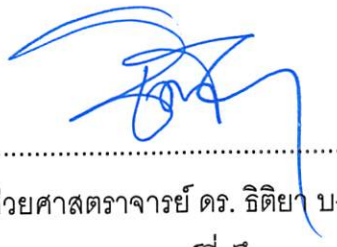
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปาริฉัตร ปานกลิ่น

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธิติยา บงกชเพชร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2564

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติยา บงกชเพชร อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่งจนการค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันและคอยให้กำลังใจผู้วิจัยให้สามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาคการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ทุกท่านที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิทยาการและมวลประสบการณ์ต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยกำลังศึกษาและดำเนินการวิจัยที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบการค้นคว้าอิสระด้วยความเอาใจใส่ ตลอดจนผู้เขียนตำราวิชาการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและอ้างอิงทุกท่านขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุพิน ภูพวก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และคุณครูอนัญญา แก้วพินิจ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพและแก้ไขเครื่องมือสำหรับการรวบรวมข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูโรงเรียนชุมแสงสงคราม"อุดรคณารักษ์อุปถัมภ์" ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนการเก็บข้อมูลวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563 ทุกคนที่ให้ความร่วมมืออย่างยิ่งในการเก็บข้อมูลการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติมิตร และเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจสำคัญให้ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วง คอยเป็นกำลังใจที่สำคัญให้ผู้วิจัยผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ และคอยส่งเสริม สนับสนุนในทุกๆ ด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน และขอบใจเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโททุกคนที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีให้กับผู้วิจัยตลอดมา

คุณประโยชน์จากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

ปาริฉัตร ปานกลิ่น

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	ปาริฉัตร ปานกลิ่น
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติยา บงกชเพชร
ประเภทสารนิพนธ์	การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา พอลิเมอร์

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ และศึกษาผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 21 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งจำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์เชิงเนื้อหา สถิติบรรยาย ค่าเฉลี่ย และร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ควรใช้สถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวที่ไม่มีคำตอบชัดเจนเพื่อนำไปสู่การทดลองหรือการสืบค้น ประเด็นข้อโต้แย้งต้องมีข้อขัดแย้งสองฝ่ายอย่างชัดเจนและมีการกำหนดบทบาทสมมติในการโต้แย้ง ควรชี้แจงองค์ประกอบการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวให้ชัดเจน เพิ่มเวลาในการเขียนรายงานและสร้างข้อตกลงในการตรวจสอบโดยเพื่อนและการปรับปรุงรายงาน

2. นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในภาพรวมสูงขึ้นจากร้อยละ 57.13 เป็น 88.08 (ระดับน้อยเป็นระดับมาก) และมีระดับความสามารถในแต่ละองค์ประกอบอยู่ในระดับมากทุกด้าน ทั้งด้านการให้เหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหา

Title	IMPLEMENTING ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY MODEL FOR ENHANCING CRITICAL THINKING AND PROBLEM SOLVING ABILITIES IN POLYMER TOPIC FOR GRADE 11 STUDENTS
Author	Parichat Panklin
Advisor	Assistant Professor Thitiya Bongkotphet, Ph.D.
Academic Paper	Independent Study M.Ed. in Science Education, Naresuan University, 2020
Keywords	Argument-Driven Inquiry Model, Critical Thinking and Problem Solving Abilities, Polymer

ABSTRACT

This action research aims to study the learning management of argument-driven inquiry model (ADI) for enhancing critical thinking and problems solving abilities in polymer topic and aims to study the result of critical thinking and problems solving abilities after implementing argument-driven inquiry model. The participants were 21 eleventh grade students in a small secondary school in Phitsanulok province obtained by purposive sampling. The research instruments consisted of three lesson plans using of argument-driven inquiry model in polymer topic, reflective learning management form, worksheet and the assessment forms of critical thinking and problems solving abilities. Data were analyzed using content analysis, descriptive statistics mean and percentage.

The findings indicated that

1. The effective way to implement argument-driven inquiry were 1) choose problem situations in the daily life context, 2) avoid providing a definite answer to lead trial or investigation, 3) the point of arguments must be explicit bipartisan in order to do a role-play, 4) the interim elements of a tentative argument should be clarified and 5) the time should be increase for writing a reports and generate an agreement by double-blind peer review and revision.

2. The students' critical thinking and problem-solving abilities level had progressed after learning through argument-driven inquiry model as a whole from 57.13% to 88.08% (low to high). There is a high level of competence in each component including reasoning, systematic thinking, assessment and decision, and problem solving.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	คำถามการวิจัย	6
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	6
	ขอบเขตการวิจัย	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	9
	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)	10
	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง	13
	การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา	22
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	48
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	53
	รูปแบบการวิจัย	53
	กลุ่มเป้าหมาย	54
	บริบทในการทำวิจัย	54
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	55
	การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	58
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	69
	การวิเคราะห์ข้อมูล	73

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**	76
	ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเรื่อง พอลิเมอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	76
	ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง พอลิเมอร์	128
5	**บทสรุป**	146
	สรุปผลการวิจัย	146
	อภิปรายผลการวิจัย	150
	ข้อเสนอแนะ	155
บรรณานุกรม		157
ภาคผนวก		166
ประวัติผู้วิจัย		221

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี).....	12
2	แสดงบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง.....	21
3	แสดงความสอดคล้องของคำถามวิจัยและเครื่องมือวิจัย.....	57
4	แสดงการวิเคราะห์ตัวชี้วัดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้แกนกลาง และเวลาที่ใช้.....	59
5	แสดงเนื้อหาและสถานการณ์การโต้แย้งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	60
6	แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของนิยามศัพท์เฉพาะ และพฤติกรรมตัวบ่งชี้ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา.....	64
7	แสดงสัดส่วนคะแนนและข้อคำถาม จำแนกตามองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา.....	65
8	แสดงคะแนนร้อยละและระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา.....	66
9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลกับเครื่องมือวิจัย.....	72
10	แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	94
11	แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียน และแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	108
12	แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียน และแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	118
13	แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา.....	120
14	แสดงระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาแต่ละวงจรปฏิบัติการและหลังการจัดการเรียนรู้.....	130
15	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง.....	168

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

16 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์
ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้..... 169
17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางการป้องกันแก้ไข
ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้..... 171
18 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์..... 173
19 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของใบกิจกรรม เรื่อง พอลิเมอร์..... 174

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แสดงองค์ประกอบของข้อโต้แย้งและคุณภาพของการโต้แย้ง.....	16
2	แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถในการระบุปัญหา.....	36
3	แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง.....	36
4	แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถในการตัดสินความน่าเชื่อถือของข้อมูล.....	37
5	แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถในการสังเกตและตัดสินข้อมูลจากการสังเกต.....	37
6	แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถลงข้อสรุปด้วยการนิรนัยจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อสรุป.....	38
7	แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถลงข้อสรุปด้วยการนิรนัยโดยใช้การตัดสินความถูกต้องของข้อสรุปเพียงข้อสรุปเดียว.....	38
8	แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถลงข้อสรุปด้วยการอุปนัย โดยให้ข้อสรุป.....	39
9	แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถลงข้อสรุปด้วยการอุปนัยโดยให้สร้างข้อสรุปเอง.....	39
10	แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถในการตัดสินคุณค่า.....	40
11	แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถในการระบุและการตัดสินคำนิยาม.....	40
12	แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถในการระบุข้อสมมติฐาน.....	41
13	แสดงกลยุทธ์การประเมินการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น โดยใช้การวิเคราะห์และระบุสิ่งที่หลอกลวง 1 สิ่ง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้.....	41
14	แสดงกลยุทธ์การประเมินการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น โดยใช้การระบุข้อมูลที่หลอกลวงเพียงข้อมูลเดียว.....	42
15	แสดงการดำเนินการของวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ.....	54
16	แสดงการดำเนินการกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์.....	83
17	แสดงการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อยของนักเรียน.....	84
18	แสดงผลงานการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย.....	86

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
19	แสดงกิจกรรมการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน	89
20	แสดงการตรวจสอบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน.....	92
21	แสดงการดำเนินการกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง สมบัติของพลาสติก.....	100
22	แสดงการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย.....	101
23	แสดงผลงานการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย.....	102
24	แสดงกิจกรรมการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน.....	104
25	แสดงการดำเนินการกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง ผลกระทบการใช้พอลิเมอร์.....	112
26	แสดงการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย.....	112
27	แสดงผลงานการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย.....	113
28	แสดงกิจกรรมการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน.....	115
29	แสดงร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการและหลังการจัดการเรียนรู้.....	129
30	แสดงคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในแต่ละองค์ประกอบย่อย.....	131
31	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงถึงการให้เหตุผลได้เพียง 1 ประเด็น.....	132
32	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงถึงการให้เหตุผลได้ 2 ประเด็นแต่แสดงรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน.....	133
33	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการให้เหตุผลได้ครบถูกต้องทั้ง 2 ประเด็น.....	134
34	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการให้เหตุผลได้ถูกต้องทั้ง 2 ประเด็น.....	135
35	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงองค์ประกอบได้เพียง 2 องค์ประกอบ.....	136
36	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงองค์ประกอบได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบแต่ยังไม่สมบูรณ์ มีแหล่งอ้างอิงแต่ขาดหลักฐาน.....	137
37	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงองค์ประกอบได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบแต่แสดงหลักฐานได้ไม่สมบูรณ์.....	138

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
38	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงความสัมพันธ์ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้ง 3 องค์ประกอบ.....	139
39	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการประเมินและตัดสินใจได้เหมาะสมแต่ให้เหตุผลประกอบที่ไม่ชัดเจนและไม่เชื่อมโยงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์.....	140
40	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการประเมินและตัดสินใจได้เหมาะสมมีการให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์.....	140
41	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการประเมินและตัดสินใจได้เหมาะสมและแสดงการให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้องชัดเจน.....	141
42	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการประเมินและตัดสินใจได้เหมาะสมและแสดงเหตุผลประกอบได้ถูกต้อง.....	142
43	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงถึงการแก้ปัญหาที่ใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและไม่แสดงเหตุผลประกอบ.....	143
44	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงถึงการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ได้ แต่ใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อธิบายไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา.....	143
45	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการแก้ปัญหาซึ่งใช้องค์ความรู้วิทยาศาสตร์สอดคล้องกับสถานการ์ปัญหา.....	144
46	แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการคิดแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบและอธิบายเหตุผลประกอบได้ถูกต้อง.....	145

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

โลกแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นโลกแห่งการติดต่อสื่อสารทางเทคโนโลยี ข้อมูลข่าวสารได้เข้ามีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน เนื่องจากในปัจจุบันสามารถรับส่งข้อมูลข่าวสารได้อย่างรวดเร็ว ทำให้การดำรงชีวิตในสังคมยุคนี้จำเป็นต้องมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อสามารถคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ แยกแยะข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับ และสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ รวมทั้งสามารถให้เหตุผลในการตัดสินใจและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบัน ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการพิจารณาไตร่ตรองด้วยเหตุผลอย่างรอบคอบ อาศัยหลักฐาน ข้อสรุปที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ ก่อนจะตัดสินใจเชื่อหรือปฏิบัติ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2548, น. 71-73) ในส่วนของการคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถทางสมองที่คิดค้นหาวิธีที่จะนำมาใช้คิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยอาศัยประสบการณ์เดิมและจากการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย (ภัทรพงษ์ วงษ์วิจิตรานนท์, 2557) ดังนั้นทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาจึงเป็นทักษะสำคัญในการเรียนรู้ของผู้เรียนในยุคปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพและมีความสุขภายใต้สังคมโลกแห่งโลกาภิวัฒน์

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) เป็นทักษะสำคัญสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การที่บุคคลจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมแห่งการเปลี่ยนแปลงได้นั้นต้องมีการส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (วัชรา เล่าเรียนดี, 2556, น. 1) โดยการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาไว้ว่าเป็นทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนในการเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน (วิจารณ์ พานิช, 2555, น. 16-21) ตามแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills กล่าวว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ไตร่ตรองอย่างรอบคอบเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาคลุมเครือหรือมีความขัดแย้ง สามารถวิเคราะห์ ประเมิน สรุป และเลือกใช้ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกสำหรับแก้ไขปัญหา รวมถึงการตัดสินใจ

ลงข้อสรุปในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะตามมาอย่างรอบด้านและสมเหตุสมผล ซึ่งประกอบด้วยความมีเหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การประเมินและตัดสินใจ และการแก้ปัญหา (วิโรจน์ สารรัตนะ, 2556, น. 122-124) ดังเช่น ศันสนีย์และอุษาได้กล่าวว่าทักษะสำคัญสำหรับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดได้อย่างเป็นเหตุเป็นผลกันในหลากหลายรูปแบบ มีการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถใช้วิจารณญาณในการตัดสินใจ วิเคราะห์และประเมินข้อมูลจากหลักฐาน การโต้แย้ง การกล่าวอ้าง และความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งทุกคนควรมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อใช้เรียนรู้ คิดวิเคราะห์ พิจารณาแยกแยะหาเหตุผลอย่างเหมาะสม รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการดำเนินชีวิตอย่างมีคุณค่าอีกด้วย (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์, และอุษา ชูชาติ, 2544, น. 26) นอกจากนี้การคิดแก้ปัญหายังเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแข่งขันในสังคม รวมทั้งเป็นความสามารถในการปรับตัวให้สามารถดำรงชีวิตประจำวันได้อย่างมีความสุข (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2549)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเป็นส่วนสำคัญในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตราที่ 24 โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อเป็นการฝึกกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ใช้เพื่อนำมาใช้ป้องกันและแก้ปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2553) ซึ่งสิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะพื้นฐาน นอกจากนี้ในมาตราที่ 4 ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ที่กล่าวถึงความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านสมรรถนะผู้เรียนว่าในการจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะในด้านการคิดโดยสามารถคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ทั้งนี้ยังมีความสอดคล้องกับแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกล่าวว่าแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่างๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ได้จากวิธีคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ทักษะต่างๆ และความเข้าใจในปัญหามาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

จากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programmed for International Student Assessment) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) เป็นการประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคมโลกแห่งการเปลี่ยนแปลง ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่ง PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเพื่อตัดสินใจและการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยผลการประเมินของไทยในปี 2009, 2012 และ 2015 พบว่าการประเมินทั้งสามด้านมีแนวโน้มลดลง และในปี 2018 ซึ่งเน้นวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ค่าเฉลี่ย OECD แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับชีวิตจริงได้ ยังคงยึดติดกับเนื้อหาความรู้ที่ได้จากบทเรียนมากกว่ากระบวนการเรียนรู้ทำให้ระบบการคิดของนักเรียนไม่หลากหลายและส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ของประเทศมีความสามารถในด้านการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์อยู่ในระดับต่ำ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552) อีกทั้งจากการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาของประเทศไทยของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) พบว่านักเรียนในโรงเรียนทั่วประเทศมีทักษะการคิดอยู่ในระดับดี คิดเป็นเพียงร้อยละ 12.90 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณภาพของนักเรียนไทยยังคงอ่อนด้อยในด้านการคิด ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับข้อมูลของสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) พบว่าเด็กไทยทำข้อสอบอัตนัยและข้อสอบอธิบายความไม่ค่อยได้ เนื่องจากปัญหาการเรียนการสอนส่วนใหญ่ยังเน้นการสอนเนื้อหาวิชา และการท่องจำมากกว่าการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ การเรียบเรียงและสื่อสารความคิด นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ได้กล่าวถึงคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนในด้านการคิดเชิงวิเคราะห์ไม่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ การที่จะทำให้เด็กหรือคนในประเทศเป็นคนที่มีคุณภาพ (เก่ง ดี มีสุข) นั้นควรเริ่มจากการปลูกฝังตั้งแต่เด็ก การศึกษาจึงมีส่วนสำคัญในการดำเนินการเกี่ยวกับการคิด ดังนั้นจึงได้ถูกระบุเป็นสาระสำคัญในพระราชบัญญัติการศึกษาให้ฝึกทักษะกระบวนการคิด ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาการจัดการเผชิญสถานการณ์การประยุกต์ความรู้ใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ปีการศึกษา 2562 ในหัวข้อเรื่องพอลิเมอร์ จากการสังเกตการตอบคำถามในชั้นเรียนและแบบฝึกหัดของนักเรียนพบว่านักเรียนสามารถบอกและอธิบายความรู้ในเรื่องพอลิเมอร์ที่เรียนมาได้ แต่ยังไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ โดยนักเรียนไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้อย่างถูกต้อง ขาดการคิดวิเคราะห์ไตร่ตรองข้อมูลซึ่งไม่สามารถแสดงหลักฐานสนับสนุนคำตอบและไม่สามารถวิเคราะห์และประเมินตัดสินข้อมูลจากสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง จึงส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหานั่นเอง ซึ่งสาเหตุสำคัญมาจากวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูที่เน้นเพียงเนื้อหาความรู้มากกว่าทักษะกระบวนการ ยังคงเป็นการสอนแบบบรรยายที่ไม่ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งกิจกรรมการเรียนการสอนยังไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ ดังนั้นจึงส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหานั่นเอง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจในศตวรรษที่ 21 สำหรับการนำมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา คือ รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Model: ADI) ซึ่งถูกพัฒนามาจากนักการศึกษา คือ Enderle, Groome, & Sampson (2012) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญในการส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง รวมทั้งได้พัฒนาทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล สามารถเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันและนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้ ทั้งนี้ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุภาระงาน (Identification of the Task) คือ การนำเข้าสู่การระบุภาระงานด้วยการสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา 2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (The Generation of Data) คือ การทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อเก็บรวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ3) การสร้างการโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) คือ การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเพื่อใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง โดยมีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล 4) การสร้างการโต้แย้ง (Argument Session) คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอข้อโต้แย้งระหว่างกัน 5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Creation of a Written Investigation) คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผล

การสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล 6) การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-Blind Peer Review) คือ การตรวจสอบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และ 7) การปรับปรุงรายงาน (Revision of the Report) คือ การแก้ไขและปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน (Sampson et al., 2011)

การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณได้ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวเป็นการสอนแบบบูรณาการมีการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับการโต้แย้ง ผู้เรียนสามารถสร้างบริบทในการโต้แย้งในชั้นเรียนอย่างมีเหตุผล ซึ่งสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างไตร่ตรองและคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ สามารถหาหลักฐานมาสนับสนุนข้อโต้แย้งต่างๆ รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปคิดแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sampson, Grooms, & Walker (2010, pp. 1-20; McCallie, 2010) ที่ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า สามารถพัฒนาความสามารถในการใช้หลักฐานและเหตุผลของนักเรียนได้ โดยรวบรวมข้อมูลจากข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้งที่หลากหลายรูปแบบมาเชื่อมโยงเข้ากับหลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของธัญกมล ศักดิ์สูง (2562) ที่ใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าผู้เรียนสามารถคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งด้านการนิยาม การตัดสินข้อมูล การอ้างอิงในการแก้ไขปัญหา และสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลจะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักคิดและเข้าใจในประเด็นปัญหาและสามารถแก้ปัญหาโดยใช้วิจารณญาณได้ ดังนั้นการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจึงเป็นส่วนสำคัญยิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ และสามารถคิดไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล รวมทั้งสามารถนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

คำถามการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรเป็นอย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาหลังจากจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในการศึกษาไว้ดังนี้

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 21 คน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 12 ชั่วโมง โดยแบ่งเนื้อหา ดังนี้

1. สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์
2. สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์
3. ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางการป้องกันแก้ไข

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry: ADI) คือ การจัดการเรียนรู้ทางเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ โดยเน้นกระบวนการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาตามแนวคิดของ Sampson et al., 2011 ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. **การระบุภาระงาน** (Identification of the Task) เป็นการนำเข้าสู่ภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจในสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่มีความสนใจเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องพอลิเมอร์ และวิเคราะห์สถานการณ์เชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาจนเกิดข้อสงสัยนำไปสู่การระบุภาระงาน

2. **การสำรวจและรวบรวมข้อมูล** (The Generation of Data) เป็นการออกแบบการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์ปัญหาในกลุ่มโดยการทดลองหรือการสืบค้น ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

3. **การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว** (Production of a Tentative Argument) เป็นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มจากสถานการณ์ปัญหาเพื่ออธิบายผลการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์ แล้วเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ต โดยมีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ ข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล

4. **กิจกรรมการโต้แย้ง** (Argument Session) เป็นการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบและข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียนโดยแบ่งเป็นฝ่าย คือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้านในการอภิปรายและการวิจารณ์เพื่อมุ่งค้นหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา จากข้อสรุปเบื้องต้นที่มีเหตุผลสนับสนุนและยอมรับได้มากที่สุด โดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง (2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง (4) นักเรียนกลุ่มอื่นๆ แสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

5. **การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ** (Creation of a Written Investigation) เป็นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคล ซึ่งรายงานแสดงถึงจุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ วิธีการสำรวจตรวจสอบ และผลการสำรวจตรวจสอบโดยแสดงถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่สำรวจตรวจสอบ

6. **การตรวจสอบโดยเพื่อน** (Double-Blind Peer Review) เป็นการตรวจสอบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบและประเมินรายงานของเพื่อน ซึ่งใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

7. **การปรับปรุงรายงาน** (Revision of the Report) เป็นการแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน และจากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน

การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) คือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง พอลิเมอร์ โดยนักเรียนสามารถแสดงออกถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาตามแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills ประกอบด้วย 4 ด้าน ดังนี้

1. **ด้านการมีเหตุผล** คือ ความสามารถในการใช้รูปแบบของการให้เหตุผลที่หลากหลายและเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของประเด็นหรือปัญหา

2. **ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ** คือ ความสามารถในการวิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผลจากประเด็นหรือปัญหา

3. **ด้านการประเมินและตัดสินใจ** คือ ความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับประเด็นหรือปัญหา โดยสังเคราะห์และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อโต้แย้ง แปลความสารสนเทศและสรุปผลจากการใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด

4. **ด้านการแก้ปัญหา** คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ จากประเด็นหรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคยด้วยวิธีการทั้งแบบดั้งเดิมและแบบนวัตกรรมใหม่ๆ โดยนำองค์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ผู้วิจัยวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้เสนอรายละเอียดตามหัวข้อ ดังนี้

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

1.1 วิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.2 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ1 (เคมี)

1.3 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ1 (เคมี)

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

2.1 ความหมายของการโต้แย้ง

2.2 ความสำคัญของการโต้แย้ง

2.3 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

2.5 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

3.1 ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

3.2 ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

3.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

3.4 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้จัดทำขึ้นเพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เป็นการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของคนในชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ การยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมีมาตรฐานระดับสากลสอดคล้องกับนโยบายของประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งทัดเทียมกับนานาชาติ ผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขันและดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในประชาคมโลกตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

กระทรวงศึกษาธิการได้จัดทำหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นแนวทางสำหรับสถานศึกษาในการออกแบบการเรียนการสอน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องตามกรอบของหลักสูตร ซึ่งมีสาระสำคัญ ดังนี้

วิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี ทั้งนี้ยังมีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐานที่ ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐานที่ ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานที่ ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี)

คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เวลา 60 ชั่วโมง

ศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และกลุ่มหมอก อนุภาคมูลฐานของอะตอม สัญลักษณ์นิวเคลียร์โมเลกุล ไอออน และไอโซโทปของธาตุ วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุและตารางธาตุในปัจจุบัน แนวโน้มสมบัติบางประการของธาตุในตารางธาตุตามหมู่และคาบ ศึกษาการเกิดพันธะเคมีในโมเลกุลของสาร การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ การอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ การเกิดพันธะไอออนิก การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก และสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สมบัติของกรดเบส และเกลือ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ และนอนอิเล็กโทรไลต์ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ศึกษาโครงสร้าง สมบัติ ประเภทของพอลิเมอร์ ตัวอย่างพอลิเมอร์ ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการสังเคราะห์พอลิเมอร์ รวมทั้งการใช้ประโยชน์ และผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์ ศึกษาและทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาและทดลองปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน และการใช้ประโยชน์ ปฏิกิริยารีดอกซ์ ศึกษาสมบัติของสารกัมมันตรังสีและคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี ประโยชน์และอันตรายของสารกัมมันตรังสี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.5/1-25 รวม 25 ตัวชี้วัด

โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี)

ตาราง 1 แสดงโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี)

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
สารเคมีและผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวัน	ม 5/13 ระบุว่าสารเกิดการละลายแบบแตกตัวหรือไม่แตกตัวพร้อมให้เหตุผลและระบุว่าสารละลายที่ได้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์หรือนอนอิเล็กโทรไลต์ ม 5/14 ระบุสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนว่าอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวจากสูตรโครงสร้าง ม 5/15 สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น ม 5/16 ระบุสมบัติความเป็นกรดเบสจากโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ ม 5/17 อธิบายสมบัติการละลายในตัวทำละลายชนิดต่างๆ ของสาร ม 5/18 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	สารละลายในชีวิตประจำวันมีสมบัติแตกต่างกัน บางชนิดมีสมบัติเป็นกรดซึ่ง สามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออนได้ เมื่อละลายน้ำสารบางชนิดมีสมบัติเป็นเบส ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดจะให้เกลือกับน้ำและเบสที่ละลายน้ำจะแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน การรู้จักสมบัติความเป็นกรดเบสของสารและวิธีการตรวจสอบทำให้สามารถเลือกใช้สารในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม สารประกอบไฮโดรคาร์บอน คือ สารประกอบอินทรีย์ที่มีเฉพาะธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบโซ่เปิด หมายถึงสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนเท่านั้น โดยคาร์บอนต่อกันเป็นสายยาว อาจเป็นแบบโซ่ตรงหรือโซ่กิ่ง สารประเภทนี้แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม คือ แอลเคน แอลคีน และแอลไคน์	18

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	ม 5/19 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข	พอลิเมอร์เป็นสารอินทรีย์ที่มีมวลโมเลกุลสูงเกิดจากโมเลกุลพื้นฐานที่เรียกว่า มอนอเมอร์ จำนวนมากมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ พอลิเมอร์สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้โดยใช้กระบวนการสังเคราะห์พอลิเมอร์ พอลิเมอร์ในธรรมชาติ ได้แก่ แป้ง เซลลูโลส โปรตีน กรดนิวคลีอิก และยางพารา	

สรุปจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารเคมีและผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวัน ในเนื้อหาเรื่อง พอลิเมอร์ เพื่อจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลา 12 ชั่วโมง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ความหมายของการโต้แย้ง

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการโต้แย้งไว้ดังนี้

Driver et al. (2000) กล่าวว่า การโต้แย้งเป็นทักษะที่เกิดจากขอบเขตของการศึกษาที่เกี่ยวกับวิธีการสร้าง และการอ้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่นำไปสู่ข้อสรุป

Khun, & Udell (2003, pp. 1245-1260) กล่าวว่า การโต้แย้ง (Argumentation) หมายถึง ผลที่ได้จากผลลัพธ์ของบุคคลหรือกลุ่มคนที่ถามและอธิบาย แล้วแสดงเหตุผลหรือทัศนคติ เนื่องจากการโต้แย้งเกิดจากบุคคลตั้งแต่ 2 คน หรือกลุ่มคนที่มีทัศนคติหรือความเห็นที่ตรงข้ามกัน

Sampson et al. (2011) กล่าวว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลพยายามที่จะสร้างการสนับสนุน คัดค้านหรือปรับปรุงข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การยืนยันความถูกต้องและการลงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับในแวดวงของ

นักวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของข้อมูลและพยานหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือการลงมือทำการทดลองด้วยตนเองร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและพยานหลักฐาน

เอกภูมิ จันทรขันตี (2559) กล่าวว่า ทักษะการโต้แย้ง คือ ความสามารถในการสร้าง การสนับสนุน คัดค้าน หรือข้อกล่าวอ้างเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับ โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือทดลองร่วมกับการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและพยานหลักฐานเข้าด้วยกัน

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การโต้แย้ง คือ ความสามารถในการแสดงทรรศนะที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล 2 ฝ่าย โดยแสดงหลักการเหตุผลประกอบการแสดงทรรศนะของตน

ความสำคัญของการโต้แย้ง

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เน้นเพียงแค่ว่า นักเรียนต้องเรียนรู้อะไร แต่จะต้องรู้ด้วยว่าจะเรียนรู้อย่างไร และทำไมต้องมีการเรียนรู้ภายใต้ข้อตกลงที่รู้ว่า บุคคลที่จะรู้วิทยาศาสตร์นั้นต้องสามารถหาวิธีการที่จะนำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ การพิสูจน์หลักฐาน การสร้างข้อกล่าวอ้าง การหาเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และการสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งในทางวิทยาศาสตร์ กลยุทธ์ทางการคิดเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งของแนวคิดพื้นฐานทางความรู้วิทยาศาสตร์ (Youre et al. 2007; citing Lin, & Mintzes, 2010, p. 1) การเรียนรู้ทักษะการโต้แย้งสามารถทำให้คนเราเข้าใจในแนวคิดหรือมุมมองของคนอื่น สามารถประเมินค่าของความเหมาะสมหรือความจำเป็นเห็นพ้องที่มีอยู่ สามารถใช้เหตุผลที่ถูกต้องในการตัดสินใจด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนรู้วิธีการสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีเหตุผลจะสามารถบูรณาการทักษะการคิดกับความรู้ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงกับผู้เรียน สามารถใช้เหตุผลที่ดีกว่าในการให้เหตุผลสนับสนุนจากประเด็นปัญหาด้วยตนเองและในที่สุดเป็นการเตรียมที่ดีกว่าเพื่อส่งเสริมการโต้แย้งในประเด็นที่มีข้อขัดแย้งกัน

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งพัฒนาโดยคณะนักวิจัย 5 ท่านของประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย Walker, J.P., & Zimmerman, C. จาก Tallahassee Community College และ Sampson, Grooms, J., & Anderson จาก The Florida State University ซึ่งเป็นความพยายามที่จะนำเอาการโต้แย้งและการตรวจสอบโดยเพื่อนมาบูรณาการร่วมกับการสืบสอบเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีพื้นฐานแนวคิดมาจากการพัฒนาทฤษฎีการเรียนรู้สรรคนิยมและแนวคิดโซเชียลคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีเป้าหมายสำคัญเพื่อสร้างประสบการณ์ในการ

ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ให้มีความเสมือนจริง คณะผู้วิจัยพัฒนารูปแบบดังกล่าวและทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีแล้วนำเสนอผลการทดลองใช้ในงานวิจัยชื่อว่า "Argument Driven Inquiry รูปแบบการเรียนการสอนสำหรับใช้ในวิชาปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาระดับปริญญาตรี" (Walker et al., 2011 pp. 1-20) โดยนำเสนอในการประชุมนานาชาติว่าด้วยการวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์ประจำปี 2010 (2010 Annual International Conference of the National Association of Research in Science Teaching : NARST) ณ เมืองฟิลาเดเฟีย มลรัฐเพนซิลเวเนียร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2010 โดยกล่าวถึงเป้าหมายความสำเร็จของการเรียนการสอนสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง มีดังนี้

1. กรอบความสำเร็จของประสบการณ์ที่ได้จากปฏิบัติการมาจากความพยายามพัฒนาความรู้ความเข้าใจและประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สำหรับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2. ส่งเสริมการเรียนรู้ส่วนบุคคลโดยการสร้างข้อโต้แย้งที่เชื่อมโยงไปสู่การตัดสินใจเพื่ออธิบายข้อคำถามหรือข้อสรุปของกระบวนการสืบสอบ

3. เปิดโอกาสให้แก่นักเรียนในการเรียนรู้ทั้งการกำหนดเป้าหมาย การสนับสนุน การประเมินค่า และการทบทวนแนวคิดเพื่ออภิปรายและเขียนคำอธิบาย

4. สร้างชั้นเรียนที่การเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในด้านคุณค่าของหลักฐานการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสงสัยและแนวทางของการคิดแบบใหม่

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

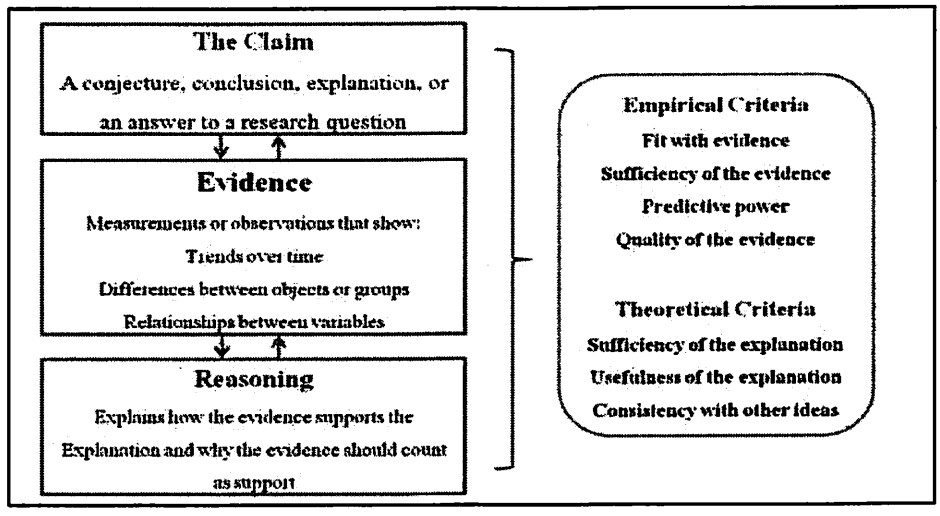
จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ (Sampson et al., 2011) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (Identification of the Task) คือ การนำเข้าสู่ภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ศึกษาหรือเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนด โดยครูต้องสร้างความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับปรากฏการณ์ที่จะศึกษา จากนั้นจึงนำสู่การระบุภาระงานให้นักเรียน พร้อมกับการกำหนดและชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำ

ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (The Generation of Data) คือ การทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่มีสมาชิกในกลุ่มประมาณ 3-4 คน เพื่อเก็บรวบรวม จัดกระทำ วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) คือ การให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเพื่ออธิบายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์แล้ว

เขียนลงในกระดาษหรือกระดาน โดยข้อโต้แย้งชั่วคราวนี้มีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ (1) ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยัน สาเหตุหรือคำตอบของปรากฏการณ์ที่ศึกษา (2) หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (3) การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา ข้อโต้แย้งดังกล่าวเป็นข้อโต้แย้งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง แสดงดังแผนภาพ 1



ภาพ 1 แสดงองค์ประกอบของข้อโต้แย้งและคุณภาพของการโต้แย้ง

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument Session) คือ การโต้แย้งระหว่างกลุ่มทั้งห้องเรียน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของปรากฏการณ์ที่สำรวจตรวจสอบและมีการโต้แย้งระหว่างกัน โดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ครูกำหนดประเด็นการโต้แย้ง (2) ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง (4) นักเรียนกลุ่มอื่นๆ แสดงความเห็นด้วยหรือขัดแย้งต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ(Creation of a Written Investigation) คือ การให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล ซึ่งรายงานแสดงถึงจุดประสงค์ของการสำรวจตรวจสอบ อธิบายวิธีการสำรวจตรวจสอบพร้อมให้เหตุผลในการเลือกวิธีการดังกล่าว และเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่สำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-Blind Peer Review) คือ การให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดและ

มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยครูเป็นผู้รวบรวมรายงาน แล้วแจกกลับให้นักเรียนอย่างสุ่ม จำนวน 3-4 ผลงานต่อกลุ่ม พร้อมกับแจกเอกสารการตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งประกอบด้วย แบบประเมินและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรายงาน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มลงมติเพื่อประเมินรายงานที่ได้รับ

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (Revision of the Report) คือ การให้นักเรียนแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน และจากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน

นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน (Walker, & Sampson, 2013) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานและถามคำถามนำ (Identification of the task and Guiding Question) คือ การสร้างความสนใจให้กับนักเรียน สร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับเรื่องที่ศึกษา และเพื่อชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการตรวจสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล (Design a method and collect data) คือ เป็นการเริ่มการสำรวจตรวจสอบ โดยนักเรียนทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือกันเพื่อร่วมกันคิดและพิจารณาถึงวิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนให้นักเรียนวางแผนการสำรวจตรวจสอบ เช่น การทดลอง การสังเกต การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผล เพื่อใช้ข้อมูลที่ได้รวบรวมในการตอบคำถามวิจัย

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Analyze data and develop an initial argument) คือ เป็นการให้นักเรียนได้วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลอง หรือสำรวจตรวจสอบ แล้วใช้ข้อมูลดังกล่าวมาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยข้อโต้แย้งชั่วคราว ประกอบด้วย 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล เน้นให้นักเรียนได้จัดกระทำ วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อถือและสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argumentation session) คือ กิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียน โดยนักเรียนมีโอกาสในการประเมินและปรับปรุงผลงานของการสำรวจตรวจสอบร่วมกันในชั้นเรียน หรือเป็นกลุ่มขนาดใหญ่ โดยแบ่งปันความคิดเห็นต่างๆ ร่วมกัน และเป็นการโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนได้ติชมวิพากษ์ข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่นๆ

ขั้นที่ 5 การอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ (An explicit and reflective discussion) คือ ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการปรับปรุงการออกแบบ

การตรวจสอบ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา จากนั้นผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงวิธีการตรวจสอบของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานผลการตรวจสอบ (Write an investigation report) คือ การนำการเขียนเข้ามาใช้จัดการเรียนการสอน โดยรายงานมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม 3 ข้อ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของการศึกษาคืออะไร และเพราะเหตุใด 2) วิธีการปฏิบัติของนักเรียนเป็นอย่างไรและเพราะเหตุใดจึงปฏิบัติเช่นนั้น และ 3) ข้อโต้แย้งของนักเรียนกล่าวไว้อย่างไร โดยขั้นตอนนี้นักเรียนต้องสรุปกิจกรรมที่ได้โดยนำมาเขียนเป็นรายานผลการตรวจสอบ

ขั้นที่ 7 การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-blind group peer review) คือ ผู้สอนรวบรวมแล้วแจกกลับให้นักเรียนอย่างสุ่มจำนวน 3-4 ผลงานต่อกลุ่ม พร้อมกับแจกเอกสารการตรวจสอบโดยเพื่อน ประกอบด้วย เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของรายงานและการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ขั้นที่ 8 การปรับปรุงและส่งรายงาน (revise and submit the report) คือ นักเรียนได้ทบทวนและปรับปรุงรายงานใหม่ตามคำแนะนำหรือการตอบกลับของเพื่อน ทำให้กิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อนนั้นมีความหมายยิ่งขึ้น

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนของ (Sampson et al.,2011) ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุภาระงาน 2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูล 3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 6) การตรวจสอบโดยเพื่อน และ 7) การปรับปรุงรายงาน

บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ประกอบด้วย ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดของบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนดังต่อไปนี้ (Sampson et al., 2011 pp. 43-47)

1. การระบุภาระงาน (Identification of the Task) เป็นขั้นตอนที่มีการระบุภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ บทบาทของครูต้องกระตุ้นความสนใจในเรื่องหัวข้อหรือประเด็นปัญหาและต้องเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับเรื่องที่นำเสนอในปัจจุบัน เทคนิคที่ครูควรใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น การใช้คำถาม การนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจ การระบุภาระงานที่ครูกำหนดให้นักเรียนทำ นอกจากนี้ครูอาจทำคู่มือสำหรับการแนะนำ โดยคู่มือนั้นต้องมีข้อมูลสำคัญที่นักเรียนจะใช้ในขั้นตอนต่อไป เช่น วัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการปฏิบัติการ เป็นต้น ขณะที่นักเรียนควรจดจ่ออยู่กับหัวข้อหรือประเด็นที่ครูนำเสนอและเริ่มคิด ระลึกถึงประสบการณ์หรือความรู้ที่เคยเรียนผ่านมา เพื่อนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ปัญหา

2. การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (The Generation of Data) ขั้นตอนนี้เป็นการให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบด้วยการทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือกัน ดังนั้นบทบาทของนักเรียนจึงทำหน้าที่ดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง โดยเป็นผู้คิด วางแผน ออกแบบ พิจารณาถึงวิธีการสำรวจตรวจสอบและดำเนินการตามแผนงานที่วางไว้จนสำเร็จ เมื่อได้ข้อมูลแล้วนักเรียนต้องจัดกระทำวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว สำหรับบทบาทของครูนั้นทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน อาจมีการแนะนำบ้างเพื่อช่วยนักเรียนในตอนเริ่มต้นคิดแก้ปัญหา และต้องเดินตรวจตรานักเรียนทุกกลุ่มและเป็นแหล่งข้อมูลประเภทบุคคลสำหรับนักเรียน ครูต้องกำกับนักเรียนให้คิดพิจารณาสิ่งที่ทำอย่างมีเหตุผล โดยอาจใช้คำถามกระตุ้น เช่น "นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าข้อมูลนั้นมีความเที่ยงตรง" "นักเรียนคิดว่าข้อมูลนั้นเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือไม่"

3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) ขั้นตอนนี้บทบาทของนักเรียนร่วมกันสร้างข้อแย้ง ซึ่งเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย 1) ข้อกล่าวอ้าง (The claim) 2) หลักฐาน (Evidence) และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) โดยเขียนลงในวัสดุขนาดใหญ่ เช่น กระดาน กระดาษชาร์ต เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมอย่างทั่วถึง ซึ่งนักเรียนควรให้ความสนใจกับความสำคัญของข้อโต้แย้งและพยายามสร้างความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการสนับสนุนคำอธิบายของตนเองด้วยหลักฐานและเหตุผล ขณะที่ครูมีบทบาทเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ โดยเน้นให้เห็นความสำคัญของหลักฐานและเหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

4. กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument Session) ขั้นตอนนี้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน โดยนักเรียนพูดคุย อภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในประเด็นเดียวกัน แต่หลากหลายมุมมอง ขณะที่ครูมีบทบาทเป็นผู้นำในการโต้แย้งโดยเริ่มจากการกำหนดประเด็นการโต้แย้ง นิยามคำศัพท์สำคัญที่ใช้ในการโต้แย้งเพื่อให้ทุกกลุ่มเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน จัดการและควบคุมเวลาในการโต้แย้ง นอกจากนี้ขณะที่นักเรียนโต้แย้งครูสามารถประเมินกระบวนการคิดของนักเรียนได้

5. รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Creation of a Written Investigation) เมื่อผ่านกระบวนการโต้แย้งแล้วนักเรียนจะต้องเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล โดยนักเรียนมีบทบาทเป็นผู้ประเมินความคิด และเขียนรายงานเพื่อสื่อสารความคิดของตนเอง ส่วนครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนเขียนรายงานที่แสดงถึงความรู้และกระบวนการสำรวจตรวจสอบ

6. การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-Blind Peer Review) ขั้นตอนนี้นักเรียนมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง เพราะนักเรียนต้องรับผิดชอบในการประเมิน ตรวจสอบการทำงานของเพื่อน และต้องให้ข้อมูลย้อนกลับอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของรายงาน และนับเป็นการปลูกฝังให้นักเรียนเริ่มยอมรับเกณฑ์ที่เข้มงวดทางวิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนต้องประเมินรายงานของเพื่อนตามเกณฑ์ที่ครูกำหนด ส่วนบทบาทของครูเป็นผู้ควบคุมและดำเนินกิจกรรมโดยแจกรายงานที่รวบรวมได้ทั้งหมดแบบสุ่มให้นักเรียนได้ตรวจสอบ และชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบโดยเพื่อนว่าเป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

7. การปรับปรุงรายงาน (Revision of the Report) หลังจากการตรวจสอบโดยเพื่อนแล้วครูต้องเป็นผู้นำในการอภิปรายและสะท้อนผลให้ห้องเรียนด้วยการใช้วิธีการพูดคุยเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษาผ่านมา หรือการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนประเมินเกี่ยวกับสิ่งที่ถูกต้องหรือสิ่งที่ต้องปรับปรุง หากนักเรียนเกิดความเข้าใจผิดหรือมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ครูสามารถช่วยแก้ไขได้ทันที ส่วนนักเรียนมีหน้าที่ปรับปรุงและแก้ไขรายงานตามคำแนะนำหรือการประเมินจากเพื่อนเพื่อให้รายงานมีคุณภาพมากขึ้น ดังนั้นนักเรียนต้องนำคำแนะนำเหล่านั้นมาใช้ในการปรับปรุงรายงานของตนเอง แล้วเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบใหม่ เพื่อส่งให้ครูตรวจให้คะแนนรายงานที่นักเรียนปรับปรุงแล้วต่อไป

บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง สรุปได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงบทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1.การระบุภาระงาน	1) กระตุ้นความสนใจในเรื่อง หัวข้อหรือประเด็นปัญหา 2) เชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับเรื่องที่จะศึกษา 3) ระบุภาระงานให้กับนักเรียน 4) จัดทำคู่มือสำหรับแนะนำหัวข้อหรือประเด็นปัญหา	1) คิดจดจ่อกับหัวข้อหรือประเด็นปัญหาที่ครูนำเสนอ 2) ระลึกถึงประสบการณ์หรือความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงกับเรื่องที่นำเสนอในปัจจุบัน
2. การสำรวจและรวบรวมข้อมูล	1) อำนวยความสะดวกในการจัดวัสดุอุปกรณ์ให้กับนักเรียน 2) เดินตรวจตรานักเรียนทุกกลุ่ม 3) เป็นแหล่งข้อมูลประเภทบุคคลสำหรับนักเรียน 4) ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดพิจารณาสิ่งที่ทำอย่างมีเหตุผล	1) คิด พิจารณา วางแผน และออกแบบวิธีดำเนินการสำรวจตรวจสอบ 2) ดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยการทำงานเป็นกลุ่มเล็ก 3) จัดกระทำ วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้
3. การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	1) ให้คำแนะนำในการสร้างข้อโต้แย้ง 2) ชี้ให้เห็นความสำคัญของหลักฐานและเหตุผลในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	1) สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล 2) ร่วมกันเขียนข้อโต้แย้งลงในกระดาษชาร์ตหรือกระดาน
4. กิจกรรมการโต้แย้ง	1) กำหนดประเด็นและนิยามคำสำคัญในการโต้แย้ง 2) เป็นผู้นำการอภิปราย จัดการและควบคุมเวลาสำหรับการโต้แย้ง	1) นำเสนอข้อโต้แย้งต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน 2) แสดงทัศนะต่อข้อโต้แย้งที่นำเสนอพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	1) กระตุ้นให้นักเรียนเขียนรายงานที่แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ และกระบวนการที่ได้ปฏิบัติ	1) เป็นผู้ประเมินความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้ง 2) เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง เพื่อสื่อสารความคิดของตนเอง
6. การตรวจสอบโดยเพื่อน	1) กำหนดเกณฑ์สำหรับการประเมินคุณภาพของรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 2) อำนวยความสะดวกในกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน เช่น การแจกรายงานให้กับนักเรียน 3) ชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบโดยเพื่อน	1) ประเมิน ตรวจสอบรายงานของเพื่อน ตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ให้ข้อมูลย้อนกลับ ในด้านคุณภาพของรายงานที่ควรปรับปรุง
7. การปรับปรุงรายงาน	1) เป็นผู้นำในการอภิปรายและสะท้อนผลให้กับนักเรียน 2) ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน 3) แก้ไขมโนทัศน์ที่ผิดของนักเรียน	1) ปรับปรุง แก้ไข รายงานตามคำแนะนำหรือการประเมินจากเพื่อน 2) เขียนรายงานใหม่ตามคำแนะนำหรือผลการประเมิน

การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเป็นการทำงานของสมองในระดับสูง ต้องใช้กระบวนในการคิด พิจารณาไตร่ตรองอย่างสุขุมรอบคอบ ใช้เหตุผล ใช้องค์ความรู้และประสบการณ์ในการสรุปด้วยเหตุผลเพื่อนำไปสู่ความรู้ที่แท้จริง ถูกต้อง ลึกซึ้ง จนสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม รวมทั้งสามารถนำไปคิดแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตของตนเองและในสังคมได้ ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาจึงมีความสำคัญสำหรับบุคคลทุกระดับ ทุกอาชีพ รวมถึงการดำเนินชีวิตประจำวัน ดังที่ อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย (2543, น. 7-8)

