่ที่ใช้ตรวจ (Hz)	500	1000	2000	4000	8000
ระดับเสียง (dB)	40	40	47	57	62

ที่มา : <https://www.scgbuildingmaterials.com>

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ - วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ(วาดกราฟ)

เฉลย

คะแนนเต็ม

ข้อมูลระดับการได้ยินเสียงในช่วงความถี่ 1000 เฮิรตซ์ เพราะระดับเสียงที่ได้ยินมีค่า 0 เดซิเบล นั่นคือ เขาไม่ได้ยินเสียงเลย อีกทั้งความถี่เสียงที่ 1000 เฮิรตซ์ เป็นระดับเสียงที่คนเราได้ยินเสียง

ไม่ได้คะแนน

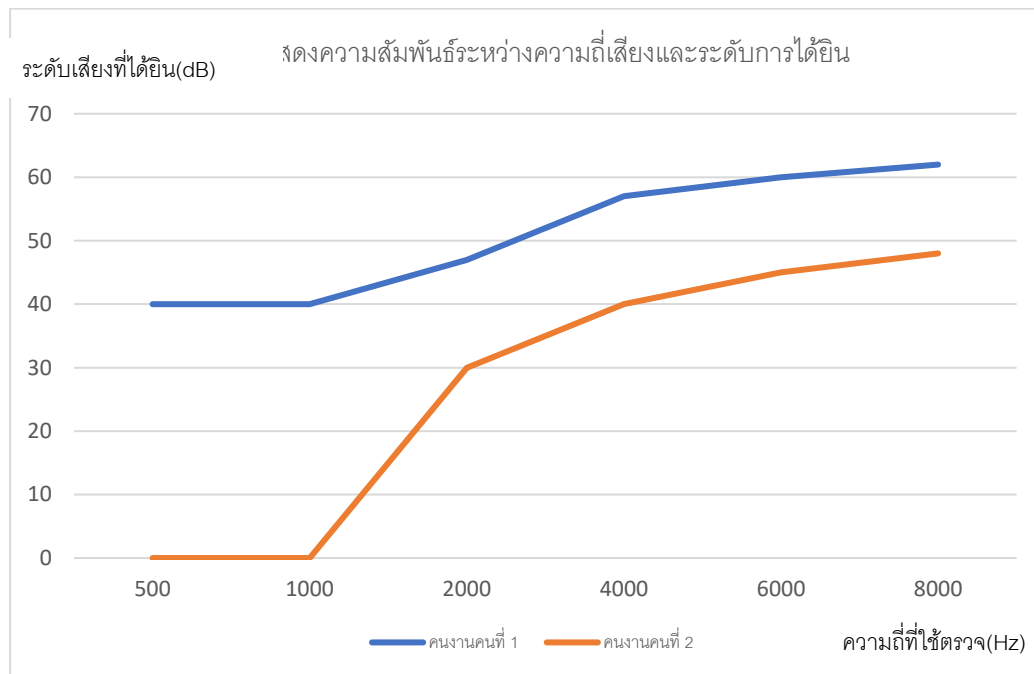
ตอบเป็นอย่างอื่น หรือไม่ได้ตอบคำถาม

สถานการณ์ที่ 7 สมรรถภาพการได้ยิน

คำถามข้อที่ 14 จากตารางบันทึกผลการได้ยินระดับเสียง ณ ความถี่ต่างๆ ให้นักเรียนวาดกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของเสียง กับค่าระดับเสียงที่คนงานทั้ง 2 ได้ยิน พร้อมทั้งระบุชื่อแกนให้ถูกต้อง

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ - แปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านความรู้
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ(วาดกราฟ)