กล่าวถึงความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาทำให้สามารถตัดสินใจเลือกรับข้อมูลข่าวสาร ตลอดจนการตัดสินใจในการเลือกปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพและด้วยความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว มนุษย์ต้องใช้ปัญญาในการติดตามข้อมูลความรู้เหล่านั้นสม่ำเสมอเพื่อนำไปใช้อย่างถูกต้อง การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกคน ในขณะที่ ศันสนีย์และอุษา (2544, น. 11) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสรุปได้ว่า เป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาคนให้มีความสมบูรณ์พร้อม คือ เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข ทั้งเป็นความสามารถทางสมองและทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในโลกยุคข้อมูลข่าวสาร เพราะคนที่ประสบความสำเร็จในยุคนี้ได้ต้องมีทั้งความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และที่สำคัญต้องมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ การดำเนินชีวิตโดยปราศจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการตัดโอกาสตนเองในการทำให้ชีวิตของเรารวมทั้งคนรอบข้างมีความสุข มีความก้าวหน้า หรือประสบความสำเร็จมากขึ้น เช่นเดียวกับ McKowen (1996) ได้สรุปว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสำคัญต่อการดำเนินชีวิต เนื่องจากเป็นเครื่องชี้นำให้ตนเองสามารถตรวจสอบเหตุการณ์ต่างๆ จากหลายแง่หลายมุมจนได้เหตุผลที่หนักแน่นพอมารองรับความเชื่อของตนเอง นำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้องและปลอดภัย จากทั้งหมดที่กล่าวมานี้สรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อมนุษย์ทุกคนในการดำเนินชีวิตอย่างปลอดภัย ช่วยพัฒนาตนเองให้สามารถคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความสุขให้กับชีวิตของตนเองและสังคมได้

ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

ความหมายของคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ผู้วิจัยได้ศึกษาจากคณะผู้วิจัยหลายท่าน ซึ่งพอจะรวบรวมมาเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัย ดังต่อไปนี้

Ennis (1985, p. 1) ได้อธิบายว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดเชิงเหตุผลไตร่ตรองอย่างมีสติ ใช้เหตุผลในการตัดสินใจว่าควรเชื่อ ควรปฏิบัติอย่างไร โดยเน้นประเด็นสำคัญ 4 ประการ คือ

1. การคิดที่ใช้เหตุผล
2. การคิดที่มีการไตร่ตรอง ตรวจสอบเหตุผลทั้งของตนเองและผู้อื่น
3. การคิดที่เน้นการมีสติสัมปชัญญะ
4. การคิดที่เป็นการตัดสินว่าอะไรควรเชื่อควรปฏิบัติอย่างไร

Dewey (1993, p. 30) ให้คำนิยามว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง ขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเริ่มต้นจากสถานการณ์ที่ยุ่งยากและสิ้นสุดที่สถานการณ์ที่มีความชัดเจน

Watson, & Glaser (1964, p. 10) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในลักษณะของกระบวนการคิดที่ประกอบด้วย เจตคติ ความรู้ และทักษะ โดยเน้นที่เจตคติในการแสวงหาความรู้ การยอมรับการแสวงหาหลักฐานมาสนับสนุนข้ออ้าง ใช้ความรู้ในการอนุมาน การสรุปความ การประเมิน และตัดสินความถูกต้องของข้อความอย่างเหมาะสม โดยเน้นองค์ประกอบ 5 ประการ คือ

1. การสรุปอ้างอิง (Inference)
2. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption)
3. การอนุมาน (Deduction)
4. การแปลความ (Interpretation)
5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments)

อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย (2543, น. 6-7) ได้ให้คำนิยามว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การใช้ปัญญาในการพิจารณาไตร่ตรองอย่างสุขุม รอบคอบ มีเหตุผลมีการประเมินสถานการณ์ เชื่อมโยงเหตุการณ์ มีการตีความ สรุปความ โดยอาศัยความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนในการสำรวจหลักฐานอย่างละเอียดถูกต้อง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและข้อตัดสินใจที่สมเหตุสมผล

ทิศนา แขมมณี (2544, น. 4) ได้กล่าวว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการเห็นปัญหา สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาได้ จากนั้นพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและตัดสินใจเลือกทางเลือกต่างๆ โดยยึดหลักเหตุผลเป็นหลักสำคัญ

จากคำนิยามเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ โดยใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนเองในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้มาสนับสนุนเพื่อนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผล

ความหมายของการคิดแก้ปัญหา

ความหมายของการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) ผู้วิจัยได้ศึกษาจากคณะผู้วิจัยหลายท่าน ซึ่งพอจะรวบรวมมาเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัย ดังต่อไปนี้

Dewey (1910) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาไว้ว่า คือ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์เป็นการคิดหาเหตุผลเรื่องต่างๆ รวมถึงการคิดสร้างสรรค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ

นำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จ หรือแม้แต่ทฤษฎี วิธีการใหม่ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมหาศาลต่อมนุษยชาติ

Polya (1957) สรุปการคิดแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นกระบวนการหาคำตอบของปัญหา หาวิธีการให้ได้ผลตามที่ต้องการ โดยที่ขณะนั้นยังไม่มีวิธีการอยู่ในมือไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที การหาวิธีการจะต้องพบกับความยุ่งยาก และเต็มไปด้วยอุปสรรค

Good (1973) ได้แสดงความเห็นว่าวิธีการแก้ปัญหา คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการที่อยู่ในสภาวะที่มีความยุ่งยากและต้องพยายามหาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและตรวจสอบข้อมูลเพื่อหาสมมติฐานที่เป็นคำตอบของปัญหา

กรมวิชาการ (2546, น. 3) ได้กล่าวว่าการคิดแก้ปัญหา คือ เป็นกระบวนการทำงานของสมองโดยใช้ประสบการณ์มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อม โดยนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบสังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบและมีเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างเหมาะสมหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 15) ได้ให้ความหมายการคิดแก้ปัญหา คือ ความสามารถทางสมองในการขจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมผสานกลืนกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่คาดหวัง

ภัทรพงษ์ วงษ์วิจิตรานนท์ (2557) กล่าวถึงทักษะการคิดแก้ปัญหา หมายถึงการที่นักเรียนสามารถคิดค้นหาวิธีที่จะนำมาใช้คิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยอาศัยประสบการณ์เดิมและจากการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหา คือ ความสามารถทางสมองในด้านการคิดวิเคราะห์ ใช้ความรู้ประสบการณ์ที่สั่งสมที่มีอยู่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับสติปัญญาเพื่อหาหนทางขจัดสิ่งที่ทำให้เกิดความขัดข้อง จนกลายเป็นอุปสรรคและทำให้สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ผู้วิจัยได้ศึกษาจากคณะผู้วิจัยหลายท่าน ซึ่งพอจะรวบรวมมาเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัย ดังต่อไปนี้

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2555, น. 106-113) ได้เสนอทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ไว้ว่าเป็นกระบวนการคิดที่ใช้เหตุผลโดยมีการศึกษาข้อเท็จจริง

หลักฐานและข้อมูลต่างๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจแล้วนำมาพิจารณาวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผลก่อนการตัดสินใจ ซึ่งมีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อแก้ไขปัญหา ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา ประเด็นสำคัญ หรือสถานการณ์ที่พบ

2. การรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวข้องกับการนำมาเป็นแนวทางการแก้ปัญหา

3. การวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณาข้อมูลเพื่อหาทางเลือกหรือคำตอบที่ถูกต้องอย่างรอบคอบ และประเมินทางเลือกหลายๆทาง

4. การสรุปเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ

วิภาวี ศิริลักษณ์ (2557, น. 35) ได้เสนอทักษะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ไตร่ตรองอย่างรอบคอบเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาคลุมเครือหรือมีความขัดแย้ง วิเคราะห์ ประเมิน สรุป และเลือกใช้ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกสำหรับแก้ไขปัญหา รวมถึงการตัดสินใจลงข้อสรุปในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงผลกระทบที่ตามมาอย่างรอบด้านและสมเหตุสมผล

กนกทิพย์ ยาทองไชย (2559, น. 31) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการคิดขั้นสูงที่มีความซับซ้อน ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย คิดอย่างเป็นระบบ เพื่อแก้ไขปัญหาด้วยความไตร่ตรอง รอบคอบ อย่างเป็นเหตุเป็นผล และสามารถตรวจสอบความคิดของตนเองได้นำไปสู่การคิดแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการคิดที่ใช้เหตุผลโดยมีการศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐาน และข้อมูลต่างๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจแล้วนำมาพิจารณาวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผลก่อนการตัดสินใจและเลือกใช้ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกสำหรับการแก้ไขปัญหา รวมถึงการตัดสินใจลงข้อสรุปในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

องค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากคณะผู้วิจัยหลายท่าน ซึ่งพอจะรวบรวมมาเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัย ดังต่อไปนี้

Watson, & Glaser (1964, pp. 3-4) ได้สรุปกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมี 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความสามารถในการสรุปอ้างอิง (Inference) เป็นความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือการลงสรุปข้อมูลต่างๆ ที่ปรากฏในข้อความที่กำหนดให้

2. ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) เป็นความสามารถในการพิจารณาจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น

3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างแน่นอนและข้อสรุปใดไม่เป็นผลของความสัมพันธ์นั้น

4. ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นหรือไม่เป็นความจริง ตามที่สรุปได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

5. ความสามารถในการประเมินผลข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็นความสามารถในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นการอ้างเหตุผลที่หนักแน่นกับข้อความที่อ้างเหตุผลไม่หนักแน่น

Ennis (1985, pp. 45-48) สรุปการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเน้นความสามารถในการคิดทั้งหมด 6 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการหาความชัดเจนเบื้องต้น เมื่อมีสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งสามารถบอกได้ว่า ใคร ทำอะไร ที่ไหน วิเคราะห์เนื้อเรื่อง ความเหมือนความต่าง รวมถึงเหตุผลและข้อสรุป สามารถตอบปัญหาที่พบได้ครบถ้วน ชัดเจนและมีเหตุผล

2. ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลพื้นฐาน สามารถบอกได้ว่าข้อมูลใดน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือ ข้อมูลใดเหมือนหรือขัดแย้ง ข้อมูลใดเป็นเหตุเป็นผล

3. ความสามารถในการสรุปอ้างอิงโดยใช้เหตุผล ใช้ทั้งการให้เหตุผลเชิงนิรนัยและเชิงอุปนัย รวมถึงสามารถกำหนดและอธิบายข้อสันนิษฐานด้วยเหตุผล มีความเป็นไปได้และสามารถแยกข้อสรุปที่สมเหตุสมผลออกจากข้อสรุปที่ไม่สมเหตุสมผล

4. ความสามารถในการตัดสินคุณค่า เน้นความสามารถในการแปลความหมายการตัดสินว่าดีหรือไม่ดี สำคัญหรือไม่สำคัญ

5. ความสามารถในการระบุความชัดเจนขั้นสูง เน้นความสามารถในการวิเคราะห์วินิจฉัยและตีความได้ถูกต้อง พิจารณาเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอในเหตุผลและข้อมูลในสถานการณ์นั้นๆ

6. ความสามารถในการตัดสินปัญหาและใช้กลวิธีการแก้ปัญหา เน้นความสามารถในการเลือกเกณฑ์ตัดสินใจแก้ปัญหาและทางเลือกในการแก้ปัญหาหลายๆ ทาง

อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย (2543, น. 35-37) ได้ศึกษาและสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย 7 ด้าน ดังนี้

1. การระบุประเด็นปัญหา เป็นการทำความเข้าใจสถานการณ์หรือข้อมูลที่ปรากฏและระบุประเด็นปัญหานั้น

2. การรวบรวมข้อมูล เป็นการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ จากการสังเกตทางตรงและทางอ้อมและดึงประสบการณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่ได้จากการสังเกตหรือการสนทนา

3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล เป็นการพิจารณา ประเมินตรวจสอบและตัดสินข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

4. การระบุลักษณะข้อมูล เป็นการจำแนกประเภทของข้อมูล ระบุแนวคิดที่อยู่เบื้องหลังข้อมูลที่ปรากฏ พิจารณาแยกแยะ เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล การตีความ การประเมิน การสังเคราะห์ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น

5. การตั้งสมมติฐาน เป็นการกำหนดขอบเขตแนวทางพิจารณาข้อสรุปของปัญหา การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่เพื่อระบุทางเลือกที่มีความเป็นไปได้

6. การลงข้อสรุป เป็นการหาข้อสรุปของปัญหา โดยใช้เหตุผลเชิงนิรนัยและอุปนัย

7. การประเมินผล เป็นการพิจารณาตัดสินให้ค่าความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลโดยวิเคราะห์และประเมินไตร่ตรองอย่างรอบคอบ

ชนาธิป พรกุล (2554, น. 177-178) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมี 4 องค์ประกอบ และแต่ละองค์ประกอบมีทักษะที่สามารถนำไปใช้ในชั้นเรียนได้ดังนี้

1. การให้คำจำกัดความและการทำให้กระจ่าง ทักษะที่ฝึก ได้แก่ การระบุข้อสรุปการระบุเหตุผลที่กล่าวถึง การระบุและการจัดการกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและการสรุปย่อ

2. การตั้งคำถามที่เหมาะสมเพื่อให้กระจ่างหรือท้าทาย เช่น ข้อความสำคัญคืออะไร หมายความว่าอย่างไร ตัวอย่างคืออะไร อะไรไม่ใช่ตัวอย่าง จะนำเรื่องนี้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไร อะไรคือข้อเท็จจริง นี่คือสิ่งที่กำลังพูดถึงหรือไม่ มีอะไรที่ยังไม่พูดถึง

3. การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล โดยพิจารณาจากความมีชื่อเสียง ความสอดคล้องกันระหว่างแหล่งข้อมูล ความไม่ขัดแย้งประโยชน์ ความสามารถโดยการให้เหตุผล

4. การแก้ปัญหาและลงข้อสรุป โดยวิธีการนิรนัยและตัดสินอย่างเที่ยงตรง วิธีการอุปนัยและตัดสินข้อสรุปการคาดคะเนผลที่จะเกิดตามมา

องค์ประกอบการคิดแก้ปัญหา

องค์ประกอบของการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาจากคณะผู้วิจัยหลายท่าน ซึ่งพอจะรวบรวมมาเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัย ดังต่อไปนี้

Dewey (1933) ได้เสนอวิธีการคิดแก้ปัญหาที่ปัจจุบันถือว่าเป็นวิธีการแสดงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ปรากฏความยุ่งยากเกิดเป็นปัญหาขึ้น

2. จำกัดขอบเขตของปัญหาและนิยามความยุ่งยาก เป็นขั้นของการสังเกตเก็บรวบรวมข้อเท็จจริง และหาสาเหตุเพื่อช่วยให้ปัญหาชัดเจนขึ้น

3. เสนอแนะการแก้ปัญหา จากการเก็บรวบรวมข้อมูลข้างต้นทำให้สามารถคาดเดาคำตอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น การเดาคำตอบนี้จะต้องสอดคล้องกับข้อเท็จจริงที่เป็นสาเหตุของปัญหา

4. อนุมานเหตุผลในการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่างๆ เพื่อนำไปใช้พิจารณาหาสาเหตุของปัญหาได้

5. ทดสอบสมมติฐาน เป็นขั้นของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบว่าข้อเท็จจริงที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาและวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวเชื่อถือได้หรือไม่

Grossnickle, & Brueckner (1959, pp. 310-311) กล่าวถึงองค์ประกอบของกระบวนการคิดแก้ปัญหาของเด็กมี ดังนี้

1. ปัญหาจะต้องมีความเกี่ยวข้องกับตัวเด็ก

2. เป็นปัญหาที่สามารถทำการแก้ไขได้

3. ปัญหานั้นต้องอยู่ในขอบเขตที่ชัดเจนที่เด็กแต่ละคนสามารถเข้าใจได้

4. เด็กจะเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

5. เด็กได้รับการแนะนำจากครูในการวางแผนการแก้ปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการประเมินผล

6. นำวิธีการต่างๆ มาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

7. เด็กจะนำขบวนการแก้ปัญหาที่วางแผนไว้แล้วมาใช้ในสถานการณ์ที่เป็นต้นกำเนิดของปัญหาที่เกิดขึ้น

8. สรุปการแก้ปัญหา

Weir (1974, p. 18) ได้เสนอขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกจากกันให้เด่นชัด

2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนคิดหาสาเหตุของปัญหา

3. ขั้นการเสนอแนวทางแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนใช้ความคิดหรือหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยเสนอออกมาในรูปของวิธีการที่เป็นขบวนการต่อเนื่อง

4. ขั้นการตรวจสอบผล เป็นขั้นทดสอบดูว่าวิธีการในขั้นที่สามนั้นให้ผลออกมาถูกต้องหรือไม่ เป็นการวิเคราะห์ผลที่น่าจะเกิดขึ้นจากวิธีการที่เสนอในการแก้ปัญหา

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528, น. 260-261) กล่าวว่า ในการคิดแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือได้ผลดีขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ระดับความสามารถทางเชาวน์ปัญญา ผู้มีระดับเชาวน์ปัญญาสูงสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้มีระดับเชาวน์ปัญญาต่ำ

2. การเรียนรู้การแก้ปัญหาได้สำเร็จรวดเร็ว เกิดจากการที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สามารถจัดการเรียนรู้ต่างๆ ได้อย่างถ่องแท้ เมื่อประสบปัญหาที่คล้ายคลึงกันจะแก้ปัญหาได้รวดเร็วถูกต้อง

3. การรู้จักคิดอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งอาศัยสิ่งต่างๆ คือ ข้อเท็จจริงและความรู้จากประสบการณ์เดิม จุดมุ่งหมายในการคิดแก้ปัญหาและระยะเวลา

องค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ผู้วิจัยได้ศึกษาจากคณะผู้วิจัยหลายท่าน ซึ่งพอจะรวบรวมมาเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัย ดังต่อไปนี้

สุนันท์ สังข์อ่อง (2555, น. 34-36) ได้เสนอทักษะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การมีวิธีการซึ่งสามารถใช้วิธีหาเหตุผลจากหลายๆ วิธีการ เช่น การอุปมาอุปมัย

2. การคิดอย่างเป็นระบบ คือ การคิดวิเคราะห์ส่วนย่อยๆ แล้วจึงมองเป็นภาพรวม

3. การลงข้อสรุปและการตัดสินใจ คือ การวิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ วิเคราะห์และประเมินแนวคิด สังเคราะห์และเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศและข้อถกเถียง ตีความข้อมูลและลงข้อสรุปจากการสังเคราะห์มาอย่างดี สะท้อนสิ่งที่เรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ

4. การแก้ปัญหา คือ การแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้วิธีปกติและวิธีใหม่ๆ วิเคราะห์และถามคำถามสำคัญเพื่อให้ความคิดชัดเจนขึ้นและนำไปสู่การลงข้อสรุป

Partnership for 21st Century Skills (วิโรจน์ สารรัตนะ, 2556, น.122-124) ได้เสนอองค์ประกอบของทักษะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ความมีเหตุผล คือ การใช้รูปแบบการมีเหตุผลที่หลากหลาย เช่น เชิงอุปมา เชิงอนุมาน และอื่นๆให้เหมาะสมกับสถานการณ์

2. การใช้การคิดอย่างเป็นระบบ คือ การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ เพื่อให้มองเห็นภาพโดยรวมที่ซับซ้อน

3. การประเมินและตัดสินใจ คือ การวิเคราะห์และประเมินอย่างมีประสิทธิผลเกี่ยวกับสถานการณ์ ข้อถกเถียง ข้อเรียกร้อง และความเชื่อ วิเคราะห์และประเมินแนวคิดของทางเลือกหลักๆ สังเคราะห์ และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อถกเถียง แปลความสารสนเทศและสรุปผลจากการใช้วิธีวิเคราะห์ที่ดีที่สุด และสะท้อนผลเชิงวิพากย์ต่อประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้

4. การแก้ปัญหา คือ การแก้ปัญหาต่างๆ ที่ไม่คุ้นเคยด้วยวิธีการทั้งแบบดั้งเดิมและแบบนวัตกรรมใหม่ๆ ระบุและตั้งคำถามสำคัญที่จะทำให้เกิดความกระจ่างในทัศนะที่หลากหลายและนำไปสู่ทางเลือกที่ดีกว่า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2557, น.1-2) ได้เสนอองค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

1. การมีเหตุผล คือ ความสามารถในการใช้รูปแบบของการใช้เหตุผลที่หลากหลายได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์การคิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนย่อยและผลต่อภาพรวมทั้งระบบ

2. การตัดสินใจ คือ การวิเคราะห์และประเมินหลักฐาน ข้อโต้แย้ง ข้อร้องเรียน และความเชื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิเคราะห์และประเมินทางเลือกต่างๆ สังเคราะห์และเชื่อมโยงข้อมูลสารสนเทศต่างๆ ได้ ตีความข้อมูลสารสนเทศและลงข้อสรุปบนฐานการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือและสามารถสะท้อนผลได้อย่างมีวิจารณญาณจากประสบการณ์และการเรียนรู้

จากองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหามีองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ การมีเหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การประเมินและตัดสินใจ และการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยยึดกรอบแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills

การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ผู้วิจัยได้ศึกษาจากคณะผู้วิจัยหลายท่าน โดยแบ่งแยกเป็น

การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ซึ่งพอจะรวบรวมมาเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัย ดังต่อไปนี้

การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เครื่องมือวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีหลากหลายรูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบใช้ในโอกาสที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ศึกษาจากคณะผู้วิจัยหลายท่าน ซึ่งพอจะรวบรวมมาเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัย แสดงรายละเอียดดังนี้

1. การวัดโดยใช้แบบทดสอบ (Test) ซึ่งการวัดโดยวิธีนี้เป็นการวัดที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องด้วยใช้ง่ายและสะดวกสำหรับผู้สอบ แบบทดสอบสามารถแบ่งตามลักษณะการตอบได้ 2 ประเภท (Macintyre, 2000 อ้างถึงในนิตยา ภูผาบาง, 2559, น. 37) ดังนี้

1.1 แบบทดสอบแบบปรนัย (Objective type) เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice) ข้อสอบแบบนี้แต่ละข้อคำถาม ประกอบด้วยโจทย์และตัวเลือก มีตั้งแต่ 3 ตัวเลือกถึง 5 ตัวเลือก แบบทดสอบแบบนี้จะวัดความสามารถของสมองได้ตั้งแต่ขั้นต่ำถึงขั้นสูง โดยคำตอบในตัวเลือกนั้นจะมีข้อถูกอยู่เพียงข้อเดียว ส่วนข้ออื่นๆ เป็นตัวลวง การทดสอบแบบนี้เหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลที่มีจำนวนมาก

1.2 แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง (Subjective or essay) เป็นข้อสอบที่นักเรียนแสดงคำตอบด้วยการเขียนตอบแบบอิสระ โดยใช้ความสามารถของนักเรียนจากการทำความเข้าใจในสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วเขียนคำตอบที่แสดงถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ข้อสอบดังกล่าวต้องใช้สถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้สอบแสดงพฤติกรรมหรือสะท้อนความคิดออกมา โดยลักษณะของสถานการณ์และคำถามของข้อสอบ มีดังนี้

1.2.1 สถานการณ์

1) เนื้อหาในสถานการณ์จะต้องไม่ยากหรือซับซ้อนจนเกินไป ใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่ายและเหมาะสมกับระดับผู้เรียน สถานการณ์ที่ใช้ในข้อสอบอาจเลือกใช้เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือประเด็นที่สังคมให้ความสนใจ ซึ่งหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น บทความจากในหนังสือ วารสาร หรือข่าวจากหนังสือพิมพ์

2) สถานการณ์ที่นำมาใช้อาจเป็นสถานการณ์จริง สถานการณ์จำลอง หรือเป็นเรื่องราวที่สมมติขึ้นอย่างมีเหตุผล ช่วยกระตุ้นให้เกิดการคิดและน่าสนใจประกอบด้วยข้อความ แผนภาพ รูปภาพ หรือตารางข้อมูล

1.2.2 ข้อคำถาม

1) คำถามที่ใช้ต้องเหมาะสมกับสถานการณ์และระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดใช้ภาษาที่ถูกต้อง เข้าใจง่าย สื่อความหมายได้ชัดเจน และเหมาะสมกับผู้เรียน

2) คำถามที่ใช้สามารถวัดการคิดระดับสูงอย่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามที่ต้องการได้

2. การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลซึ่งแตกต่างจากการสนทนาโดยทั่วไป เพราะการสัมภาษณ์จะต้องมีจุดมุ่งหมาย ต้องเตรียมคำถามและติดต่อกับผู้ให้สัมภาษณ์โดยมีกำหนดเวลาที่แน่นอน การสัมภาษณ์แบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

2.1 การสัมภาษณ์แบบมี/ไม่มีระบบ (Structured of Unstructured interviews) การสัมภาษณ์แบบมีระบบเป็นวิธีการที่ผู้รวบรวมข้อมูลได้กำหนดรูปแบบการสัมภาษณ์มีรายการคำถามที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เวลาและสถานที่สัมภาษณ์ไว้เรียบร้อยแล้ว มักใช้กับกรณีมีผู้ถูกสัมภาษณ์หลายคน แต่มีข้อจำกัดคืออาจทำให้ได้ข้อมูลไม่ลึกซึ้งเพียงพอในบางประเด็น ซึ่งตรงข้ามกับการสัมภาษณ์แบบไม่มีระบบที่ผู้รวบรวมข้อมูลอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงมากที่สุด เช่น การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาโดยใช้การสัมภาษณ์แบบไม่มีระบบ โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ ปัญหา และมีรายการคำถามที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงถึงองค์ประกอบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนมากที่สุด

2.2 การสัมภาษณ์แบบกลุ่ม/รายบุคคล (Group/ Individual interviews) เป็นการสัมภาษณ์ที่แยกตามจำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์จะแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบกลุ่มและแบบรายบุคคล กรณีมีผู้ถูกสัมภาษณ์หลายคนและสัมภาษณ์ในประเด็นเดียวกันหรือต้องการข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงของกลุ่ม อาจใช้การสัมภาษณ์แบบกลุ่ม ข้อดีคือวิธีนี้ช่วยประหยัดเวลาในการสัมภาษณ์ ส่วนการสัมภาษณ์รายบุคคลนั้นก็มีข้อดีคือ ผู้ถูกสัมภาษณ์จะให้ข้อมูลที่เป็นทัศนะหรือความรู้สึกได้อย่างอิสระมากกว่าการสัมภาษณ์แบบกลุ่มเพราะไม่มีการครอบงำจากกลุ่ม และเหมาะกับการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interviews) มากกว่าแบบกลุ่ม แต่ก็มีข้อจำกัดตรงที่อาจได้ข้อเท็จจริงไม่ครบถ้วนเพราะผู้ถูกสัมภาษณ์ไม่ได้รู้ทั้งหมดหรือจำเป็นต้องตรวจสอบซ้ำกับผู้ถูกสัมภาษณ์คนอื่นทำให้เสียเวลาในการรวบรวมข้อมูลมาก

3. การสังเกต (Observation) เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลที่นิยมใช้สำหรับการวิจัยปฏิบัติการในโรงเรียนเพราะเป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่เป็นพฤติกรรม การกระทำ กิริยาอาการหรือการแสดงออกทั้งของบุคคลและของกลุ่มบุคคลซึ่งสามารถใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ รับรู้และทำความเข้าใจได้วิธีการสังเกต แบ่งได้ 4 วิธี ดังนี้

3.1 การสังเกตโดยผู้ถูกสังเกตรู้ตัวและไม่รู้ตัว (Known or unknown observation)

3.1.1 การสังเกตโดยผู้ถูกสังเกตรู้ตัวนั้น ผู้สังเกตต้องเข้าไปมีส่วนร่วมอยู่ใน

เหตุการณ์และใกล้ชิดกับผู้ถูกสังเกต ข้อดี คือ สามารถสังเกตพฤติกรรมได้ครบถ้วน แต่มีข้อเสีย คือ ผู้ถูกสังเกตอาจแสดงพฤติกรรมไม่เป็นธรรมชาติ

3.1.2 การสังเกตโดยผู้ถูกสังเกตไม่รู้ตัว ในบางครั้งผู้สังเกตอาจไม่สามารถเข้าไปอยู่ใกล้ชิดในสถานการณ์นั้นได้ แต่มีข้อดีคือทำให้ได้พฤติกรรมที่เป็นธรรมชาติแท้จริง

3.2 การสังเกตแบบมีส่วนร่วมและไม่มีส่วนร่วม (Participant or nonparticipant observation)

3.2.1 การสังเกตแบบมีส่วนร่วมนั้นผู้สังเกตต้องเข้าไปอยู่ในสถานการณ์เหมือนเป็นสมาชิกคนหนึ่ง และต้องทำกิจกรรมร่วมไปกับกลุ่มด้วย ซึ่งผู้ถูกสังเกตอาจรู้ตัวหรือไม่รู้ตัวก็ได้วิธีนี้จะได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและเป็นธรรมชาติ

3.2.2 การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม ผู้สังเกตไม่ได้ร่วมกิจกรรมเป็นเพียงผู้ดูอยู่ห่างๆ การไม่มีส่วนร่วมนี้อาจได้ข้อมูลที่เป็นพฤติกรรมธรรมชาติแต่อาจได้ข้อมูลไม่ครบถ้วน

3.3 การสังเกตแบบมีระบบและไม่มีระบบ (Structured or unstructured observation)

3.3.1 การสังเกตแบบมีระบบ เป็นวิธีที่ผู้สังเกตกำหนดแนวทางรูปแบบของการสังเกตให้เป็นระบบไว้ล่วงหน้า ซึ่งต้องทราบว่าจะสังเกตอะไร เวลาใด โดยจัดเตรียมแบบบันทึกการสังเกตไว้อย่างชัดเจนว่าจะบันทึกพฤติกรรมใด และอาจมีการซักซ้อมการสังเกตไว้ล่วงหน้าซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดครบถ้วนและถูกต้อง

3.3.2 การสังเกตแบบไม่มีระบบ ไม่สามารถวางแผนการสังเกตไว้ล่วงหน้าได้และควรใช้กับสถานการณ์เฉพาะหน้าหรือในสถานการณ์ที่ไม่อาจวางระบบการสังเกตได้เท่านั้น

3.4 การสังเกตโดยตรงและโดยอ้อม (Direct or indirect observation)

3.4.1 การสังเกตโดยตรง เป็นวิธีที่ผู้สังเกตอยู่ในสถานการณ์จริงและรวบรวมข้อมูลจากประสาทสัมผัสทั้งหมดได้

3.4.2 การสังเกตทางอ้อม เป็นการสังเกตผ่านเครื่องมือบันทึกข้อมูลอื่นๆ เช่น การใช้เทคนิคบันทึกภาพวีดีทัศน์และเสียง (Audio and video tape) มีข้อดีคือ สามารถสังเกตซ้ำได้หลายครั้ง มีความเหมาะสมกับบางสถานการณ์ที่หากสังเกตโดยตรงอาจจะได้ข้อมูลที่ไม่เป็นจริงได้ แต่มีข้อจำกัดคือข้อมูลที่ได้อาจไม่ครบถ้วน คุณภาพของเสียงและภาพอาจไม่ชัดเจน

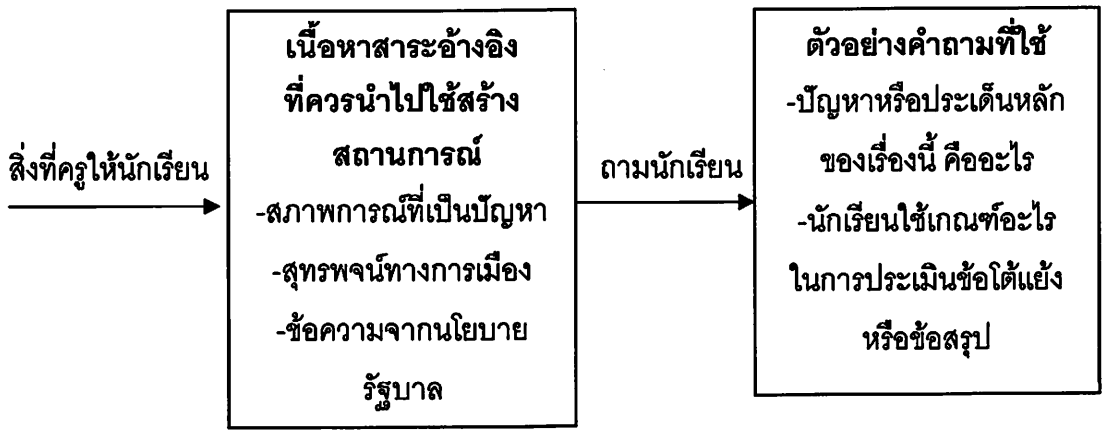
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากผู้เชี่ยวชาญทั้งต่างประเทศและในประเทศที่ได้สร้างเครื่องมือการวัดเพื่อให้มีความเหมาะสมสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการวัด และเครื่องมือแต่ละชนิดมีการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณในกรอบแนวคิดที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้รวบรวมดังแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

Watson, & Glaser (1964) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเรียกว่า The Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal (WGCAT) โดยมี 2 แบบ คือ แบบ A และแบบ B แต่ละแบบมีจำนวนข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 80 ข้อ ใช้เวลาทำ 50 นาที โดยแบ่งออกเป็น การวัดความสามารถทั้ง 5 ด้าน คือ 1) การอนุมาน 2) การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น 3) การนิรนัย 4) การตีความ และ 5) การประเมินการอ้างเหตุผล เป็นแบบวัดที่มีความครอบคลุมและได้รับการยอมรับจากผู้ทรงคุณวุฒิและนักจิตวิทยา นิยมใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งเนื้อหาของแบบวัดเป็นสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน รวมถึงความรู้ ข่าวสาร การทดสอบความจริงในธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่กล่าวนั้นต้องนำมาพิจารณาเพื่อให้ได้ข้อสรุปสำหรับการตัดสินใจที่ยอมรับหรือปฏิเสธ โดยมีการวิเคราะห์พิจารณาจากแหล่งข้อมูลและการใช้หลักตรรกวิทยา แบบวัดนี้ใช้สอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถึงผู้ใหญ่

Watson, & Glaser (2002, pp. 6-7) ได้มีการปรับรูปแบบการวัดเป็นรูปแบบใหม่ เรียกว่า "3 องค์ประกอบ-RED" หรือ "3-Factor RED Model" ซึ่งนำองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบมาสร้างแบบทดสอบ คือ 1) ระบุสมมติฐาน 2) ประเมินข้อโต้แย้ง และ 3) ลงข้อสรุป ซึ่งการระบุสมมติฐานเป็นการจำแนกแยกแยะประเด็นให้ชัดเจน ช่วยทำให้ข้อมูลที่อาจถูกมองข้ามไปปรากฏ อาจอยู่ในรูปของการนำเสนอ กลยุทธ์ที่ใช้ แผนงาน ความคิด หรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญของการวิเคราะห์และวิจารณ์ ในส่วนของการประเมินข้อโต้แย้งนั้นเป็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อโต้แย้งนั้นมาจากความคิดความเชื่อใด หรือประเด็นใดมีน้ำหนักที่นำมาสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล รวมถึงความสามารถที่จะก้าวข้ามการเห็นกับความคิดความเชื่อที่ทำตามกันมาและในส่วนของการลงข้อสรุป เป็นการสรุปอย่างมีเหตุผลจากหลักฐานที่มีอยู่ เป็นการตัดสินใจเลือกข้อสรุปที่ถูกต้องเหมาะสมที่สุด

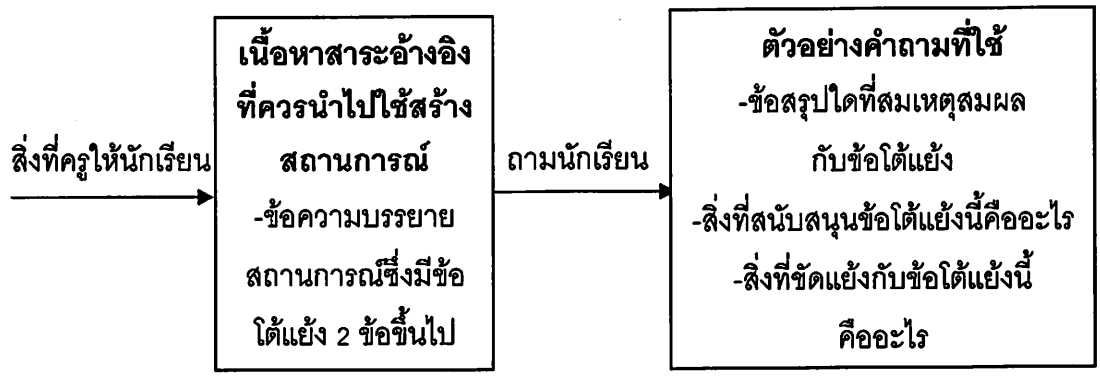
Nitko (2004, pp. 214-232) ได้เสนอกลยุทธ์ในการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 10 กลยุทธ์ โดยใช้กรอบแนวคิดจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Ennis (1985) มีรายละเอียดดังนี้

1. การระบุประเด็นปัญหา (Focusing on Question) เป็นการประเมินความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาโดยใช้ความสามารถในการจับประเด็นสถานการณ์ปัญหา สามารถกำหนดและเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมในการประเมินสภาพปัญหา จนระบุประเด็นปัญหาได้ แสดงดังภาพ



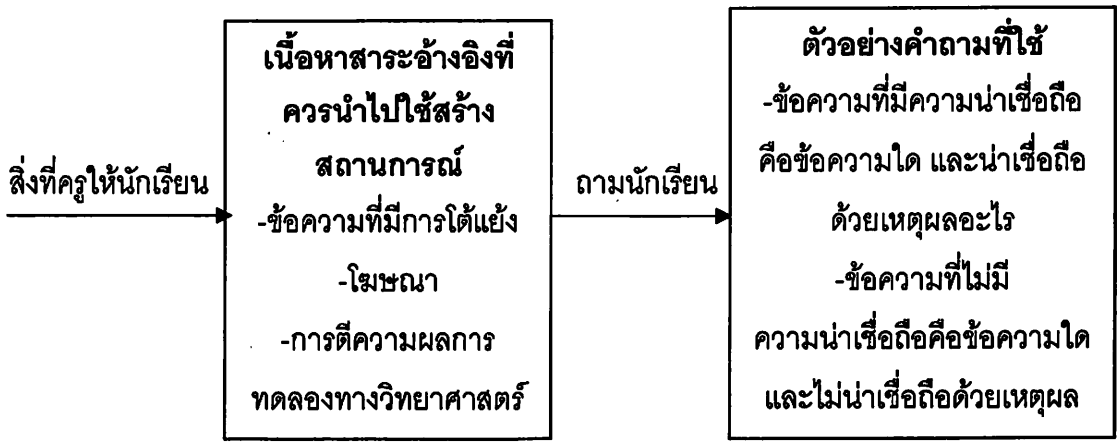
ภาพ 2 แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถในการระบุปัญหา

2. การวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง (Analyzing Arguments) การประเมินความสามารถในการวิเคราะห์รายละเอียดของข้อโต้แย้งที่ปรากฏในสถานการณ์ ต้องใช้ความสามารถในการระบุข้อสรุปของสถานการณ์ การระบุเหตุผลของการโต้แย้งที่กล่าวและไม่ให้กล่าวถึงในเนื้อหาสาระอ้างอิง การวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างของข้อโต้แย้งต่างๆ การค้นหา ชี้ประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อโต้แย้ง การแสดงตรรกะหรือโครงสร้างของข้อโต้แย้ง และการหาผลสรุปจากข้อโต้แย้งทั้งหมดได้ การวัดความสามารถเหล่านี้ควรใช้คำถาม ซึ่งแสดงดังภาพ 3



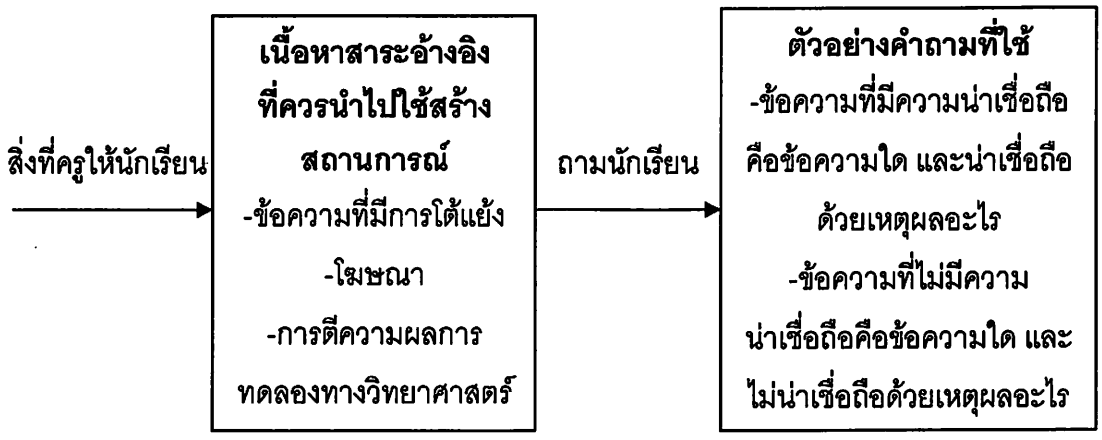
ภาพ 3 แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง

3. การตัดสินความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่มาจากแหล่งต่างๆ (Judging the Credibility of a Source) การตัดสินความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้นั้น นักเรียนควรใช้เกณฑ์ตัดสินที่เหมาะสม ได้แก่ ความเชี่ยวชาญของผู้ให้ข้อมูล ความขัดแย้งกันเองของข้อมูลที่ได้ ความน่าเชื่อถือของแหล่งอ้างอิง ความเป็นที่ยอมรับของแหล่งอ้างอิงที่ให้ข้อมูลนั้น วิธีการได้มาซึ่งข้อมูล การประเมินความสามารถนี้ควรใช้กลยุทธ์ ซึ่งแสดงดังภาพ 4



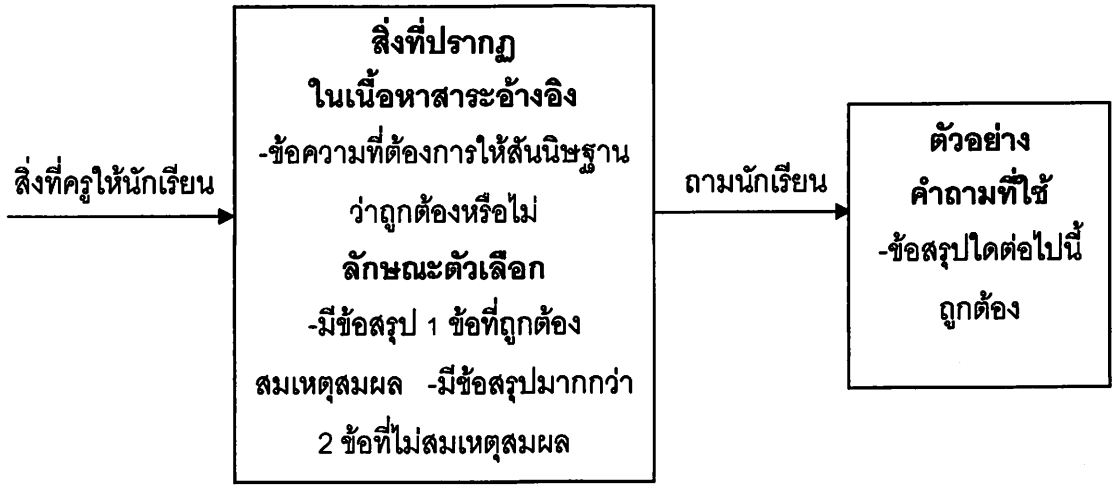
ภาพ 4 แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถในการตัดสินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

4. การสังเกตและตัดสินข้อมูลที่มาจากการสังเกต ความสามารถนี้เป็นประเมินคุณภาพของข้อมูลที่มาจากการสังเกตเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือบุคคล โดยอาศัยเกณฑ์ เช่น วิธีการได้มาของข้อมูลที่สังเกตได้ การรับรองว่าข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลจริงทั้งหมด กลยุทธ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถนี้ แสดงดังภาพ 5

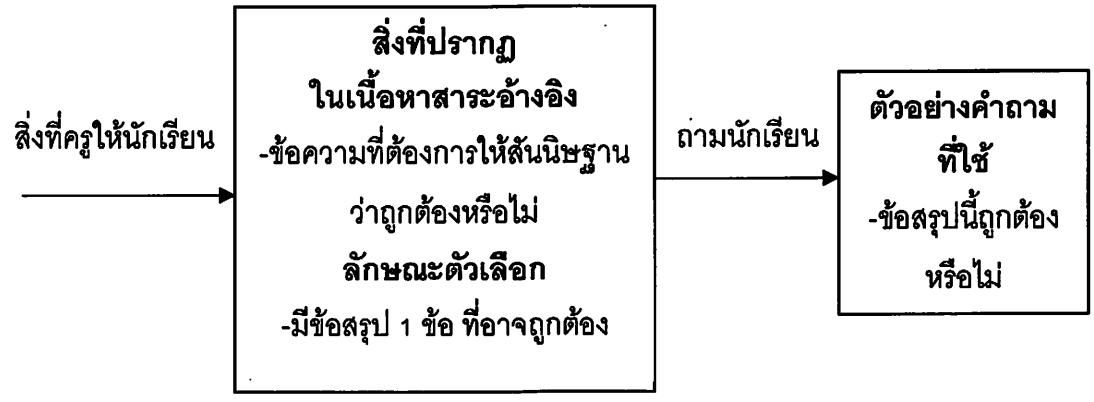


ภาพ 5 แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถการสังเกตและตัดสินข้อมูลจากการสังเกต

5. การนิรนัยและลงข้อสรุปด้วยการนิรนัย (Deducing and Judging Deductions) ความสามารถนี้เป็นการประยุกต์ใช้การคิดเชิงเหตุผล และวิเคราะห์เป็นข้อสรุป โดยมีทักษะที่จำเป็น คือ การใช้เหตุผลในการสรุปข้อมูล การบ่งชี้ข้อเท็จจริงของเงื่อนไขต่างๆ ที่ปรากฏในสถานการณ์ และการตีความข้อมูลโดยใช้หลักทางตรรกศาสตร์ สำหรับการออกแบบการประเมินความสามารถนี้สามารถทำได้ 2 วิธี คือ ใช้การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อสรุป ซึ่งแสดงดังภาพ 6 และใช้การตัดสินความถูกต้องของข้อสรุป ซึ่งแสดงดังภาพ 7

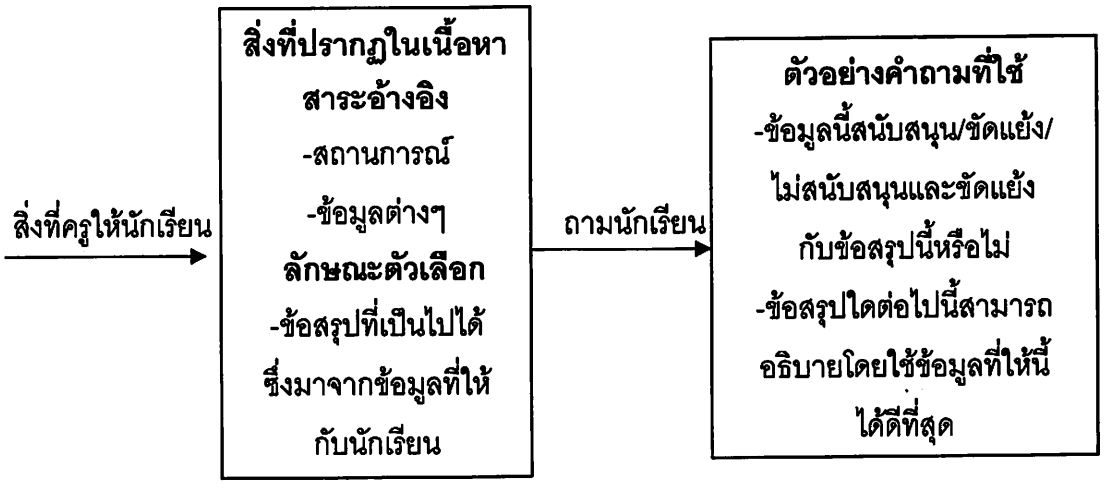


ภาพ 6 แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถลงข้อสรุปด้วยการนิรนัย จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อสรุป

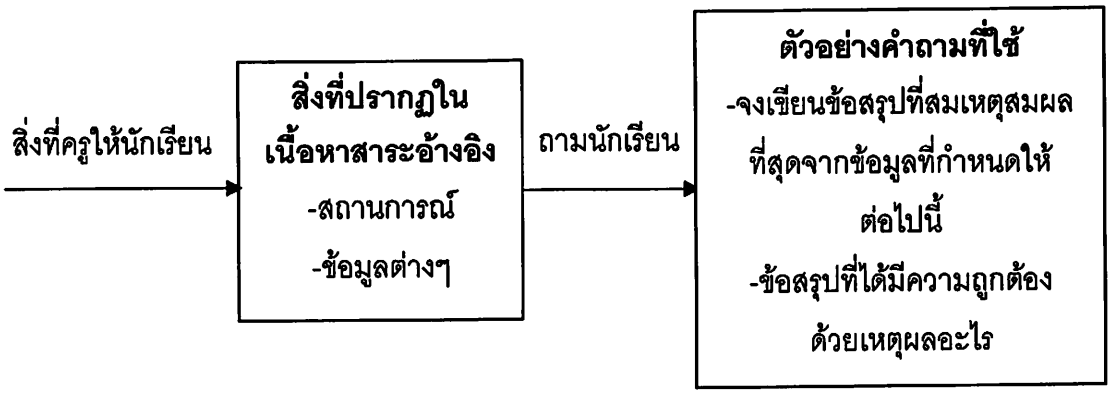


ภาพ 7 แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถลงข้อสรุปด้วยการนิรนัย โดยใช้การตัดสินความถูกต้องของข้อสรุปเพียงข้อสรุปเดียว

6. การอุปนัยและให้เหตุผลตัดสินเชิงอุปนัย (Inducing and Judging Inductions) ความสามารถนี้เป็นความสามารถในการลงข้อสรุปจากหลักฐานต่างๆ ที่มีอยู่ อาศัยทักษะสำคัญ คือ การบ่งชี้และใช้ลักษณะเฉพาะหรือรูปแบบของข้อมูลเพื่อลงข้อสรุป การใช้เทคนิคที่เหมาะสมในการลงข้อสรุปจากตัวอย่างข้อมูล การใช้แนวโน้มของข้อมูลในการลงข้อสรุป การทำความเข้าใจสมมติฐานและคำอธิบายต่างๆ การใช้วิธีที่ถูกต้องในการเก็บรวบรวมข้อมูล และสามารถประเมินข้อสรุปเมื่อได้รับข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งการประเมินความสามารถนี้สามารถทำได้ 2 วิธี คือ ใช้การให้ข้อสรุป ซึ่งแสดงดังภาพ 8 และให้สร้างข้อสรุปขึ้นเอง ซึ่งแสดงดังภาพ 9

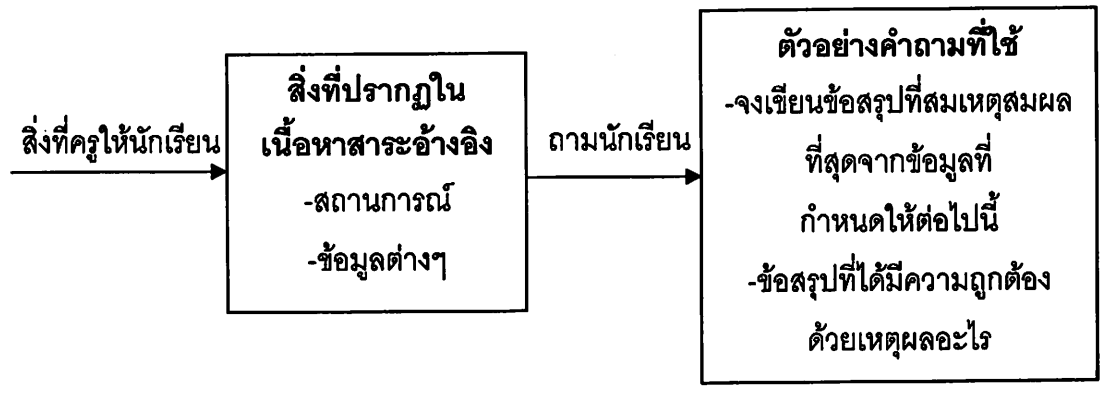


ภาพ 8 แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถลงข้อสรุปด้วยการอุปนัย โดยให้ข้อสรุป



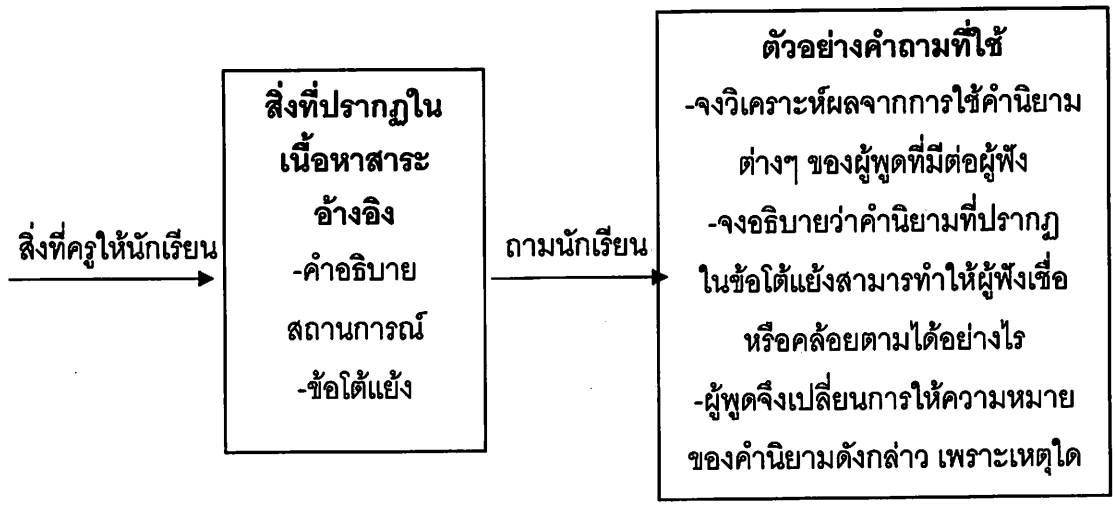
ภาพ 9 แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถลงข้อสรุปด้วยการอุปนัย โดยให้สร้างข้อสรุปเอง

7. การตัดสินคุณค่า (Making Value Judgments) ความสามารถนี้เป็นการชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของข้อสรุปที่สรุปได้ โดยใช้ทักษะการรวบรวมและใช้ข้อมูลเบื้องต้นก่อนการตัดสินใจ การชี้ให้เห็นถึงผลดีและผลเสียของการนำข้อสรุปนั้นไปปฏิบัติ การระบุถึงทางเลือกที่ปฏิบัติ และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งการประเมินความสามารถนี้ใช้กลยุทธ์การประเมินดังภาพ 10



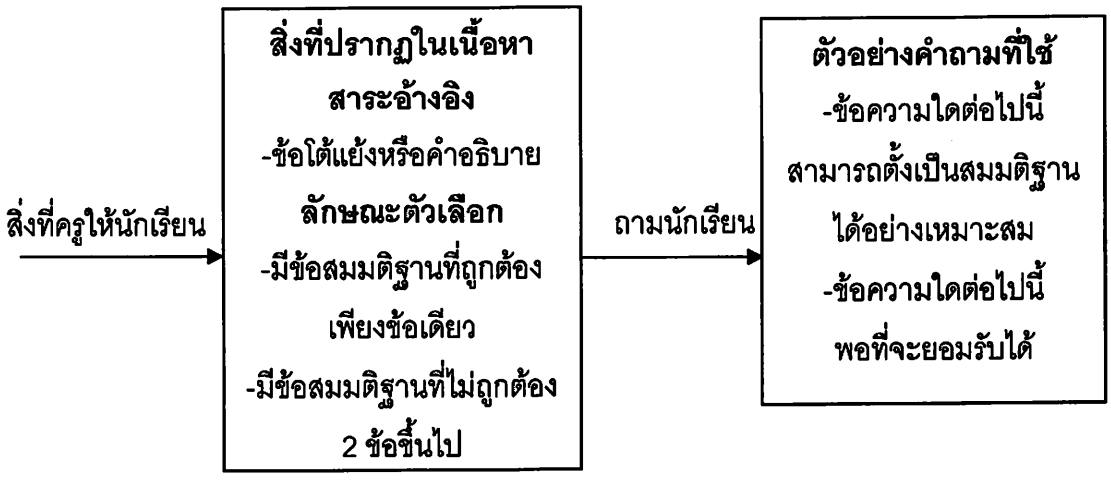
ภาพ 10 แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถในการตัดสินคุณค่า

8. การระบุและการตัดสินคำนิยาม (Defining Terms and Judging Definition) ความสามารถนี้เป็นการวิเคราะห์ความหมายและคำนิยามที่ใช้ในข้อโต้แย้ง ข้อความหรือเหตุการณ์ และประเมินคำนิยามเหล่านั้น ซึ่งจำเป็นต้องมีความรอบรู้เกี่ยวกับคำนิยาม หน้าที่ของคำนิยามและวิธีการใช้คำนิยามที่ปรากฏอยู่ในข้อโต้แย้ง นอกจากนี้ยังต้องสามารถประเมินความถูกต้องเชิงเนื้อหาของคำนิยามนั้นได้อีกด้วย ซึ่งการใช้คำถามเพื่อประเมินความสามารถนี้สามารถเลือกใช้ได้จากตัวอย่างที่แสดงในภาพ 11



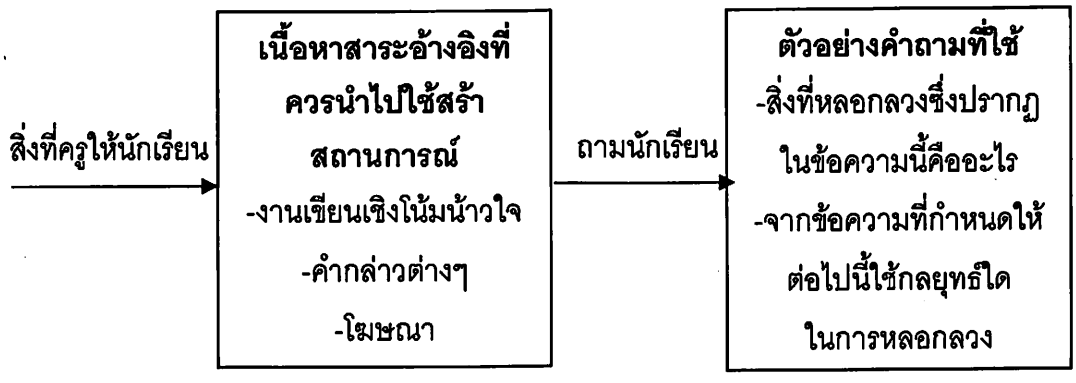
ภาพ 11 แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถในการระบุและการตัดสินคำนิยาม

9. การระบุข้อสมมติฐาน (Identify Assumption) ความสามารถนี้อาศัยการใช้เหตุผลในการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้น ซึ่งสามารถประเมินได้โดยใช้กลยุทธ์ดังภาพ 12

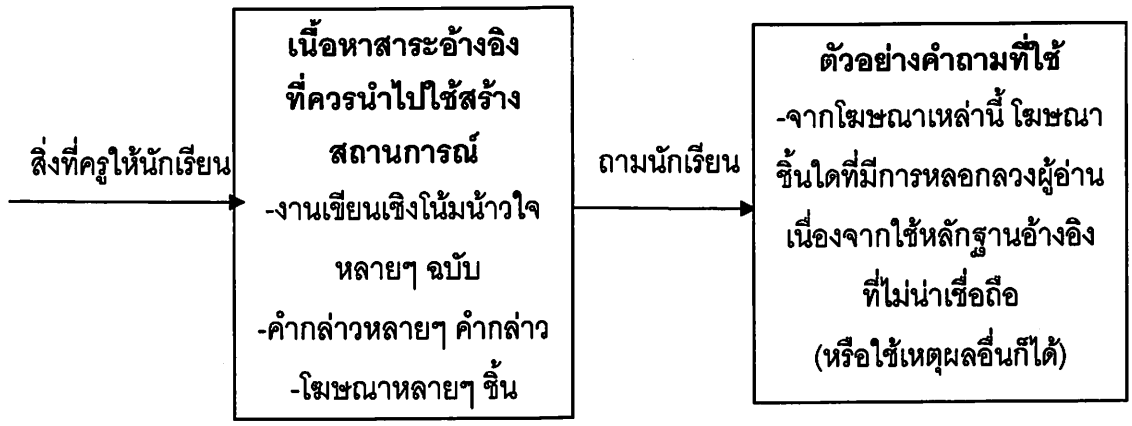


ภาพ 12 แสดงกลยุทธ์การประเมินความสามารถในการระบุข้อสมมติฐาน

10. การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น (Interacting with Others) ผู้ที่สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ดีนั้นสามาระใช้วาทศิลป์ของตนในการชักจูง อธิบาย หรือโต้แย้งผู้อื่นได้อีกทั้งยังมีกลวิธีการโต้แย้ง ความสามารถการใช้ตรรกะ และมีทักษะการจัดการและการนำเสนอสิ่งต่างๆ อีกด้วย การประเมินความสามารถนี้มีกลยุทธ์ในการประเมิน 2 อย่าง คือ การใช้การวิเคราะห์และระบุสิ่งที่หลอกลวง 1 สิ่ง ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งแสดงดังภาพ 13 หรือใช้การระบุข้อมูลที่หลอกลวงเพียงข้อมูลเดียวจากหลากหลายข้อมูล ซึ่งแสดงดังภาพ 14



ภาพ 13 แสดงกลยุทธ์การประเมินการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นโดยใช้การวิเคราะห์และระบุสิ่งที่หลอกลวง 1 สิ่ง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้



ภาพ 14 แสดงกลยุทธ์การประเมินการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น โดยใช้การระบุข้อมูลที่หลอกลวงเพียงข้อมูลเดียว

อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย (2538) สร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาพยาบาล โดยวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 7 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์หรือข้อมูลที่ปรากฏและระบุประเด็นปัญหานั้น

2. ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล เป็นความสามารถในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ จากการสังเกตทางตรงและทางอ้อม และการดึงประสบการณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่ได้จากการสังเกตและการสนทนา

3. ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลเป็นความสามารถในการพิจารณา ประเมินตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ

4. ความสามารถในการระบุลักษณะของข้อมูล เป็นความสามารถในการจำแนกประเภทของข้อมูล ระบุแนวคิดที่อยู่เบื้องหลังข้อมูลที่ปรากฏ ความสามารถในการพิจารณแยกแยะเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล การตีความ การประเมิน การสังเคราะห์ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น

5. ความสามารถในการตั้งสมมุติฐาน เป็นความสามารถในการกำหนดขอบเขตแนวทางพิจารณาหาข้อสรุปของปัญหา ความสามารถในการคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่เพื่อระบุทางเลือกที่มีความเป็นไปได้

6. ความสามารถในการลงข้อสรุป เป็นความสามารถในการหาข้อสรุปของปัญหาโดยใช้เหตุผลเชิงนิรนัยและอุปนัย

7. ความสามารถในการประเมินผล เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินให้ค่าความถูกต้องอย่างสมเหตุสมผล การวิเคราะห์และการประเมินไตร่ตรองอย่างรอบคอบ

ชนาธิป พรกุล (2557, น. 219-222) ได้กล่าวว่า การคิดหรือความคิดเป็นสิ่งที่เกิดภายในสมอง เมื่อต้องการวัดความคิดจึงเป็นการวัดความสามารถในการคิด ซึ่งแสดงออกในลักษณะต่างๆ หรืออาจจะกล่าวว่า การวัดการคิดเป็นการวัดสิ่งที่แสดงร่องรอยของการคิดสิ่งที่วัด แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) ผลของการคิด แสดงให้เห็นเป็นความคิด ผลงานหรือการกระทำ 2)กระบวนการของการคิด แสดงให้เห็นเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานหรือการแก้ปัญหา 3) คุณลักษณะของบุคคลหรือเจตคติ สังเกตเห็นได้จากลักษณะการเป็นผู้ใฝ่รู้ คิดไกล คิดลึกซึ้ง คิดรอบคอบ คิดชัดเจน คิดมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหา มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ช่วงเวลาการวัด การวัดความสามารถในการคิดควรวัดก่อนการสอนระหว่างการสอน (ทุกบทเรียน/หน่วยการเรียนรู้) และหลังการสอน โดยทำอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง การวัดการคิดอาจวัดรวมไปกับเนื้อหาวิชาในแบบทดสอบตามปกติหรือแยกต่างหาก เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ทักษะการคิดที่ครูสอน

2. วิธีวัดและประเมินความสามารถในการคิด มีวิธีหลักอยู่ 2 วิธี คือ การทดสอบและการสังเกต

2.1 การทดสอบ สามารถใช้ได้ทั้งแบบทดสอบแบบปรนัย ซึ่งมีทั้งแบบมีตัวเลือก จับคู่หรือเติมคำ และแบบทดสอบอัตนัยให้ตอบคำถาม

2.1.1 ทดสอบทักษะการคิด ถามเกี่ยวกับความหมาย ยกตัวอย่างการใช้ทักษะหรือการนำทักษะไปใช้และอธิบายปฏิบัติการคิด

2.1.2 ทดสอบทักษะการคิดรวมกับเนื้อหา เป็นการทดสอบหลายทักษะพร้อมกัน การคิดเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อน ประกอบด้วยหลายทักษะการคิดและหลายปฏิบัติการคิด เช่น กระบวนการแก้ปัญหา เริ่มจากการแปลข้อมูล จัดกลุ่มข้อมูล เปรียบเทียบกับข้อมูลอื่นและสรุปอ้างอิงไปยังเรื่องหรือปรากฏการณ์ การวัดความชำนาญในการใช้หลายทักษะเหล่านี้ ครูสามารถสร้างแบบสอบชนิดเลือกตอบ และตามด้วยคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา

2.2 การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่บ่งชี้การมีทักษะการคิด ซึ่งการสังเกตเป็นวิธีที่ครูจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการของวิธีตอบคำถามของผู้เรียน ข้อสำคัญครูต้องรู้จักตัวบ่งชี้การมีทักษะจึงจะประเมินการคิดได้

ตัวอย่างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สุรีพร เขียวสมบัติ (2558) ได้สร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ

ประกอบด้วย 4 ข้อใหญ่ และ 20 ข้อย่อย ทั้งนี้สอดคล้องกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 องค์ประกอบ คือ การอนุมาน การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การตีความ การนิรนัย และการประเมินข้อโต้แย้ง แสดงตัวอย่างคำถาม ดังนี้

สมควรทำการทดลองทดสอบสารอาหารในอาหารกระป๋องจากตลาด 3 ชนิด แล้วบันทึกผลการทดลองดังตาราง

ชนิดอาหาร การทดสอบ	ผลการทดสอบ		
	A	B	C
ไบยูเร็ต	ไม่เปลี่ยน	สีม่วง	สีม่วง
ไอโอดีน	สีน้ำเงิน	ไม่เปลี่ยน	ไม่เปลี่ยน
เบเนดิกต์	ไม่เปลี่ยน	ตะกอนสีส้ม	ไม่เปลี่ยน
ถูกับกระดาษ	โปร่งแสง	ไม่เปลี่ยน	โปร่งแสง
ราคา	75	80	175
จำนวนหยดที่ทำให้สีน้ำเงินในน้ำแป้งสุกจางหายไป	150	54	136

1. จากตารางบันทึกผลการทดลองข้อใดสรุปได้ว่าอาหาร C ประกอบด้วยสารอาหารอะไรบ้าง (การอนุมาน)

.....

2. ด.ช.สมควรสรุปว่าอาหาร C ให้คุณค่าทางอาหารมากที่สุดเพราะราคาแพงที่สุด นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด (การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น)

.....

3. ด.ญ.ญาดา มีอาการเลือดออกตามไรฟันเป็นประจำ นักเรียนจะแนะนำญาดาให้รับประทานอาหารชนิดใด เพราะเหตุใด (การตีความ)

.....

4. ด.ช.ธเนศ ซื้ออาหาร A ซึ่งมีปริมาณสุทธิ 200 กรัม มารับประทานเป็นอาหารว่างทุกวัน นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลต่อร่างกายของธเนศอย่างไร เพราะเหตุใด (การนิรนัย)

.....

5. ด.ญ. โบ ต้องการรับประทานอาหารที่มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบระหว่างอาหาร B และ C นักเรียนจะแนะนำ ด.ญ. โบเลือกซื้ออาหารชนิดใด เพราะเหตุใด (ประเมินข้อโต้แย้ง)

.....

สมใจ ภู่ภิรมย์ (2553) ได้สร้างแบบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 4 ข้อแสดงตัวอย่างคำถาม ดังนี้

สถาบันอาหารเตือนผู้บริโภคให้ระวังสาร "อะคริลาไมด์" ที่ปนเปื้อนมากับอาหารจานด่วนและขนมขบเคี้ยว เบื้องต้นสถาบันอาหารได้วิเคราะห์สารชนิดนี้ในมันฝรั่งทอดกรอบ ขนมปังกรอบ บิสกิต พวกธัญพืช มันฝรั่ง และอาหารที่มีแป้งสูงกว่า พบว่ามีสารอะคริลาไมด์ปนเปื้อนทุกตัวอย่าง โดยเฉพาะมันฝรั่งทอดกรอบจะพบในปริมาณสูง ซึ่งหน่วยงานวิจัยมะเร็งระหว่างประเทศ (IARA) จัดให้สารอะคริลาไมด์เป็นสารกลุ่มที่มีความเป็นไปได้สูงในการก่อให้เกิดมะเร็งในคน

ผลการวิจัยด้านความเสี่ยงต่อสารอะคริลาไมด์ของสหภาพยุโรปเผยแพร่ช่วงปลายปี 2550 ว่าคนได้รับอะคริลาไมด์เข้าสู่ร่างกายจากการบริโภคอาหารที่ผ่านความร้อนสูง หรือ อบ ทอด ปิ้ง ย่าง เป็นเวลานานๆ จะก่อเป็นสารอะคริลาไมด์ขึ้น สำหรับประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาหรือประเมินความเสี่ยงการได้รับสารชนิดนี้ จึงน่าเป็นห่วงคนไทยเป็นอย่างยิ่ง เพราะธุรกิจอาหารจานด่วน ขนมขบเคี้ยวในไทยขยายตัวอย่างรวดเร็ว และเพื่อป้องกันตนเองทุกคนจึงควรหลีกเลี่ยงอาหารที่มีความเสี่ยง

1. ประเด็นปัญหาสำคัญของผู้บริโภคจากสถานการณ์ที่กำหนดให้นี้คือปัญหาอะไร

.....

2. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นี้ นักเรียนคิดว่าข้อมูลใดบ้างเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดบ้างเป็นความคิดเห็น

.....

3. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าข้อมูลใดมีความถูกต้อง และข้อมูลใดมีความน่าเชื่อถือ

.....

4. นักเรียนคิดว่าสาเหตุใดที่ทำให้คนไทยมีความเสี่ยงต่อการได้รับสาร "อะคริลาไมด์" และถ้าได้รับสารชนิดนี้เข้าไปมากๆ จะมีผลอย่างไร นักเรียนคิดว่าจะมีทางเลือกใดบ้างที่จะไม่ให้เกิดความเสี่ยงต่อการได้รับสารชนิดนี้

.....

5. ถ้านักเรียนเป็นผู้บริโภคจะตัดสินใจแก้ปัญหานี้อย่างมีเหตุผลได้อย่างไร

.....

การวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

เครื่องมือวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหามีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบใช้ในโอกาสที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ศึกษาจากคณะผู้วิจัยหลายท่าน ซึ่งพอจะรวบรวมมาเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัย แสดงรายละเอียดดังนี้

Quellmalz (1985) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ควรมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาที่นำมาใช้เป็นคำถาม หรือปัญหาที่สำคัญและเกิดขึ้นบ่อย
2. กำหนดปัญหาที่มีทางออกของปัญหาหลายๆ ทาง
3. กำหนดรูปแบบคำถามให้นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้
4. กำหนดคำถามให้มีการเชื่อมโยงการคิดและสรุปได้ทั่วๆ ไป
5. วัดทักษะความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแบบรวมๆ

ทิพย์วรรณ มูลทองชุน (2535, น. 19-20) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่เรียกว่า แบบสอบ เอ็ม อี คิว เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในกรณีที่ใช้สถานการณ์จริงไม่ได้ โดยเสนอเป็นกรณีศึกษาตามลำดับเหตุการณ์แล้วมีคำถามที่เป็นปลายเปิดแทรกเป็นระยะๆ โดยผู้ตอบต้องตอบในหน้านั้นและไม่อนุญาตให้เปิดไปดูหน้าถัดไปหรือกลับไปทำหน้าเดิม ลักษณะของแบบสอบ เอ็ม อี คิว ของมหาวิทยาลัยนิวคาสเซิล มี 3 ประการดังต่อไปนี้

1. เป็นคำถามปลายเปิด (Open-End Response) โดยให้ผู้ตอบให้เหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจ
2. การบริหารเวลาในการตอบจะต้องทำอย่างดี เพื่อที่จะได้ทำข้อสอบทุกข้อที่สำคัญและไม่อนุญาตให้กลับไปแก้ไขข้อที่ทำผ่านมาแล้ว
3. การตรวจให้คะแนนยึดโมเดลคำตอบและเกณฑ์ความสามารถในการเรียนรู้ (Mandatory Level of Competence : MLC) โดยกำหนดว่าตอบอย่างไรให้ผ่านได้ 1 คะแนน ตอบอย่างไรไม่ผ่านให้ 0 คะแนน รวมทั้งหมดกี่คะแนนจึงจะถือว่าผ่านวิชานั้น

ตัวอย่างแบบวัดการคิดแก้ปัญหา

กันติกาน สืบกินร (2551) ได้สร้างแบบวัดการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยแบ่งแบบทดสอบเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ แสดงตัวอย่างคำถาม ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1

เด็กชายหมู ชอบเลี้ยงปลา เขาเลี้ยงปลาทอง 10 ตัวในตู้ปลา ทุกๆ 2 สัปดาห์หมูจะทำความสะอาดตู้ปลา เมื่อล้างตู้สะอาด หมูเติมน้ำจนเต็มตู้ แล้วใส่น้ำยาปรับสภาพน้ำ วันนี้เขาได้ล้างตู้ปลาตามปกติ เมื่อถึงเวลาใส่น้ำยาปรับสภาพน้ำ หมูเผลอทำน้ำยกหกลงไปทั้งขวดหมูคิดว่าคงไม่เป็นอะไร เขาจึงใส่ปลาลงไปตามปกติ วันต่อมาหมูพบว่าปลาทองในตู้ตายไปทั้ง 10 ตัว

1. ปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้ คือ

.....

2. สาเหตุสำคัญของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

.....

4. จากที่นักเรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ผลที่ได้เป็นอย่างไร

.....

พิพัฒน์ ไพบูลย์วัฒนกิจ (2559) ได้สร้างแบบทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหา เรื่อง วิกฤตการณ์ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแบบเขียนตอบ แสดงตัวอย่างคำถามดังนี้

จงอ่านสถานการณ์และตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

การใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันเป็นไปในเรื่องของผลประโยชน์ เช่น การขายหน้าดิน การรุกล้ำที่ในป่าสงวนหรืออุทยานแห่งชาติ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาตามมาไม่ว่าจะเป็นน้ำป่าไหลหลาก หรือการสูญพันธ์ของพืชพรรณธรรมชาติและป่าไม้ เป็นต้น เนื่องจากข้อมูลของกรมป่าไม้ระบุว่าพื้นที่ป่าของเราเหลือประมาณ ร้อยละ 35 ของพื้นที่ในประเทศไทย สมมติว่าในอนาคตไม่เหลือพื้นที่ป่าไม้แล้วในประเทศไทย กลายเป็นไร่ประกอบการของนายทุน เพื่อใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกผลผลิต สร้างเป็นแหล่งท่องเที่ยว และสำนึกของคนในอนาคตไม่ได้นึกถึงความเป็นธรรมชาติ ล้วนแล้วประกอบแต่ลุ่มหลงในวัตถุนอกกายที่หามาได้จากการทำงาน ป่าไม้เหล่านี้ไม่มีความสำคัญต่อโลกของเราคงเกิดปัญหาอื่นๆ ตามมาอีกมากมายเกินที่จะคาดคะเนได้

ที่มา : บทความสัมปทานป่าไม้ บทเรียนจากสายน้ำเลือด http://www.seub.or.th

1. สาเหตุของปัญหาน่าจะเกิดจากอะไร

.....

2. จงบอกแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว

.....

3. จงเลือกแนวทางการแก้ปัญหาจากข้อ 2 เพียงข้อเดียวพร้อมบอกเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางนั้น

.....

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบวัดการคิดแก้ปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา โดยเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยแบบการเขียนตอบอิสระ ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์และข้อคำถามย่อยซึ่งสอดคล้องนิยามศัพท์เฉพาะในการวิจัยนี้ โดยประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ ด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสิน และด้านการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อัปสร พันธ์ฤทธิ์ (2559) ทำการวิจัยการสนับสนุนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการเขียนโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการโต้แย้ง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยสรุปว่า 1) นักเรียนส่วนใหญ่ก่อนเรียนมีความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยนักเรียนไม่สามารถให้หลักฐานเหตุผลสนับสนุนข้อโต้แย้ง และเหตุผลในการโต้กลับได้ แต่หลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีการพัฒนาระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นระดับปานกลาง โดยนักเรียนสามารถให้ข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ดีขึ้น และ 2) ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน

ภัทราวรรณ ไชยมงคล (2560) ทำการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยสรุปว่า 1) การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนได้ และ 2) หลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น

พาอีหมัะ เจะสา (2561) ทำการวิจัยผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 40 คน จัดการเรียนการสอนจำนวน 18 ชั่วโมง ผลการวิจัยสรุปว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าวหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งอยู่ในระดับมาก

ธัญกมล ศักดิ์สูง (2562) ทำการวิจัยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรดเบส กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 31 คน ผลการวิจัยสรุปว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ควรมีลักษณะดังนี้ การยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน การใช้สื่อที่มีความหลากหลาย และควรนำเสนอประเด็นที่ชัดเจน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าเป็นข้อโต้แย้งใด ครูและนักเรียนควรร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูล การให้นักเรียนเขียนรายงาน ประเมินรายงานของเพื่อนและปรับปรุงรายงานของตนเอง และ 2) นักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับมากทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการนิยาม ด้านทักษะการตัดสินข้อมูล และด้านทักษะการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

ณัฐวรรณ ศิริธร (2562) ทำการวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน ในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปว่า 1) แนวปฏิบัติที่ดีในขั้นที่ 1 การกำหนดประเด็นที่ศึกษา ควรยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ท้าทายและเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ขั้นที่ 2 การสร้างสรรค์และวิเคราะห์ข้อมูลควรตั้งคำถามชี้นำในลักษณะคำถามปลายเปิด ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว รูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ควรกำหนดองค์ประกอบอย่างชัดเจน ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ควรส่งเสริมให้นักเรียนทุกกลุ่มมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเน้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของตรรกะและเหตุผล ขั้นที่ 5

การเขียนรายงานส่วนบุคคล ควรให้การช่วยเหลือแนะนำให้นักเรียนเข้าใจกรอบแนวคิดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และขั้นที่ 6 การอภิปรายสะท้อนผลและปรับปรุงรายงาน ควรกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบรายงานของเพื่อนและอภิปรายถึงปัญหาและแนวทางที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม 2) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนโดยเฉลี่ยพบว่าอยู่ในระดับดี

ศศิธร พงษ์โภคา (2558) ทำการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาอนาคตร่วมกับแผนผังความคิด ผลการวิจัยสรุปว่า 1) ผลการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาร่วมกับแผนผังความคิดสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) พัฒนาการความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนสูงขึ้นตามลำดับ และ 3) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

ศิริรัตน์ อุ่นเกิด (2560) ทำการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับกลวิธีการสอนตามแนวคิด PCK กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 35 คน ผลการวิจัยสรุปว่า 1) นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณคิดเป็นร้อยละ 74.00 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 88.57 2) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 74.94 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 88.71 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับกลวิธีการสอนตามแนวคิด PCK ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

สมสวย วิชามุข (2560) ทำการวิจัยการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 แผน ใช้เวลา15 ชั่วโมง ผลการวิจัยสรุปว่า 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมและรายด้านทุกด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และ 2) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการโต้แย้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภิญโญ วงษ์ทอง (2563) ทำการวิจัยการเรียนรู้บูรณาการสตีมศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก จำนวน 65 คนผลการวิจัยสรุปว่า 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 และ 2) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้บูรณาการสตีมศึกษาอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้นักเรียนสามารถสังเกต รวบรวมข้อมูล ระบุปัญหา หาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมกับวัย ทดลองปฏิบัติ สรุปผล และนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ได้

งานวิจัยต่างประเทศ

Sampson et al. (2011) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Instructional Model) ที่มีต่อความสามารถในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาวิชาเคมี จำนวน 18 คน จัดการเรียนการสอนจำนวน 6 ครั้ง รวมระยะเวลาทดลอง 15 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัยสรุปว่า 1) คะแนนของรายงานปฏิบัติการเคมีหลังเรียนสูงกว่ารายงานแต่ละครั้งระหว่างเรียนจำนวน 5 เล่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ 2) รายงานที่มีการปรับปรุงแล้วเล่มสุดท้ายมีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของรายงานที่มีการปรับปรุงแล้วจำนวน 4 เล่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Walker et al. (2011) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อมโนทัศน์ทางเคมี ความสามารถในการใช้หลักฐานและเหตุผล เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป จำนวน 699 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) นักศึกษากลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เคมีไม่แตกต่างกับนักศึกษาที่เรียนแบบปกติ 2) นักศึกษาที่กลุ่มทดลองมีความสามารถในการใช้หลักฐานและเหตุผลสูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักศึกษาเพศหญิงที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนนี้มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักศึกษาเพศหญิงที่เรียนด้วยวิธีปกติ ส่วนเพศชายมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

Neni et al. (2015) ทำการวิจัยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) ร่วมกับกรอบแนวคิด (ADIS) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาวิชาชีพครูในคณะศึกษาศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยลัมปุง ประเทศอินโดนีเซีย ผลการวิจัยสรุปว่า ทักษะการโต้แย้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การสอนแบบ ADI , ADIS และการสอนแบบปกติ โดยการสอนแบบ ADIS ส่งผลให้มีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบ ADI และการสอนแบบปกติ ในขณะที่การสอนแบบ ADIS และการสอนแบบ ADI ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เทียบเท่ากันและมากกว่าการสอนแบบปกติ

Eymur (2018, p. 709) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองและความเข้าใจเกี่ยวกับการสืบเสาะและทักษะในห้องปฏิบัติการผ่านการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (ADI) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศตุรกี ผลการวิจัยสรุปว่า รูปแบบการเรียนจัดการเรียนรู้แบบ ADI สามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ทักษะการสืบเสาะและทักษะในห้องปฏิบัติการเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนในห้องปฏิบัติการแบบปกติ

Pinar, & Eymur (2018, p. 94) ทำการวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่ส่งเสริมด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัยของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผลการวิจัยสรุปว่า นักศึกษามีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายสูงขึ้นผ่านการจัดกิจกรรมรูปแบบสืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง เช่น การออกแบบ การสืบค้น การโต้แย้งที่มีหลักฐานการเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ และการประเมินรายงานของเพื่อน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเป็นรูปแบบที่น่าสนใจและมีความเหมาะสมในการนำมาศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เนื่องจากเป็นวิธีที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีการโต้แย้งในชั้นเรียนแสดงให้เห็นถึงการคิดวิเคราะห์ไตร่ตรองข้อมูลอย่างรอบคอบ มีการแสดงหลักฐานกล่าวอ้างที่น่าเชื่อถือและสามารถนำไปคิดแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งจึงสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้

บทที่ 3

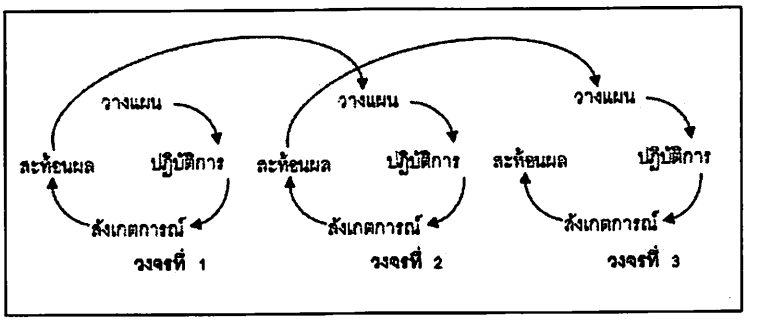
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 2) เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมความสามารถของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาหลังจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. บริบทในการทำวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการซ้ำต่อเนื่องกัน 3 วงจร ตามแนวคิดของ Kemmis, & Schmuck (อ้างถึงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-152) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนในวงจรปฏิบัติการ (PAOR cycle) ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) โดยผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดดังภาพ 15



ภาพ 15 แสดงการดำเนินการของวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 21 คน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งถูกเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยรูปแบบการเรียนการสอนที่ผ่านมานั้นครูเน้นการสอนแบบบรรยายทำให้ขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

บริบทในการทำวิจัย

ห้องเรียนที่ผู้วิจัยกำหนดให้เป็นกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งหมด 21 คน ซึ่งไม่เคยได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้งมาก่อน โดยห้องเรียนที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นห้องปฏิบัติการเคมีของโรงเรียน ตั้งอยู่ในอาคารเรียนหลังที่ 3 ชั้นที่ 2 ซึ่งเป็นห้องขนาดใหญ่ ไม่มีเครื่องปรับอากาศ มีพัดลมจำนวน 6 ตัว หน้าต่างจำนวน 12 บาน มีแสงสว่างเพียงพอและอากาศถ่ายเทสะดวก อีกทั้งมีตู้เก็บสื่อและเครื่องมือปฏิบัติการอยู่บริเวณด้านข้างห้องเรียนและหลังห้องเรียนจำนวน 5 ตู้ และมีอ่างล้างมือจำนวน 4 อ่างบริเวณริมหน้าต่าง โดยผู้เรียนจัดให้นั่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 5 โต๊ะ โดยจัดวางเป็นแถวๆ แถวละ 3 โต๊ะ จำนวน 2 แถวในแนวขนานกับแท่นหน้าห้องเรียน ด้านหน้าของห้องเรียนมีแท่นยกระดับสำหรับครูผู้สอน มีโต๊ะครูผู้สอน กระดานไวท์บอร์ดตั้งอยู่บริเวณด้านหน้าชั้นเรียนทั้งสองฝั่ง และโทรทัศน์ขนาด 55 นิ้ว จำนวน 1 เครื่องอยู่บริเวณตรงกลางห้องเรียน พร้อมเครื่องขยายเสียงจำนวน 1 เครื่อง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์

ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ย่อยจำนวน 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงาน 2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูล 3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 6) การตรวจสอบโดยเพื่อน และ 7) การปรับปรุงรายงาน แสดงรายละเอียดของแผน ดังนี้

1.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์

1.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์

1.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางการป้องกันแก้ไข

1.2 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ คือ แบบบันทึกเพื่อการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ระหว่างที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตซึ่งเป็นครูประจำการที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี ด้วยการบันทึกรายละเอียดผลการจัดการเรียนรู้ของครูและสิ่งที่เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยแบ่งการบันทึกเป็นจุดเด่น จุดด้อย และข้อเสนอแนะในระหว่างการจัดการเรียนรู้

2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัยแบบเขียนตอบอิสระ จำนวน 3 สถานการณ์ ประกอบด้วยข้อคำถามย่อยสถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 12 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา โดยครอบคลุมตัวชี้วัด 4 ด้าน คือ

2.1.1 ด้านการมีเหตุผล

2.1.2 ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ

2.1.3 ด้านการประเมินและตัดสินใจ

2.1.4 ด้านการแก้ปัญหา

2.2.ใบกิจกรรม (รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ)

รายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน คือ ใบกิจกรรมซึ่งเป็นแบบบันทึกสำหรับนักเรียนเป็นรายบุคคลในการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งประกอบด้วย จุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเนโดยเป็นข้อคำถามแสดงถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้สรุปเครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามงานวิจัยในตาราง 3 เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำถามงานวิจัยและเครื่องมือวิจัย ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงความสอดคล้องของคำถามวิจัยและเครื่องมือวิจัย

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ช่วงเวลาที่เก็บรวบรวมข้อมูล	ผู้ให้ข้อมูลในการทำวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล	ความน่าเชื่อถือ
1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรเป็นอย่างไร	1.แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา	ระหว่างการจัดการเรียนรู้	-	การหาค่าเฉลี่ยจากแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า	การตรวจสอบแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation) มากกว่า 1 แหล่ง โดยใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน
	2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	ระหว่างการจัดการเรียนรู้	1) ผู้วิจัย 2) ครูผู้ร่วมการสังเกต	การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา	
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร	1. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา	หลังการจัดการเรียนรู้เมื่อครบ 3 วงจร	นักเรียน	ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมิน	การตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการ (Method Triangulation) มากกว่า 1 ชนิด โดยเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน
	2. ใบกิจกรรม (รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ)	ระหว่างการจัดการเรียนรู้	นักเรียน	ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมิน	

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน โดยแบ่งตามเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 3 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งตามแนวคิดของ Sampson et al. (2011) มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ (เคมี) ในชั้นเรียน

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง และการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1.3 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี) เรื่อง พอลิเมอร์ เพื่อกำหนดกรอบผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1.3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3.2 วิเคราะห์ตัวชี้วัดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้แกนกลางและขอบเขตเนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน และคู่มือครูรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี) แสดงรายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ตัวชี้วัดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้แกนกลาง และเวลาที่ใช้

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	เวลา (ชั่วโมง)
สารเคมีและผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวัน	ว 2.1 ม 5/15 สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น	สารที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งโมเลกุลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ที่เกิดจากมอนอเมอร์หลายโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีทำให้สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์แตกต่างจากมอนอเมอร์ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น สถานะ จุดหลอมเหลว การละลาย พอลิเมอร์สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้โดยใช้กระบวน การสังเคราะห์พอลิเมอร์พอลิเมอร์ในธรรมชาติ ได้แก่ แป้ง เซลลูโลส โปรตีน กรดนิวคลีอิก และยางพารา	12
	ว 2.1 ม.5/18 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติเทอร์มอพลาสติกและเทอร์มอเซตของพอลิเมอร์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	โครงสร้างของพอลิเมอร์อาจเป็นแบบเส้นแบบกิ่งหรือแบบร่างแห โดยพอลิเมอร์แบบเส้นและแบบกิ่งมีสมบัติเทอร์มอพลาสติก ส่วนพอลิเมอร์แบบร่างแหมีสมบัติเทอร์มอเซต จึงมีการใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน	
	ว 2.1 ม.5/19 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางป้องกันหรือแก้ไข	การใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในปริมาณมากก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรตระหนักถึงการลดปริมาณการใช้ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่	

1.3.3 กำหนดเนื้อหาย่อยที่จะใช้ในงานวิจัย เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 3 เรื่อง ซึ่งตรงกับตัวชี้วัด ได้แก่ สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์

และปัญหาและผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางการป้องกันและแก้ไข จำนวน 3 แผน แสดงรายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงเนื้อหาและสถานการณ์การโต้แย้งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผน การจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	สถานการณ์ การโต้แย้ง	เวลา (ชั่วโมง)
แผนที่ 1 สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์	สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์และมอนอเมอร์	ถุงเย็นใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่	4
แผนที่ 2 สมบัติพลาสติก และการนำไปใช้ประโยชน์	1) โครงสร้างและสมบัติของพลาสติก 2) การนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	เทอร์มอพลาสติกดีกว่าพลาสติกเทอร์มอเซตจริงหรือไม่	4
แผนที่ 3 ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางการป้องกันแก้ไข	1) ปัญหาและผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 2) แนวทางการป้องกันและแก้ไข	ขยะในทะเลส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมากกว่าขยะบนฝั่งจริงหรือไม่	4

1.3.4 กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผน

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของ Sampson et al. (2011) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงาน 2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูล 3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 6) การตรวจสอบโดยเพื่อน และ 7) การปรับปรุงรายงาน สอดคล้องกับตัวชี้วัด เรื่อง พอลิเมอร์ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบ ดังนี้

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2 ตัวชี้วัด

1.4.3 สาระสำคัญ

1.4.4 สาระการเรียนรู้

1.4.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการและด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.4.6 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

1.4.7 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

1.4.8 สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1.4.9 ใบกิจกรรม

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

1.7.1 อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา (เคมี) คณะศึกษาศาสตร์

1.7.2 อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี (พอลิเมอร์) คณะวิทยาศาสตร์

1.7.3 ครูผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์สอนวิชาเคมีไม่ต่ำกว่า 10 ปี

เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา สื่อการสอน เวลาที่ใช้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลงความเห็นตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินผลการวิจัย และเกณฑ์การประเมินผลของ บุญชุม ศรีสะอาด (2554, น. 121) ตามเกณฑ์ประเมินความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.8 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ คำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านด้วยสูตร ดังนี้

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

เมื่อกำหนดให้ $\bar{X}$ แทนค่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสม

$\sum X$ แทนค่า ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทนค่า จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ (3 คน)

1.9 พิจารณาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านจากผลการประเมินแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 121) ดังนี้

4.51 – 5.00 คะแนน หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

3.51 – 4.50 คะแนน หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

2.51 – 3.50 คะแนน หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

1.51 – 2.50 คะแนน หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

1.00 – 1.50 คะแนน หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจะถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมได้จะต้องมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 , 4.42 และ 4.54 คะแนน ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67, 0.66 และ 0.79 ตามลำดับ โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ดังนี้ 1) ปรับสถานการณ์ให้ครอบคลุมและชัดเจนในเนื้อหาเรื่อง พอลิเมอร์ และ 2) บอกแนวทางและยกตัวอย่างวิธีการทดลองหรือวิธีการสำรวจตรวจสอบให้นักเรียนเห็นภาพมากขึ้น ทั้งนี้ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 แผน แสดงดังในภาคผนวก ข

1.10 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.11 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกต ซึ่งเป็นครูที่มีประสบการณ์การสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี ใช้ในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้หลังจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนแล้ว โดยบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ เพื่อสะท้อนผลเกี่ยวกับจุดเด่น จุดด้อย และข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้

2.2 กำหนดขอบเขตของแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาหรือไม่ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน และแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.3 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งลักษณะของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เป็นการให้ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตเขียนบรรยายสภาพปัญหาที่พบ ความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นการสอน จุดเด่น จุดด้อย และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม จากการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งพร้อมระบุรายละเอียดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูและนักเรียนแต่ละขั้นตอน

2.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.5 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวิธีการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตร ขอบเขตเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี) สาระการเรียนรู้ตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ ตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

3.3 ศึกษาเอกสารแบบเรียน คู่มือครู เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือแบบวัด

3.4 กำหนดพฤติกรรมตัวบ่งชี้จากนิยามศัพท์เฉพาะ เพื่อเป็นแนวทางของคำตอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเรื่อง พอลิเมอร์ แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของนิยามศัพท์เฉพาะ และพฤติกรรมตัวบ่งชี้ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

นิยามศัพท์	พฤติกรรมตัวบ่งชี้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา
1) การมีเหตุผล	ความสามารถในการใช้รูปแบบของการให้เหตุผลที่หลากหลายและเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของประเด็นหรือปัญหา
2) การคิดอย่างเป็นระบบ	ความสามารถในการวิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อสรุปหลักฐานและการให้เหตุผลจากประเด็นหรือปัญหา
3) การประเมินและตัดสินใจ	ความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับประเด็นหรือปัญหา โดยสังเคราะห์และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อโต้แย้ง แปลความสารสนเทศและสรุปผลจากการใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด
4) การแก้ปัญหา	ความสามารถในการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ จากประเด็นหรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคยด้วยวิธีการทั้งแบบดั้งเดิมและแบบนวัตกรรมใหม่ๆ โดยนำองค์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้อย่างเหมาะสม

3.5 สร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยแบบเขียนตอบแบบอิสระ จำนวน 3 สถานการณ์ ประกอบด้วยข้อคำถามย่อยสถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 12 ข้อ สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ประกอบด้วย 1) ด้านการมีเหตุผล 2) ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ 3) ด้านการประเมินและการตัดสินใจ และ 4) ด้านการแก้ปัญหา

ตาราง 7 แสดงสัดส่วนคะแนนและข้อคำถาม จำแนกตามองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

องค์ประกอบ	ข้อคำถามในแต่ละเรื่อง					
	สมบัติทางกายภาพ	คะแนน	สมบัติพลาสติก	คะแนน	ผลกระทบพอลิเมอร์	คะแนน
การให้เหตุผล	ข้อ 1.1	2	ข้อ 2.1	2	ข้อ 3.1	2
การคิดอย่างเป็นระบบ	ข้อ 1.2	2	ข้อ 2.2	2	ข้อ 3.2	2
การประเมินและตัดสินใจ	ข้อ 1.3	2	ข้อ 2.3	2	ข้อ 3.3	2
การแก้ปัญหา	ข้อ 1.4	2	ข้อ 2.4	2	ข้อ 3.4	2
รวม (24 คะแนน)		**8**		**8**		**8**

3.6 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ตามแนวทางของ Eggert, & Bogeholz (2010, p. 241) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค และพิจารณาการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ แสดงดังในภาคผนวก จ

ระดับ 2 คะแนน หมายถึง ถูกต้องสมบูรณ์

ระดับ 1 คะแนน หมายถึง ถูกต้องบางส่วน

ระดับ 0 คะแนน หมายถึง ไม่ถูกต้อง ตอบไม่ตรงคำถาม หรือไม่ได้ตอบ

โดยแต่ละข้อคำถามจะมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน จำนวนทั้งหมด 12 ข้อ คะแนนเต็มทั้งสิ้น 24 คะแนน ซึ่งมีสัดส่วนคะแนนและข้อคำถามจำแนกตามองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ดังตาราง 7

3.7 กำหนดเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเป็นช่วงคะแนนร้อยละที่ได้ ซึ่งประยุกต์เกณฑ์มาจากบลูม (Bloom, 1971 as cited in Upienpong, 2009) โดยแบ่งเกณฑ์ระดับคุณภาพออกเป็น 3 ระดับ แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงคะแนนร้อยละและระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดแก้ปัญหา

คะแนนร้อยละ	ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา
80 - 100	19 - 24 คะแนน	ระดับมาก
60 - 79	14 - 18 คะแนน	ระดับปานกลาง
0 - 59	0 – 13 คะแนน	ระดับน้อย

3.8 นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.9 นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.10 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด โดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

3.10.1 อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา (เคมี) คณะศึกษาศาสตร์

3.10.2 อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

3.10.3 ครูผู้มีประสบการณ์การสอนวิชาเคมีไม่ต่ำกว่า 10 ปี

โดยตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การให้ผลคะแนนแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

-1 หมายถึง ข้อคำถามวัดไม่มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามในแบบวัดกับจุดประสงค์ (IOC : Index of item – objective congruence) ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถนำไปใช้ในการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาได้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2552)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าข้อคำถามในแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาทั้ง 12 ข้อ มีความครอบคลุมกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยมีค่าความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 คะแนน และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ดังนี้ 1) ปรับสถานการณ์ให้ครอบคลุมและชัดเจนในเนื้อหาเรื่องพอลิเมอร์และสอดคล้องกับข้อคำถาม และ 2) เพิ่มเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนโดยระบุแนวคำตอบให้ชัดเจน ทั้งนี้ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาจากผู้เชี่ยวชาญ แสดงดังในภาคผนวก ค

3.11 นำผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมาปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.12 นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

4. ใบกิจกรรม (รายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเป็นแบบบันทึกใบกิจกรรมสำหรับนักเรียนเป็นรายบุคคล และครอบคลุมเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาพอลิเมอร์และการสร้างแบบบันทึกใบกิจกรรม

4.2 กำหนดขอบเขตของแบบบันทึกใบกิจกรรม เรื่อง พอลิเมอร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 เรื่อง ได้แก่ สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์ และปัญหาและผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม พร้อมแนวทางการป้องกันและแก้ไข

4.3 สร้างแบบบันทึกใบกิจกรรม โดยมีลักษณะเป็นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบแบบเขียนตอบอิสระ ซึ่งประกอบด้วย จุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเน

คำตอบ โดยมีข้อคำถามสอดคล้องกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

4.4 นำแบบบันทึกใบกิจกรรม (รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ) เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องมือ และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4.5 นำแบบบันทึกใบกิจกรรมที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

4.6 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบบันทึกใบกิจกรรม โดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของแบบบันทึกใบกิจกรรมกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

4.6.1 อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา (เคมี) คณะศึกษาศาสตร์

4.6.2 อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

4.6.3 ครูผู้มีประสบการณ์การสอนวิชาเคมีไม่ต่ำกว่า 10 ปี

โดยตรวจสอบความสอดคล้องของแบบบันทึกใบกิจกรรมกับจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การให้ผลคะแนนแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

-1 หมายถึง ข้อคำถามวัดไม่มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบบันทึกใบกิจกรรมกับจุดประสงค์ (IOC : Index of item – objective congruence) ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถนำไปใช้ในการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาได้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2552)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าข้อคำถามใบกิจกรรม (รายงานการสำรวจตรวจสอบ) มีความครอบคลุมและมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารญาณและการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยมีค่าความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 คะแนน และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ดังนี้ 1) ตัดข้อมูลบางส่วนของสถานการณ์ให้มีความกระชับและเข้าใจง่าย 2) ปรับสถานการณ์ไม่ให้ซ้ำกับสถานการณ์การโต้แย้งในชั้นเรียน และ 3) เพิ่มเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนโดยระบุแนวคำตอบให้ชัดเจนมากขึ้น ทั้งนี้ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบบันทึกใบกิจกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ แสดงดังภาคผนวก ง

4.7 นำผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบบันทึกใบกิจกรรม เรื่อง พอลิเมอร์ จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมาปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.8 นำแบบบันทึกใบกิจกรรม (รายงานการสำรวจตรวจสอบ) เรื่อง พอลิเมอร์ ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลผู้มีส่วนร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 21 คน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี) เรื่อง พอลิเมอร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ซึ่งได้ดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan)

ศึกษาสภาพปัญหาเกี่ยวกับการขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี) ในโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วางแผนและออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ โดยกำหนดจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับดำเนินการวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้ พัฒนาและปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ (Act)

ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลและการดำเนินกิจกรรมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม ความสำคัญของการจัดกิจกรรมในครั้งนี้ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจและร่วมมือในการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี และดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์

ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe)

ในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ใบกิจกรรม

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflect)

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ เสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยผู้วิจัยสรุปผลการสะท้อนที่ได้และวิเคราะห์ร่วมกับครูผู้ร่วมการสังเกตเพื่อประเมินการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยให้ได้ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์ให้มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan)

ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 4

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลเช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากนั้นนำผลการประเมินทั้งหมดมาวิเคราะห์และสะท้อนผลการปฏิบัติวงจรปฏิบัติการที่ 3 เพื่อปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

แนวทางการป้องกันแก้ไข ให้มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และแนวทางการป้องกันแก้ไข

ผู้วิจัยดำเนินการเช่นเดียวกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากนั้นนำผลการประเมินทั้งหมดมาวิเคราะห์และสะท้อนผลการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในระหว่างการสังเกตการสอนในชั้นเรียน และตรวจจากใบกิจกรรม (รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ) ที่มีเกณฑ์การประเมินครอบคลุมทั้ง 4 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา แล้วนำมาตีความและวิเคราะห์จัดกลุ่มแยกประเภทและสรุปผล เพื่อตรวจสอบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ สามารถส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนควรเป็นอย่างไร

แล้วใช้แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผน เพื่อศึกษาว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร และนำผลจากใบกิจกรรมของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนมาสนับสนุนผลที่ได้ จากนั้นสรุปผลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ สามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยได้สรุปเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้ให้ข้อมูลและช่วงเวลาเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan) ขั้นที่ 2 ปฏิบัติ (Act) ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe) และขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflect) ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลกับเครื่องมือวิจัย

วงจรปฏิบัติการ	เครื่องมือวิจัย	ผู้ให้ข้อมูล	ช่วงเวลาที่ใช้
วงจรที่ 1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์		ระหว่างการจัดการเรียนรู้
	แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกต	
	ใบกิจกรรม	นักเรียน	
วงจรที่ 2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติก		ระหว่างการจัดการเรียนรู้
	แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกต	
	ใบกิจกรรม	นักเรียน	
วงจรที่ 3	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ แนวทางการป้องกันแก้ไข		ระหว่างการจัดการเรียนรู้
	แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกต	
	ใบกิจกรรม	นักเรียน	
หลังจบ 3 วงจรปฏิบัติการ			
	แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา		หลังการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวมรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัย โดยวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามการวิจัย ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลที่นำไปสู่การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

คำถามวิจัยข้อที่ 1

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรเป็นอย่างไร

เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร ตามลำดับดังนี้

1.1. พิจารณาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ไม่เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนด

1.2 ระบุแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

1.3 ดำเนินการตามขั้นตอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

1.4 ประเมินผลการดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเพื่อพิจารณข้อผิดพลาดในวงจรต่อๆ ไป

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

นำข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้จากการบันทึกของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกต ซึ่งเป็นครูที่มีประสบการณ์การสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้วิธีวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

2.1 อ่านสิ่งที่ผู้สะท้อนได้บันทึกลงไปในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยประเด็นต่างๆ ได้แก่ ความเหมาะสม จุดเด่น จุดด้อย และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.2 จัดระเบียบข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และตีความหมายของข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้

2.3 จัดระเบียบเนื้อหาข้อมูลให้ได้ตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับคำถามวิจัย โดยการให้รหัสข้อมูลซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นต้องเป็นข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้อง

ต่อการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

2.4 จัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมู่เดียวกัน เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล

2.5 ทำการสรุปข้อมูล โดยรายงานผลในลักษณะการเขียนบรรยายผลการดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในกรณีที่การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ระหว่างผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตไม่สอดคล้องกันให้ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตร่วมกันอภิปรายผลการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อร่วมกันหาข้อสรุปและนำผลที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 นั้น ประกอบด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตที่มีประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 1 ท่าน โดยผู้สะท้อนจะต้องเข้าร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการวิจัย และเขียนบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นพร้อมทั้งมีการพูดคุยเกี่ยวกับอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้หลังจากการสอนจบในแต่ละครั้ง หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาต่อไป ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการตรวจสอบข้อมูลด้านแหล่งข้อมูล (Resource triangulation)

การวิเคราะห์ข้อมูลที่นำไปสู่การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

คำถามวิจัยข้อที่ 2

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล มีดังนี้

1. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

เป็นแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาหลังจากการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาซึ่งได้จากสิ่งที่ผู้เรียนได้ตอบคำถามในแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาโดยตรวจคำตอบตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ดังที่แสดงไว้ข้างต้น

1.2 ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติแบบบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าร้อยละ (Percentage)

1.3 นำคะแนนของนักเรียนมาประเมินโดยเทียบกับเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ดังที่แสดงไว้ข้างต้น

1.4 สรุปผลคะแนนจากระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

2. ใบกิจกรรม

เป็นการวิเคราะห์ร่องรอยจากใบกิจกรรม องนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากร่องรอยของการบันทึกใบกิจกรรม ซึ่งได้จากสิ่งที่ผู้เรียนได้ตอบคำถามในรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยตรวจคำตอบตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ดังที่แสดงไว้ข้างต้น

2.2 ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติแบบบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าร้อยละ (Percentage)

2.3 นำคะแนนของนักเรียนมาประเมินโดยเทียบกับเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ดังที่แสดงไว้ข้างต้น

2.4 สรุปผลคะแนนจากระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 นั้น ประกอบด้วยแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ และแบบบันทึกใบกิจกรรม โดยทั้งสองเครื่องมือวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ จากนั้นจัดระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ซึ่งคะแนนจากแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาและรายงานผลการสำรวจตรวจสอบจะนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อดูแนวโน้มการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีการ (Method triangulation)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติพื้นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนละ 4 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางการป้องกันแก้ไข ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาแผนละ 4 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีสถานการณ์การโต้แย้งสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนแกนกลางของหลักสูตร ได้แก่ สถานการณ์ที่ 1 ถุงเย็นใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่ สถานการณ์ที่ 2 เทอร์มอพลาสติกดีกว่าพลาสติกเทอร์มอเซตจริงหรือไม่ และสถานการณ์ที่ 3 ขยะในทะเลส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมากกว่าขยะบนฝั่งใช่หรือไม่ ทั้งนี้มีการกำหนดบทบาทให้กับนักเรียนเป็นสองฝ่ายจากสถานการณ์ปัญหาคือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้านในการทำกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียน จากนั้นนักเรียนแต่ละคนเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบหลังจากทำกิจกรรมการโต้แย้ง รวมทั้งตรวจสอบรายงานโดยเพื่อนและปรับปรุงแก้ไขรายงานของตนเอง

1.2 การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับครูผู้ร่วมการสังเกตในชั้นเรียน ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรมและแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

1.3 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีขั้นตอนที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบจากการทดลองและการสืบค้นเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองและการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย โดยผู้วิจัยจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ดังนี้

1.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

1) อุปกรณ์สำหรับกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบเรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ เช่น เตาไฟฟ้า หม้อก๋วยเตี๋ยว หนังยาง น้ำร้อน กระบวย กรรไกร เทอร์มอมิเตอร์ และถุงพลาสติกชนิดต่างๆ จำนวน 10 ชนิด

2) อุปกรณ์สำหรับการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เช่น กระดาษฟลิปชาร์ต ปากกาเมจิก สีไม้และสีเทียน

1.3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

1) อุปกรณ์สำหรับกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบเรื่อง สมบัติของพลาสติก เช่น ตะเกียงแอลกอฮอล์ น้ำ เอทานอล น้ำเกลืออิ่มตัว บีกเกอร์ กรรไกร ตะปูหรือเข็มหมุด คีมคีบ และพลาสติกชนิดต่างๆ จำนวน 10 ชนิด

2) อุปกรณ์สำหรับการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เช่น กระดาษฟลิปชาร์ต ปากกาเมจิก สีไม้และสีเทียน

1.3.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

1) อุปกรณ์สำหรับการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เช่น กระดาษฟลิปชาร์ต ปากกาเมจิก สีไม้และสีเทียน

1.4 การเตรียมสถานที่ในห้องเรียน

การจัดเตรียมห้องเรียนปฏิบัติการเคมีที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน ซึ่งจัดโต๊ะเรียนแบบกลุ่มจำนวน 4 กลุ่ม เพื่อสะดวกต่อการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันตามแผนการจัดการเรียนรู้

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ เมื่อวันที่ 27 มกราคม พ.ศ. 2564 เวลา 13.00 – 15.00 น. และวันที่ 29 มกราคม พ.ศ. 2564 เวลา 13.00 – 15.00 น. รวมใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดแสดงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนและภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติโดยใช้ภาพสถานการณ์เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาพอลิเมอร์ในเรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ โดยใช้ภาพร้านขายอาหารตามสั่งให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้า โดยครูใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความสงสัยและเกิดการตระหนักคิดนำไปสู่กระบวนการสำรวจตรวจสอบ เช่น "นักเรียนเคยรับประทานอาหารจากร้านอาหารต่างๆ หรือไม่" "ภาชนะและบรรจุผลิตภัณฑ์ในการบรรจุอาหารทำจากวัสดุประเภทใดบ้าง" "วัสดุดังกล่าวมีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร" "ถ้านักเรียนเป็นแม่ค้าจะเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดใดในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้าเพื่อนำกลับบ้าน เพราะเหตุใด" "นักเรียนคิดว่าบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวมีความปลอดภัยจริงหรือไม่ และ "นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไรบ้าง" จากนั้นครูชี้แจงภาระงานและการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งให้นักเรียนทราบร่วมกัน

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่าภาพสถานการณ์ที่ใช้มีความน่าสนใจและเป็นเรื่องใกล้ตัวเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยครูใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและเกิดความสงสัยในประเด็นของการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้าอย่างปลอดภัย สามารถนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบได้ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

> ..."ภาพและสถานการณ์ที่นำมาใช้เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจและเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน สามารถเชื่อมโยงไปยังกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบได้"
>
> (ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

..."ภาพที่ใช้มีความน่าสนใจ ใกล้ตัวนักเรียน และเชื่อมโยงถึงเนื้อหา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ได้"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งให้นักเรียนทราบร่วมกัน แต่พบว่านักเรียนไม่เข้าใจภาระงานที่ต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการสอน เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อนและการอธิบายยังแสดงรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."ควรชี้แจงขั้นตอนการสอนแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนมากขึ้น บอกให้นักเรียนทราบว่าต้องทำอะไรบ้าง มีภาระงานกี่ชิ้น เนื่องจากเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่นักเรียนไม่เคยเรียนรู้มาก่อน"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

..."นักเรียนไม่เข้าใจภาระงานที่ต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอน ยังบอกรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยควรอธิบายโดยการใช้ภาพอินโฟกราฟิกที่แสดงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นการสอนอย่างชัดเจน ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในภาระงานที่ต้องปฏิบัติแต่ละขั้นตอนการสอนมากขึ้นและมองภาพโดยรวมได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."ควรแสดงขั้นตอนการสอนที่สื่อเป็นภาพที่บอกว่าแต่ละขั้นตอนมีภาระงานกี่ชิ้นอะไรบ้าง"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

..."แสดงขั้นตอนและภาระงานเป็นภาพอินโฟกราฟฟิกที่มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

2.2 ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยให้สมาชิกแต่ละคนแบ่งหน้าที่เพื่อทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันในชั้นเรียน จากนั้นครูใช้สถานการณ์ปัญหาต่อเนื่องจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพร้านขายก๋วยเตี๋ยวให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้าเพื่อนำกลับบ้าน โดยเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบและครูใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย คือ "แม่ค้าขายก๋วยเตี๋ยวควรใช้ถุงพลาสติกชนิดใดบ้างในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้าเพื่อนำกลับบ้านอย่างปลอดภัย" จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการสำรวจตรวจสอบโดยการทดลองเพื่อทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของถุงพลาสติกแต่ละชนิดที่เหมาะสมกับการบรรจุก๋วยเตี๋ยวจากวัสดุอุปกรณ์ที่ครูเตรียมให้ เช่น เตาไฟฟ้า หม้อ เทอร์มอมิเตอร์ กระบวย น้ำ กรรไกร หนังยาง และถุงพลาสติกจำนวน 10 ชนิด และดำเนินการสำรวจตรวจสอบที่ได้ออกแบบไว้โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้นร่วมกันอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่าสถานการณ์ปัญหามีความต่อเนื่องจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและมีประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้จากการทดลองจากวัสดุอุปกรณ์ที่ครูเตรียมให้และใช้วิธีการที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไป แต่ทั้งนี้พบว่านักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ เนื่องจากไม่เข้าใจแนวทางการออกแบบการสำรวจตรวจสอบและยังไม่มั่นใจการออกแบบการสำรวจตรวจสอบของตนเองว่ามีความถูกต้องหรือไม่ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."สถานการณ์ปัญหาน่าสนใจ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดอย่างมีวิจารณญาณในการใช้ถุงพลาสติกให้ปลอดภัยและออกแบบการสำรวจตรวจสอบได้ แต่บางกลุ่มยังไม่เข้าใจ"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

..."ประเด็นปัญหาการใช้ถุงพลาสติกในการบรรจุก๋วยเตี๋ยวช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงการใช้ถุงพลาสติกอย่างไรให้ปลอดภัยต่อตนเอง นำไปสู่การออกแบบการทดลองได้ แต่มีบางกลุ่มไม่สามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบได้"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยควรยกตัวอย่างวิธีการหรือแนวทางการออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ เช่น การทดสอบความแข็ง ความยืดหยุ่น การทนความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นต้น

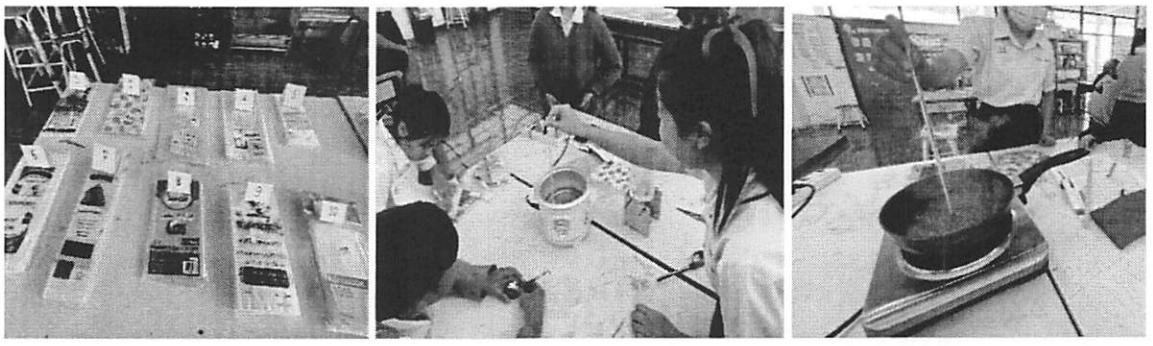
ในส่วนของการดำเนินการสำรวจตรวจสอบจากการทดลองในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองจากวัสดุและอุปกรณ์ที่ครูเตรียมให้นั้นทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิดหาวิธีการทดลองด้วยตนเอง สามารถเลือกวิเคราะห์ข้อมูลและดำเนินการทดลองจากสถานการณ์เพื่อนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องด้วยตนเองได้ แต่ทั้งนี้พบว่าอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองบางกลุ่มไม่สามารถดำเนินการตรวจสอบได้จริงตามที่ได้ออกแบบไว้ เช่น หม้อข้าวไม่สามารถทดสอบอุณหภูมิที่สูงของน้ำก๋วยเตี๋ยวตามเวลาที่นักเรียนต้องการได้ ดังนั้นนักเรียนต้องรอใช้อุปกรณ์ในการทดสอบจากกลุ่มอื่นๆ ทำให้กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบล่าช้ากว่าที่กำหนด สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."อุปกรณ์แต่ละกลุ่มไม่เหมือนกัน ทำให้การทดสอบในบางกลุ่มไม่เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ ต้องรอใช้อุปกรณ์จากเพื่อนทำให้การทดลองล่าช้าเกินระยะเวลาที่กำหนดไว้"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

..."อุปกรณ์ เช่น หม้อข้าว ไม่สามารถทดสอบอุณหภูมิที่สูงๆตามที่กำหนดได้ ต้องใช้เวลารอให้น้ำเดือด จึงทำให้ใช้ระยะเวลานานกว่ากลุ่มอื่นๆ "

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)



ภาพ 16 แสดงการดำเนินการกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ
เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยต้องเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ให้พร้อมและอุปกรณ์ต้องสามารถดำเนินการสำรวจตรวจสอบได้จริงในแต่ละกลุ่ม เพื่อทำให้ผลการสำรวจตรวจสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกันและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตที่กล่าวว่า

..."ควรเตรียมอุปกรณ์ให้เหมือนกันทุกกลุ่ม และสามารถทดสอบอุณหภูมิได้จริงตามที่นักเรียนได้ออกแบบไว้เพื่อไม่ให้เกิดความล่าช้าในการทำกิจกรรม"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

2.3 ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยมีการกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนเป็นสองฝ่าย คือ ฝ่ายแม่ค้า (ฝ่ายสนับสนุน) และฝ่ายนักสาธารณสุข (ฝ่ายค้าน) และกำหนดประเด็นการโต้แย้ง คือ "ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่" จากนั้นครูได้ชี้แจงองค์ประกอบของการเขียนข้อโต้แย้ง ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

ข้อสรุป การให้เหตุผล และหลักฐาน โดยอธิบายความหมายแต่ละองค์ประกอบและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเขียนสรุปลงในกระดาษฟลิปชาร์ตเพื่อใช้ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนในกิจกรรมการโต้แย้งต่อไป

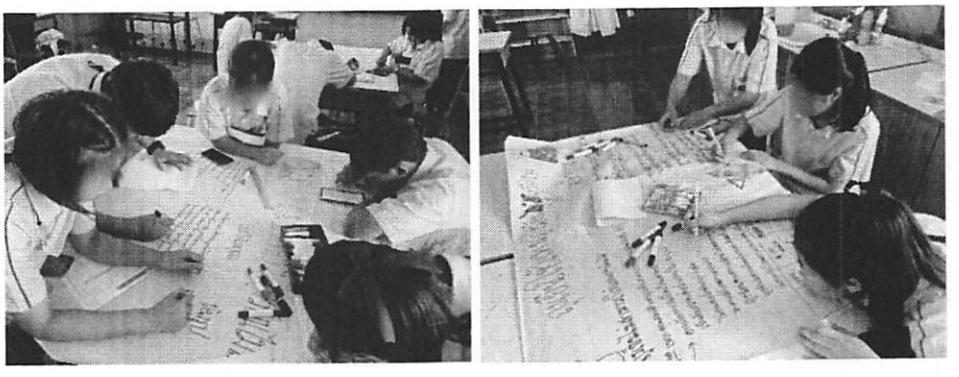
จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า ประเด็นการโต้แย้งที่ใช้ต้องมีข้อขัดแย้งกันอย่างชัดเจนในบทบาทที่นักเรียนได้รับ เพื่อทำให้นักเรียนแต่ละฝ่ายสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“ประเด็นการโต้แย้งแบ่งเป็น 2 ฝ่ายชัดเจนทำให้ข้อโต้แย้งมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและนำไปสู่การสร้างข้อโต้แย้งได้”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

...“สถานการณ์ปัญหาแสดงถึงประเด็นการโต้แย้งได้อย่างชัดเจนระหว่างถุงร้อนและถุงเย็น มีการกำหนดบทบาทช่วยให้กิจกรรมน่าสนใจ ไม่น่าเบื่อ”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)



ภาพ 17 แสดงการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อยของนักเรียน

ในส่วนของการชี้แจงการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวในแต่ละองค์ประกอบ ผู้วิจัยได้อธิบายความหมายองค์ประกอบของการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ข้อสรุป การให้เหตุผล

และหลักฐาน พบว่านักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในแต่ละองค์ประกอบได้ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจการเขียนข้อโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนข้อโต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบได้อย่างถูกต้อง เช่น บางกลุ่มเขียนองค์ประกอบการให้เหตุผลเหมือนกับหลักฐานทั้งหมด บางกลุ่มไม่แสดงแหล่งอ้างอิงของหลักฐาน หรือบางกลุ่มแสดงองค์ประกอบได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้ง 3 องค์ประกอบ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“นักเรียนยังไม่เข้าใจการเขียนข้อโต้แย้ง ไม่สามารถแยกองค์ประกอบของการให้เหตุผลและหลักฐานออกจากกันได้”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

...“การอธิบายองค์ประกอบยังไม่ชัดเจน นักเรียนมองไม่เห็นภาพ ทำให้เขียนแต่ละองค์ประกอบไม่ถูกต้อง”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

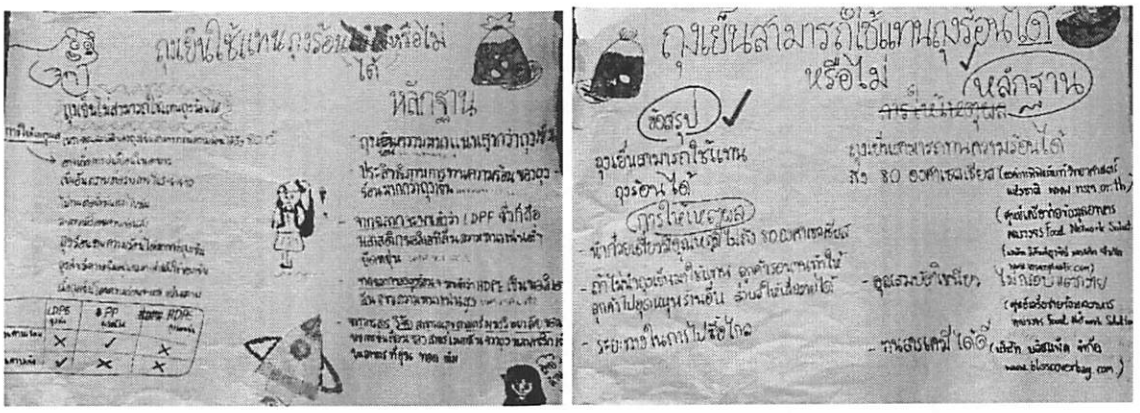
ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยควรอธิบายและยกตัวอย่างการเขียนข้อโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบให้มีความชัดเจนมากขึ้น โดยฝึกให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและสามารถเขียนข้อโต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ควรเน้นย้ำการเขียนข้อโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบอยู่เสมอและคอยเดินตรวจสอบนักเรียนระหว่างทำกิจกรรมกลุ่มร่วมด้วยเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามองค์ประกอบ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“ควรอธิบายและยกตัวอย่างการเขียนข้อโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนในแต่ละองค์ประกอบ อาจให้ฝึกเขียนก่อน”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

..."ฝึกให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบก่อนการปฏิบัติจริง และควรเน้นย้ำแต่ละองค์ประกอบอยู่เสมอ"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)



ภาพ 18 แสดงผลงานการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย

ในส่วนของผลงานการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนบางกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวโดยแสดงองค์ประกอบเป็นความเรียง ไม่แยกเป็นประเด็นสำคัญให้ชัดเจนทำให้ข้อโต้แย้งไม่น่าสนใจ อ่านยาก และไม่เป็นระเบียบ ส่งผลต่อการนำเสนอการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนโดยไม่สามารถดึงดูดความสนใจของเพื่อนๆ ได้ และใช้เวลาในการสร้างข้อโต้แย้งนานกว่าระยะเวลาที่ครูกำหนด สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."การเขียนข้อโต้แย้งในแต่ละกลุ่มใช้เวลามากเกินไป และยังแสดงข้อโต้แย้งได้ไม่น่าสนใจ บางกลุ่มเขียนเป็นความเรียงทำให้อ่านยากและไม่เป็นระเบียบ"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

..."การสร้างข้อโต้แย้งในบางกลุ่มไม่น่าสนใจ เขียนเป็นความเรียงยากต่อการนำเสนอ"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 27 มกราคม 2564)

2.4 ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งหน้าชั้นเรียนจากข้อโต้แย้งชั่วคราวที่นักเรียนได้สร้างไว้ในกระดาษฟลิปชาร์ต โดยใช้การกำหนดบทบาทสมมุติต่อเนื่องจากขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งแบ่งนักเรียนเป็นสองฝ่าย คือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้าน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนเริ่มจาก 1) กำหนดประเด็นการโต้แย้งจากสถานการณ์ คือ "ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่" 2) นิยามคำสำคัญให้เข้าใจตรงกัน และ 3) ชี้แจงการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนโดยตัวแทนกลุ่มสามารถนำเสนอข้อโต้แย้งโดยใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที และ 4) นักเรียนอีกฝ่ายแสดงการโต้แย้งกลับใช้เวลา 3 นาที พร้อมแสดงเหตุผลสลับกันไปมา

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนโดยการกำหนดบทบาทสมมติให้นักเรียนเป็นสองฝ่าย คือฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้าน ทำให้กิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนมีความน่าสนใจ ไม่น่าเบื่อ และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้มากขึ้น เนื่องจากได้คิดไตร่ตรองข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณจากทั้งสองฝ่ายแล้วนำไปสู่การตัดสินใจและการแก้ปัญหาต่อไปได้ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

> ..."กิจกรรมการโต้แย้งเป็นกิจกรรมที่ดีผ่านบทบาทสมมติ 2 ฝ่ายช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณโดยการใช้หลักฐานและเหตุผล และส่งเสริมให้นักเรียนได้กล้าแสดงออก"
>
> (ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

> ..."การโต้แย้งโดยใช้บทบาทสมมติ 2 ฝ่าย ทำให้กิจกรรมน่าสนใจและไม่น่าเบื่อ ช่วยให้นักเรียนได้คิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับข้อมูลทั้ง 2 ฝ่ายได้อย่างชัดเจน"
>
> (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

ในส่วนการชี้แจงการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนบางกลุ่มยังไม่เข้าใจวิธีการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนทำให้นักเรียนไม่กล้าพูด ไม่กล้าแสดงออก มีความเขินอายและไม่ค่อยมั่นใจในการแสดงข้อโต้แย้งของตนเอง สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“นักเรียนบางกลุ่มยังไม่เข้าใจการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน ไม่กล้าแสดงออกและไม่มั่นใจทำให้การพูดติดขัดในช่วงแรกและไม่ต่อเนื่อง บางประเด็นนักเรียนบางกลุ่มใช้อารมณ์ในการโต้แย้งมากเกินไป”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

...“ช่วงแรกนักเรียนยังไม่กล้าแสดงออก มีความเขินอาย และบางกลุ่มมีการใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้งทำให้ขาดหลักฐานและการให้เหตุผลที่ถูกต้อง”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยควรเปิดวิดีโอตัวอย่างการโต้แย้งให้นักเรียนรับชมก่อนการโต้แย้งจริงในชั้นเรียน เช่น การโต้วาที การโต้แย้งในรายการทีวี การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นต้น เพื่อทำให้นักเรียนมองภาพการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นและสามารถแสดงการโต้แย้งได้ดียิ่งขึ้น

ในส่วนของการแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนในแต่ละกลุ่ม พบว่านักเรียนบางกลุ่มแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ไม่ครบถ้วนตามองค์ประกอบและมีการใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้งมากเกินไปทำให้การโต้แย้งไม่ตั้งอยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

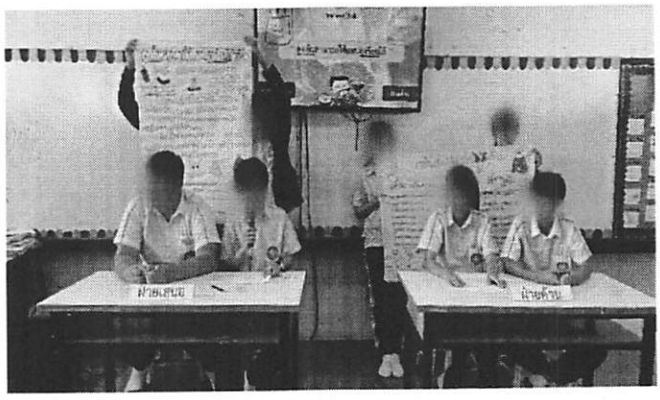
...“นักเรียนบางกลุ่มใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้งมากเกินไปทำให้แสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ไม่ครบถ้วน”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

..."นักเรียนบางกลุ่มมีการใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้งทำให้ขาดหลักฐานและการให้เหตุผลที่ถูกต้อง"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

ดังนั้นในวงจรถัดไป ครูควรเน้นย้ำองค์ประกอบการโต้แย้งในระหว่างการทำกิจกรรมอยู่เสมอและคอยควบคุมสถานการณ์หากนักเรียนมีการใช้อารมณ์ร่วมมากเกินไปทำให้แสดงข้อโต้แย้งโดยไม่อยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์



ภาพ 19 แสดงกิจกรรมการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน

นอกจากนี้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการพูดข้อโต้แย้งหน้าชั้นเรียนไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ทำให้นักเรียนแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ไม่ครบตามองค์ประกอบทั้งข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผล เช่น บางกลุ่มใช้เวลาน้อยเกินไป บางกลุ่มใช้เวลามากเกินไปทำให้นักเรียนแสดงองค์ประกอบของหลักฐานและแหล่งอ้างอิงของหลักฐานได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."นักเรียนใช้เวลาในการโต้แย้งได้ไม่เป็นไปตามที่กำหนด บางกลุ่มน้อยเกินไป บางกลุ่มมากเกินไป ควรมีเครื่องมือช่วยในการจับเวลาให้นักเรียนได้สนใจร่วมกัน"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

..."ระยะเวลาในการโต้แย้งแต่ละกลุ่มไม่เป็นไปตามที่กำหนด และนักเรียนโต้แย้งได้ไม่ครบตามองค์ประกอบ"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยควรใช้กริ่งและนาฬิกาจับเวลาเพื่อแจ้งเตือนเวลาให้กับนักเรียนบริเวณหน้าชั้นเรียนและช่วยควบคุมเวลาในการโต้แย้งให้เป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนด รวมทั้งทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถแสดงข้อโต้แย้งได้ครบสมบูรณ์ตามองค์ประกอบมากยิ่งขึ้น

2.5 ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบจากกิจกรรมการโต้แย้งเป็นรายบุคคลโดยมีการชี้แจงการเขียนรายงานตามองค์ประกอบ ได้แก่ จุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ วิธีการสำรวจตรวจสอบ ผลการสำรวจตรวจสอบและข้อคำถามที่แสดงถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4 องค์ประกอบย่อย คือ การให้เหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การประเมินและตัดสินใจ และการแก้ปัญหา

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเขียนรายงานได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามองค์ประกอบ เช่น แสดงการให้เหตุผลได้ไม่ครบตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงหลักฐานได้ไม่ครบถ้วนโดยไม่เขียนแหล่งอ้างอิงของหลักฐานหรือไม่แสดงหลักฐาน เป็นต้น ทำให้รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนส่วนมากยังไม่สมบูรณ์ตามองค์ประกอบของการเขียนรายงาน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตที่กล่าวว่า

..."นักเรียนบางคนเขียนแสดงการให้เหตุผลไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน บางคนเขียนหลักฐานโดยไม่แสดงแหล่งอ้างอิงของหลักฐาน"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

..."นักเรียนยังเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบได้ไม่ครบถ้วน ส่วนมากในประเด็นการให้เหตุผลและหลักฐาน"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยควรยกตัวอย่างการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้นักเรียนเข้าใจตรงกันก่อน โดยฝึกให้นักเรียนเขียนรายงานจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนการเขียนรายงานจริง และควรเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการเขียนรายงานร่วมด้วยเพื่อทำให้นักเรียนสามารถเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้ดียิ่งขึ้น

ในส่วนของเวลาที่ใช้ในการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ พบว่านักเรียนส่วนมากเขียนรายงานไม่เสร็จทันในคาบเรียน เนื่องจากนักเรียนต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการกลั่นกรองข้อมูลความรู้ทั้งหมดที่ได้เรียนมาเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง ดังนั้นในวงจรถัดไปผู้วิจัยควรให้เวลาเพิ่มมากขึ้น โดยอาจมอบหมายให้นักเรียนเขียนรายงานเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนเพื่อทำให้รายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนแต่ละคนมีความสมบูรณ์มากขึ้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“นักเรียนบางคนเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบเสร็จไม่ทันเวลาในคาบเรียน สามารถให้นักเรียนนำกลับไปเขียนเพิ่มเติมนอกเวลาได้”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

...“เวลาการเขียนรายงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด อาจมอบหมายให้ทำนอกเวลาเพิ่มเติมได้”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

2.6 ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบรายงานของเพื่อนโดยทำการสุ่มตรวจรายงานของเพื่อนซึ่งไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน จากนั้นครูแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินการตรวจรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้นักเรียนทุกคนเพื่อประเมินรายงานของเพื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ รวมทั้งเขียนให้ข้อมูลย้อนกลับต่อเพื่อนโดยบันทึกลงในแบบประเมิน

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนบางคนไม่ตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อน เนื่องจากเกณฑ์การประเมินยังไม่ครอบคลุมคำตอบของนักเรียนทำให้นักเรียนไม่สามารถตรวจประเมินรายงานให้เพื่อนได้ และนักเรียนส่วนมากยังไม่เขียน

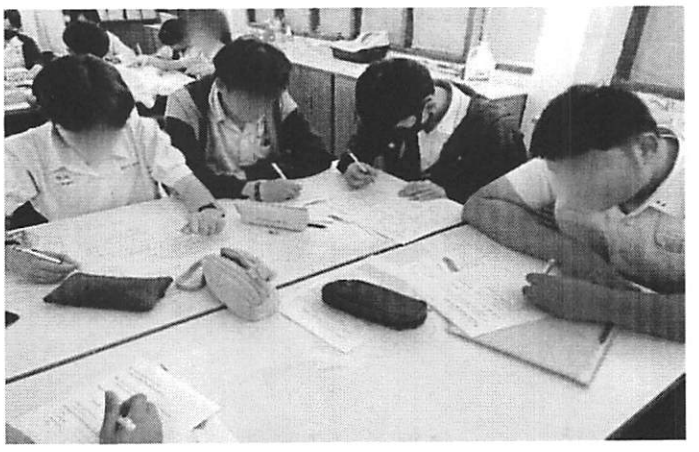
สะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้การตรวจรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“นักเรียนบางคนไม่ตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อน เพราะคำตอบไม่ตรงกับเกณฑ์ ทำให้นักเรียนเว้นว่างไว้และนักเรียนส่วนใหญ่มีข้อสงสัยเกี่ยวกับการประเมินรายงานบ่อยครั้ง”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

...“เกณฑ์การประเมินยังไม่ครอบคลุมกับประเด็นข้อคำถาม ทำให้นักเรียนไม่สามารถตรวจประเมินให้เพื่อนได้”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)



ภาพ 20 แสดงการตรวจสอบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน

ดังนั้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขเกณฑ์การประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้มีความชัดเจนและครอบคลุมคำตอบมากขึ้น โดยแสดงรายละเอียดให้สอดคล้องกับประเด็นข้อคำถามมากขึ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถตรวจรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนได้อย่างถูกต้องและครูมีการสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบรายงานของเพื่อน อีกทั้งคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการประเมินรายงานให้เพื่อนร่วมด้วย

2.7 ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาผลการประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากเพื่อนและส่งรายงานที่แก้ไขแล้วให้ครูตรวจประเมินรายงานอีกครั้งเป็นลำดับสุดท้าย

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนบางคนไม่แสดงการปรับปรุงรายงานของตนเองเมื่อได้รับผลการประเมินโดยเพื่อนทำให้รายงานผลการสำรวจตรวจสอบยังไม่สมบูรณ์ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“นักเรียนบางคนไม่ทำการปรับปรุงรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน ครูควรชี้แจงข้อตกลงให้กับนักเรียนได้เข้าใจตรงกันก่อน”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

...“นักเรียนละเลยการประเมินรายงานจากเพื่อน ไม่ทำการปรับปรุงแก้ไขรายงาน”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 29 มกราคม 2564)

ดังนั้นครูควรตรวจประเมินรายงานอีกครั้งหลังจากที่นักเรียนได้ปรับปรุงแก้ไขรายงานผลการสำรวจตรวจสอบแล้ว และควรชี้แจงเพื่อสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

3. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน	นักเรียนไม่เข้าใจภาระงานที่ต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะด้วยกลวิธีการโต้แย้ง	ควรอธิบายหรือสรุปขั้นตอนการสอนที่แสดงรายละเอียดของภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้ชัดเจน โดยใช้ภาพอินโฟกราฟิกแสดงภาระงานที่ต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน
ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล	นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้	ควรควรยกตัวอย่างวิธีการหรือแนวทางการออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียน เช่น การทดสอบความแข็ง ความยืดหยุ่น การทนความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นต้น
	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองบางกลุ่มไม่สามารถดำเนินการตรวจสอบได้จริงตามที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ เช่น หม้อข้าว	ควรจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้มีความพร้อมและสามารถดำเนินการสำรวจตรวจสอบได้จริงในแต่ละกลุ่ม
ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในแต่ละองค์ประกอบได้อย่างถูกต้อง เช่นเขียนองค์ประกอบการให้เหตุผลเหมือนกับหลักฐานทั้งหมด ไม่แสดงแหล่งอ้างอิงของหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ หรือแสดงองค์ประกอบได้ไม่ครบถ้วน	ควรอธิบายและยกตัวอย่างการเขียนข้อโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนมากขึ้น โดยฝึกให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและสามารถเขียนข้อโต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบได้อย่างถูกต้อง

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกาเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
	นักเรียนบางกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งโดยแสดงองค์ประกอบของการให้เหตุผลเป็นความเรียง ไม่แยกเป็นประเด็นสำคัญให้ชัดเจน ทำให้ข้อโต้แย้งไม่น่าสนใจ อ่านยาก และไม่เป็นระเบียบ	ควรเน้นย้ำให้แต่ละกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งโดยแยกเป็นประเด็นสำคัญให้ชัดเจน และคอยเดินตรวจสอบนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมด้วย
ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจวิธีการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน ทำให้ไม่กล้าพูด ไม่กล้าแสดงออก มีความเขินอาย และไม่มั่นใจในการแสดงข้อโต้แย้งของตนเองหน้าชั้นเรียน	ควรเปิดวิดีโอตัวอย่างกิจกรรมการโต้แย้งให้นักเรียนรับชมก่อนการโต้แย้งจริง เช่น การโต้วาที การโต้แย้งในรายการทีวี การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น เพื่อทำให้มองภาพการโต้แย้งได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
	นักเรียนบางกลุ่มใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้งมากเกินไปทำให้การโต้แย้งไม่ตั้งอยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	คอยควบคุมสถานการณ์หากนักเรียนแสดงข้อโต้แย้งโดยไม่อยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และเน้นย้ำองค์ประกอบการโต้แย้งในระหว่างการทำกิจกรรมอยู่เสมอ
	นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการพูดโต้แย้งหน้าชั้นเรียนไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ ทำให้แสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ไม่ครบถ้วน ทั้งข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล	ควรใช้กริ่งและนาฬิกาจับเวลาแสดงการแจ้งเตือนบริเวณหน้าชั้นเรียน เพื่อช่วยควบคุมเวลาในการโต้แย้งให้เป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนด และสามารถแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ ทั้งข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกาเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนรายงานได้ถูกต้องตามองค์ประกอบ เช่น ให้เหตุผลได้ไม่ครบตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ไม่แสดงแหล่งอ้างอิงของหลักฐานหรือไม่แสดงหลักฐาน เป็นต้น ทำให้รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของยังไม่สมบูรณ์	ควรยกตัวอย่างการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน โดยฝึกให้นักเรียนเขียนรายงานจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนเขียนรายงานจริง และครูคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการเขียนรายงานร่วมด้วย
	นักเรียนส่วนมากเขียนรายงานไม่เสร็จทันในคาบเรียน	ควรเพิ่มเวลาให้มากขึ้น โดยมอบหมายให้นักเรียนเขียนรายงานเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนได้ เพื่อให้มีเวลาอย่างเต็มที่
ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน	นักเรียนบางคนไม่ตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อนและไม่เขียนสะท้อนกลับให้เพื่อน เนื่องจากเกณฑ์การประเมินไม่ครอบคลุมคำตอบ ทำให้การตรวจรายงานไม่สมบูรณ์	ควรปรับปรุงแก้ไขเกณฑ์การประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้มีความชัดเจนและครอบคลุมคำตอบมากขึ้น ควรสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็ความสำคัญ และคอยเดินตรวจสอบร่วมด้วย
ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน	นักเรียนไม่ปรับปรุงแก้ไขรายงานของตนเองจากการประเมินโดยเพื่อน ทำให้รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของตนเองไม่สมบูรณ์	ครูควรตรวจประเมินรายงานอีกครั้งหลังจากที่นักเรียนได้ปรับปรุงแก้ไขรายงานแล้ว และควรชี้แจงสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนให้เห็นความสำคัญ

จากตารางเป็นตารางสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตมีความเห็นตรงกันว่าควรปรับรูปแบบกิจกรรมและแผนการเรียนรู้ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 2

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีการดำเนินการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนในวงจรการปฏิบัติการที่ 1 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ โดยเป็นกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง สมบัติของพลาสติก มีกิจกรรมการโต้แย้งในประเด็นที่ว่า "เทอร์มอพลาสติกดีกว่าพลาสติกเทอร์มอเซตจริงหรือไม่" โดยมีการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังตาราง 10 แสดงข้างต้น

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์ เมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 เวลา 13.00 – 15.00 น. และวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 เวลา 13.00 – 15.00 น. รวมใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดแสดงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนและภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติโดยใช้ภาพสถานการณ์ใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน คือ "ภาพร้านขายพลาสติก" เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาเรื่องสมบัติของพลาสติก โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่กระบวนการสำรวจตรวจสอบ เช่น "ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์ที่เรานำมาใช้ในชีวิตประจำวันส่วนมากทำมาจากอะไร" "สิ่งของเครื่องใช้ในบ้านของนักเรียนชนิดใดบ้างที่ทำมาจากพลาสติก" "นักเรียนคิดว่าพลาสติกมีข้อดีกว่าวัสดุจากธรรมชาติอย่างไรบ้าง"

"นักเรียนคิดว่าพลาสติกแต่ละชนิดมีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร" จากนั้นครูชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการสอนให้นักเรียนทราบร่วมกัน