เฉลย



คะแนนเต็ม

วาดกราฟถูกต้อง และเขียนชื่อแกนกราฟทั้ง 2 ได้ถูกต้อง

คะแนนบางส่วน

วาดกราฟถูกต้องบางส่วน หรือ เขียนชื่อแกนกราฟบางส่วน

ไม่ได้คะแนน

วาดกราฟไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้ตอบ

สถานการณ์ที่ 8 ระดับเสียงในชุมชนเมือง

ผู้วิจัยกลุ่มหนึ่งการศึกษาาระดับเสียงทั่วไปบริเวณสวนสาธารณะแห่งหนึ่งใจกลาง จังหวัดขอนแก่น โดย
ใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณเสียง (Sound Level Meter) ดำเนินการตรวจวัดระดับเสียงบริเวณ
สวนสาธารณะซึ่งเป็นบริเวณที่มีเส้นทางการจราจรหนาแน่น จำนวน 48 จุดตรวจวัด ตรวจวัดระดับ
เสียงในวันอังคาร พุธ และอาทิตย์ เก็บข้อมูลระดับเสียงเฉลี่ย 5 นาที ในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 05.00 –
07.00 น. และช่วงเย็นตั้งแต่เวลา 17.00 – 19.00 น. การเก็บข้อมูลสำหรับระดับเสียงของแหล่งกา
เนิดเป็นค่าระดับเสียงเฉลี่ย

ทั้งนี้การติดตั้งเครื่องวัดเสียง อ้างอิงตามคำแนะนำของกรมควบคุมมลพิษ (2563) ดังนี้ คือ วางระดับ
ไมโครโฟนสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร โดยห่างจากกำแพงในรัศมีประมาณ 1 เมตรรอบ
ไมโครโฟน

ผลการเก็บข้อมูล ระดับเสียงเฉลี่ยบริเวณสวนสาธารณะแห่งหนึ่ง

ช่วงวันที่เก็บค่า เสียง	ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง			
	05.00 – 06.00 น.	06.00 – 07.00 น.	17.00 – 18.00 น.	18.00 – 19.00 น.
วันอังคาร	35.9-48.5	49.1-64.9	53.0-62.7	55.8-65.1
วันพุธ	38.0-51.7	59.4-66.8	53.9-64.7	51.1-62.9
วันอาทิตย์	35.3-43.8	53.8-62.1	53.3-63.0	57.1-69.8

แหล่งอ้างอิง

พัชรินทร์ แก้วคุณและคณะ. (2564). **ระดับเสียงและแผนที่แสดงระดับเสียงเทียบเท่าบริเวณ**

สวนสาธารณะ

จังหวัดขอนแก่น: วารสารวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพ ปีที่ 14 ฉบับที่ 2: พฤษภาคม - สิงหาคม
2564

คำถามข้อที่ 15 จงอธิบายว่าเหตุใดผู้วิจัยกลุ่มนี้จึงต้องใช้วันพุธ อยู่ในการเก็บข้อมูลนี้

.....

.....

.....

.....

สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ - บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็น กลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบทางกายภาพ
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับชุมชน
รูปแบบของข้อสอบ	เขียนตอบอิสระ

เฉลย**คะแนนเต็ม**

ใช้วันพุธเป็นวันที่เป็นการทดลองควบคุม ตัวอย่างคำตอบ เช่น เพื่อแสดงให้เห็นว่าวันพุธเป็น
วันธรรมดา

เพื่อไว้เปรียบเทียบระดับเสียงวันธรรมดาซึ่งเป็นวันอังคาร ในแต่ละช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล

ไม่ได้คะแนน

คำตอบอื่น หรือ ไม่ได้ตอบ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	วิรัชยุพา ทองพัด
วัน เดือน ปี เกิด	10 มีนาคม 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	118 หมู่ 5 ตำบลหล่มเก่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ 67120
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบึงสามพันวิทยา 800 หมู่ 7 ตำบลชัยสมอทอด อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ 67160
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ.2560 ครู โรงเรียนบึงสามพันวิทยา
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2555 กศ.บ.(ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยนเรศวร