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยพบว่าภาพสถานการณ์ที่ใช้เกี่ยวกับร้านขายพลาสติกเป็นเรื่องใกล้ตัวกับนักเรียนทุกคน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาของพอลิเมอร์ในเรื่องสมบัติของพลาสติกได้ โดยครูมีการใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่การออกแบบการสำรวจตรวจสอบ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."สถานการณ์จากร้านค้าขายพลาสติกมีความน่าสนใจ ใกล้ตัวนักเรียนและเชื่อมโยงเรื่อง สมบัติของพลาสติกได้ดี"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

..."ภาพสถานการณ์มีความน่าสนใจ สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้และคำถามที่ใช้ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบได้"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

ในส่วนของการชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่าหลังจากการชี้แจงโดยใช้ภาพอินโฟกราฟิกที่แสดงถึงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการสอน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจภาระงานได้ชัดเจนมากขึ้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."การชี้แจงขั้นตอนการสอนและภาระงานโดยการใช้ภาพแสดงทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้น"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

..."ภาพอินโฟกราฟฟิกทำให้นักเรียนเข้าใจภาระงานที่ต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการสอนได้ดีขึ้น"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

2.2 ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนและใช้สถานการณ์ปัญหาต่อเนื่องจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยการใช้ภาพร้านขายพลาสติกให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของพลาสติกในร้านค้าขายพลาสติกจากสถานการณ์เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ โดยมีการใช้คำถาม คือ "พลาสติกแต่ละชนิดในร้านค้ามีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร" จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองด้วยตนเองเพื่อทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติของพลาสติกแต่ละชนิดในร้านค้าว่ามีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมให้ เช่น ตะเกียงแอลกอฮอล์ น้ำ เอทานอล น้ำเกลืออิ่มตัว บีกเกอร์ กรรไกร ตะปูหรือเข็มหมุด คีมคีบ และพลาสติกชนิดต่างๆ จำนวน 10 ชนิด และดำเนินการสำรวจตรวจสอบที่ได้ออกแบบไว้โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้นร่วมกันอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน

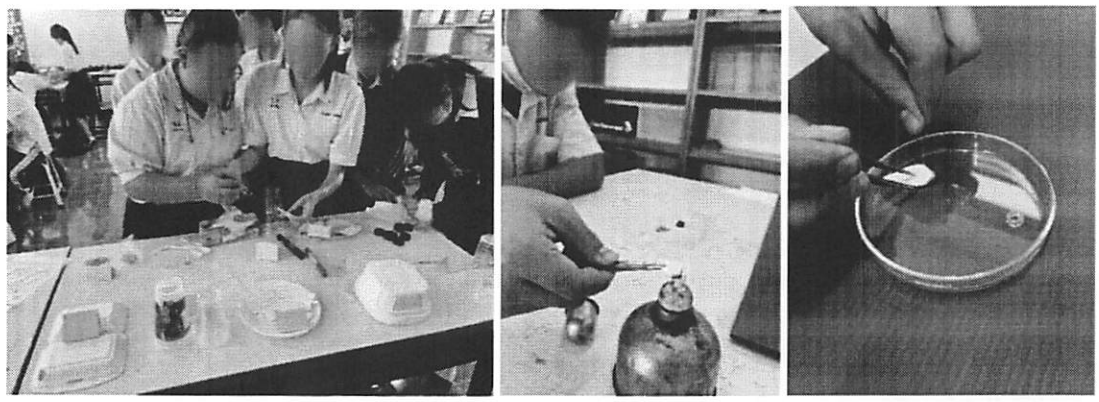
จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยพบว่าจากการยกตัวอย่างวิธีการและแนวทางการออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนก่อนนั้น เช่น การทดลองเรื่องความแข็ง ความยืดหยุ่น ความหนาแน่น การเผาไหม้ เป็นต้น ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบได้ดีขึ้น และสามารถดำเนินกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบจากการทดลองได้อย่างถูกต้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."ครูยกตัวอย่างวิธีการและแนวทางการออกแบบการสำรวจตรวจสอบทำให้นักเรียนสามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์ได้ดีขึ้น"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

..."การยกตัวอย่างแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้นและสามารถออกแบบการตรวจสอบได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)



ภาพ 21 แสดงการดำเนินการกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง สมบัติของพลาสติก

2.3 ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยมีการกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนเป็นสองฝ่าย คือ ฝ่ายบริหาร (ฝ่ายสนับสนุน) และฝ่ายผลิต (ฝ่ายค้าน) และมีการกำหนดประเด็นการโต้แย้งจากสถานการณ์ คือ "เทอร์มอพลาสติกดีกว่าพลาสติกเทอร์มอเซตจริงหรือไม่" จากนั้นชี้แจงองค์ประกอบการเขียนข้อโต้แย้ง ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ข้อสรุป การให้เหตุผล และหลักฐาน โดยอธิบายความหมายแต่ละองค์ประกอบและให้นักเรียนเขียนสรุปลงกระดาษฟลิปชาร์ตเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนในกิจกรรมการโต้แย้งในขั้นต่อไป

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยพบว่าจากที่ครูยกตัวอย่างการเขียนข้อโต้แย้งและฝึกให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนนั้นทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเขียนข้อโต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบได้ชัดเจนและถูกต้องมากขึ้น โดยแสดงข้อสรุป การให้เหตุผลที่หลากหลายและมีความถูกต้อง รวมทั้งมีการแสดงหลักฐานและแหล่งอ้างอิงที่มีความน่าเชื่อถือจากแหล่งต่างๆ ได้ แต่ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่แสดงการให้เหตุผลเป็นความเรียงโดยไม่แยกเป็นประเด็นสำคัญให้ชัดเจน ทำให้ข้อโต้แย้งยากต่อการเข้าใจ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

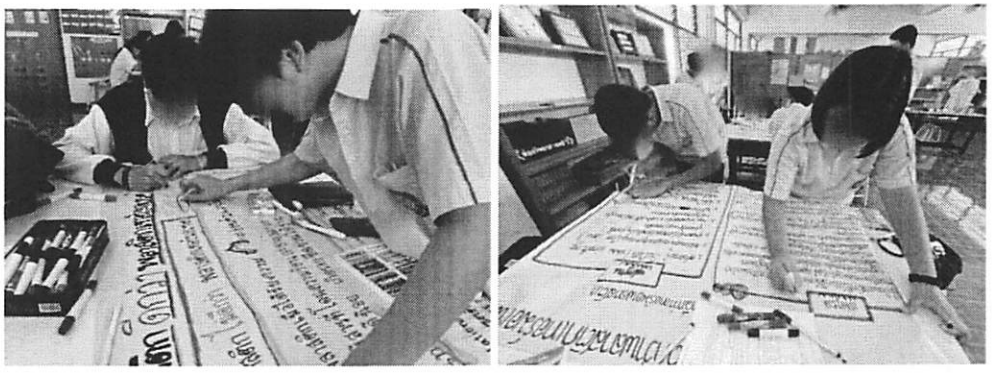
..."นักเรียนสามารถเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวแต่ละองค์ประกอบได้ดีขึ้น ทั้ง 3 องค์ประกอบ แต่มีนักเรียนบางกลุ่มเขียนเป็นความเรียงไม่ระบุเป็นข้อประเด็นสำคัญ"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

..."การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวได้ครบตามองค์ประกอบดีขึ้น แต่มีบางกลุ่มเขียนเป็นความเรียง ไม่แยกประเด็น ทำให้ยากต่อการอ่านและการประเมิน"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในวงจรถัดไป ควรชี้แจงและเน้นย้ำการเขียนแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนก่อนการเขียนข้อโต้แย้ง โดยให้แยกเป็นประเด็นสำคัญให้ชัดเจน และเดินตรวจสอบนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมด้วย เพื่อทำให้การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวมีความถูกต้องและมีความสมบูรณ์ตามองค์ประกอบมากยิ่งขึ้น



ภาพ 22 แสดงการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย

ในส่วนของผลงานการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในแต่ละกลุ่ม ผู้วิจัยพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ถูกต้องตามองค์ประกอบ โดยแสดงการให้เหตุผลเชื่อมโยงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องสมบัติของพลาสติกแต่ละชนิดทั้งประเภทของเทอร์มอพลาสติกและพลาสติกเทอร์มอเซตได้ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถแสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลายและมีการแสดงหลักฐานสนับสนุนการให้เหตุผลได้สอดคล้องกัน รวมทั้งมีการแสดงแหล่งอ้างอิง

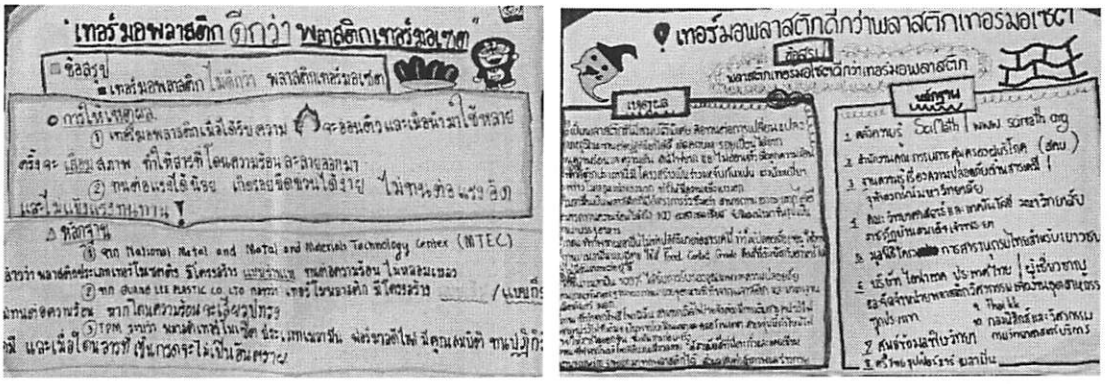
ของหลักฐานได้น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัย ที่กล่าวว่า

...“แต่ละกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งได้ดีขึ้น มีการให้เหตุผลที่หลากหลายแสดงหลักฐานและแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ ครูควรแนะนำแหล่งข้อมูลให้นักเรียนร่วมด้วย”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)

...“แต่ละกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งได้ครบตามองค์ประกอบ แสดงการให้เหตุผลโดยเชื่อมโยงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 3 กุมภาพันธ์ 2564)



ภาพ 23 แสดงผลงานการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย

2.4 ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งหน้าชั้นเรียน โดยใช้ข้อโต้แย้งชั่วคราวที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สร้างขึ้นจากการกำหนดบทบาทนักเรียนเป็นสองฝ่าย ต่อเนื่องจากกิจกรรมการโต้แย้งชั่วคราว คือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้าน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนเริ่มจาก 1) กำหนดประเด็นการโต้แย้งจากสถานการณ์ คือ “เทอร์มอพลาสติกดีกว่าพลาสติกเทอร์มอเซตจริงหรือไม่” 2) นิยามคำสำคัญให้เข้าใจตรงกัน และ 3) ชี้แจงการโต้แย้ง

หน้าชั้นเรียนโดยตัวแทนกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งตามองค์ประกอบโดยใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที และนักเรียนอีกฝ่ายแสดงการโต้แย้งกลับ ใช้เวลา 3 นาที พร้อมแสดงเหตุผลสลับกันไปมา

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยพบว่าจากการให้นักเรียนรับชมวิดีโอตัวอย่างเกี่ยวกับการโต้แย้งก่อนการโต้แย้งจริงนั้น ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถแสดงการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนได้ดีขึ้น โดยนักเรียนมีความมั่นใจและกล้าแสดงออกมากขึ้น สามารถแสดงองค์ประกอบของการโต้แย้งได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

> ..."นักเรียนโต้แย้งหน้าชั้นเรียนได้ดีขึ้นจากการรับชมวิดีโอตัวอย่าง มีความกล้าแสดงออกมากขึ้น พูดสื่อสารตามองค์ประกอบได้ดี"
>
> (ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

> ..."วิดีโอการแข่งขันการโต้วาทีช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนได้อย่างมั่นใจมากขึ้น และแสดงองค์ประกอบได้ครบ"
>
> (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

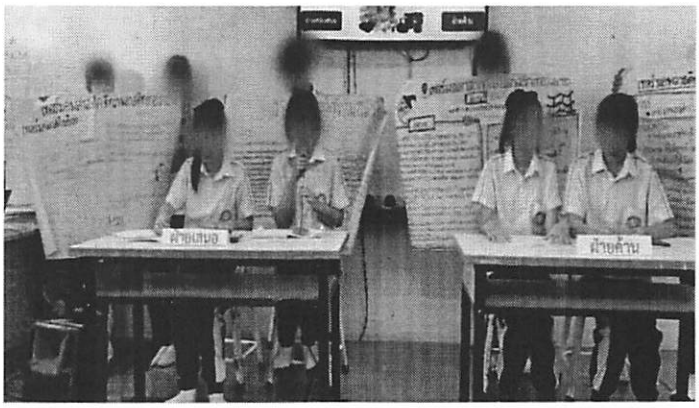
ในส่วนของการแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนนั้น ผู้วิจัยพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ชัดเจนมากขึ้น ทั้งข้อสรุป การให้เหตุผล และหลักฐาน แต่ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้งอยู่บ้างทำให้แสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ยังไม่ชัดเจน เช่น แสดงการให้เหตุผลประกอบข้อสรุปได้แต่ขาดหลักฐานอ้างอิง แสดงข้อสรุปได้แต่ขาดการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ทั้งนี้การแสดงการโต้แย้งทั้งสองฝ่ายสามารถทำให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

> ..."มีนักเรียนในบางกลุ่มแสดงการโต้แย้งโดยใช้อารมณ์ร่วม ทำให้แสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ไม่ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ และแสดงรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน"
>
> (ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

..."นักเรียนบางกลุ่มยังใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้ง ทำให้การโต้แย้งไม่ตั้งอยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในวงจรถัดไป ครูควรเน้นย้ำองค์ประกอบการโต้แย้งอยู่เสมอและคอยควบคุมสถานการณ์หากการโต้แย้งมีการใช้อารมณ์ร่วมมากเกินไป โดยไม่อยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำให้นักเรียนสามารถแสดงการโต้แย้งได้อย่างถูกต้อง



ภาพ 24 แสดงกิจกรรมการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน

ในส่วนของระยะเวลาในการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยพบว่าการใช้กริ่งและนาฬิกาจับเวลาแสดงผลบนหน้าจอทีวีบริเวณหน้าชั้นเรียนเพื่อแจ้งเตือนนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมนั้นทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถควบคุมเวลาในการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนได้ดีขึ้นและเป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ส่งผลให้แสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ชัดเจนทั้ง 3 องค์ประกอบมากขึ้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."การใช้กริ่งและนาฬิกาแสดงบนหน้าจอทีวี ทำให้นักเรียนใช้เวลาในการโต้แย้งได้ดีขึ้นและแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ดีขึ้น"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

..."นักเรียนควบคุมเวลาการโต้แย้งดีขึ้น แสดงองค์ประกอบได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

2.5 ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบจากกิจกรรมการโต้แย้งเป็นรายบุคคล โดยมีการชี้แจงการเขียนรายงานตามองค์ประกอบ ได้แก่ จุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ วิธีการสำรวจตรวจสอบ ผลการสำรวจตรวจสอบและข้อคำถามที่แสดงถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4 องค์ประกอบย่อย คือ การให้เหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การประเมินและตัดสินใจ และการแก้ปัญหา

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยพบว่าการยกตัวอย่างและอธิบายการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนมากขึ้น โดยฝึกให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนการเขียนรายงานจริงนั้น ทำให้นักเรียนแต่ละคนสามารถเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้ดีขึ้น โดยแสดงองค์ประกอบของรายงานได้ครบถ้วนและชัดเจนมากขึ้น เช่น แสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลาย แสดงการคิดอย่างเป็นระบบได้ครบตามองค์ประกอบ แสดงการประเมินและตัดสินใจได้ถูกต้อง และแสดงการคิดแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์มากยิ่งขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้แต่ยังไม่ชัดเจนในแต่ละองค์ประกอบ เช่น การแสดงแหล่งอ้างอิงที่ไม่น่าเชื่อถือ การให้เหตุผลที่ยังไม่ครบถ้วน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."นักเรียนส่วนใหญ่เขียนรายงานได้ดีขึ้น แต่มีนักเรียนบางส่วนยังเขียนได้ไม่สมบูรณ์ตามองค์ประกอบ"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

..."การยกตัวอย่างการเขียนรายงานทำให้นักเรียนเข้าใจ และเขียนรายงานได้ดีขึ้น"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในวงจรถัดไป ครูควรเน้นย้ำการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจน โดยอาจยกตัวอย่างแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนในการสืบเสาะหาข้อมูลและคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการเขียนรายงานร่วมด้วย

ในส่วนของการเพิ่มเวลาในการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้มากขึ้น โดยให้นักเรียนเขียนรายงานเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนนั้น ผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถเขียนรายงานได้ถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น แสดงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ เนื่องจากนักเรียนมีเวลาในการกลั่นกรองความรู้ทั้งหมดที่ได้เรียนมาอย่างเต็มที่สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“การเขียนรายงานโดยเพิ่มระยะเวลาให้มากขึ้นนั้นทำให้นักเรียนได้มีเวลาในการเขียนรายงานอย่างเต็มที่มากขึ้น รายงานมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

...“การให้เวลาในการเขียนรายงานมากขึ้น ทำให้นักเรียนเขียนรายงานได้ดีมากขึ้น”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

2.6 ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อน โดยทำการสุ่มตรวจรายงานของเพื่อนซึ่งไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน จากนั้นครูแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินการตรวจรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้นักเรียนทุกคน เพื่อให้นักเรียนประเมินรายงานของเพื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับต่อเพื่อนโดยบันทึกลงในแบบประเมิน

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยพบว่าการสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเกี่ยวกับการตรวจสอบรายงานของเพื่อนสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเห็นความสำคัญของการประเมินรายงานของเพื่อนมากขึ้น โดยนักเรียนให้ความร่วมมือในการตรวจสอบรายงานของเพื่อนมากขึ้นและมีการเขียนสะท้อนผลกลับ แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังไม่แสดงผลการสะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้การประเมินรายงานไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร ดังนั้น

ครูควรคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการตรวจสอบโดยเพื่อนร่วมด้วย สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“นักเรียนตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อนตามเกณฑ์การประเมินดีขึ้น แต่ยังมีบางคนไม่แสดงการสะท้อนกลับให้เพื่อน ครูควรเดินดูนักเรียนอย่างใกล้ชิด”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

...“การสร้างข้อตกลงร่วมกันในการตรวจรายงานทำให้นักเรียนมีความกะตือรือร้นมากขึ้น แต่ยังมีบางคนที่ไม่เขียนผลการสะท้อนกลับให้เพื่อน”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

2.7 ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาผลการประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากเพื่อนและส่งรายงานที่แก้ไขแล้วให้ครูตรวจประเมินรายงานอีกครั้ง

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขรายงานการตรวจสอบของตนเองตามคำแนะนำของเพื่อนได้ดีขึ้นและใช้เวลาในการปรับปรุงรายงานของตนเองได้รวดเร็วมากขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังไม่ปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีคุณภาพ สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“นักเรียนสามารถปรับปรุงและแก้ไขรายงานการตรวจสอบของเพื่อนได้ดีขึ้นผ่านการสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียน”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

...“การสร้างข้อตกลงในชั้นเรียนร่วมกันทำให้นักเรียนแสดงการปรับปรุงรายงานจากการประเมินโดยเพื่อนได้ดีขึ้น”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

ดังนั้นในวงจรถัดไป ครูควรสร้างข้อตกลงร่วมกันให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นเพื่อให้นักเรียนทุกคนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีคุณภาพมากขึ้น นอกจากนี้ครูควรตรวจประเมินรายงานอีกครั้งเพื่อความถูกต้องซึ่งดูผลการประเมินโดยเพื่อนร่วมด้วยและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในสิ่งที่นักเรียนต้องพัฒนา

3. **ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ** (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียน และแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน	-	-
ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล	-	-
ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	นักเรียนบางกลุ่มที่แสดงการให้เหตุผลเป็นความเรียงโดยไม่แยกเป็นประเด็นสำคัญให้ชัดเจน ทำให้ข้อโต้แย้งยากต่อการเข้าใจ	ควรชี้แจงและเน้นย้ำการเขียนแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนก่อนการเขียนข้อโต้แย้ง โดยให้แยกเป็นประเด็นสำคัญให้ชัดเจน และเดินตรวจสอบนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมด้วย
ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	นักเรียนบางกลุ่มยังใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้งอยู่บ้างทำให้แสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ไม่ชัดเจน เช่น ให้เหตุผลได้แต่ขาดหลักฐานอ้างอิง หรือให้เหตุผลไม่เชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์	ควรเน้นย้ำแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งให้มีความชัดเจนอยู่เสมอและคอยควบคุมสถานการณ์หากการโต้แย้งมีการใช้อารมณ์ร่วมมากเกินไปจนขาดหลักฐานและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 11 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	นักเรียนบางคนยังเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้ยังไม่ชัดเจนในแต่ละองค์ประกอบ เช่น การแสดงแหล่งอ้างอิงที่ไม่น่าเชื่อถือ แสดงการให้เหตุผลยังไม่ครบถ้วน	ควรเน้นย้ำการเขียนแต่ละองค์ประกอบให้มีความชัดเจน โดยยกตัวอย่างแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียน และคอยเดินตรวจสอบนักเรียนร่วมด้วย
ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน	นักเรียนบางคนตรวจประเมินรายงานให้เพื่อน แต่ไม่แสดงผลสะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้การประเมินรายงานยังไม่สมบูรณ์	ควรเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการตรวจสอบโดยเพื่อนและสร้างข้อตกลงร่วมกันเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจประเมิน
ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน	นักเรียนบางคนยังไม่ปรับปรุงแก้ไขรายงานของตนเองให้มีคุณภาพและสมบูรณ์ตามคำแนะนำจากเพื่อน	ควรสร้างข้อตกลงร่วมกันให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นเห็นความสำคัญ และครูตรวจประเมินรายงานอีกครั้งเพื่อความถูกต้องซึ่งดูผลการประเมินโดยเพื่อนร่วมด้วยและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในสิ่งที่ต้องพัฒนา

จากตารางเป็นตารางสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตมีความเห็นตรงกันว่าควรปรับรูปแบบกิจกรรมและแผนการเรียนรู้ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 3

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อ ส่งเสริมความสามารถ

ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีลักษณะการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนในวงจรการปฏิบัติการที่ 2 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปัญหาผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางการป้องกันแก้ไข เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ โดยเป็นกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง แนวทางป้องกันแก้ไขจากการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และกิจกรรมการโต้แย้งจากสถานการณ์ในประเด็นที่ว่า "ขยะในทะเลส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมากกว่าขยะบนฝั่งใช่หรือไม่" ซึ่งมีการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังตาราง 11 แสดงข้างต้น

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางการป้องกันแก้ไข เมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 เวลา 13.00 – 15.00 น. และวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 เวลา 13.00 – 15.00 น. ใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดแสดงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนและภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติโดยใช้วิดีโอข่าวสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับปัญหาขยะพลาสติกที่เกิดขึ้นในประเทศไทย เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาเรื่อง ปัญหาและผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ เช่น "วิดีโอข่าวปัญหาขยะเกิดขึ้นจากอะไร" "นักเรียนคิดว่านอกจากปัญหาขยะพลาสติกที่เกิดขึ้นในทะเลแล้วยังมีขยะพลาสติกเกิดขึ้นที่ไหนอีกบ้าง" "นักเรียนคิดว่าปัญหาขยะเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมหรือไม่ อย่างไร และมากน้อยแค่ไหน"

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยพบว่าการใช้วิดีโอข่าวสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับขยะพลาสติกในประเทศไทยทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดี ซึ่งข่าวดังกล่าวเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียนทุกคนทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ง่ายขึ้น นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบได้สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."สถานการณ์จากคลิปข่าว "ปัญหาขยะพลาสติกในไทย" มีความน่าสนใจ สามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักถึงปัญหา เนื่องจากเป็นเรื่องใกล้ตัว"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 10 กุมภาพันธ์ 2564)

..."วิดีโอข่าวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เรื่องใกล้ตัวทำให้มองภาพได้ชัดเจน และนำเข้าสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบเรื่องของผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์ได้"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 10 กุมภาพันธ์ 2564)

2.2 ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประเด็นปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบกลุ่มละ 1 ประเด็น โดยกำหนดให้แตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2 จากนั้นร่วมกันอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน

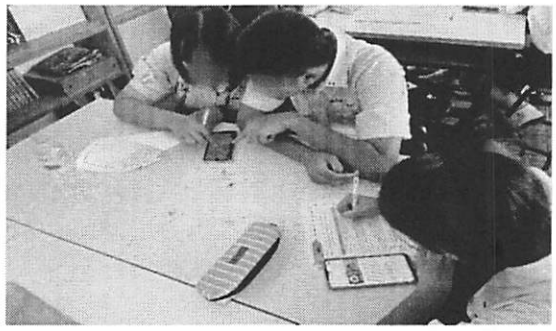
จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถทำการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในประเด็นที่ต้องการสำรวจตรวจสอบได้ โดยครูกำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกสำรวจตรวจสอบกลุ่มละ 1 ประเด็นที่แตกต่างกันเพื่อทำให้ประเด็นปัญหาไม่ซ้ำกันและมีความหลากหลายมากขึ้นเนื่องจากปัญหาและผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่กว้างและมีหลายด้าน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."การให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกเพียง 1 ประเด็นที่มีความแตกต่างกันเป็นสิ่งที่ดี ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ในมุมมองต่างๆ ได้กว้างขึ้นและมีความหลากหลาย เนื่องจากเป็นปัญหาที่กว้าง"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 10 กุมภาพันธ์ 2564)

..."ปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์เป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียนทำให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลได้ง่าย การกำหนดให้แต่ละกลุ่มเลือกประเด็นที่แตกต่างกันทำให้ได้ประเด็นที่หลากหลาย"

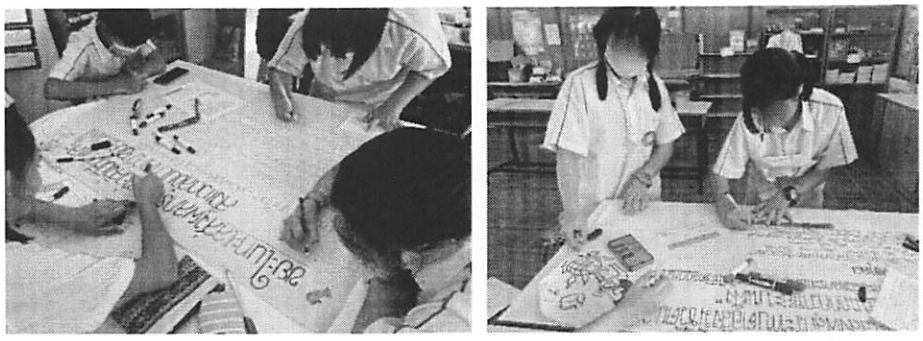
(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 10 กุมภาพันธ์ 2564)



ภาพ 25 แสดงการดำเนินการกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง ผลกระทบการใช้พอลิเมอร์

2.3 ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยกำหนดบทบาทให้กับนักเรียนเป็นสองฝ่าย คือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้าน และกำหนดประเด็นการโต้แย้งจากสถานการณ์ คือ "ขยะในทะเลส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมากกว่าขยะบนฝั่งจริงหรือไม่" จากนั้นครูชี้แจงการเขียนข้อโต้แย้งซึ่งมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ข้อสรุป การให้เหตุผล และหลักฐาน โดยอธิบายความหมายแต่ละองค์ประกอบและให้นักเรียนเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียนในกิจกรรมการโต้แย้งในขั้นต่อไป



ภาพ 26 แสดงการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย

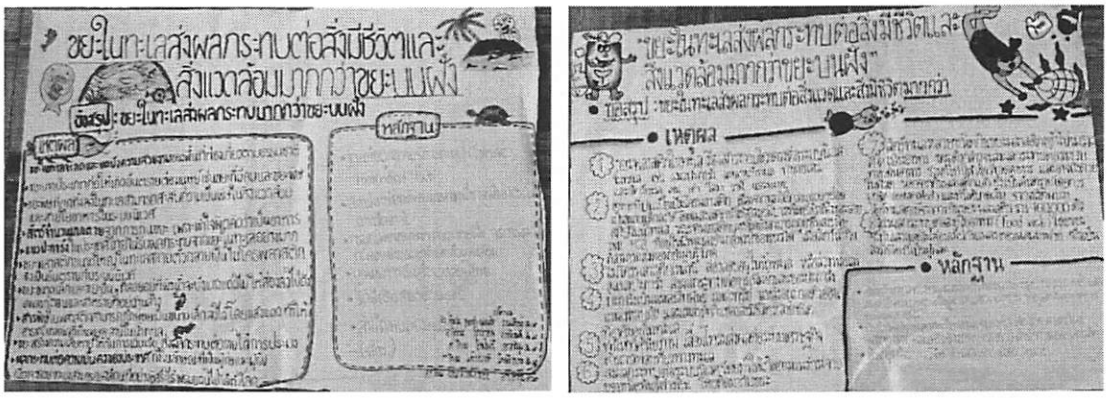
จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวในแต่ละองค์ประกอบได้ถูกต้อง ทั้งข้อสรุป การให้เหตุผลและหลักฐาน โดยเขียนแยกเป็นประเด็นสำคัญได้อย่างชัดเจน สามารถแสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลายสอดคล้องกับประเด็นการโต้แย้ง และแสดงหลักฐานสนับสนุนโดยมีแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ ส่งผลให้ข้อโต้แย้งมีความสมบูรณ์และมีความชัดเจน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."นักเรียนสามารถเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวแต่ละองค์ประกอบได้ถูกต้อง สมาชิกให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี ทำให้ชิ้นงานมีความเป็นระเบียบและสวยงาม"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 10 กุมภาพันธ์ 2564)

..."นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนข้อโต้แย้งได้น่าสนใจและสวยงาม ถูกต้องและครบตามองค์ประกอบที่กำหนดไว้"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 10 กุมภาพันธ์ 2564)



ภาพ 27 แสดงผลงานการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย

2.4 ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

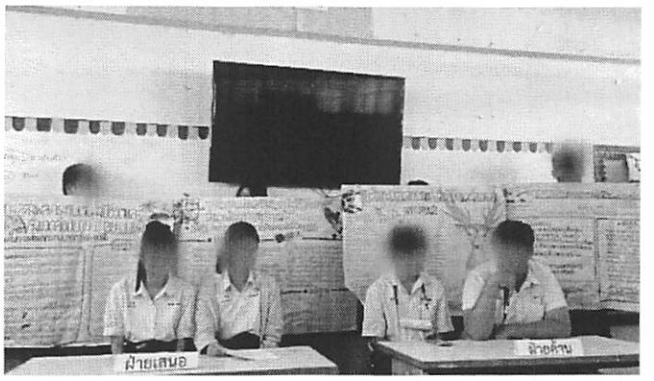
ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งหน้าชั้นเรียนโดยใช้ข้อโต้แย้งชั่วคราวที่นักเรียนได้สร้างไว้ในกระดาษฟลิปชาร์ตมานำเสนอและกำหนดบทบาท

นักเรียนเป็นสองฝ่ายต่อเนื่องจากการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน เริ่มจาก 1) กำหนดประเด็นการโต้แย้ง คือ "ขยะในทะเลส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมากกว่าขยะบนฝั่งจริงหรือไม่" 2) นิยามคำสำคัญให้เข้าใจตรงกัน และ 3) ชี้แจงการโต้แย้งโดยตัวแทนกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งตามองค์ประกอบโดยใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที และนักเรียนอีกฝ่ายแสดงการโต้แย้งกลับ ใช้เวลา 3 นาที พร้อมแสดงเหตุผลสลับกันไป

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถแสดงการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนผ่านบทบาทสมมติที่ครูกำหนดให้ได้อย่างสมบูรณ์ โดยแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งทั้งข้อสรุป การให้เหตุผลและหลักฐานได้อย่างชัดเจน ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถแสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลายทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งแสดงหลักฐานประกอบได้อย่างครบถ้วน และมีแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ใช้อารมณ์ร่วมอยู่บ้างทำให้การแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งไม่ชัดเจน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

> ..."นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงการโต้แย้งได้อย่างดี มีการใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้งอยู่บ้างและสามารถแสดงการโต้แย้งตามองค์ประกอบครบทั้ง 3 องค์ประกอบ"
>
> (ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

> ..."แต่ละกลุ่มโต้แย้งได้ดีขึ้น ไม่ติดขัด กล้าแสดงออก และมีความมั่นใจแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ครบถ้วน แต่บางกลุ่มยังมีการใช้อารมณ์ร่วมอยู่บ้างทำให้องค์ประกอบไม่ชัดเจน"
>
> (ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 12 กุมภาพันธ์ 2564)



ภาพ 28 แสดงกิจกรรมการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน

ทั้งนี้ครูควรช่วยควบคุมสถานการณ์หากนักเรียนมีการใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้งโดยไม่อยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยคอยเน้นย้ำการแสดงการโต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบให้ถูกต้องอยู่เสมอ เพื่อนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

2.5 ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบจากกิจกรรมการโต้แย้งเป็นรายบุคคล โดยชี้แจงการเขียนรายงานตามองค์ประกอบ ได้แก่ จุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ วิธีการสำรวจตรวจสอบ ผลการสำรวจตรวจสอบและข้อคำถามที่แสดงถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4 องค์ประกอบย่อย คือ การให้เหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การประเมินและตัดสินใจ และการแก้ปัญหา

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนมากสามารถเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบในแต่ละองค์ประกอบได้ถูกต้องและมีความสมบูรณ์มากขึ้น แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาโดยนักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลาย มีการคิดอย่างเป็นระบบซึ่งแสดงองค์ประกอบได้ทั้งข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล สามารถแสดงการประเมินและตัดสินใจจากสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง และนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้ไม่สมบูรณ์ โดยแสดงการให้เหตุผลได้ยังไม่ครบตามที่กำหนด หรือขาดแหล่งอ้างอิงของหลักฐานที่มี

ความน่าเชื่อถือจึงส่งผลต่อการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“นักเรียนส่วนใหญ่เขียนรายงานได้ครบตามองค์ประกอบ แต่มีนักเรียนบางคนยังเขียนได้ไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร ขาดการให้เหตุผลหรือขาดหลักฐานอ้างอิง”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

...“นักเรียนเขียนรายงานได้ครบถ้วนตามองค์ประกอบ และมีความถูกต้องแต่ยังมีนักเรียนบางคนเขียนรายงานได้ไม่สมบูรณ์”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

ทั้งนี้ครูควรเน้นย้ำการเขียนแสดงการให้เหตุผลให้ครบตามเกณฑ์ที่กำหนดและแสดงแหล่งอ้างอิงของหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือจากแหล่งต่างๆ ในระหว่างการเขียนรายงาน รวมทั้งคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการเขียนรายงานร่วมด้วย

2.6 ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนโดยทำการสุ่มตรวจรายงานของเพื่อนซึ่งไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน จากนั้นครูแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินการตรวจรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้กับนักเรียนทุกคน เพื่อให้นักเรียนประเมินรายงานของเพื่อนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และให้ข้อมูลย้อนกลับต่อเพื่อนโดยบันทึกลงในแบบประเมิน

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการตรวจสอบรายงานของเพื่อนและมีการเขียนสะท้อนกลับให้เพื่อนตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด ทำให้การตรวจสอบรายงานของเพื่อนเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและนักเรียนใช้เวลาได้รวดเร็วมากขึ้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

...“นักเรียนสามารถตรวจสอบรายงานของเพื่อนได้อย่างคล่องแคล่วและรวดเร็วมากขึ้นเนื่องจากมีประสบการณ์การตรวจให้คะแนนของเพื่อนมาแล้ว”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

..."การตรวจสอบโดยเพื่อนมีความรวดเร็วมากขึ้น นักเรียนสามารถประเมินและให้ผลสะท้อนกลับต่อเพื่อนได้อย่างดี"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

2.7 ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาผลการประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อน จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากเพื่อนและส่งรายงานที่แก้ไขแล้วให้ครูตรวจประเมินรายงานอีกครั้ง

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถทำการปรับปรุงแก้ไขรายงานผลการตรวจสอบของตนเองจากผลการประเมินจากเพื่อนได้ ทำให้รายงานผลการสำรวจตรวจสอบของตนเองมีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากขึ้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตและผู้วิจัยที่กล่าวว่า

..."นักเรียนสามารถปรับปรุงและแก้ไขรายงานการตรวจสอบของเพื่อนได้อย่ารวดเร็ว"

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

..."นักเรียนทำการปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีคุณภาพสูงขึ้นได้ตามองค์ประกอบและมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น"

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

3. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 แสดงปัญหาที่พบในชั้นเรียน และแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ/สาเหตุ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน	-	-
ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล	-	-
ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	-	-
ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง	นักเรียนบางกลุ่มยังใช้อารมณ์ร่วมอยู่บ้างทำให้การแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งไม่ชัดเจน เช่น ขาดการอ้างอิงหลักฐาน	ครูควรควบคุมสถานการณ์หากนักเรียนมีการใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้งโดยไม่อยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และเน้นย้ำการแสดงการโต้แย้งให้ถูกต้อง
ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	นักเรียนบางคนยังเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้ไม่สมบูรณ์ เช่น ให้เหตุผลได้ไม่ครบ ขาดแหล่งอ้างอิงของหลักฐานที่น่าเชื่อถือ เป็นต้น	ควรคอยเน้นย้ำการเขียนแสดงการให้เหตุผลให้ครบตามเกณฑ์ และแสดงหลักฐานอ้างอิงที่มีความน่าเชื่อถือ รวมทั้งคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการเขียนรายงานร่วมด้วย
ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน	-	-
ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน	-	-

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ ได้ ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและ

ครูผู้ร่วมการสังเกตในชั้นเรียน แสดงให้เห็นว่าลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้จัดขึ้นนั้นสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาได้ แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนอาจต้องมีการปรับรูปแบบกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนและห้องเรียนมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ควรเพิ่มบทบาทหน้าที่ของนักเรียนแต่ละคนให้มากขึ้น โดยอาจกำหนดให้นักเรียนที่ออกมานำเสนอข้อโต้แย้งในแต่ละครั้งแตกต่างกันเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้น และควรเน้นย้ำการแสดงองค์ประกอบของการโต้แย้งโดยตั้งอยู่บนหลักฐานและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ผู้วิจัยได้สรุปผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขั้นการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
	1	2	3	
ขั้นการระบุภาระงาน	1. ใช้ภาพสถานการณ์ "ร้านขายอาหารตามสั่ง" ใกล้ตัวมีความน่าสนใจ และใช้คำถามร่วมทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบได้ 2. นักเรียนไม่เข้าใจภาระงานที่ต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการสอน เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อน	1. ใช้ภาพสถานการณ์ "ร้านขายพลาสติก" ใกล้ตัวมีความน่าสนใจ และใช้คำถามร่วมทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบได้ 2. การอธิบายภาระงานโดยใช้ภาพอินโฟกราฟฟิกทำให้นักเรียนเข้าใจภาระงานที่ต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนชัดเจนมากขึ้น	1. ใช้วิดีโอข่าวสถานการณ์ปัญหา "ขยะพลาสติกในไทย" ใกล้ตัวมีความน่าสนใจ และใช้คำถามร่วมทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบได้	1. การนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพสถานการณ์หรือวิดีโอข่าวที่น่าสนใจเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน และการใช้คำถามร่วมทำให้เชื่อมโยงไปยังเนื้อหาเรื่องพอลิเมอร์ได้ อีกทั้งสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ 2. ควรชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติแต่ละขั้นตอนสอนโดยนำเสนอด้วยภาพอินโฟกราฟฟิกที่น่าสนใจทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้นและมีความชัดเจน

ตาราง 13 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
	1	2	3	
ขั้นการสำรวจและรวบรวมข้อมูล	1.สถานการณ์ปัญหาต่อเนื่องจากขั้นนำและประเด็นปัญหายังไม่มีคำตอบชัดเจนทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ 2. นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ 3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบบางกลุ่มไม่สามารถดำเนินการตรวจสอบได้จริง	1 . มีการยกตัวอย่างวิธีการและแนวทางการออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนสามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ดีขึ้นและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน 2. เตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบให้พร้อมและสามารถดำเนินการได้จริง ทำให้ผลการทดลองแต่ละกลุ่มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน	1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ 2. มีการกำหนดประเด็นการสำรวจตรวจสอบให้แต่ละกลุ่มศึกษาแตกต่างกันทำให้ประเด็นการสำรวจตรวจสอบไม่ซ้ำกันและมีความหลากหลาย	1. ควรใช้สถานการณ์ปัญหาที่ต่อเนื่องจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและเพิ่มประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ 2. ควรยกตัวอย่างวิธีการหรือแนวทางการออกแบบการสำรวจเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนสามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้อย่างถูกต้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน 3. ควรเตรียมอุปกรณ์ในการทดลองให้พร้อมโดยสามารถดำเนินการสำรวจตรวจสอบได้จริง ทำให้ผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกัน 4. การสำรวจตรวจสอบโดยการสืบค้นควรกำหนดประเด็นการสำรวจในแต่ละกลุ่มให้แตกต่างกันเพื่อทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายและครอบคลุมประเด็นมากขึ้น

ตาราง 13 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว	1. ประเด็นการโต้แย้งต้องมีข้อขัดแย้งกันอย่างชัดเจนทั้งสองฝ่ายจากบทบาทที่นักเรียนได้รับทำให้สามารถสร้างข้อโต้แย้งได้อย่างชัดเจนในแต่ละองค์ประกอบ 2. นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในแต่ละองค์ประกอบได้ เนื่องจากไม่เข้าใจการเขียนข้อโต้แย้ง	1. มีการอธิบายและยกตัวอย่างการเขียนข้อโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบโดยฝึกให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อน ทำให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบได้ถูกต้องมากขึ้น 2. นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลาย มีหลักฐานสนับสนุน รวมทั้งมีแหล่งอ้างอิงของหลักฐานที่น่าเชื่อถือ	1. ชี้แจงและเน้นย้ำการเขียนแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนก่อนการเขียนข้อโต้แย้งโดยให้แยกเป็นประเด็นสำคัญให้ชัดเจน และคอยเดินตรวจสอบนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมด้วย 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวในแต่ละองค์ประกอบได้ถูกต้อง โดยแสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลาย แสดงหลักฐานสนับสนุนโดยมีแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ	1. ประเด็นการโต้แย้งจากสถานการณ์ปัญหาต้องมีข้อขัดแย้งกันอย่างชัดเจนทั้งสองฝ่าย และการกำหนดบทบาทสมมุติควรเป็นบทบาททางสังคมที่ใกล้เคียงกัน เพื่อทำให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้อย่างชัดเจน และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา 2. ควรอธิบายและยกตัวอย่างการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจน โดยฝึกให้นักเรียนเขียนแต่ละองค์ประกอบจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและสามารถเขียนข้อโต้แย้งได้อย่างถูกต้อง 3. ควรเดินตรวจสอบนักเรียนระหว่างการสร้างข้อโต้แย้งและคอยเน้นย้ำการเขียนแต่ละองค์ประกอบให้ถูกต้องอยู่เสมอ

ตาราง 13 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
	1	2	3	
	3. นักเรียนบางกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งโดยแสดงเป็นความเรียง ไม่แยกเป็นประเด็นสำคัญให้ชัดเจน ทำให้ข้อโต้แย้งไม่น่าสนใจและยากต่อการเข้าใจ	3. นักเรียนบางกลุ่มยังแสดงการให้เหตุผลเป็นความเรียง ไม่แยกเป็นประเด็นสำคัญ ทำให้ข้อโต้แย้งยากต่อการเข้าใจ	ทั้งนี้มีการแนะนำวิธีการสืบค้นข้อมูลหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ส่งผลให้ข้อโต้แย้งมีความสมบูรณ์และมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น	4. ควรเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งโดยแสดงองค์ประกอบของการให้เหตุผลและหลักฐานแยกเป็นประเด็นสำคัญอย่างชัดเจน เพื่อทำให้ข้อโต้แย้งมีความน่าสนใจและเข้าใจได้ง่าย รวมทั้งแนะนำวิธีการสืบค้นหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ
ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง	1. การกำหนดบทบาทสมมติเป็นสองฝ่ายทำให้กิจกรรมการโต้แย้งมีความน่าสนใจ ไม่น่าเบื่อ และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้	1. ใช้วิดีโอตัวอย่างการโต้แย้งให้นักเรียนรับชมก่อนการโต้แย้งจริง ทำให้นักเรียนแสดงการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนได้ดีขึ้น มีความมั่นใจกล้าแสดงออกมากขึ้น ทำให้แสดงข้อโต้แย้งได้ชัดเจนมากขึ้น	1. คอยเน้นย้ำองค์ประกอบการโต้แย้งอยู่เสมอและคอยควบคุมสถานการณ์หากการโต้แย้งมีการใช้อารมณ์ร่วมโดยไม่อยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	1. การกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนโดยแบ่งเป็นสองฝ่าย คือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้าน ทำให้กิจกรรมการโต้แย้งมีความน่าสนใจ ไม่น่าเบื่อ และทำให้นักเรียนแต่ละฝ่ายสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ชัดเจนมากขึ้นจากบทบาทที่ได้รับ โดยแสดงข้อสรุปหลักฐานและการให้เหตุผลจากสถานการณ์ได้ และนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ตาราง 13 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
	1	2	3	
	2. นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจวิธีการการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน ทำให้ไม่กล้าพูด ไม่กล้าแสดงออก และไม่มั่นใจในการแสดงข้อโต้แย้ง 3. นักเรียนบางกลุ่มแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ไม่ครบตามองค์ประกอบ มีการใช้อารมณ์ร่วมทำให้การโต้แย้งไม่ตั้งอยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผล 4. นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลาพูดแสดงการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนไม่เป็นไปตามที่กำหนด ทำให้แสดงองค์ประกอบการโต้แย้งไม่ครบถ้วน	2. คอยควบคุมสถานการณ์การโต้แย้งหากมีการใช้อารมณ์ร่วมโดยไม่อยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนบางกลุ่มยังมีการใช้อารมณ์ร่วมอยู่บ้าง 3. ใช้กริ่งและนาฬิกาจับเวลาแสดงผลบนหน้าจอทีวีบริเวณหน้าชั้นเรียน เพื่อแจ้งเตือนทำให้นักเรียนควบคุมเวลาในการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนได้ดีขึ้น และแสดงข้อโต้แย้งได้ครบตามองค์ประกอบ ทั้งข้อสรุป การให้เหตุผล และหลักฐานสนับสนุน	2. นักเรียนบางคนยังใช้อารมณ์ร่วมอยู่บ้าง ทำให้แสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ไม่ชัดเจน ขาดแหล่งอ้างอิงของหลักฐาน	2. ควรมีตัวอย่างการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เห็นเป็นแนวทางก่อนการโต้แย้งจริงเพื่อทำให้นักเรียนเห็นภาพการโต้แย้งได้ชัดเจนมากขึ้นและเกิดความมั่นใจในการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนของตนเองมากยิ่งขึ้น 3. คอยเน้นย้ำองค์ประกอบการโต้แย้งระหว่างการทำกิจกรรมอยู่เสมอ โดยตั้งอยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และไม่ใช้อารมณ์ร่วม เพื่อทำให้แสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ครบสมบูรณ์ ทั้งข้อสรุป การให้เหตุผล และหลักฐาน สามารถนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง 4. ควรเพิ่มอุปกรณ์แจ้งเตือนเวลาโดยใช้กริ่งและนาฬิกาจับเวลาแสดงหน้าจอบริเวณหน้าชั้นเรียนเพื่อช่วยควบคุมเวลาและแสดงองค์ประกอบได้ครบตามองค์ประกอบ

ตาราง 13 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
	1	2	3	
ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ	1. นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนรายงานได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา 2. นักเรียนส่วนมากเขียนรายงานไม่เสร็จทันในคาบเรียน เนื่องจากต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการกลั่นกรองข้อมูลความรู้ทั้งหมดเพื่อมาเขียนรายงานให้สมบูรณ์	1. มีการยกตัวอย่างการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้นักเรียนเข้าใจตรงกันก่อนโดยฝึกให้นักเรียนเขียนรายงานจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนการเขียนรายงานจริงทำให้นักเรียนเขียนได้ดีขึ้น แต่พบว่ายังมีบางคนที่เขียนได้ยังไม่ชัดเจนโดยแสดงแหล่งอ้างอิงของหลักฐานที่ยังไม่น่าเชื่อถือ 2. เพิ่มเวลาการเขียนรายงานให้มากขึ้นโดยมอบหมายให้นักเรียนเขียนเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนเพื่อทำให้รายงานมีความสมบูรณ์มากขึ้น	1. เน้นย้ำการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนโดยยกตัวอย่างแหล่งอ้างอิงของหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนในการสืบเสาะหาข้อมูลที่ถูกต้อง และสามารถเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้ถูกต้องและสมบูรณ์	1. การชี้แจงการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ควรยกตัวอย่างและฝึกให้นักเรียนเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนการเขียนรายงานจริงเพื่อทำให้รายงานมีความถูกต้องและสมบูรณ์ 2. ควรเน้นย้ำการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนและเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการเขียนรายงานร่วมด้วย 3. ควรเพิ่มเวลาการเขียนรายงานให้มากขึ้นโดยให้เขียนเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนได้ เพื่อให้นักเรียนมีเวลากลั่นกรองความรู้ทั้งหมดอย่างเต็มที่และสามารถเขียนรายงานได้อย่างสมบูรณ์

ตาราง 13 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
				4. ควรยกตัวอย่างการสืบค้นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้ถูกต้อง
ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน	1. นักเรียนบางคนไม่ตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อนเนื่องจากเกณฑ์การประเมินยังไม่ครอบคลุมคำตอบของนักเรียน 2. นักเรียนส่วนมากไม่เขียนผลสะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้การตรวจรายงานยังไม่สมบูรณ์	1. เพิ่มเกณฑ์การประเมินให้ครอบคลุมกับประเด็นข้อคำถามโดยแสดงรายละเอียดอย่างชัดเจน 2. สร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญและเขียนผลสะท้อนกลับให้เพื่อน 3. นักเรียนบางคนยังไม่แสดงผลการสะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้การประเมินรายงานยังไม่สมบูรณ์	1. คอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการตรวจสอบโดยเพื่อนร่วมด้วย 2. นักเรียนให้ความร่วมมือในการตรวจสอบรายงานของเพื่อนและเขียนสะท้อนผลกลับให้เพื่อน	1. การสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเกี่ยวกับการตรวจสอบรายงานของเพื่อนและการเขียนผลสะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้นักเรียนให้ความร่วมมือในการตรวจสอบรายงานมากขึ้นและมีความถูกต้อง ทั้งนี้ครูควรคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการประเมินร่วมด้วย 2. เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินต้องมีความครอบคลุมกับประเด็นข้อคำถามและมีรายละเอียดอย่างชัดเจนเพื่อทำให้นักเรียนสามารถประเมินรายงานของเพื่อนได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
ขั้นการปรับปรุงรายงาน	1. นักเรียนบางคนไม่ปรับปรุงรายงานของตนเองจากผลการประเมินโดยเพื่อนทำให้รายงานผลการสำรวจตรวจสอบยังไม่สมบูรณ์	1. มีการชี้แจงเพื่อสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น 2. นักเรียนบางคนยังไม่ปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีความสมบูรณ์	1. สร้างข้อตกลงร่วมกันให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นเพื่อให้นักเรียนทุกคนเห็นความสำคัญ 2. ครูตรวจประเมินรายงานอีกครั้งเพื่อความถูกต้องโดยดูผลการประเมินโดยเพื่อนร่วมด้วยและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	1. ควรสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้นโดยครูคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลร่วมด้วย 2. ครูตรวจสอบการปรับปรุงรายงานของนักเรียนอีกครั้งเพื่อความถูกต้องโดยพิจารณารายงานว่าเป็นจริงตามที่เพื่อนประเมินไว้หรือไม่ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้นักเรียนเข้าใจประเด็นที่ควรพัฒนา

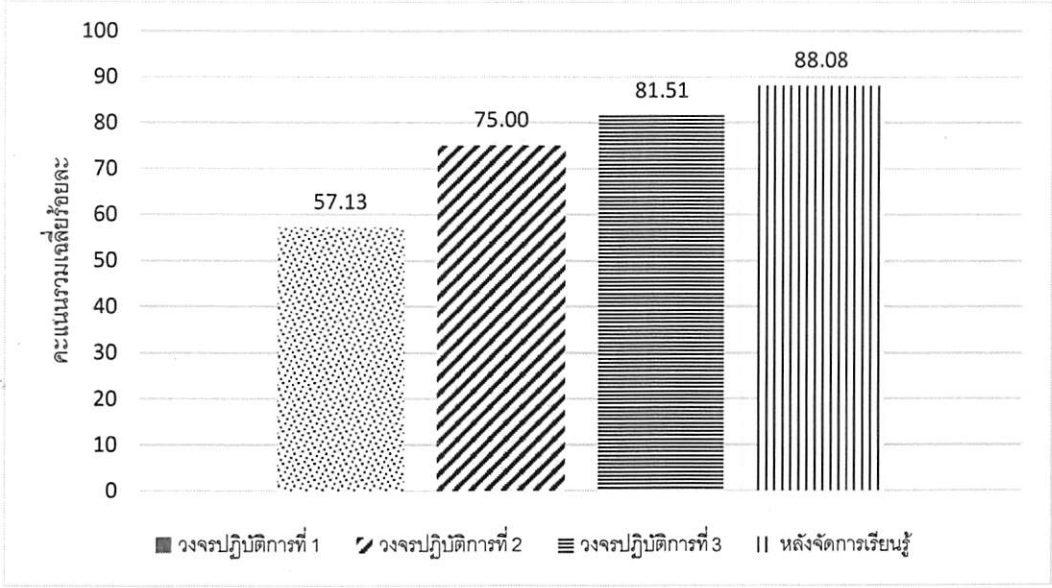
ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์

จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยได้ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมระหว่าง 3 วงจรปฏิบัติการและแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนจบ 3 วงจรปฏิบัติการของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้แสดงผลการวิจัยดังนี้

1. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในภาพรวมระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการและหลังการจัดการเรียนรู้

ในภาพรวมของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผลการวิจัยนี้ได้จากการวิเคราะห์ใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคลในแต่ละวงจรปฏิบัติการและจากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคลหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยจัดระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเป็น 3 ระดับ พิจารณาจากคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ ซึ่งประยุกต์เกณฑ์มาจากบลูม (Bloom, 1971 as cited in Upienpong, 2009) โดยแสดงภาพรวมระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการและหลังการจัดการเรียนรู้ แสดงดังภาพ 29



ภาพ 29 แสดงร้อยละของคะแนนรวมเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการและหลังการจัดการเรียนรู้

จากภาพ 29 พบว่าระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับร้อยละ 57.13 75.00 และ 81.51 ตามลำดับ และหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นเช่นกัน โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ 88.08

ผู้วิจัยได้นำค่าร้อยละมาจัดระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ซึ่งได้แสดงระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ดังตาราง 14

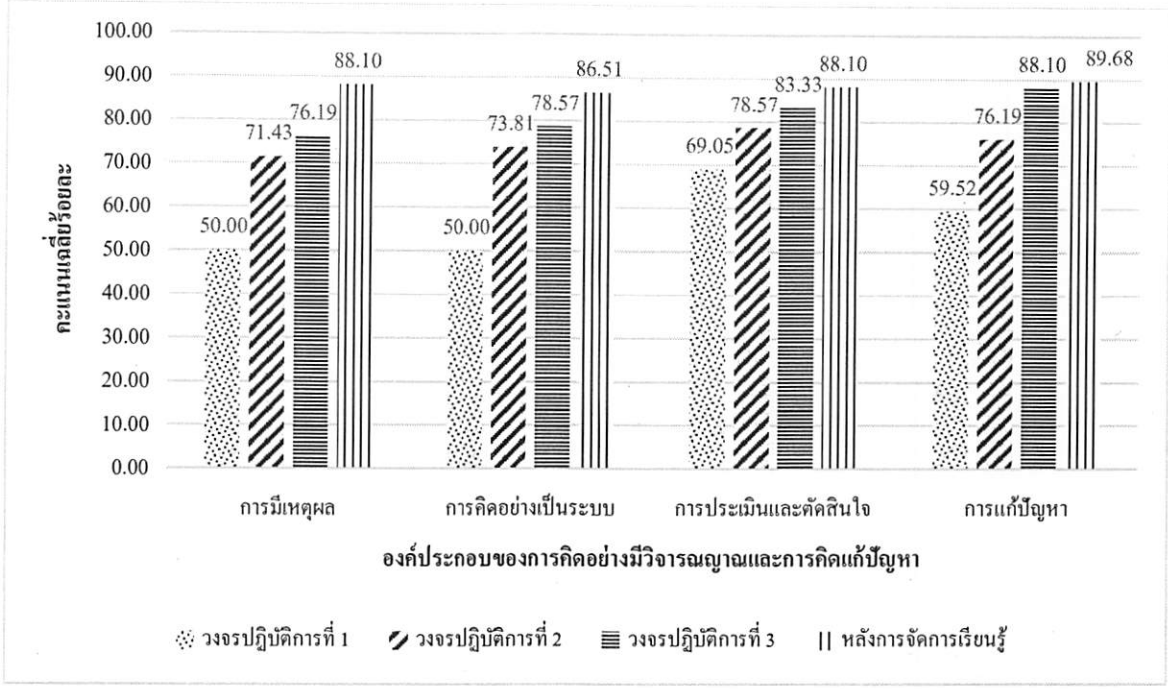
ตาราง 14 แสดงระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาแต่ละวงจรปฏิบัติการและหลังการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้	คะแนนรวมเฉลี่ย	ค่าร้อยละ	ระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา
ระหว่างการจัดการเรียนรู้			
วงจรที่ 1	4.57	57.13	ระดับน้อย
วงจรที่ 2	6.00	75.00	ระดับปานกลาง
วงจรที่ 3	6.52	81.51	ระดับมาก
หลังการจัดการเรียนรู้			
	21.14	88.08	ระดับมาก

จากตาราง 14 พบว่าระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยสามารถจัดอยู่ในระดับน้อย ปานกลาง และมาก ตามลำดับ และหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นเช่นกัน โดยจัดอยู่ในระดับมาก

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละองค์ประกอบระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการและหลังการจัดการเรียนรู้

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบย่อย เมื่อพิจารณาองค์ประกอบย่อยทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหา จากใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาหลังจากการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ แสดงดังภาพ 30



ภาพ 30 แสดงคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในแต่ละองค์ประกอบย่อย

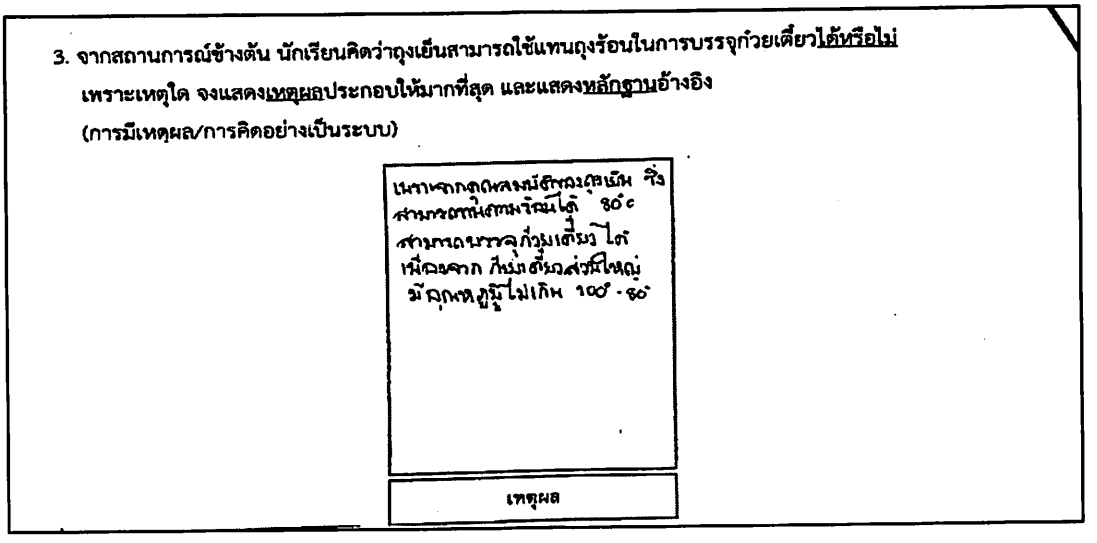
จากภาพ 30 พบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบย่อยระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในด้านการมีเหตุผลพบว่ามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 50.00 71.43 และ 76.19 ซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อย ระดับปานกลาง และระดับปานกลาง ตามลำดับ ในด้านการคิดอย่างเป็นระบบพบว่ามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 50.00 73.81 และ 78.57 ซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อย ระดับปานกลาง และระดับปานกลาง ตามลำดับ ในด้านการประเมินและตัดสินใจพบว่ามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 69.05 78.57 และ 83.33 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง ระดับปานกลาง และระดับมาก ตามลำดับ และในด้านการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 59.52 76.19 และ 88.10 ซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อย ระดับปานกลาง และระดับมาก ตามลำดับ

และหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติการเช่นกัน โดยจัดอยู่ในระดับมากในทุกองค์ประกอบย่อย ทั้งในด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและ

ตัดสินใจและการแก้ปัญหา โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 88.10 86.51 88.10 และ 89.68 ตามลำดับ ซึ่งแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบย่อย ดังนี้

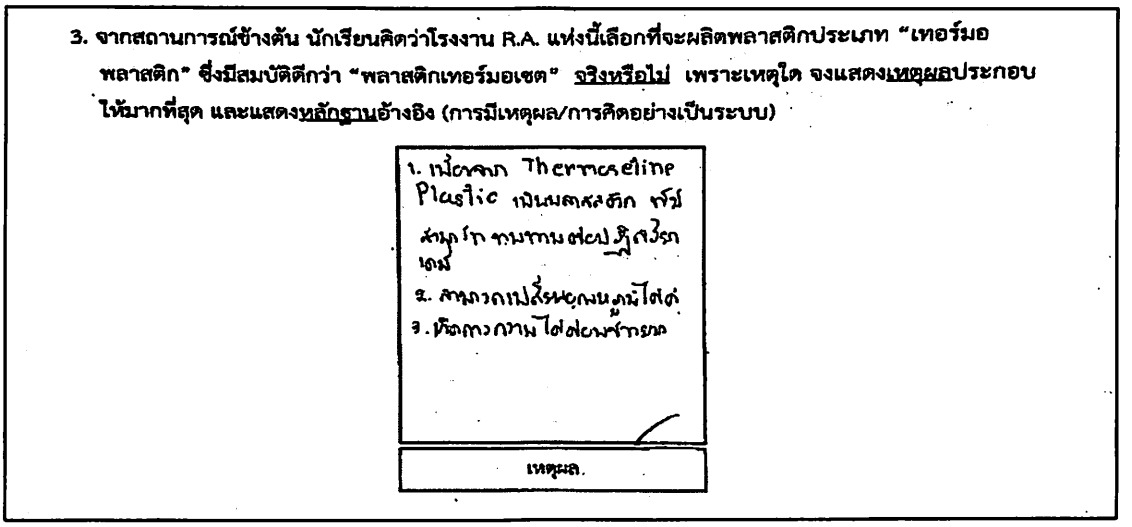
ด้านการมีเหตุผล

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้เขียนอธิบายการมีเหตุผลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยนักเรียนต้องแสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของประเด็นหรือปัญหาได้อย่างน้อย 2 ประเด็นนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ พบว่าด้านการมีเหตุผลนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 50 และจัดอยู่ในระดับน้อย โดยนักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลจากสถานการณ์ได้แต่ไม่ครบถ้วนตามเกณฑ์ที่กำหนดหรืออธิบายได้ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้นักเรียนส่วนมากสามารถแสดงการให้เหตุผลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้เพียง 1 ประเด็นเท่านั้น แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น อธิบายว่าถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนในการบรรจุก๋วยเตี๋ยวได้ เพราะอุณหภูมิของน้ำก๋วยเตี๋ยวส่วนมากไม่ได้ร้อนจัดจนมีอุณหภูมิถึง 100 °C ดังนั้นถุงเย็นที่มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ไม่เกิน 80 °C จึงสามารถใช้แทนได้ แสดงดังภาพ 31



ภาพ 31 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงถึงการให้เหตุผลได้เพียง 1 ประเด็น (S2, วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์, 29 มกราคม 2564)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์ พบว่าด้านการมีเหตุผลนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 71.43 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และจัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยนักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลจากสถานการณ์ได้ถูกต้องทั้ง 2 ประเด็น แต่ยังแสดงรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น จากสถานการณ์อธิบายว่าพลาสติกประเภทเทอร์มอพลาสติกมีสมบัติดีกว่าพลาสติกเทอร์มอเซตนั้นไม่จริง เพราะ 1) พลาสติกเทอร์มอเซตเป็นพลาสติกที่สามารถทนต่อปฏิกิริยาเคมีได้ดี 2) สามารถทนอุณหภูมิสูงได้ดี และ 3) เกิดรอยคราบค่อนข้างยาก แสดงดังภาพ 32

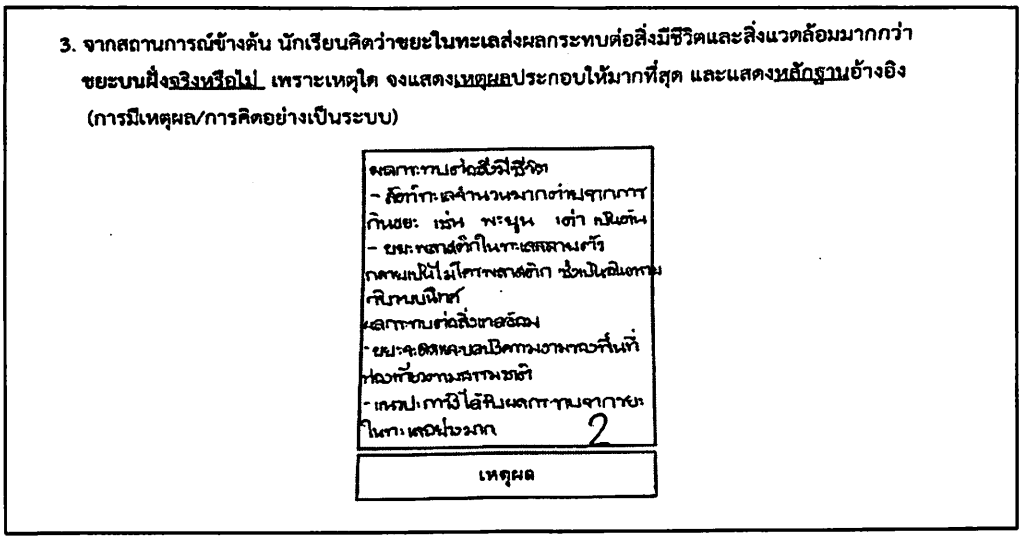

3. จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าโรงงาน R.A. แห่งนี้เลือกที่จะผลิตพลาสติกประเภท "เทอร์มอพลาสติก" ซึ่งมีสมบัติดีกว่า "พลาสติกเทอร์มอเซต" จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด จงแสดงเหตุผลประกอบให้มากที่สุด และแสดงหลักฐานอ้างอิง (การมีเหตุผล/การคิดอย่างเป็นระบบ)

เหตุผล

ภาพ 32 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงถึงการให้เหตุผลได้ 2 ประเด็น แต่แสดงรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน (S2, วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติก, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

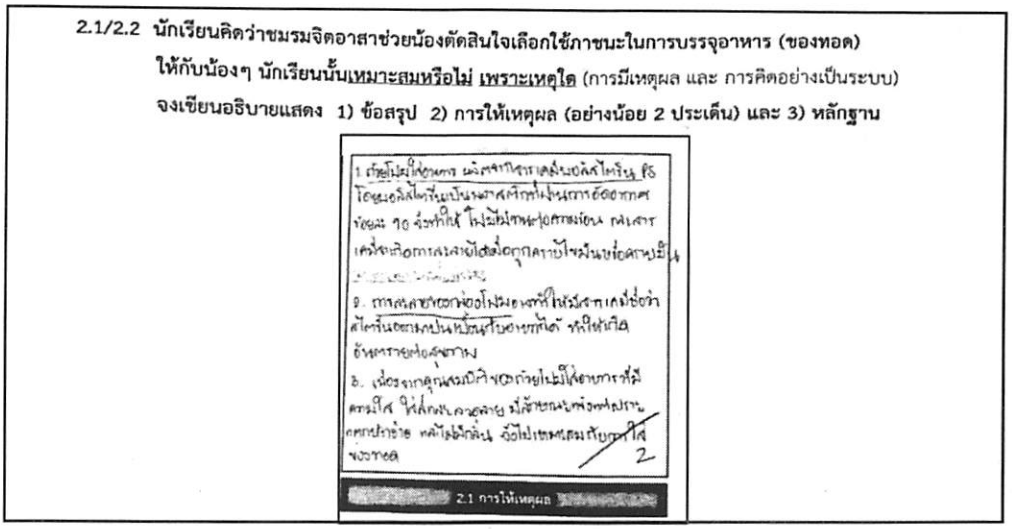
ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ พบว่าด้านการมีเหตุผลนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 76.19 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 และจัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยนักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลจากสถานการณ์ได้ถูกต้องทั้ง 2 ประเด็นและมีความสมบูรณ์มากขึ้น แต่ส่วนมากยังแสดงรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน แสดงตัวอย่างคำตอบเช่น อธิบายว่าขยะในทะเลส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมากกว่าขยะบนฝั่ง เพราะ 1) ทำให้สิ่งมีชีวิตในทะเลตายได้ หากได้กินขยะเข้าไปเช่น พะยูน เต่า และทำให้แนวปะการังได้รับความเสียหาย

รวมทั้ง 2) ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านของภาพลักษณ์ของแหล่งท่องเที่ยวตามธรรมชาติ แสดงดังภาพ 33



ภาพ 33 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการให้เหตุผลได้ครบถูกต้องทั้ง 2 ประเด็น (S15, วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้พอลิเมอร์, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

และหลังการจัดการเรียนรู้พบว่าด้านการมีเหตุผลนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 88.10 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 และจัดอยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างหลากหลายและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของประเด็นหรือปัญหาได้ครบถูกต้องสมบูรณ์ทั้ง 2 ประเด็น และแสดงรายละเอียดประกอบได้ชัดเจน แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น อธิบายว่าชมรมจิตอาสาช่วยน้องเลือกใช้ภาชนะใส่ของทอด (ถ้วยโฟม) ไม่เหมาะสม เพราะ 1) ถ้วยโฟมมีสารสไตรีนหากโดนความร้อนอาจทำให้สารนั้นปนเปื้อนในอาหารเกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ และ 2) สารปนเปื้อนอาจเกิดการละลายได้ดีเมื่อถูกคราบไขมันหรือน้ำมัน แสดงดังภาพ 34



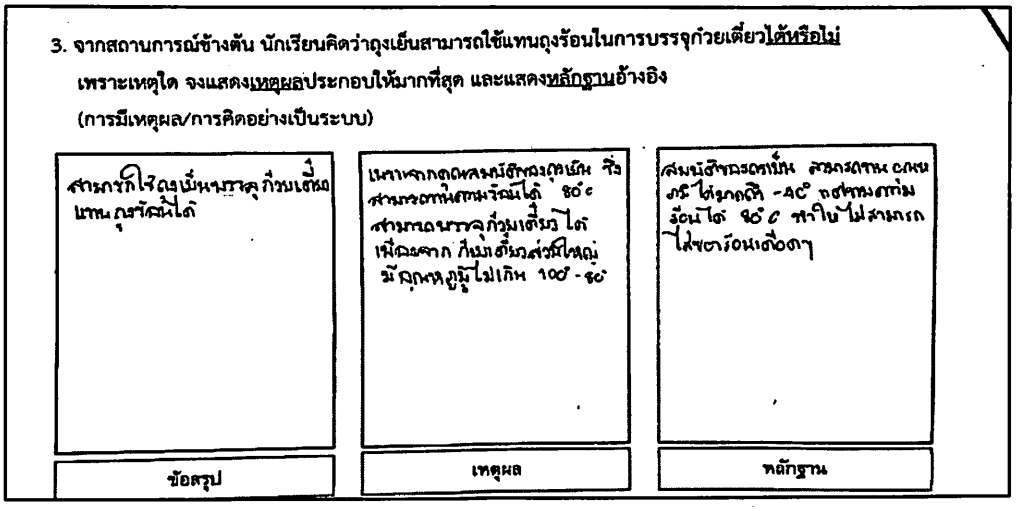
ภาพ 34 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการให้เหตุผลได้ถูกต้องทั้ง 2 ประเด็น (S20, แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์)

ดังนั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในด้านการมีเหตุผลโดยแสดงระดับความสามารถสูงที่สุดจัดอยู่ในระดับมากหลังจากการจัดการเรียนรู้ รองลงมาจัดอยู่ในระดับปานกลาง คือ วงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 และน้อยที่สุดจัดอยู่ในระดับน้อย คือ วงจรปฏิบัติการที่ 1

ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ

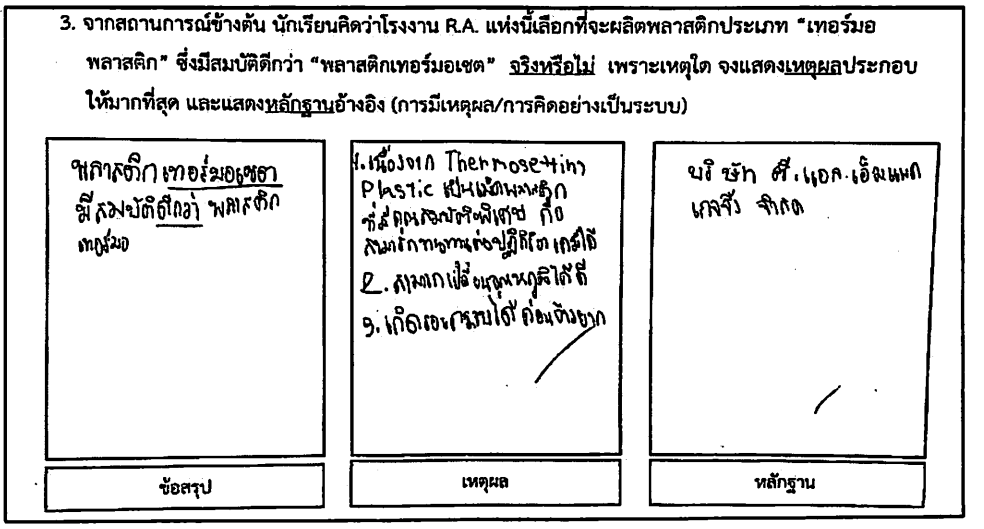
จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้เขียนแสดงถึงการคิดอย่างเป็นระบบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยนักเรียนต้องสามารถวิเคราะห์และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลจากประเด็นหรือปัญหาได้ครบถ้วนถูกต้องทั้ง 3 องค์ประกอบ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ พบว่าด้านการคิดอย่างมีระบบนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 50 และจัดอยู่ในระดับน้อย โดยนักเรียนสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลจากประเด็นหรือปัญหาได้แต่ไม่ครบทั้ง 3 องค์ประกอบหรือแสดงแต่ละองค์ประกอบได้ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน ซึ่งส่วนมากขาดองค์ประกอบของการแสดงหลักฐานโดยไม่แสดงแหล่งอ้างอิงของหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ หรือมีการแสดงการให้เหตุผลได้ไม่ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 องค์ประกอบ แสดงดังตัวอย่างคำตอบ เช่น จากสถานการณ์ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่นั้น นักเรียนอธิบายแต่ละองค์ประกอบว่า 1) ข้อสรุป คือ ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อน

ในการบรรจุก๋วยเตี๋ยวได้ 2) เหตุผล คือ ก๋วยเตี๋ยวส่วนใหญ่มีอุณหภูมิไม่เกิน 80 °C และคุณสมบัติของถุงเย็นสามารถทนความร้อนได้ไม่เกิน 80 °C และ 3) หลักฐาน คือ คุณสมบัติของถุงเย็นสามารถใช้ได้อุณหภูมิตั้งแต่ -40 °C ถึง 80 °C แสดงดังภาพ 35



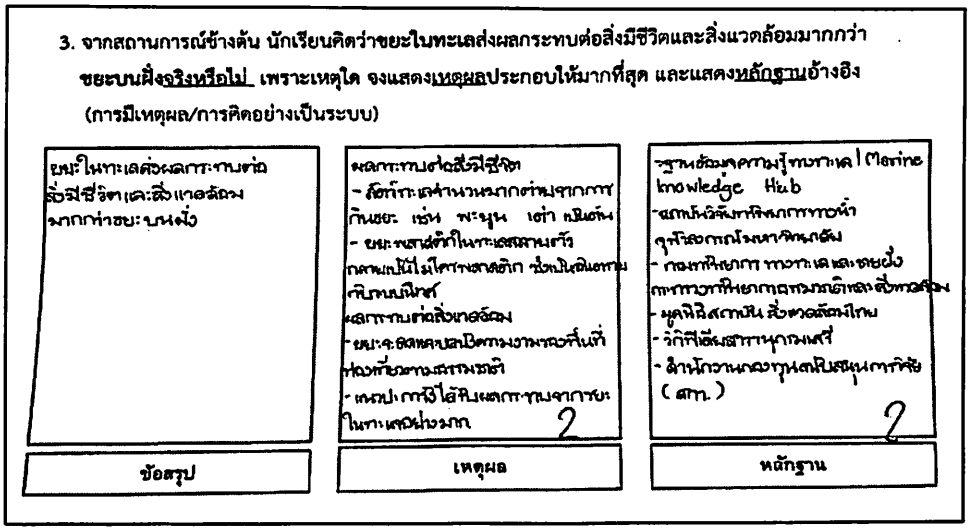
ภาพ 35 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงองค์ประกอบได้เพียง 2 องค์ประกอบ (S2, วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์, 29 มกราคม 2564)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์ พบว่าด้านการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 73.81 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และจัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยนักเรียนสามารถแสดงองค์ประกอบของการคิดอย่างเป็นระบบได้ครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบมากขึ้น แต่ยังแสดงรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยส่วนมากแสดงหลักฐานและแหล่งอ้างอิงของหลักฐานอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น หรือแสดงแหล่งอ้างอิงของหลักฐานที่ยังไม่น่าเชื่อถือ แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น จากสถานการณ์เทอร์มอพลาสติกดีกว่าพลาสติกเทอร์มอเซตจริงหรือไม่นั้น นักเรียนอธิบายแต่ละองค์ประกอบว่า 1) ข้อสรุป คือ พลาสติกเทอร์มอเซตมีสมบัติดีกว่าเทอร์มอพลาสติก 2) เหตุผล เพราะพลาสติกเทอร์มอเซตเป็นพลาสติกที่สามารถทนต่อปฏิกิริยาเคมีได้ดี ทนอุณหภูมิสูงได้ดี และเกิดรอยคราบได้ค่อนข้างยาก และ 3) หลักฐาน คือ บริษัท ซี.แอล.เอ็มแพคเกจติ้ง จำกัด (ไม่น่าเชื่อถือ) แสดงดังภาพ 36



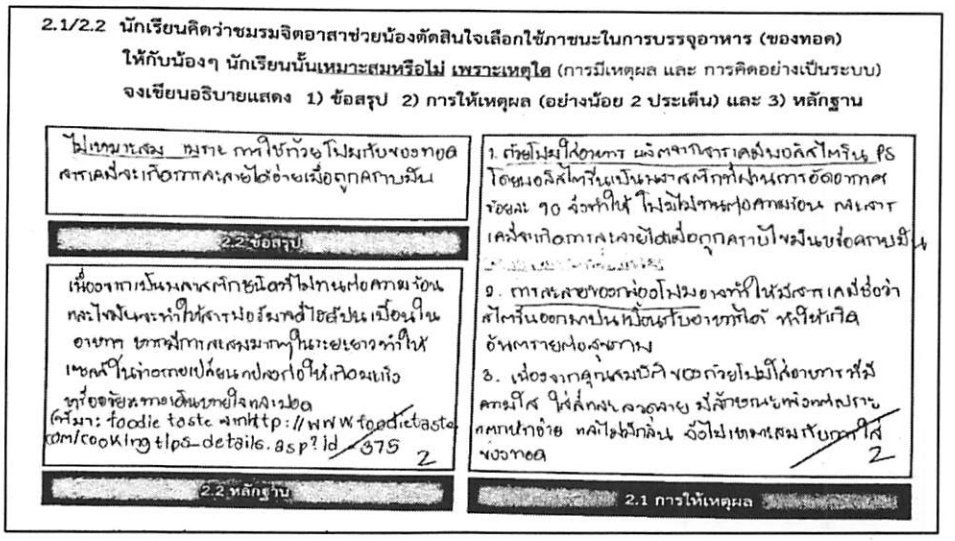
ภาพ 36 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงองค์ประกอบได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ แต่ยังไม่สมบูรณ์ ขาดแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ (S6, วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติก, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ พบว่าด้านการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 78.57 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 และจัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยนักเรียนสามารถแสดงองค์ประกอบของการคิดอย่างเป็นระบบได้ครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้นทั้ง 3 องค์ประกอบ แต่ยังแสดงหลักฐานได้ไม่สมบูรณ์โดยแสดงเพียงแหล่งอ้างอิงของหลักฐานเพียงเท่านั้น แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น จากสถานการณ์ขยะในทะเลส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมากกว่าขยะบนฝั่งจริงหรือไม่นั้น นักเรียนอธิบายแต่ละองค์ประกอบว่า 1) ข้อสรุป คือ ขยะในทะเลส่งผลกระทบมากกว่าขยะบนฝั่ง 2) เหตุผล คือ เพราะทำให้สิ่งมีชีวิตในทะเลตายได้และแนวปะการังได้รับความเสียหาย รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านของภาพลักษณ์ของแหล่งท่องเที่ยวตามธรรมชาติ และ 3) หลักฐาน คือ ฐานข้อมูลความรู้ทางทะเล I Marine knowledge Hub, สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฯลฯ แสดงดังภาพ 37



ภาพ 37 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงองค์ประกอบได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ แต่แสดงหลักฐานได้ไม่สมบูรณ์
(S15, วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้พอลิเมอร์, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

และหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่าด้านการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 86.51 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 และจัดอยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนสามารถแสดงการคิดอย่างเป็นระบบเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ สามารถวิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลจากประเด็นหรือปัญหาได้ครบถ้วนถูกต้องและมีความสมบูรณ์ทั้ง 3 องค์ประกอบ แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น จากสถานการณ์การเลือกใช้ภาชนะในการบรรจุอาหารของทอดให้กับนักเรียนมีความเหมาะสมหรือไม่นั้น นักเรียนอธิบายแต่ละองค์ประกอบว่า 1) ข้อสรุป คือ การใช้ถ้วยโฟมในการบรรจุอาหารของทอดไม่เหมาะสม 2) เหตุผล คือ เพราะถ้วยโฟมมีสารสไตรีนหากโดนความร้อนอาจทำให้สารปนเปื้อนในอาหารเกิดอันตรายต่อสุขภาพได้และอาจเกิดการละลายได้ดีเมื่อถูกคราบไขมันหรือน้ำมัน และ 3) หลักฐาน คือ เป็นพลาสติกชนิดที่ไม่ทนความร้อนและไขมันอาจทำให้สารเคมีปนเปื้อนในอาหารได้ หากมีการสะสมในระยะยาวอาจทำให้เกิดโรคมะเร็ง แหล่งอ้างอิงจาก foodie taste แสดงดังภาพ 38



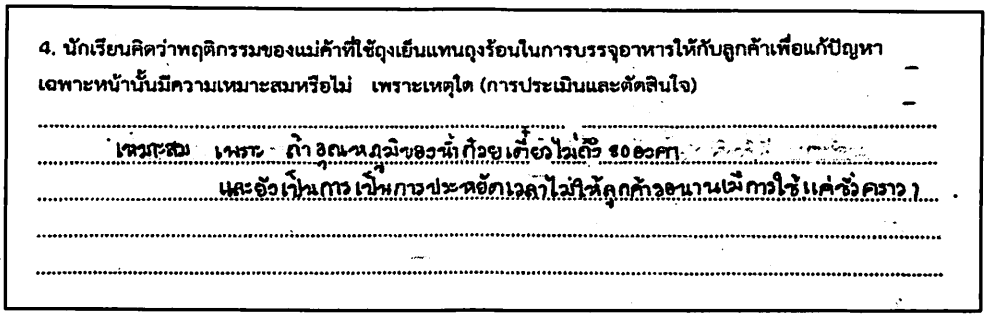
ภาพ 38 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงความสัมพันธ์ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้ง 3 องค์ประกอบ
(S20, แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์)

ดังนั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในด้านการคิดอย่างเป็นระบบ โดยมีระดับความสามารถสูงที่สุดจัดอยู่ในระดับมาก หลังจากการจัดการเรียนรู้ รองลงมาจัดอยู่ในระดับปานกลาง คือ วงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 และน้อยที่สุดจัดอยู่ในระดับน้อย คือ วงจรปฏิบัติการที่ 1

ด้านการประเมินและตัดสินใจ

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้เขียนอธิบายแสดงการประเมินและตัดสินใจจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยนักเรียนต้องแสดงการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับประเด็นหรือปัญหา มีการสังเคราะห์และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อโต้แย้ง สามารถแปลความสารสนเทศและสรุปผลจากการใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ดีที่สุดได้นั้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ พบว่าด้านการประเมินและตัดสินใจของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 69.05 และจัดอยู่ในระดับน้อย โดยนักเรียนสามารถแสดงการวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจได้เหมาะสมแต่แสดงการให้เหตุผลประกอบยังไม่ถูกต้องและไม่เชื่อมโยงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น อธิบายว่าพฤติกรรมของแม่ค้าที่ใช้ถุงเย็นแทนถุงร้อนในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้า

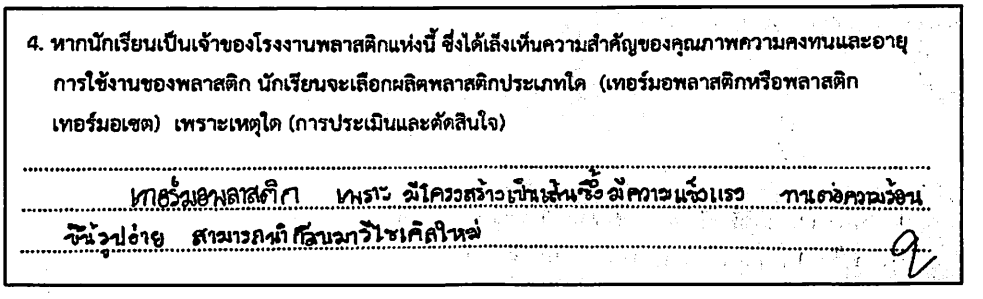
เพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นมีความเหมาะสม เพราะอุณหภูมิของน้ำก๋วยเตี๋ยวไม่ถึง80 °C และเป็นการประหยัดเวลาไม่ให้ลูกค้ารอนานโดยเป็นการใช้เพียงชั่วคราว แสดงดังภาพ 39


4. นักเรียนคิดว่าพฤติกรรมของแม่ค้าที่ใช้ถุงเย็นแทนถุงร้อนในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้าเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด (การประเมินและตัดสินใจ)

เหมาะสม เพราะ ถ้าอุณหภูมิของน้ำก๋วยเตี๋ยวไม่ถึง 80 องศา
และอีกเป็นการเป็นการประหยัดเวลาไม่ให้ลูกค้ารอนานเมื่อการใช้แค่ชั่วคราว)

ภาพ 39 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการประเมินและตัดสินใจได้เหมาะสม แต่ให้เหตุผลประกอบที่ไม่ชัดเจนและไม่เชื่อมโยงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ (S19, วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์, 29 มกราคม 2564)

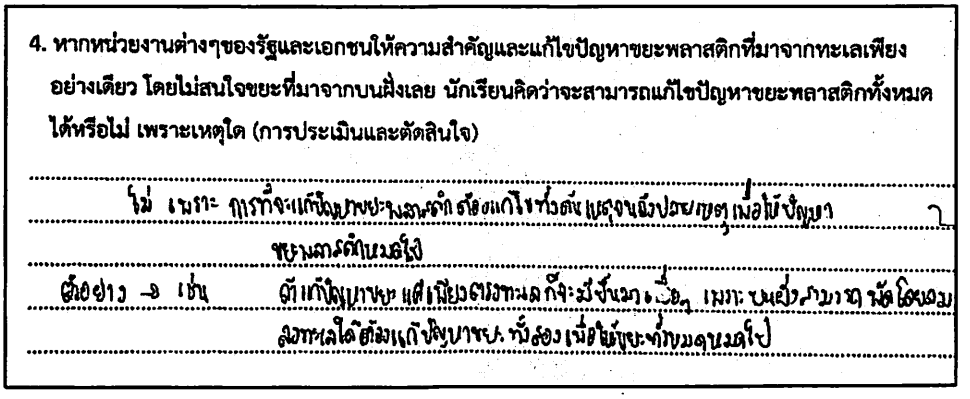
ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการใช้ประโยชน์ พบว่าด้านการประเมินและตัดสินใจของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 78.57 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และจัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยนักเรียนสามารถแสดงการประเมินและตัดสินใจได้เหมาะสมกับประเด็นหรือปัญหา มีการแสดงการให้เหตุผลประกอบได้ชัดเจนมากขึ้นและมีการเชื่อมโยงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้แต่ยังไม่สมบูรณ์ แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น อธิบายว่าหากนักเรียนเป็นเจ้าของโรงงานจะเลือกผลิตพลาสติกประเภทเทอร์มอพลาสติก เพราะมีโครงสร้างเป็นเส้น มีความแข็งแรง ทนต่อความร้อน สามารถขึ้นรูปได้ง่าย และนำมารีไซเคิลใหม่ได้ แสดงดังภาพ 40


4. หากนักเรียนเป็นเจ้าของโรงงานพลาสติกแห่งนี้ ซึ่งได้เล็งเห็นความสำคัญของคุณภาพความคงทนและอายุการใช้งานของพลาสติก นักเรียนจะเลือกผลิตพลาสติกประเภทใด (เทอร์มอพลาสติกหรือพลาสติกเทอร์มอเซต) เพราะเหตุใด (การประเมินและตัดสินใจ)

เทอร์มอพลาสติก เพราะ มีโครงสร้างเป็นเส้นยืดมีความแข็งแรง ทนต่อความร้อน
ขึ้นรูปง่าย สามารถนำกลับมารีไซเคิลใหม่

ภาพ 40 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการประเมินและตัดสินใจได้เหมาะสม มีการให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ (S19, วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติก, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ พบว่าด้านการประเมินและตัดสินใจของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 83.33 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 และจัดอยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนสามารถแสดงการประเมินและตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมกับประเด็นหรือปัญหา และสามารถแสดงการให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้องชัดเจนและมีการเชื่อมโยงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น อธิบายว่าหากหน่วยงานรัฐและเอกชนให้ความสำคัญและแก้ไขปัญหาขยะพลาสติกที่มาจากทะเลเพียงอย่างเดียวจะไม่สามารถแก้ไขปัญหาขยะทั้งหมดได้ เพราะการแก้ไขปัญหาต้องแก้ไขที่ต้นเหตุถึงปลายเหตุ ขยะในทะเลมีสาเหตุหลักมาจากขยะบนฝั่ง หากเลือกแก้ปัญหาเพียงแค่ในทะเลก็ไม่ทำให้ขยะทั้งหมดหมดไป ควรแก้ไขขยะทั้งจากบนฝั่งและในทะเล แสดงดังภาพ 41


4. หากหน่วยงานต่างๆของรัฐและเอกชนให้ความสำคัญและแก้ไขปัญหาขยะพลาสติกที่มาจากทะเลเพียงอย่างเดียว โดยไม่สนใจขยะที่มาจากบนฝั่งเลย นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ไขปัญหาขยะพลาสติกทั้งหมดได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (การประเมินและตัดสินใจ)

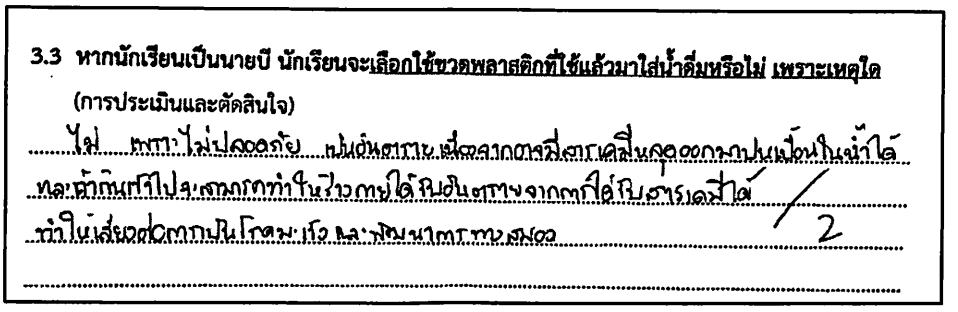
ไม่ เพราะ การที่จะแก้ปัญหาขยะพลาสติก ต้องแก้ไขทั้งต้นเหตุจนถึงปลายเหตุ เพื่อให้ปัญหาขยะพลาสติกหมดไป

ตัวอย่าง → เช่น ถ้าแก้ปัญหาขยะ แต่เพียงตรงทะเลก็จะมีขึ้นมาเรื่อยๆ เพราะบนฝั่งสามารถพัดโดยลมลงทะเลได้ ต้องแก้ปัญหาขยะทั้งสอง เพื่อให้ขยะทั้งหมดหมดไป

ภาพ 41 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการประเมินและตัดสินใจได้เหมาะสม และแสดงการให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้องชัดเจน (S12, วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้พอลิเมอร์, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

และหลังการจัดการเรียนรู้พบว่าด้านการประเมินและตัดสินใจของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 88.10 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 และจัดอยู่ในระดับมากเช่นกันโดยนักเรียนสามารถแสดงการวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้อย่างเหมาะสม มีการแสดงเหตุผลประกอบสอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้องชัดเจนและมีการเชื่อมโยงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น อธิบายว่าหากนักเรียนเป็นนายบีจะไม่เลือกใช้พลาสติกที่ใช้แล้วมาใส่น้ำดื่ม เพราะการใช้ขวดซ้ำอาจไม่ปลอดภัย อาจมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่เกิดจากการทำความสะอาดที่ไม่ดีพอทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพและอันตราย

จากสารเคมีที่อาจหลุดออกมาปนเปื้อนในน้ำดื่มทำให้เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งและพัฒนาการทางสมอง แสดงดังภาพ 42

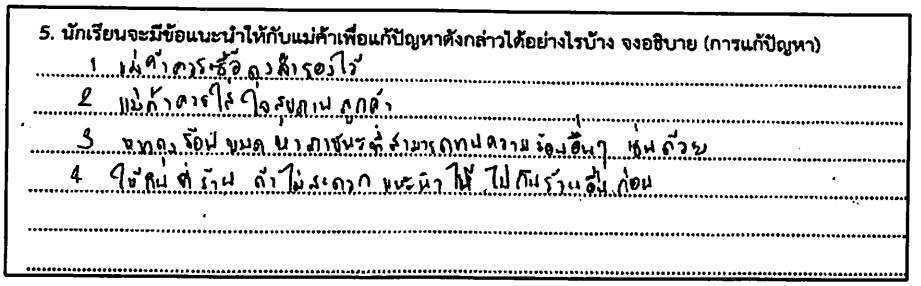

3.3 หากนักเรียนเป็นนายบี นักเรียนจะเลือกใช้ขวดพลาสติกที่ใช้แล้วมาใส่น้ำดื่มหรือไม่ เพราะเหตุใด
(การประเมินและตัดสินใจ)
ไม่ เพราะไม่ปลอดภัย เนื่องจากอาจมีสารเคมีหลุดออกมาปนเปื้อนในน้ำได้
ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง และพัฒนาการทางสมอง 2

ภาพ 42 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการประเมินและตัดสินใจได้เหมาะสม และแสดงเหตุผลประกอบได้ถูกต้อง (S15, แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา)

ดังนั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในด้านการประเมินและตัดสินใจ โดยมีระดับความสามารถสูงที่สุดซึ่งจัดอยู่ในระดับมาก หลังจากการจัดการเรียนรู้และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 รองลงมาจัดอยู่ในระดับปานกลาง คือ วงจรปฏิบัติการที่ 2 และน้อยที่สุดจัดอยู่ในระดับน้อย คือ วงจรปฏิบัติการที่ 1

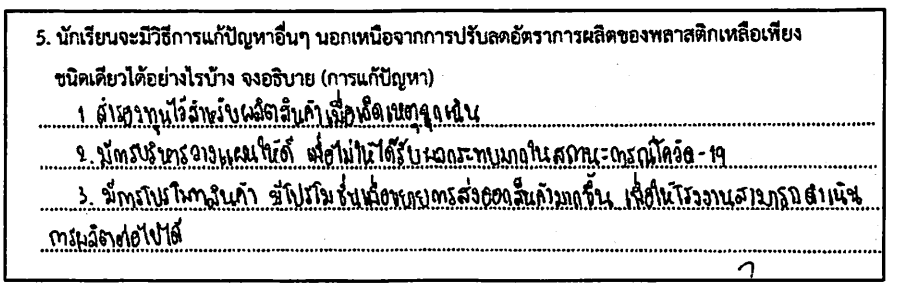
ด้านการแก้ปัญหา

จากการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนได้เขียนอธิบายแสดงการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยนักเรียนต้องแสดงการคิดแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ได้มีการใช้องค์ความรู้ตามแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และอธิบายเหตุผลประกอบ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ พบว่าด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 59.52 และจัดอยู่ในระดับน้อย โดยนักเรียนสามารถแสดงการคิดแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ได้ แต่มีการอธิบายเหตุผลประกอบโดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่แสดงการอธิบายเหตุผลประกอบ แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น อธิบายข้อเสนอแนะที่ให้กับแม่ค้าเพื่อแก้ปัญหาการใช้ถุงเย็นแทนถุงร้อน ได้แก่ แม่ค้าควรซื้อถุงสำรองไว้ ควรใส่ใจสุขภาพลูกค้า มีการใช้ภาชนะอื่นๆ ที่สามารถทนความร้อนได้ เช่น ถ้วย ฯลฯ ดังภาพ 43


5. นักเรียนจะมีข้อแนะนำให้กับแม่ค้าเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างไรบ้าง จงอธิบาย (การแก้ปัญหา)
1 แม่ค้าควรซื้อดูแลรักษาไว้
2 แม่ค้าควรใส่ใจรายละเอียดลูกค้า
3 ขนมอื่นๆ ขนมนางเชนจะสามารถทนความร้อนได้นาน เช่นกัน
4 ใช้คนส่งร้าน ถ้าไม่ระวังก็ขนมนางให้ไปกับร้านอื่นก่อน

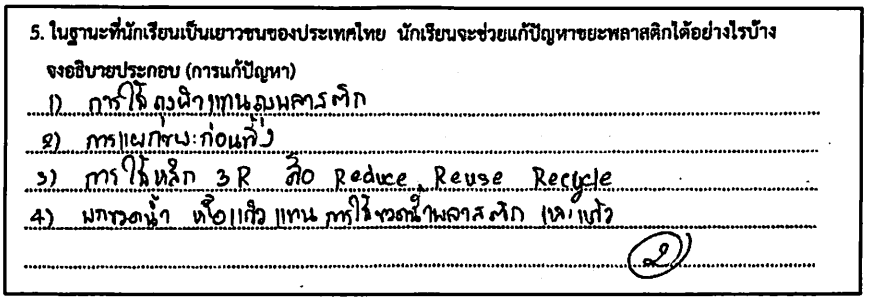
ภาพ 43 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงถึงการแก้ปัญหาที่ใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้แต่ยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและไม่แสดงเหตุผลประกอบ
(S7, วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์, 29 มกราคม 2564)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการใช้ประโยชน์ พบว่าด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 76.19 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และจัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยนักเรียนสามารถแสดงการคิดแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ได้เหมาะสม แต่อธิบายเหตุผลประกอบโดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น วิธีการแก้ปัญหานอกเหนือจากการปรับลดอัตราการผลิตเหลือเพียงชนิดเดียวนั้น ควรต้องมีการสำรองทุนไว้สำหรับผลิตสินค้าเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน มีการบริหารวางแผนให้ดีเพื่อไม่ให้รับผลกระทบจากสถานการณ์การระบาดโควิด-19 และมีการโปรโมทสินค้า มีโปรโมชั่นเพื่อขยายการส่งออกสินค้าให้มากขึ้น เพื่อให้โรงงานสามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้ แสดงดังภาพ 44


5. นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ นอกเหนือจากการปรับลดอัตราการผลิตของพลาสติกเหลือเพียงชนิดเดียวได้อย่างไรบ้าง จงอธิบาย (การแก้ปัญหา)
1 สำรองทุนไว้สำหรับผลิตสินค้าเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน
2. มีการบริหารวางแผนให้ดี เพื่อไม่ให้ได้รับผลกระทบมากในสถานะการณ์โควิด-19
3. มีการโปรโมทสินค้า มีโปรโมชั่นเพื่อขยายการส่งออกสินค้ามากขึ้น เพื่อให้โรงงานสามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้

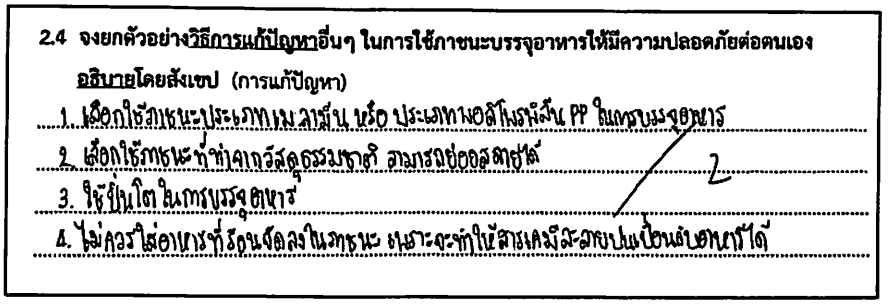
ภาพ 44 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงถึงการแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ได้แต่ใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อธิบายไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
(S18, วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์, 29 มกราคม 2564)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ พบว่า ด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 88.10 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 และจัดอยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนสามารถแสดงการคิดแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมและมีการอธิบายประกอบโดยใช้องค์ความรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ ถูกต้องชัดเจน แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น อธิบายการแก้ปัญหาขยะพลาสติกในฐานะที่นักเรียนเป็นเยาวชนของประเทศไทย ได้แก่ การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก การคัดแยกขยะก่อนทิ้งโดยใช้หลัก 3R คือ Reduce Reuse Recycle ฯลฯ ดังภาพ 45


5. ในฐานะที่นักเรียนเป็นเยาวชนของประเทศไทย นักเรียนจะช่วยแก้ปัญหาขยะพลาสติกได้อย่างไรบ้าง จงอธิบายประกอบ (การแก้ปัญหา)
1) การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก
2) การแยกขยะก่อนทิ้ง
3) การใช้หลัก 3R คือ Reduce Reuse Recycle
4) พกขวดน้ำ หรือแก้ว แทน การใช้ขวดน้ำพลาสติก เหล่านี้

ภาพ 45 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการแก้ปัญหาซึ่งใช้องค์ความรู้วิทยาศาสตร์สอดคล้องกับสถานการ์ปัญหา
(S15, วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้พอลิเมอร์, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

และหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่าด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 89.68 มากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 และจัดอยู่ในระดับมาก โดยนักเรียนสามารถแสดงการคิดแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ได้โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและมีการอธิบายเหตุผลประกอบ แสดงตัวอย่างคำตอบ เช่น อธิบายวิธีการแก้ปัญหาในการใช้ภาชนะบรรจุอาหารให้มีความปลอดภัยต่อตนเอง ได้แก่ เลือกใช้ภาชนะประเภทเมลามีนหรือพอลิโพรพิลีน (PP) ในการบรรจุอาหารเพื่อความปลอดภัย เลือกใช้ภาชนะจากวัสดุธรรมชาติและสามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ ฯลฯ แสดงดังภาพ 46


2.4 จงยกตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ ในการใช้ภาชนะบรรจุอาหารให้มีความปลอดภัยต่อตนเอง
อธิบายโดยสังเขป (การแก้ปัญหา)
1. เลือกใช้ภาชนะประเภทเมลามีน หรือ ประเภทพอลิโพรพิลีน PP ในการบรรจุอาหาร
2. เลือกใช้ภาชนะที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ สามารถย่อยสลายได้
3. ใช้ปิ่นโต ในการบรรจุอาหาร
4. ไม่ควรใส่อาหารที่ร้อนจัดลงในภาชนะ เพราะจะทำให้สารเคมีละลายปนเปื้อนกับอาหารได้

ภาพ 46 แสดงคำตอบของนักเรียนโดยแสดงการคิดแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ และอธิบายเหตุผลประกอบได้ถูกต้อง
(S18, แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา)

ดังนั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในด้านการแก้ปัญหาโดยมีระดับความสามารถสูงที่สุดซึ่งจัดอยู่ในระดับมากหลังจากการจัดการเรียนรู้และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 รองลงมาจัดอยู่ในระดับปานกลาง คือ วงจรปฏิบัติการที่ 2 และน้อยที่สุดจัดอยู่ในระดับน้อย คือ วงจรปฏิบัติการที่ 1

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยพิจารณาจากผลการเพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ยร้อยละ และระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาทั้งในภาพรวมและแต่ละองค์ประกอบย่อยในระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังจากการจัดการเรียนรู้

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 2) เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากผลการวิจัยทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นการระบุภาระงาน เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพสถานการณ์หรือวิดีโอข่าวที่น่าสนใจเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน และใช้คำถามร่วมทำให้สามารถเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาเรื่องพอลิเมอร์ได้ และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ ทั้งนี้ควรชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนสอนโดยนำเสนอด้วยภาพอินโฟกราฟฟิกที่น่าสนใจทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้นและมีความชัดเจน

ขั้นการสำรวจและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันโดยใช้สถานการณ์ปัญหาต่อเนื่องจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและเพิ่มประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้โดยใช้วิธีการสำรวจตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไปจากวัสดุและอุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมให้ ครูควรยกตัวอย่างวิธีการหรือแนวทางการออกแบบการสำรวจเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนสามารถ

ออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้อย่างถูกต้องและควรเตรียมอุปกรณ์ในการทดลองให้พร้อม โดยสามารถดำเนินการสำรวจตรวจสอบได้จริงในแต่ละกลุ่มเพื่อทำให้ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน รวมทั้งการสำรวจตรวจสอบจากการสืบค้นข้อมูลที่มีเนื้อหาค่อนข้างกว้างควรกำหนดประเด็นการสำรวจในแต่ละกลุ่มให้แตกต่างกันเพื่อทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายและครอบคลุมประเด็นการสำรวจตรวจสอบมากขึ้น

ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อยโดยเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ตซึ่งประเด็นการโต้แย้งจากสถานการณ์ปัญหาต้องมีข้อขัดแย้งกันอย่างชัดเจนทั้งสองฝ่ายและการกำหนดบทบาทสมมติควรเป็นบทบาททางสังคมที่ใกล้เคียงกันเพื่อทำให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้อย่างชัดเจน และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ทั้งนี้ครูควรอธิบายและยกตัวอย่างการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจน โดยฝึกให้นักเรียนเขียนแต่ละองค์ประกอบจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและสามารถเขียนข้อโต้แย้งได้อย่างถูกต้อง ควรเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนข้อโต้แย้งโดยแสดงองค์ประกอบของการให้เหตุผลและหลักฐานแยกเป็นประเด็นสำคัญอย่างชัดเจนเพื่อทำให้ข้อโต้แย้งมีความน่าสนใจและเข้าใจได้ง่าย รวมทั้งแนะนำวิธีการสืบค้นข้อมูลหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ และคอยเดินตรวจสอบนักเรียนระหว่างการสร้างข้อโต้แย้งร่วมด้วย

ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอข้อโต้แย้งหน้าชั้นเรียนผ่านการกำหนดบทบาทต่อเนื่องจากการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนแบ่งเป็นสองฝ่าย คือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้าน ทำให้กิจกรรมการโต้แย้งมีความน่าสนใจ ไม่น่าเบื่อ และทำให้นักเรียนแต่ละฝ่ายสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ชัดเจนมากขึ้นจากบทบาทที่ได้รับ โดยแสดงข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผลจากสถานการณ์ได้ สามารนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้ ทั้งนี้ควรมีตัวอย่างการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เห็นเป็นแนวทางก่อนการโต้แย้งจริงเพื่อทำให้นักเรียนเห็นภาพการโต้แย้งได้ชัดเจนมากขึ้นและเกิดความมั่นใจในการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนของตนเองมากยิ่งขึ้นควรเน้นย้ำองค์ประกอบการโต้แย้งระหว่างการทำกิจกรรมอยู่เสมอ โดยตั้งอยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และไม่ใช้อารมณ์ร่วม เพื่อทำให้นักเรียนแสดงองค์ประกอบการโต้แย้งได้ครบสมบูรณ์ทั้งข้อสรุป การให้เหตุผล และหลักฐาน นอกจากนี้ควรเพิ่มอุปกรณ์แจ้งเตือนเวลาโดยใช้กริ่งและนาฬิกาจับเวลาแสดงหน้าจอบริเวณหน้าชั้นเรียนระหว่างการโต้แย้งเพื่อช่วยควบคุมเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนดและแสดงองค์ประกอบได้ครบถ้วนตามองค์ประกอบ

ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคลหลังจากทำกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งแสดงถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4 ด้าน โดยครูควรชี้แจงการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยยกตัวอย่างและฝึกให้นักเรียนเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนการเขียนรายงานจริงเพื่อทำให้รายงานมีความถูกต้องและสมบูรณ์ ควรเน้นย้ำการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนและเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการเขียนรายงานร่วมด้วย และควรเพิ่มเวลาการเขียนรายงานให้มากขึ้นโดยให้เขียนเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนได้เพื่อให้นักเรียนมีเวลากลั่นกรองความรู้ทั้งหมดอย่างเต็มที่และสามารถเขียนรายงานได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งควรยกตัวอย่างการสืบค้นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้ถูกต้องและมีความสมบูรณ์ตามองค์ประกอบ

ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบและวิจารณ์รายงานของเพื่อนที่ไม่ใช่กลุ่มเดียวกันโดยใช้เกณฑ์การประเมินและแบบประเมินการตรวจสอบเพื่อสะท้อนผลกลับให้เพื่อน ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินต้องมีความครอบคลุมกับประเด็นข้อคำถามและมีรายละเอียดอย่างชัดเจนเพื่อทำให้นักเรียนสามารถประเมินรายงานของเพื่อนได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งมีการสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเกี่ยวกับการตรวจสอบรายงานของเพื่อนและการเขียนผลสะท้อนกลับให้เพื่อนทำให้นักเรียนให้ความร่วมมือในการตรวจสอบรายงานของเพื่อนมากขึ้นและมีความถูกต้อง ทั้งนี้ครูควรคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการประเมินร่วมด้วย

ขั้นการปรับปรุงรายงาน เป็นขั้นที่นักเรียนพิจารณาผลการประเมินรายงานและปรับปรุงแก้ไขรายงานตามคำแนะนำจากเพื่อนโดยสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้นและคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลร่วมด้วย รวมทั้งครูตรวจสอบการปรับปรุงรายงานของนักเรียนอีกครั้งเพื่อความถูกต้องโดยพิจารณารายงานว่าเป็นจริงตามที่เพื่อนประเมินไว้หรือไม่และให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้นักเรียนเข้าใจประเด็นที่ควรพัฒนา

ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ พบว่าในภาพรวมนักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละวงจรปฏิบัติการ จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 57.13 75.00 และ 81.51 ตามลำดับ และจัดอยู่ในระดับน้อย ปานกลาง และมากตามลำดับ และหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นเช่นกัน โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 88.08 และจัดอยู่ในระดับมากเช่นกัน

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาโดยพิจารณาแต่ละองค์ประกอบย่อยทั้งในด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละสูงขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยด้านการมีเหตุผลนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 50.00 71.43 และ 76.19 ตามลำดับ และจัดอยู่ในระดับน้อย ระดับปานกลาง และระดับปานกลาง ด้านการคิดอย่างเป็นระบบพบว่ามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 50.00 73.81 และ 78.57 ตามลำดับ และจัดอยู่ในระดับน้อย ระดับปานกลาง และระดับปานกลาง ด้านการประเมินและตัดสินใจพบว่ามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 69.05 78.57 และ 83.33 ตามลำดับ และจัดอยู่ในระดับปานกลาง ระดับปานกลาง และระดับมาก และด้านการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 59.52 76.19 และ 88.10 ตามลำดับ และจัดอยู่ในระดับน้อย ระดับปานกลาง และระดับมาก ทั้งนี้หลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละสูงขึ้นเช่นกัน โดยแต่ละองค์ประกอบทั้งด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหา มีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 88.10 86.51 88.10 และ 89.68 ตามลำดับ และจัดอยู่ในระดับมากในทุกองค์ประกอบ

อภิปรายผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเรื่อง พอลิเมอร์ แสดงการอภิปรายผล ดังนี้

ขั้นการระบุภาระงาน พบว่าใช้ภาพสถานการณ์หรือวิดีโอข่าวที่มีความน่าสนใจและเป็นเรื่องใกล้ตัวในชีวิตประจำวันของนักเรียนทำให้สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาพอลิเมอร์ได้ และประเด็นปัญหาต้องยังไม่มีคำตอบชัดเจนเพื่อนำไปสู่กระบวนการสำรวจตรวจสอบต่อไป โดยครูมีการใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ สอดคล้องกับ Walker, & Sampson (2013) ที่กล่าวว่าการที่ผู้สอนใช้คำถามที่ดีจะช่วยให้นักเรียนเกิดการสืบเสาะเพื่อหาหลักฐานและนำไปสู่การสรุปที่เหมาะสมได้ นอกจากนี้ควรชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ภาพอินโฟกราฟฟิกในการอธิบายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้นและมีความชัดเจน

ขั้นการสำรวจและรวบรวมข้อมูล พบว่ากิจกรรมการสำรวจตรวจสอบจากการทดลองและการสืบค้นภายในกลุ่มของนักเรียน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองจากวัสดุและอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ให้โดยใช้วิธีการสำรวจตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไป และครูควรมีการยกตัวอย่างวิธีการหรือแนวทางการออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนสามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบและดำเนินการสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลองต้องสามารถดำเนินการสำรวจตรวจสอบได้จริงและเหมือนกันในแต่ละกลุ่มเพื่อทำให้ผลการสำรวจตรวจสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับ Sampson et al. (2011) ที่กล่าวว่าการออกแบบการสำรวจตรวจสอบโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาคำตอบในประเด็นที่สงสัยและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถเลือกวิธีการเก็บหรือวิเคราะห์ข้อมูลและเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาได้

ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว พบว่าประเด็นการโต้แย้งจากสถานการณ์ปัญหาต้องมีความน่าสนใจและมีข้อขัดแย้งกันอย่างชัดเจนทั้งสองฝ่ายเพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถสร้างข้อโต้แย้งกันได้อย่างชัดเจนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้ต้องแสดงองค์ประกอบการเขียนข้อโต้แย้งทั้งข้อสรุป การให้เหตุผลและหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ โดยครูควรชี้แจงและยกตัวอย่างการสร้างข้อโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจน โดยฝึกให้นักเรียนเขียนแต่ละองค์ประกอบจากตัวอย่างก่อนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและเขียนข้อโต้แย้งได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ Walker, & Sampson (2013) ที่กล่าวว่าการแปล

ความข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ การทดลองหรือการสืบค้นสามารถพัฒนานักเรียนให้สามารถแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งไปสู่รูปแบบการนำเสนออื่นๆ โดยการวิเคราะห์และตีความข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลและสามารถระบุหลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ และสอดคล้องกับ Sampson et al. (2011) ที่พบว่ากิจกรรมการทดลองที่ออกแบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งมีผลต่อการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และการเขียนข้อความการโต้แย้ง

ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง พบว่าการกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนในกิจกรรมการโต้แย้งเป็นสองฝ่าย คือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้านจากสถานการณ์ปัญหาทำให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งกันได้อย่างน่าสนใจ กิจกรรมในห้องไม่น่าเบื่อ และทำให้นักเรียนแต่ละฝ่ายสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้อย่างชัดเจนมากขึ้นจากบทบาทที่ได้รับโดยสามารถแสดงข้อสรุปหลักฐานและการให้เหตุผลจากสถานการณ์ได้ อีกทั้งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์สามารถประเมินข้อมูลที่ได้จากการโต้แย้งเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับ Sampson et al. (2009) ที่กล่าวว่ากิจกรรมการโต้แย้งสามารถทำให้นักเรียนแยกแยะข้อโต้แย้งได้ว่าเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่พิจารณาจากหลักฐานอื่นๆ และมีการคัดเลือกข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงข้อสรุปที่ถูกต้อง

ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ พบว่าควรเพิ่มเวลาการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้มากขึ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถกลั่นกรองข้อมูลทั้งหมดที่ได้เรียนมาอย่างเต็มที่และสามารถเขียนรายงานได้อย่างสมบูรณ์ตามองค์ประกอบ ทั้งนี้ครูควรชี้แจงการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยยกตัวอย่างการเขียนรายงานและฝึกให้นักเรียนเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนการเขียนรายงานจริง เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจตรงกันและสามารถเขียนรายงานได้ถูกต้อง อีกทั้งครูควรเน้นย้ำการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้ถูกต้องและคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการเขียนรายงาน สอดคล้องกับ Sampson et al. (2010) ที่พบว่าหลังใช้รูปแบบการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับนักศึกษาปริญญาตรีสำหรับการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน พบว่านักศึกษาสามารถเขียนรายงานผลการปฏิบัติการได้มากขึ้น และสามารถสรุปผลการทดลองที่ได้บนพื้นฐานของหลักฐานและประจักษ์พยานที่มีอยู่ได้

ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน พบว่าเกณฑ์การประเมินต้องมีความครอบคลุมกับประเด็นข้อคำถามและแสดงรายละเอียดอย่างชัดเจนเพื่อให้นักเรียนสามารถตรวจประเมินรายงาน

ของเพื่อนได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ครูควรมีการสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเกี่ยวกับการตรวจสอบรายงานของเพื่อนและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบรายงานของเพื่อนและสามารถตรวจสอบรายงานของเพื่อนได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ครูควรเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการประเมินร่วมด้วย สอดคล้องกับ Enderle, Grooms, & Sampson (2012) ที่กล่าวว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจะมีความสามารถในการสร้างและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนห้องเรียนปกติ

ขั้นการปรับปรุงรายงาน พบว่าการสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานของตนเองทำให้นักเรียนสามารถปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีคุณภาพมากขึ้น โดยครูคอยเดินตรวจสอบนักเรียนรายบุคคลระหว่างการปรับปรุงรายงานร่วมด้วยและมีการตรวจสอบการปรับปรุงรายงานของนักเรียนอีกครั้งเพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ของรายงาน โดยพิจารณารายงานว่าเป็นจริงตามที่เพื่อนประเมินไว้หรือไม่และมีการให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้นักเรียนเข้าใจประเด็นที่ควรพัฒนาของตนเองในการแสดงการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Sampson et al. (2009) ที่กล่าวว่าการปรับปรุงรายงานเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการเขียนบนพื้นฐานของข้อมูลเพื่อสร้างผลงานสุดท้ายให้ได้คุณภาพสูงสุด

ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง แสดงการอภิปราย ดังนี้

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในภาพรวมสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อย ปานกลาง และมากตามลำดับ และหลังจากการเรียนรู้พบว่าเพิ่มสูงขึ้นและจัดอยู่ในระดับมากเช่นกัน ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาได้ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีประเด็นคำตอบยังไม่แน่ชัดเพื่อนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบและกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนผ่านการกำหนดบทบาทสมมติ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ทั้งข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผล รวมทั้งสามารถเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ การประเมินรายงานโดยเพื่อนและการปรับปรุงแก้ไขรายงานของตนเองให้มีคุณภาพได้ โดยครูมีหน้าที่คอยกระตุ้นและให้คำแนะนำนักเรียน สอดคล้องกับ Simon et al. (2006) ที่พบว่า

การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับบทบาทของครูในการกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนสร้างเหตุผลสนับสนุนและเหตุผลค้านในการฝึกให้นักเรียนสะท้อนการอธิบายเหตุผลพร้อมหลักฐาน สามารถพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้ สอดคล้องกับ Neni et al. (2015) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งของนักศึกษาวิชาชีพครู พบว่าสามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งและทักษะการคิดวิเคราะห์ได้ดีขึ้น และสอดคล้องกับ ธัญกมล ศักดิ์สูง (2562) ซึ่งพบว่าหลังใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทั้งด้านการนิยาม ด้านการตัดสินข้อมูล และด้านการอ้างอิงในการแก้ไขปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในองค์ประกอบย่อยทั้งด้านการมีเหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การประเมินและตัดสินใจ และการแก้ปัญหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการและหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ด้านการมีเหตุผล นักเรียนมีระดับความสามารถจัดอยู่ในระดับมากหลังจากการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของประเด็นหรือปัญหาได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีการใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีประเด็นคำตอบยังไม่ชัดเจนเพื่อนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ กิจกรรมการสร้างข้อโต้แย้งในกลุ่มย่อยและกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนที่ทำให้นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้จากหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ แต่ทั้งนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีระดับความสามารถจัดอยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถแสดงการมีเหตุผลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้แต่ยังแสดงรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการชี้แจงรายละเอียดองค์ประกอบการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของครูที่อธิบายและยกตัวอย่างยังไม่ชัดเจนทำให้นักเรียนไม่สามารถแสดงการมีเหตุผลได้ดีเท่าที่ควร สอดคล้องกับ Hogan et al. (2000) ที่พบว่ากิจกรรมการโต้แย้งที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลได้ และสอดคล้องกับ ทศพล สุวรรณพุฒ (2562) ที่พบว่าการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ทั้งการให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย

ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ นักเรียนมีระดับความสามารถจัดอยู่ในระดับมากหลังจากการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลจากประเด็นหรือปัญหาได้ครบถ้วนถูกต้องทั้ง 3 องค์ประกอบ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ทั้งจากการทดลองและการสืบค้น การสร้างข้อโต้แย้งในกลุ่มย่อยและกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนที่ให้นักเรียนได้แสดงองค์ประกอบของข้อโต้แย้ง ทั้งข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผล แต่ทั้งนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีระดับความสามารถจัดอยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผลได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ แต่ยังแสดงรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบได้ไม่สมบูรณ์โดยเฉพาะด้านการมีเหตุผล ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการชี้แจงรายละเอียดองค์ประกอบของการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของครูที่อธิบายและยกตัวอย่างยังไม่ชัดเจน ทำให้นักเรียนแสดงการคิดอย่างเป็นระบบทั้ง 3 องค์ประกอบได้ไม่ชัดเจน สอดคล้องกับ Cavagnetto (2010) การที่นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และการใช้ข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลมาสร้างข้อกล่าวอ้าง โดยมีหลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อนำไปใช้ในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องได้ และสอดคล้องกับ ณัฐวรรณ ศิริธร (2562) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยแสดงองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้าง (ข้อสรุป) การให้เหตุผลและหลักฐาน

ด้านการประเมินและตัดสินใจ นักเรียนมีระดับความสามารถจัดอยู่ในระดับมากหลังจากการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถแสดงการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับประเด็นหรือปัญหา มีการสังเคราะห์และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อโต้แย้ง สามารถแปลความสารสนเทศและสรุปผลการวิเคราะห์ที่ดีที่สุดได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนที่มีการกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนเป็นสองฝ่ายส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ข้อมูลจากการโต้แย้งอย่างมีวิจารณญาณได้และสามารถประเมินและตัดสินใจจากสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับ Sampson et al. (2009) ที่กล่าวว่าหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนจะเกิดการพัฒนาความเข้าใจของทักษะการโต้แย้งที่สูงขึ้น สามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้หากมีหลักฐานที่หลากหลาย มีความเที่ยงตรง หรือมีนัยสำคัญและเพียงพอ

จะสามารถนำไปสู่ข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างได้ชัดเจนมากขึ้น และสอดคล้องกับ จิรารัตน์ แสงศร (2559) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้ระบุข้อสันนิษฐาน แปลงข้อมูล วิเคราะห์และแปลความข้อมูล และระบุเหตุผลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้

ด้านการแก้ปัญหา นักเรียนมีระดับความสามารถจัดอยู่ในระดับมากหลังจากการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ได้ โดยมีการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้และกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณเพื่อตัดสินใจได้และสามารถนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ โดยครูคอยกระตุ้นด้วยการใช้คำถามอยู่ตลอดเวลา สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ (2550) ที่พบว่าวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักการค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ และสอดคล้องกับ วนิดา ผาระนัด (2561) ที่พบว่าการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลจะช่วยพัฒนาให้นักเรียนเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ รู้จักคิดและเข้าใจประเด็นปัญหา และแก้ปัญหาโดยใช้วิจารณญาณได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

1. การกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนเป็นสองฝ่ายควรเป็นบทบาททางสังคมที่มีความใกล้เคียงกัน ไม่ควรชัดเจนจนเกินไปเพื่อนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ชัดเจนมากขึ้น

2. ประเด็นข้อโต้แย้งในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและกิจกรรมการโต้แย้ง ควรเป็นประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจนและควรใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่ายเพื่อทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ง่ายขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ผู้วิจัยพบว่ากระบวนการทำงานเป็นกลุ่มเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลของกระบวนการกลุ่มร่วมด้วยซึ่งอาจมีบทบาทในการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

2. ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งไปประยุกต์ใช้กับการพัฒนาทักษะสำคัญในการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 ด้านอื่นๆ เช่น ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ เนื่องจากผู้วิจัยพบว่าระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มจากการสำรวจตรวจสอบ การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนแสดงความสามารถในการสื่อสารภายในกลุ่มย่อยและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่มได้เป็นอย่างดี

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กนกทิพย์ ยาทองไชย. (2559). *การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่องปิโตรเลียมและพลังงานทดแทนเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กันติกาน สืบกินร. (2551). *การศึกษาผลการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). *การคิดเชิงวิเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

จิรารัตน์ แสงศร. (2559). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 28*(3), 14-26.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด:ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: วี พริ้นท์.

ชนาธิป พรกุล. (2554*). การสอนกระบวนการคิด:ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐวรรณ ศิริธร. (2562). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวลและกฎการเคลื่อนที่. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, 39*(1), 131-140.

ทศพล สุวรรณพุฒ. (2562). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ทิพวรรณ มูลทองชุน. (2535). *การพัฒนาแบบสอบแบบ เอ็ม อี คิว เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.

ธัญกมล ศักดิ์สูง. (2562). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิพากย์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส. *วารสารชุมชนวิจัย, 13*(2), 237-250.

นิตยา ภูผาบาง. (2559). *การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

บุญชุม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุรีวิทยาสาส์น.

พาอีหมัะ เจะสา. (2561). *ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.

พิพัฒน์ ไพบูลย์วัฒนกิจ. (2559). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาอนาคตโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอร์เรนซ์* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ภัทรพงษ์ วงษ์วิจิตรานนท์. (2557). *การศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการสอนโดยใช้รูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภัทราวรรณ ไชยมงคล. (2560). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, *8*(1), 27-40.

ภิญโญ วงษ์ทอง. (2563). การเรียนรู้บูรณาการสตีมศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *43*(2), 3-16.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (2557). *ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าพระนครเหนือ.

วนิดา ผาระนัด. (2561). การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล: ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *37*(2), 174-181.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2556). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 10). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทน์.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.

วิภาวี ศิริลักษณ์. (2557). *การพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วิโรจน์ สารรัตนะ. (2556). *กระบวนทัศน์ใหม่ทางการศึกษากรณีทัศนะต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ทิพยวิสุทธิ์.

ศศิธร พงษ์โภคา. (2558). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาอนาคตร่วมกับแผนผังความคิด. *วารสารสาขามนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์และศิลปะมหาวิทยาลัยศิลปากร*, *8*(2), 1223-1237.

ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์, และอุษา ชูชาติ. (2544). *ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

ศิริรัตน์ อุ่นเกิด. (2560). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับกลวิธีการสอนตามแนวคิด PCK. *วารสารศึกษาศาสตร์ฉบับวิจัย บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น, 11*(1), 175-188.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพแนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล*. กรุงเทพฯ: อินเตอร์เอ็ดดูเคชั่นซัพพลายส์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2015 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. สมุทรปราการ: แอดวานซ์ พริ้นติ้ง เซอร์วิส.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมใจ ภู่ภิรมย์. (2553). *ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความพึงพอใจต่อวิธีสอนคิดแบบโยนิโสมนสิการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเสนาณรงควิทยา จังหวัดสงขลา* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

สมสวย วิชามุข. (2560). การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นและแบบปกติ. ใน *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ* (น. 1203-1209).

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2548). *ร่วมคิดร่วมเขียนปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 และฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). *ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2* (พ.ศ. 2552-2561). กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์:ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21.* เพชรบูรณ์: จุลดิสการพิมพ์.

สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์, และพรรณี สินธพานนท์. (2555). *พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา.* กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุนันท์ สังข์อ่อง. (2555). *หลักสูตรและการสอนสำหรับศตวรรษที่ 21.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

สุรีพร เขียวสมบัติ (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างองค์ความรู้ร่วมกับเทคนิคการคิดแบบหมวก 6 ใบ ที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนสังเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2550). *กลยุทธ์การสอนคิดสังเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย. (2538). การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนของนิสิตนักศึกษากับแบบการสอนของอาจารย์ต่อการพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาล (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย. (2543). *การคิดอย่างมีวิจารณญาณ: การเรียนการสอนทางพยาบาลศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัปสร พันธ์ฤทธิ์. (2559). การสนับสนุนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการเขียนโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการโต้แย้ง. ใน *การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17* (น. 84-85).

เอกภูมิ จันทรขันตี. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 11*(1), 217-232.

Bloom, B.S., & Hastings,T.J., & Madaus, G.F. (1971). *Hand book on formative and summative evaluation of student learning.* New York: Mc Graw-Hill Book.

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

Dewey, J. (1910). *How we think*. D C Heath. Retrieved July 30, 2020, from https://doi.org/10.1037/10903-000

Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educational process*. Massachusetts: Health.

Dewey, J. (1993). *How we think: A restatement of the relation of reflective rhinking to the education process*. Boston: Houghton Mifflin.

Driver, R., & Newton & Osborne. (2000). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socio-scientific issues in high school genetic. *Research in Science Education, 38*(1), 67-90.

Enderle, P., & Grooms, J., & Sampson, V. (2012). Argument focused instruction and science proficiency in middle and high school classrooms. *NARST Annual International Conference.* USA: Indiana University.

Ennis, R.H. (1985). A logical basic for measuring critical thinking skill. *Educational Leadership*, 45-48.

Eymur, G. (2018). Developing high school students' self-efficacy and perceptions about inquiry and laboratory skills through argument-driven inquiry. *Journal of chemical education, 95*(5), 709-715.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of education.* New York: McGraw-Hill Book.

Grossnickle, F.E., & Leo J. Brueckner. (1959). *Discovery meaning in arithmetic*. New York: Holt Rinehart and Winston.

Hogan, K., & Nastasi, B., & Pressley, M. (2000). Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and Instruction, 17*, 379-432.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1998). *The action research reader*. Geelong Victoria: Deakin University.

Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development, 74*(5), 1245-1260.

Lin, S., & Mintzes, J.J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socio-scientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *8*(6), 993-1017.

Macintyre, C. (2000). *The art of action research in the school.* London: David Fultol.

McCallie, E. (2010). *Argumentation among publics and scientists: A study of dialogue events on socio-scientific issues.* Doctoral Dissertation, King's College London.

McKowen. (1996). *Critical thinking.* Retrieved July 30, 2020, from http://www.herdsa.org.au/vic/cornerstones/pdf/vderwal.pdf

Neni, H., & Herawati, S., & Mimien, H.I., & Hedi, S. (2015). *Argument-driven inquiry with scaffolding as critical thinking skills of students in Lampung, Indonesia.* Retrieved January 10, 2021, from http://pubs.sciepub.com/education/3/9/20

Nitko, A.J. (2004). *Educational assessment of students* (4th ed.). Columbus, Ohio: Pearson Education.

Partnership for 21st Century skills. (2011). *Framework for 21st century learning.* Retrieved October 10, 2020, from http://www.p21.org/storage/document/1 p21_ framework_2-pager.pdf

Pinar, S.C., & Eymur, G. (2018). Beyond the writing aspect of argument-driven inquiry: Investigating students' cognitive and affective expectations. *Bartin Universiry Journal of Faculty of Education*, *7*(1), 94-110.

Polya, A. (1957). *How to solve it.* New York: Double day-Anchor.

Quellmalz, E.S. (1985). Needed better method for testing higher older thinking skill, *Educational Leadership, 43*(6) , 29-34.

Sampson, V., & Enderle, P., & Grooms, J. (2013). Argumentation in science education. *The Science Teacher*, *80*(5), 30-33.

Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-driven inquiry to promote the understanding of important concepts and practices in biology. *The American Biology Teacher, 71*(8), 465-472.

Sampson, V., & Grooms, J., & Walker, J. (2009). Argument-driven inquiry: A way to promote learning laboratory activities. *The Science Teacher, 76*(8), 42-47.

Sampson, V., & Grooms, J., & Walker, J.P. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help student learn how to participate in scientific argumentation and craft Written Arguments: An Exploratory Study. *Science Education, 95*(2), 217-257.

Schmuck, R.A. (2006). *Practical action research for change*. N.P.: Corwin.

Simon, S. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education, 28*(2-3), 235-260.

Upienpong, P. (2009). *Repellent using behavior among Chikungunya in Narathiwat province*. A Thesis for Master of Public Health degree, Burapha University, Chonburi.

Walker, J.P., & Sampson, V. (2013). Learning to argue and arguing to learn: Argument driven inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching, 50*(5), 561-596.

Walker, J., & Sampson, V., & Zimmerman, C. (2011). Argument-driven inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education, 88*(10), 1048-1056.

Watson, G., & Glaser, E. (2002). *Watson-Glaser critical thinking appraisal.* UK Edition: Practice Test, Psychological Corporation.

Watson, G., & Glaser, E.M. (1964). *Watson-Glaser critical thinking appraisal manual.* New York: Harcourt, Brace and World.

Weir, J.J. (1974). Problem solving in everybody's problem. *Science Teacher, 4,* 17-18.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุพิน ภูพวก
   ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกนธ์ชัย ชะนูนันท์
   ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. นางอนัญญา แก้วพินิจ
   ครูชำนาญการพิเศษที่มีประสบการณ์ทางการสอนเคมี
   กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

รายการประเมินข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม (N)	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3				
1.1	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
2.1	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2	5	4	5	3	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3	5	5	5	3	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4	4	5	5	3	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
2.6	4	4	5	3	4.33	0.58	มาก
3.1	4	5	4	3	4.33	0.58	มาก
3.2	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
4.1	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
4.2	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.1	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
4.3.2	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
4.3.3	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.4	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.5	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.6	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
4.3.7	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
4.4	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
4.5	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.6	5	5	5	3	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 15 (ต่อ)

รายการประเมินข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	รวม (N)	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4.7	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
4.8	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
5.1	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
5.2	5	4	2	3	3.67	1.53	มาก
5.3	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
5.4	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
5.5	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
6.1	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
6.2	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
6.3	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
รวม					4.33	0.67	มาก

ตาราง 16 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของพลาสติกและการนำไปใช้ประโยชน์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

รายการประเมินข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	รวม (N)	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.1	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
2.1	5	5	5	3	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2	5	5	5	3	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
2.6	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการประเมิน ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	รวม (N)	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3.1	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.1	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.1	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.2	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
4.3.3	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.4	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.5	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.6	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
4.3.7	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.5	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
4.6	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.7	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
4.8	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
5.1	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
5.2	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
5.3	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
5.4	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
5.5	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
6.1	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
6.2	5	4	4	3	4.33	0.58	มาก
6.3	5	4	3	3	4.00	1.00	มาก
รวม					**4.42**	**0.66**	**มาก**

ตาราง 17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางการป้องกันแก้ไข ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

รายการประเมิน ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	รวม (N)	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.1	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
2.1	5	5	5	3	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
2.6	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
3.1	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.1	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.1	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.2	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.3	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
4.3.4	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
4.3.5	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3.6	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
4.3.7	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
4.4	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
4.5	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
4.6	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
4.7	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
4.8	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมินข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม (N)	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3				
5.1	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
5.2	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
5.3	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
5.4	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
5.5	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
6.1	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
6.2	5	5	4	3	4.67	0.58	มากที่สุด
6.3	5	5	3	3	4.33	1.15	มาก
รวม					**4.54**	**0.79**	**มากที่สุด**

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์

คำถามที่	องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1	2	3	รวม (N)	IOC	แปลผล
สถานการณ์ที่ 1							
1	การมีเหตุผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	การคิดอย่างเป็นระบบ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	การประเมินและตัดสินใจ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	การแก้ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 2							
1	การมีเหตุผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	การคิดอย่างเป็นระบบ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	การประเมินและตัดสินใจ	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
4	การแก้ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 3							
1	การมีเหตุผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	การคิดอย่างเป็นระบบ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	การประเมินและตัดสินใจ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	การแก้ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	เฉลี่ย					0.97	สอดคล้อง

ภาคผนวก ง ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของใบกิจกรรม

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของใบกิจกรรม เรื่อง พอลิเมอร์

คำถามที่	องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม (N)	IOC	แปลผล
		1	2	3			
ประเด็นการโต้แย้งที่ 1							
3	การมีเหตุผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	การคิดอย่างเป็นระบบ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	การประเมินและตัดสินใจ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	การแก้ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ประเด็นการโต้แย้งที่ 2							
3	การมีเหตุผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	การคิดอย่างเป็นระบบ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	การประเมินและตัดสินใจ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	การแก้ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ประเด็นการโต้แย้งที่ 3							
3	การมีเหตุผล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	การคิดอย่างเป็นระบบ	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
4	การประเมินและตัดสินใจ	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
5	การแก้ปัญหา	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	เฉลี่ย					0.92	สอดคล้อง

ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์
2. ตัวอย่างใบกิจกรรม
3. ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
4. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา
5. เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา
6. ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) 1 **รหัสวิชา ว30102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 **สารเคมีและผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวัน**
เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ **เวลา 4 ชั่วโมง**

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

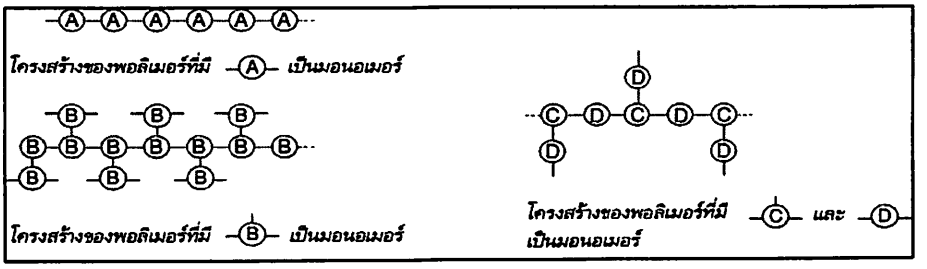
ว 2.1 ม.5/15 สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พอลิเมอร์ เป็นสารประกอบที่โมเลกุลมีขนาดใหญ่ เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ มีทั้งที่เกิดในธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้น ปฏิกิริยาที่มอนอเมอร์รวมกันเป็นพอลิเมอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน ซึ่งอาจเป็นแบบควบแน่น หรือแบบต่อเติม พอลิเมอร์มีหลายชนิด แต่ละชนิดอาจมีสมบัติบางประการเหมือนกันและบางประการแตกต่างกัน พอลิเมอร์นำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน ตามสมบัติของพอลิเมอร์ชนิดนั้น ๆ เช่น การใช้พลาสติกทำภาชนะ การใช้เส้นใยสังเคราะห์ทำเครื่องนุ่งห่ม และพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน บางชนิดสลายตัวยาก การใช้อย่างฟุ่มเฟือยและไม่ระมัดระวังอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

3. สาระการเรียนรู้

พอลิเมอร์ (polymer) คือ สารประกอบโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่และมีมวลโมเลกุลมาก เกิดจากมอนอเมอร์ (monomer) ซึ่งเป็นโมเลกุลเดี่ยวอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันจำนวนหลายพันหลายหมื่นโมเลกุลมายึดต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนซ์ แต่ละชนิดอาจมีสมบัติบางประการเหมือนกันและบางประการแตกต่างกัน เช่น สถานะ จุดหลอมเหลว การละลาย



ภาพ โครงสร้างพอลิเมอร์

สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์

มอนอเมอร์	พอลิเมอร์	สมบัติ	การนำไปใช้ประโยชน์
เอทิลีน	พอลิเอทิลีน	จุดหลอมเหลว 115-135 องศาเซลเซียส มีลักษณะใส เหนียว ยืดหยุ่นได้เล็กน้อย อากาศผ่านได้บ้าง	ภาชนะบรรจุอาหาร ถุงพลาสติกชนิดใสของเย็น ขวดใส่น้ำดื่มของเด็กเล่น ถุงพลาสติก หูหิ้วขวดพลาสติกชุ่น ฝาขวด
โพรพิลีน	พอลิโพรพิลีน	คล้ายพอลิเอทิลีนแต่แข็งแรงกว่าและจุดหลอมเหลวสูงกว่า ทนความร้อนได้ดีกว่า เบา	ภาชนะใช้กับไมโครเวฟ ภาชนะบรรจุสารเคมี เครื่องมือแพทย์ ภาชนะใส่เครื่องสำอาง พรม เชือก
ไวนิลคลอไรด์	พอลิไวนิลคลอไรด์	ลักษณะแข็ง คงรูปและเหนียว ทนต่อความชื้น สารเคมี และการขัดถู ไม่ทนต่อแสงและความร้อน	ท่อน้ำ เสื้อกันฝน หนังเทียมกระเบื้องยางปูพื้น บัตรเครดิต ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า
เตตระฟลูออโรเอทิลีน	พอลิเตตระฟลูออโรเอทิลีน	เหนียว ลื่น ทนทานต่อสารเคมี ทนความร้อน เป็นฉนวนไฟฟ้า	เคลือบผิวภาชนะหุงต้ม ฉนวนไฟฟ้า เคลือบสายเคเบิล สายไฟฟ้า
สไตรีน	พอลิสไตรีน	แข็งมาก แต่เปราะ ผิวเรียบ น้ำหนักเบา เนื้อใส โปร่งแสง ไม่ทนต่อกรดเบส ไม่นำไฟฟ้า	กล่องโฟมบรรจุอาหาร ช้อนส้อมพลาสติก กล่องพลาสติกใส ฉนวนสำหรับกระติกน้ำ
ไดเมทิลเทเรฟทาเลตและเอทิลีนไกลคอล	พอลิเอทิลีน-เทเรฟทาเลต	แข็ง เหนียว	ขวดน้ำดื่ม ถุงขนมขบเคี้ยว ภาชนะสำหรับไมโครเวฟ
เมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์	พอลิเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์	แข็ง ทนความร้อน	จาน ชาม ภาชนะที่ไม่แตกหัก
อะคริโลไนไตรล์	พอลิอะคริโลไนไตรล์	แข็ง เหนียว ทนต่อความชื้น สารเคมี และเชื้อรา	ผ้าโอรอน ด้ายสำหรับถักพรม ถุงเท้า เสื้อผ้าเด็ก เสื้อกันหนาว

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

4.1 นักเรียนสามารถอธิบายและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

4.2 นักเรียนสามารถออกแบบการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ได้

4.3 นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง เรื่อง "ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่" ได้

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

4.4 นักเรียนสามารถให้เหตุผลที่หลากหลายและเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของประเด็นการโต้แย้งได้ (การมีเหตุผล)

4.5 นักเรียนสามารถวิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลจากประเด็นการโต้แย้งได้ (การคิดอย่างเป็นระบบ)

4.6 นักเรียนสามารถวิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับประเด็นการโต้แย้งได้ (การประเมินและตัดสินใจ)

4.7 นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาตามแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจากประเด็นการโต้แย้งได้อย่างเหมาะสม (การแก้ปัญหา)

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

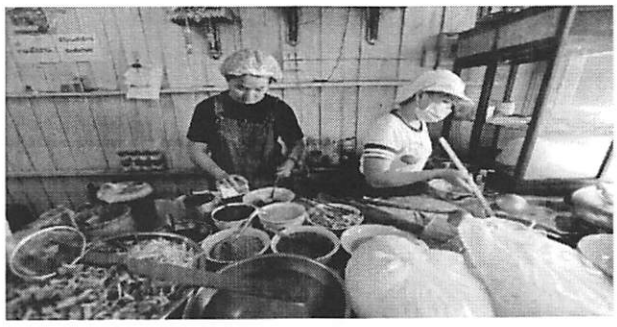
4.8 นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ใช้รูปแบบการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) มีทั้งหมด 7 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (10 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยกระตุ้นความสนใจด้วยภาพร้านขายอาหารอาหารตามสั่ง ซึ่งร้านค้าได้ใช้ภาชนะบรรจุอาหารในรูปแบบต่างๆ เช่น จาน ชาม ถุงพลาสติก กล่องโฟม กล่องพลาสติก ใบตอง เป็นต้น จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้



1) นักเรียนเคยรับประทานอาหารจากร้านอาหารต่างๆ หรือไม่

(แนวคำตอบ : ตามประสบการณ์ของนักเรียน)

2) ภาชนะและบรรจุผลิตภัณฑ์ในการบรรจุอาหารทำจากวัสดุประเภทใดบ้าง

(แนวคำตอบ : ถุงพลาสติก/โฟม/ถ้วยชาม/จาน/ใบตอง)

3) นักเรียนคิดว่าวัสดุดังกล่าวมีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ : แตกต่างกัน ตามประสบการณ์ของนักเรียน)

4) หากนักเรียนเป็นแม่ค้าจะเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดใดบ้างในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้าเพื่อนำกลับบ้าน ? เพราะเหตุใด (ครูยังไม่เฉลยคำตอบ เพื่อกระตุ้นความสงสัยและนำเข้าสู่บทเรียน)

5) นักเรียนคิดว่าบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวมีความปลอดภัยหรือไม่ และนักเรียนจะตรวจสอบได้อย่างไรบ้าง (ครูยังไม่เฉลยคำตอบ เพื่อกระตุ้นความสงสัยและนำเข้าสู่บทเรียน)

2. ครูชี้แจงการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งให้นักเรียนทราบร่วมกันว่า การสอนรูปแบบนี้มีกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อยก่อน จากนั้นนำข้อมูลไปนำเสนอการโต้แย้งในชั้นเรียนร่วมกัน โดยแต่ละกลุ่มจะต้องส่งตัวแทนออกมานำเสนอข้อโต้แย้งหน้าชั้นเรียน และให้อีกกลุ่มที่เป็นผู้ฟังแสดงการโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย พร้อมให้เหตุผลประกอบสลับกันไปมา จากนั้นนักเรียนจะต้องเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคลหลังจากกิจกรรมการโต้แย้งเสร็จสิ้น พร้อมกับประเมินรายงานของเพื่อน

ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (40 นาที)

ร้านขายก๋วยเตี๋ยว

แม่ค้าร้านขายก๋วยเตี๋ยวควรใช้ถุงพลาสติกชนิดใดบ้าง
ในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้าอย่างปลอดภัยเพื่อนำกลับบ้าน ?

กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการตรวจสอบเพื่อทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของถุงพลาสติกที่พบในชีวิตประจำวันจำนวน 10 ชนิด จากอุปกรณ์ที่ครูเตรียมให้

วัสดุ/อุปกรณ์

1. ถุงพลาสติกจำนวน 10 ชนิด
2. เตาไฟฟ้า / ฮอทเพลท
3. หม้อก๋วยเตี๋ยว
4. เทอร์มอมิเตอร์
5. กระบวยตัก
6. น้ำ
7. กรรไกร
8. หนังยาง

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คนต่อกลุ่ม แล้วให้สมาชิกกลุ่มเลือกประธานกรรมการ เลขานุการ และสมาชิก พร้อมทั้งแบ่งหน้าที่ของแต่ละคนเพื่อทำกิจกรรมร่วมกัน

2. ครูกำหนดประเด็นสถานการณ์ปัญหาจากการใช้บรรจุภัณฑ์ในร้านขายก๋วยเตี๋ยว และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดและวางแผนประเด็นที่จะตรวจสอบ และออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุอาหารชนิดต่างๆ ในร้านค้าที่ครูกำหนดโดยครูคอยให้คำแนะนำ

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการสำรวจตรวจสอบจากการออกแบบวิธีการสำรวจที่ได้ออกแบบไว้ รวมทั้งรายงานผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้ โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 การสำรวจตรวจสอบ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ โดยครูคอยให้คำแนะนำ

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายผลการสำรวจตรวจสอบ

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ชนิดต่างๆ โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (50 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์จากร้านค้า เพื่อสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย โดยแบ่งกลุ่มเป็น 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายแม่ค้า (สนับสนุนการใช้ถุงเย็นแทนถุงร้อนได้) และฝ่ายนักสาธารณสุข (ไม่สนับสนุนการใช้ถุงเย็นแทนถุงร้อน) ดังนี้

สถานการณ์ : ณ ร้านก๋วยเตี๋ยวแห่งหนึ่ง ต้องการขายก๋วยเตี๋ยวให้กับลูกค้าซึ่งนำกลับบ้าน โดยการใช้ถุงพลาสติกชนิดร้อนเพื่อบรรจุอาหารให้กับลูกค้า เนื่องจากวันนี้มีลูกค้าจำนวนมาก จึงทำให้ถุงในการบรรจุอาหารดังกล่าวหมดกะทันหัน และทางร้านไม่สามารถออกไปซื้อได้ในขณะนั้น ทางร้านจึงนำถุงบรรจุของแช่เย็นที่เหลืออยู่จากการใส่ผักมาใส่ก๋วยเตี๋ยวให้กับลูกค้าแทนถุงร้อนเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

ประเด็นการโต้แย้ง : **" ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่ "**

2. ครูชี้แจงการเขียนข้อโต้แย้ง ซึ่งต้องเขียนแสดงองค์ประกอบ ดังนี้
1) ข้อกล่าวอ้าง (ข้อสรุป) 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล โดยแสดงรายละเอียด ดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (ข้อสรุป) หมายถึง คำตอบของประเด็นการโต้แย้ง

2) หลักฐาน หมายถึง หลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อสรุป ซึ่งแสดงข้อมูลที่นักเรียนได้จากการสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ หรือจากการทดลองต่างๆ รวมทั้งต้องแสดงแหล่งอ้างอิงของข้อมูลนั้นๆ (บทความวิชาการ งานวิจัย ข้อมูลจากตำราเรียน ข่าวในหนังสือพิมพ์ เว็บไซต์ต่างๆ ฯลฯ)

3) การให้เหตุผล หมายถึง คำอธิบายแสดงความสัมพันธ์ของหลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปหรือคำตอบ โดยอธิบายว่าหลักฐานหรือข้อมูลที่นักเรียนนำมานั้นเกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพของถุงพลาสติกแต่ละชนิดได้อย่างไรบ้าง

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลหรือออกแบบการสำรวจตรวจสอบจากประเด็นการโต้แย้ง จากนั้นเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ต โดยแสดงองค์ประกอบของการสร้างข้อโต้แย้ง พร้อมกับตกแต่งให้สวยงามเพื่อใช้ในการนำเสนอในกิจกรรมการโต้แย้งหน้าชั้นเรียนในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (50 นาที)

1. ครูจัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ครูกำหนดประเด็นในการโต้แย้ง คือ "ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่"

1.2 ครูนิยามคำสำคัญของการโต้แย้งให้เข้าใจตรงกัน

1) ถุงเย็น หมายถึง ถุงพลาสติกสำหรับบรรจุอาหารประเภทของเย็น

2) ถุงร้อน หมายถึง ถุงพลาสติกสำหรับบรรจุอาหารประเภทของร้อน

1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอข้อโต้แย้งหน้าชั้นเรียนกลุ่มละ 2 คน กำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 5 นาที โดยนำเสนอถึงข้อกล่าวอ้าง (ข้อสรุป) หลักฐาน และการให้เหตุผล จากนั้นให้กลุ่มที่เป็นผู้รับฟังให้การโต้แย้งกลับเพื่อแสดงความเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย พร้อมให้เหตุผลประกอบสลับกันไปมาจนครบทุกกลุ่ม โดยกำหนดเวลาในการโต้แย้งกลับกลุ่มละ 3 นาที

***หมายเหตุ** : การโต้แย้งเน้นให้นักเรียนโต้แย้งจากหลักฐานและการให้เหตุผล ถ้าเริ่มมีการโต้แย้งโดยใช้อารมณ์ร่วมหรือการพูดโดยปราศจากหลักฐานหรือการอ้างอิง ให้ผู้สอนรีบยุติการโต้แย้งนั้นหรือใช้คำพูด/คำถามชี้นำให้กลับมาโต้แย้งด้วยหลักฐาน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อโต้แย้ง โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

1) ประเด็นการโต้แย้งที่นักเรียนเห็นตรงกันคืออะไร

2) ประเด็นการโต้แย้งที่นักเรียนเห็นต่างกันคืออะไร

3) ถุงเย็นมีลักษณะและคุณสมบัติอย่างไร

(แนวคำตอบ : ถุงเย็นมีลักษณะค่อนข้างใส ยืดหยุ่นได้ มีคุณสมบัติคือ ใช้ได้ดีในอุณหภูมิตั้งแต่ -40 °C ถึง 80 °C)

4) ถุงร้อนมีลักษณะและคุณสมบัติอย่างไร

(แนวคำตอบ : ถุงร้อนมี 2 ประเภท คือ ถุงร้อนใส และถุงร้อนขุ่น โดยถุงร้อนใสมีลักษณะใสกว่าถุงเย็น และไม่ยืดหยุ่น มีคุณสมบัติ คือใช้ได้ดีในอุณหภูมิตั้งแต่ -18°C ถึง 160 °C ส่วนถุงร้อนขุ่นมีลักษณะขุ่นและน้ำหนักเบา มีคุณสมบัติคือใช้ได้ดีในอุณหภูมิตั้งแต่ 0 °C ถึง 100 °C)

5) เราสามารถใช้ถุงเย็นแทนถุงร้อนได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

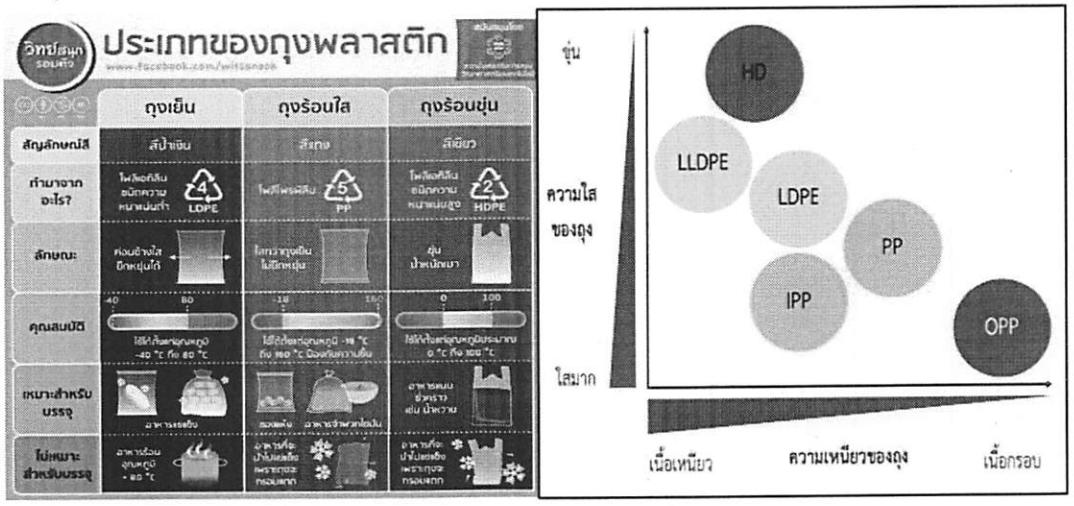
(แนวคำตอบ : ไม่ได้ เนื่องจากถุงแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน และสามารถทนความร้อนและความเย็นได้แตกต่างกัน หากใช้ผิดประเภทอาจไม่ปลอดภัยและทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังและใช้ถุงพลาสติกให้เหมาะสมกับการใช้งาน)

6) นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างไร

(แนวคำตอบ : คอยระมัดระวังและสังเกตการใช้บรรจุภัณฑ์ในการบรรจุอาหารของร้านค้าที่ใช้บริการ ถ้าเห็นควรว่าไม่ปลอดภัยต้องรู้จักหาวิธีการป้องกันตนเอง เช่น นำภาชนะที่มีความปลอดภัยและสามารถทนความร้อนได้สูง จำพวกภาชนะเมลามีน เซรามิก หรือแก้วไปใช้แทนบรรจุภัณฑ์ของร้าน)

3. ครูสรุปและอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ ดังนี้

"การนำพลาสติกมาใช้ทำเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหารควรคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ และควรใช้งานให้ถูกประเภท รวมทั้งไม่ควรเปลี่ยนลักษณะการใช้งาน เช่น บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ใช้บรรจุของเย็นไม่ควรนำมาบรรจุของร้อน หรือบรรจุภัณฑ์ของร้อนไม่ควรนำมาบรรจุของเย็น เป็นต้น"



ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล โดยชี้แจงการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบร่วมกัน มีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) จุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ 2) วิธีการสำรวจตรวจสอบ และ 3) คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่สำรวจตรวจสอบ (ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา) โดยมี 4 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การประเมินและตัดสินใจ และการแก้ปัญหา

2. นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจเป็นรายบุคคลจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด โดยครูทำหน้าที่คอยให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน (20 นาที)

1. ครูรวบรวมรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนแต่ละคนแล้วแจกกลับให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบบสุ่มซึ่งไม่ใช่กลุ่มเดียวกันเพื่อทำการตรวจสอบรายงานของเพื่อน

2. ครูแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้นักเรียนแต่ละคน

3. นักเรียนประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามเกณฑ์การประเมินที่ครูกำหนดและให้ข้อมูลย้อนกลับต่อเพื่อน โดยบันทึกลงในแบบประเมิน

4. นักเรียนรวบรวมรายงานพร้อมแบบประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบส่งคืนให้กับเจ้าของ

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน (10 นาที)

1. นักเรียนพิจารณาผลการประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนของตนเองแล้วทำการแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของเพื่อน โดยครูคอยให้คำแนะนำ

2. นักเรียนรวบรวมรายงานผลการสำรวจตรวจสอบส่งครู และครูประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบอีกครั้ง

6. การวัดและการประเมินผล

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้	ผู้ประเมิน
ด้านความรู้				
1.อธิบายและเปรียบเทียบสมบัติของพอลิเมอร์ได้	ตรวจประเมินจากใบกิจกรรมที่ 2	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80	ครู
ด้านทักษะ/กระบวนการ				
2.ออกแบบการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ได้	ตรวจประเมินจากใบกิจกรรมที่ 1	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสำรวจตรวจสอบ	ผ่านเกณฑ์ระดับคุณภาพดี	ครู
3. สืบค้นข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้ง เรื่อง "ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่" ได้	ตรวจจากการสร้างข้อโต้แย้งในชั้นเรียน	แบบประเมินการสร้างข้อโต้แย้งในชั้นเรียน	ผ่านเกณฑ์ระดับคุณภาพดี	ครู

ภาระ/ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้	ผู้ประเมิน
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา				
4. ให้เหตุผลที่หลากหลายและเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของประเด็นการโต้แย้งได้ (การมีเหตุผล)	ตรวจจากรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (รายบุคคล)	แบบประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา)	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (ผ่านเกณฑ์ระดับคุณภาพดีขึ้นไป)	- ครู - นักเรียน
5. วิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลจากประเด็นการโต้แย้งได้ (การคิดอย่างเป็นระบบ)				
6. วิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับประเด็นการโต้แย้งได้ (การประเมินและตัดสินใจ)				
7. คิดแก้ปัญหาตามแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจากประเด็นการโต้แย้งได้อย่างเหมาะสม (การแก้ปัญหา)				
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์				
8. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม	สังเกตพฤติกรรมการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่มในชั้นเรียน	แบบประเมินพฤติกรรมการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับคุณภาพดี	ครู

7. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

<u>สื่อการเรียนรู้</u>

1) หนังสือแบบเรียน สสวท. รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี)

2) คู่มือครู สสวท. รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (เคมี)

3) รายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์

4) ใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์

5) วัสดุและอุปกรณ์กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ (ร้านก๋วยเตี๋ยวจำลอง) ได้แก่ เตาไฟฟ้า หม้อก๋วยเตี๋ยว หนังยาง น้ำร้อน กระบวย กรรไกร เทอร์มอมิเตอร์ ถุงพลาสติกชนิดต่างๆ 10 ชนิด

6) กระดาษฟลิปชาร์ต จำนวน 5 แผ่น

7) ปากกาเมจิก จำนวน 5 กล่อง

8) สีไม้/สีเทียน จำนวน 5 กล่อง

<u>แหล่งการเรียนรู้</u>

1) เว็บไซต์หน่วยงานเกี่ยวกับพอลิเมอร์ เช่น

https://www.kmutt.ac.th/p-prof/?page_id=740&lang=th

2) เว็บไซต์งานวิจัยออนไลน์

http://www.thailis.or.th/tdc/ , https://www.tci-thaijo.org

https://scholar.google.com , https://dric.nrct.go.th/Index

8. บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนการสอน

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวปาริฉัตร ปานกลิ่น)

วันที่.....

1 ใบกิจกรรม

การสำรวจตรวจสอบ
เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์

กลุ่มที่..... สมาชิก ประกอบด้วย .....

คำชี้แจง ให้นักเรียนออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติการทางกายภาพของพอลิเมอร์ (ถุงพลาสติก) จากสถานการณ์ที่กำหนดต่อไปนี้

ร้านขายก๋วยเตี๋ยว

คำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ :

แม่ค้าร้านขายก๋วยเตี๋ยวควรใช้ถุงพลาสติกชนิดใดบ้างในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้าเพื่อนำกลับบ้าน ?

1.ประเด็นที่จะตรวจสอบ

.....

2.จุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

3. วัสดุและอุปกรณ์

1. ถุงพลาสติกชนิดต่างๆ 10 ชนิด
2. อุปกรณ์จำลองร้านก๋วยเตี๋ยว ได้แก่ เตาไฟฟ้า หม้อก๋วนเตี๋ยว กระบวย กรรไกร หนังยาง น้ำ และเทอร์มอมิเตอร์

4. ขั้นตอน/วิธีการสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ผลการสำรวจตรวจสอบ

6. สรุปผลการสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

2 ใบกิจกรรม

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ชนิดต่างๆ โดยเติมข้อมูลลงในตารางให้ถูกต้องสมบูรณ์ (20 คะแนน)

มอนอเมอร์	พอลิเมอร์	สมบัติ	การนำไปใช้ประโยชน์
เอทิลีน	พอลิเอทิลีน	จุดหลอมเหลว 115-135 องศาเซลเซียส มีลักษณะใส เหนียว ยืดหยุ่นได้เล็กน้อย อากาศผ่านได้บ้าง	ภาชนะบรรจุอาหาร ถุงพลาสติกชนิดใส่ของเย็น ขวดใส่น้ำดื่มของเด็กเล่น ถุงพลาสติกหูหิ้ว ขวดพลาสติกขุ่น ฝาขวด
โพรพิลีน			
	พอลิไวนิล-คลอไรด์		
เตตระฟลูออโรเอทิลีน			
สไตรีน			
	พอลิเอทิลีน-เทเรฟทาเลต		
เมลามีนและฟอร์มาลดีไฮด์			
อะคริโล-ไนไตรล์	**พอลิอะคริ-โลไนไตรล์**		

3 การสร้างข้อโต้แย้งในชั้นเรียน

สถานการณ์ : ณ ร้านก๋วยเตี๋ยวแห่งหนึ่ง ต้องการขายก๋วยเตี๋ยวให้กับลูกค้าซึ่งนำกลับบ้านโดยการใช้ถุงพลาสติกชนิดร้อนเพื่อบรรจุอาหารให้กับลูกค้า เนื่องจากวันนี้มีลูกค้าจำนวนมากจึงทำให้ถุงในการบรรจุอาหารดังกล่าวหมดกะทันหัน และทางร้านไม่สามารถออกไปซื้อได้ ในขณะนั้น ทางร้านจึงนำถุงบรรจุของแช่เย็นที่เหลืออยู่จากการใส่ผักมาใส่ก๋วยเตี๋ยวให้กับลูกค้าแทนเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

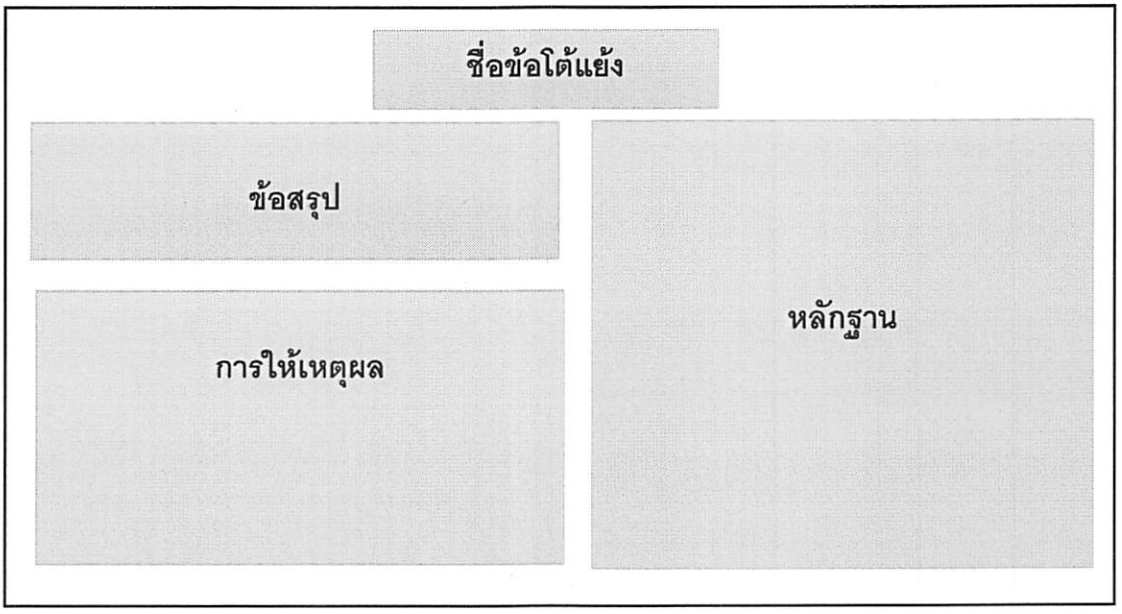
ประเด็นการโต้แย้ง **"ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่"**

วัสดุและอุปกรณ์

1. กระดาษฟลิปชาร์ต
2. ปากกาเมจิก
3. สีไม้/สีเทียน

วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งของกลุ่ม เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ จากประเด็นการโต้แย้งในสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ และร่วมกันเขียนข้อโต้แย้งรายกลุ่มลงในกระดาษฟลิปชาร์ตที่ครูแจกให้กลุ่มละ 1 แผ่น พร้อมตกแต่งให้สวยงาม โดยกำหนดองค์ประกอบการเขียนแสดงดังนี้



4 รายงานการสำรวจตรวจสอบ

ชื่อ-สกุล.....**ชั้น**.....**เลขที่**.....**กลุ่มที่**.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ จากสถานการณ์การโต้แย้งในชั้นเรียน และตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

สถานการณ์ : ณ ร้านก๋วยเตี๋ยวแห่งหนึ่ง ต้องการขายก๋วยเตี๋ยวให้กับลูกค้าซึ่งนำกลับบ้าน โดยการใช้ถุงพลาสติกชนิดร้อนเพื่อบรรจุอาหารให้กับลูกค้า เนื่องจากวันนี้มีลูกค้าจำนวนมาก จึงทำให้ถุงในการบรรจุอาหารดังกล่าวหมดกะทันหัน และทางร้านไม่สามารถออกไปซื้อได้ ในขณะนั้น ทางร้านจึงนำถุงบรรจุของแช่เย็นที่เหลืออยู่จากการใส่ผักมาใส่ก๋วยเตี๋ยวให้กับลูกค้าแทนเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

ประเด็นการโต้แย้ง : **"แม่ค้าสามารถใช้ถุงเย็นแทนถุงร้อนได้หรือไม่"**

1. จากสถานการณ์ข้างต้น จงเขียนจุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ

.....

.....

.....

2. จงแสดงขั้นตอน/วิธีการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ (แสดงขั้นตอนโดยสังเขป)

.....

.....

.....

.....

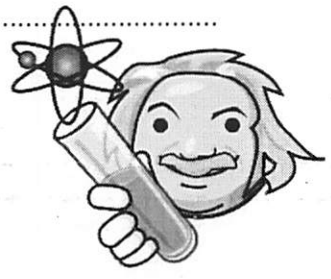
.....

.....

.....

.....

.....



3. จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนในการบรรจุก๋วยเตี๋ยว ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด จงแสดงเหตุผลประกอบให้มากที่สุด และแสดงหลักฐานอ้างอิง (การมีเหตุผล/การคิดอย่างเป็นระบบ)

ข้อสรุป	เหตุผล	หลักฐาน

4. นักเรียนคิดว่าพฤติกรรมของแม่ค้าที่ใช้ถุงเย็นแทนถุงร้อนในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้าเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด (การประเมินและตัดสินใจ)

.....

.....

.....

.....

.....

5. หากนักเรียนเป็นผู้บริโภคจากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างไรบ้าง จงอธิบายประกอบ (การแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ เวลา 4 ชั่วโมง
วันที่สะท้อนผล.....เวลา.....
รหัสวิชา ว30102 รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพ1 (เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

คำชี้แจง

1. แบบบันทึกการสะท้อนผล เป็นแบบสังเกตที่ให้ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างน้อย 10 ปี เป็นผู้ร่วมสังเกตแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของตนเอง

2. โปรดสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละขั้นตอนว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ต่อการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา รวมทั้งบันทึกจุดเด่น จุดด้อย และข้อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขในแต่ละขั้น

ผู้ร่วมสังเกต

☐ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์

☐ ผู้วิจัย

การจัดการเรียนรู้รูปแบบการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา มีทั้งหมด 7 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน

ครู : นำเข้าสู่ภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ และเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้า และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

ผู้เรียน : สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับ การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้า โดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิม เพื่อนำสู่การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม

จุดเด่น

.....

.....

จุดด้อย

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ครู : แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน และให้แต่ละกลุ่มออกแบบการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์เกี่ยวกับ สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ในการบรรจุอาหารชนิดต่างๆ ในร้านค้าจำลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

ผู้เรียน :แต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ในการบรรจุอาหารชนิดต่างๆ ในร้านค้าที่ครูจำลองขึ้น และบันทึกในใบกิจกรรมที่1และ 2

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม

จุดเด่น

.....

.....

จุดด้อย

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

ครู : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ปัญหาจากร้านค้า และกำหนดประเด็นการโต้แย้ง รวมทั้งชี้แจงการเขียนข้อโต้แย้งเพื่อสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อย โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายแม่ค้า (สนับสนุน) และฝ่ายนักสาธารณสุข (ไม่สนับสนุน)

ผู้เรียน : นักเรียนแต่ละฝ่ายสืบค้นข้อมูลหรือออกแบบการสำรวจตรวจสอบ และเขียนข้อโต้แย้งตามองค์ประกอบที่ครูกำหนดลงในกระดาษฟลิปชาร์ต พร้อมกับตกแต่งให้สวยงามเพื่อใช้ในการนำเสนอต่อไป

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม

จุดเด่น

.....

.....

จุดด้อย

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง

ครู : จัดกิจกรรมการโต้แย้ง โดยดำเนินการตามขั้นตอน 1) กำหนดประเด็นการโต้แย้ง 2) นิยามคำสำคัญให้เข้าใจตรงกัน 3) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้ง 4) นักเรียนกลุ่มอื่นแสดงความเห็นพร้อม เหตุผลประกอบ และใช้คำถาม/อธิบายเพิ่มเติม

ผู้เรียน : แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มต่อเพื่อนร่วมชั้น และอภิปรายหรือวิจารณ์เพื่อมุ่งค้นหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา และร่วมกันอภิปรายและสรุปร่วมกัน

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม

จุดเด่น

.....

.....

จุดด้อย

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ

ครู : ชี้แจงและให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล และคอยให้คำแนะนำ

ผู้เรียน : เขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม

จุดเด่น

.....

.....

จุดด้อย

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน

ครู : รวบรวมรายงานผลการสำรวจตรวจสอบรายบุคคลและสุ่มแจกให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินรายงานของเพื่อน และชี้แจงการตรวจประเมินร่วมกัน โดยแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมิน

ผู้เรียน : ประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามเกณฑ์การประเมิน และให้ข้อมูลย้อนกลับต่อเพื่อน

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม

จุดเด่น

.....

.....

จุดด้อย

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน

ครู : ให้คำแนะนำและประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบอีกครั้ง

ผู้เรียน : พิจารณาผลการประเมินรายงานการสำรวจตรวจสอบโดยเพื่อนของตนเอง และแก้ไขหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของเพื่อน

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม

จุดเด่น

.....

.....

จุดด้อย

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาพรวมการจัดการเรียนรู้

จุดเด่นในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

จุดด้อยในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สะท้อนผล

(.....)

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา
เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบวัดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบย่อย คือ

   1) ด้านการมีเหตุผล
   2) ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ
   3) ด้านการประเมินและตัดสินใจ
   4) ด้านการแก้ปัญหา

2. แบบวัดนี้เป็นข้อสอบอัตนัยแบบเขียนตอบอิสระ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ มีข้อคำถามย่อยสถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 24 คะแนน และใช้เวลาทั้งหมด 45 นาที

3. ก่อนทำแบบวัดให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน

****

สถานการณ์ที่ 1 **พลาสติกแบบไหนเข้าไมโครเวฟได้ ?**

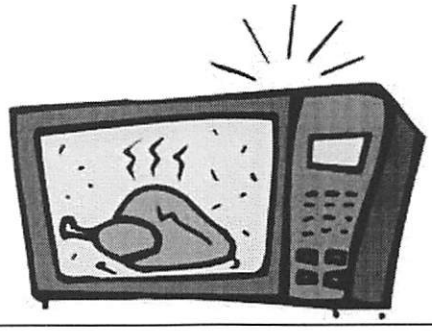
ในปัจจุบันอาหารแช่แข็งหรืออาหารแช่เย็นเป็นหนึ่งในอาหารที่ผู้บริโภคสามารถหาซื้อได้ง่ายและสะดวกรับประทานมากยิ่งขึ้น ซึ่งหนึ่งในอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการใช้ให้ความร้อนเพื่ออุ่นอาหารก็คงจะหนีไม่พ้น “ไมโครเวฟ” เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มักมีติดอยู่ในทุกๆครัวเรือน และสามารถอุ่นอาหารให้ร้อนได้อย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาเพียงไม่กี่นาที ภาชนะที่ใช้สำหรับบรรจุอาหารเพื่อใช้สำหรับไมโครเวฟถือเป็นสิ่งสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะหากเลือกภาชนะที่ใช้ไม่ถูกต้องแล้วอาจจะส่งผลให้เกิดโทษและอันตรายจากการได้รับสารโพลิเมอร์หรือสารเคมีที่ถูกหลอมละลายจากคลื่นไมโครเวฟ หรือทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าหรือภาชนะใส่อาหารเสื่อมประสิทธิภาพเร็วกว่าที่กำหนด

พลาสติกสำหรับใส่ไมโครเวฟที่เหมาะสมควรจะทำมาจากพลาสติกประเภท Polyethylene terephthalate (PET) หรือ Polypropylene (PP) ที่มีคุณสมบัติน้ำหนักเบา มีความเหนียว ทนทาน และมีความยืดหยุ่นต่อแรงกระแทก ดังนั้นพลาสติกประเภทนี้จึงไม่แตกเมื่อถูกแรงกดดัน นอกจากนี้ภาชนะพลาสติกที่ใช้สำหรับใส่ไมโครเวฟนั้นควรจะต้องมีสัญลักษณ์ที่บ่งบอกว่าใช้สำหรับอุ่นในไมโครเวฟได้ เพราะพลาสติกแต่ละชนิดมีองค์ประกอบและสัดส่วนของสารเคมีที่ใช้ในการผลิตไม่เหมือนกัน ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพแตกต่างกันออกไปด้วย พลาสติกบางชนิดอาจไม่สามารถทนความร้อนสูงได้ หากนำมาใช้ที่อุณหภูมิสูงอาจทำให้เกิดการหลอมเหลวของพลาสติกและผู้บริโภคก็จะได้รับโทษเป็นของแถมพ่วงมาด้วย การนำพลาสติกไปใช้งานผิดวิธีจะทำให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภคได้ เนื่องจากภายในพลาสติกมีสารเคมีที่ช่วยทำให้พลาสติกเกิดความยืดหยุ่นได้ที่เรียกว่า “สาร plasticizer” สารตัวนี้อาจถูกปลดปล่อยออกมาปนเปื้อนกับอาหารในระหว่างการให้ความร้อนด้วยรังสีไมโครเวฟได้ และจะอันตรายมากยิ่งขึ้นในอาหารที่มีไขมันสูง นอกจากนี้ ยังมีสารอันตรายอีกตัวหนึ่งที่ชื่อว่า “acetaldehyde” สารตัวนี้เป็นสารระเหยที่เกิดขึ้นได้เมื่อพลาสติกประเภท PET

ถูกหลอมเหลวด้วยความร้อน ซึ่งจะทำให้อาหารที่บรรจุอยู่ภายในมีกลิ่นและรสที่เปลี่ยนไป อย่างไรก็ดีสารตัวนี้จะยังไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ หากปริมาณที่อยู่ในองค์ประกอบของพลาสติกยังไม่เกิน 10 ppm. ส่วนภาชนะที่ทำจากกระดาษหรือกระดาษที่เคลือบแวกซ์หรือเคลือบพลาสติกสามารถนำมาใช้กับไมโครเวฟได้ปลอดภัยเช่นกัน แต่อาจต้องเพิ่มความระวังในเรื่องของรอยพิมพ์หมึกที่เมื่อโดนความร้อนอาจทำให้สารเคมีที่อยู่ภายในระเหยออกมาปนเปื้อนในอาหารได้ ดังนั้นถ้าจะให้ดีควรเลือกใช้ภาชนะแบบที่ไม่มีหมึกพิมพ์หรือมีให้น้อยที่สุดเพื่อป้องกันปัจจัยเสี่ยงในด้านนี้

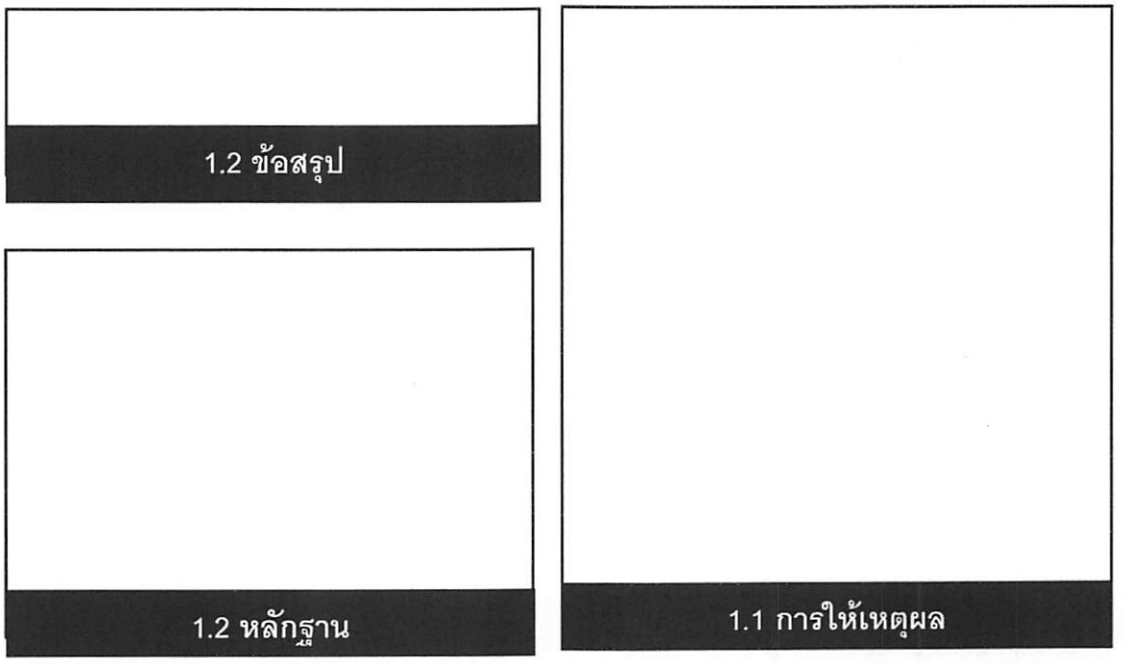
ที่มา : https://www.xn--22c0cohr1b8cc2cr6npa.com/read/449

นายเอ ได้เดินทางกลับบ้านต่างจังหวัดในช่วงวันหยุดยาว เนื่องจากคุณยายของนายเอชอบรับประทานโจ๊กมาก นายเอจึงได้แวะซื้อโจ๊กร้านดังแห่งหนึ่งมาฝากคุณยาย เมื่อนายเอมาถึงบ้านสวนที่ต่างจังหวัดจึงได้เข้าไปหาคุณยาย และนำโจ๊กที่ซื้อมาฝากให้กับคุณยาย แต่เนื่องจากโจ๊กที่ซื้อมานั้นไม่ร้อนแล้ว นายเอจึงเข้าไปในห้องครัวเพื่อไปอุ่นโจ๊กให้ร้อนก่อนนำมาให้คุณยายรับประทาน นายเอพยายามมองหาภาชนะที่จะใช้ในการอุ่นโจ๊กแต่พบว่าในห้องครัวนั้นแทบจะไม่มีภาชนะใดๆที่จะใช้สำหรับเตาไมโครเวฟได้เลย มีเพียงถ้วยพลาสติกเก่าๆ(HDPE) กล่องโฟม (PS) และกล่องข้าวสำหรับอุ่นในไมโครเวฟที่ใช้ไปแล้วเหลืออยู่เท่านั้น นายเอจึงตัดสินใจเลือกใช้กล่องข้าวสำหรับอุ่นไมโครเวฟที่ใช้ไปแล้วอุ่นโจ๊กให้คุณยายรับประทานเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้า



<u>จงตอบคำถามต่อไปนี้จากสถานการณ์ข้างต้น ?</u>

1.1/1.2 **นักเรียนคิดว่านายเอตัดสินใจเลือกใช้กล่องข้าวสำหรับอุ่นไมโครเวฟที่ใช้แล้วอุ่นโจ๊กให้กับคุณยายนั้นมีความ<u>เหมาะสมหรือไม่</u> <u>เพราะเหตุใด</u>** (การมีเหตุผล และ การคิดอย่างเป็นระบบ) **จงเขียนอธิบายแสดง 1) ข้อสรุป 2) การให้เหตุผล (อย่างน้อย 2 ประเด็น) และ 3) หลักฐาน**



1.3 **หากนักเรียนเป็นนายเอ จะเลือก<u>ใช้ภาชนะชนิดใด</u>สำหรับอุ่นโจ๊กด้วยไมโครเวฟให้กับคุณยาย เพื่อให้คุณยายได้รับความปลอดภัยมากที่สุด <u>เพราะเหตุใด</u>**
(การประเมินและตัดสินใจ)

.....

.....

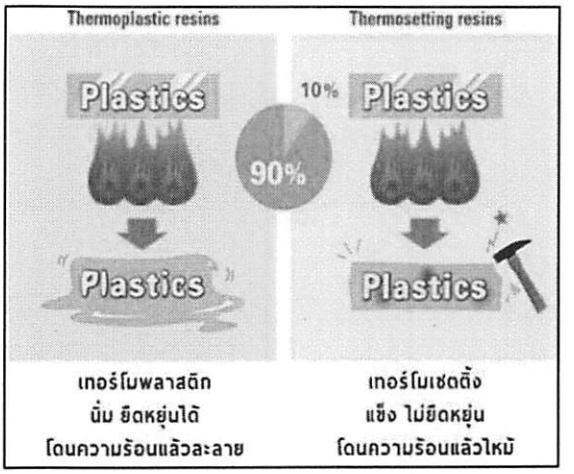
1.4 **จงยกตัวอย่าง<u>วิธีการแก้ปัญหา</u>อื่น ๆ ในการเลือกใช้ภาชนะสำหรับอุ่นในไมโครเวฟ <u>อธิบาย</u>โดยสังเขป** (การแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 **แน่ใจหรือไม่ว่าภาชนะบรรจุอาหารที่ใช้ปลอดภัย !**



http://www.kloshop.com/b/14

ภาชนะบรรจุอาหารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและส่วนประกอบของสารต่างๆ ที่แตกต่างกัน การเลือกใช้ภาชนะบรรจุอาหารควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งานและประเภทของอาหาร เพราะการใช้ภาชนะบรรจุอาหารผิดประเภท อาจนำอันตรายมาสู่เราได้

ภาชนะพลาสติก อยู่ในรูปถุงพลาสติก ถ้วยพลาสติก หรือฟิล์มพลาสติกสำหรับห่ออาหาร ซึ่งนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ล้วนมีอันตรายหากนำมาใช้ผิดวิธีเพราะสารเคมีจากพลาสติกอาจละลายปนเปื้อนสู่อาหารและเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ เราควรมีข้อระวัง ดังนี้

- ไม่ควรใช้บรรจุอาหารที่เป็นกรดหรือเปรี้ยวจัด เช่น ของหมักดอง น้ำส้มสายชู
- ถุงร้อนบางชนิดสามารถทนความร้อนได้ถึง 120 องศาเซลเซียส แต่อาหารที่ทอดใหม่ๆ อาจมีอุณหภูมิสูงกว่านี้ เพื่อความปลอดภัยจึงควรพักที่ตะแกรงให้อาหารคลายร้อนก่อนบรรจุใส่ถุง
- ไม่ควรใช้บรรจุอาหารที่ร้อนจัดหรือมีความมันมากๆ เป็นเวลานาน เนื่องจากพลาสติกสัมผัสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาอาจทำให้สารเคมีละลายปนเปื้อนสู่อาหารได้
- อย่าใช้ฟิล์มพลาสติกสัมผัสความร้อนโดยตรง ควรห่างกันอย่างน้อยประมาณ 1 นิ้ว เพราะหากฟิล์มได้รับความร้อนสูงอาจทำให้ละลายได้

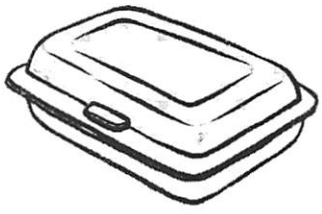
ภาชนะเมลามีน ชื่อเต็มว่า **เมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์** เป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรง น้ำหนักเบา สวยงาม ตกไม่แตก อัตราการรั่วซึมน้ำต่ำ ทนแรงกระแทกได้ดี ทนความร้อนได้สูง จึงเป็นที่นิยมนำมาขึ้นรูปเป็นภาชนะบรรจุอาหาร แต่มีข้อควรระวัง ดังนี้

- ไม่ควรใช้บรรจุอาหารที่ร้อนจัดเกิด 100 องศาเซลเซียส เช่น น้ำเดือดหรือของทอดร้อนๆ
- ไม่ควรใช้บรรจุอาหารที่เป็นกรดหรืออาหารที่มีรสเปรี้ยว
- ห้ามนำเข้าเตาไมโครเวฟเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากเป็นพลาสติกชนิดที่ไม่ทนต่อความร้อนและพลังงานไมโครเวฟจะทำให้สารฟอร์มาลดีไฮด์ปนเปื้อนในอาหาร หากมีการสะสมมากๆ ในระยะยาวทำให้เซลล์ในร่างกายเปลี่ยนแปลงก่อให้เกิดมะเร็ง หรืออวัยวะในระบบทางเดินหายใจและปอด

ถ้วยโฟมใส่อาหาร ผลิตจากสารเคมีพอลิสไตรีน PS (Polystyrene) โดยพอลิสไตรีนเป็นพลาสติกที่มีความใส ใส่สีและลวดลายได้ มีลักษณะแข็งแต่เปราะ แตกหักง่าย ไม่มีกลิ่น ผ่านการอัดอากาศร้อยละ 90 จึงทำให้โฟมไม่ทนต่อความร้อน รวมทั้งอาหารที่ร้อนจัดหรืออุ่นในไมโครเวฟ และทนต่ออุณหภูมิตั้งแต่ -20 °C ถึง 80 °C สารเคมีจะเกิดการละลายได้ง่ายเมื่อถูกคราบมัน การละลายของกล่อมโฟมอาจทำให้มีสารเคมีชื่อว่าสไตรีนออกมาปนเปื้อนอาหารได้ ซึ่งสารดังกล่าวก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อโรคมะเร็งและมีพิษต่อระบบประสาท

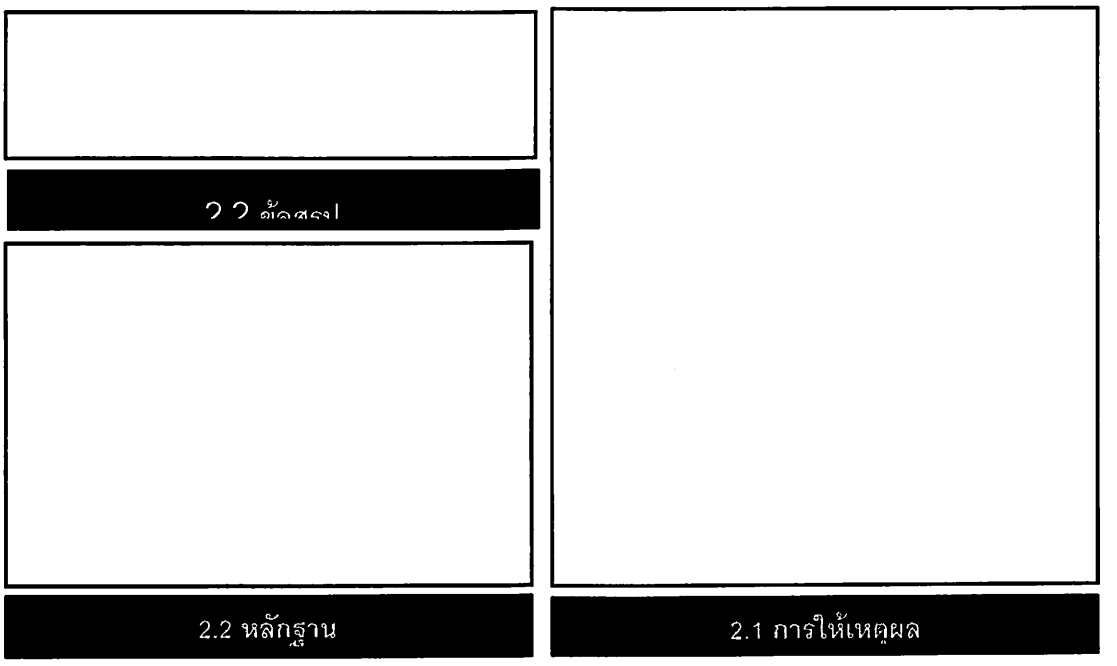
ชมรมจิตอาสาช่วยน้อง ได้ทำโครงการเลี้ยงอาหาร "ของทอด" ให้กับน้องๆ นักเรียนโรงเรียนชาวเขาในชุมชนแห่งหนึ่ง โดยโรงเรียนแห่งนี้ตั้งอยู่ห่างจากตัวเมืองหลายร้อยกิโลเมตร และการเดินทางค่อนข้างลำบากจึงทำให้ยากต่อการซื้อวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ดังนั้นทางชมรมจิตอาสาช่วยน้องจึงจัดเตรียมซื้อวัสดุและอุปกรณ์สำหรับทำอาหาร รวมทั้งจัดเตรียมถ้วยชามพลาสติกชนิด PP สำหรับใส่ของทอดให้พร้อมก่อนออกเดินทาง เมื่อเดินทางไปถึงโรงเรียนแล้วได้พบว่าได้ลืมภาชนะใส่อาหารไว้ที่ชมรม ทางชมรมจิตอาสาจึงแก้ปัญหาโดยการใช้ถ้วยจานเมลามีนเก่าๆ ที่มีอยู่จำนวนหนึ่งของโรงเรียนใส่ให้กับน้องๆแทน แต่เนื่องจากมีจำนวนน้อยจึงทำให้ไม่เพียงพอกับจำนวนของนักเรียน ประธานชมรมจึงแก้ปัญหาโดยใช้ถ้วยโฟมที่มีอยู่ใส่ของทอดให้กับน้องๆ แทน เพื่อให้น้องๆทุกคนได้รับประทานกันอย่างพร้อมเพรียง

ที่มา foodie taste จาก http://www.foodietaste.com/cookingtips_details.asp?id=375



<u>จงตอบคำถามต่อไปนี้จากสถานการณ์ข้างต้น ?</u>

2.1/2.2 นักเรียนคิดว่าชมรมจิตอาสาช่วยน้องตัดสินใจเลือกใช้ภาชนะในการบรรจุอาหาร (ของทอด) ให้กับน้องๆ นักเรียนนั้น<u>เหมาะสมหรือไม่</u> <u>เพราะเหตุใด</u> (การมีเหตุผล และการคิดอย่างเป็นระบบ) **จงเขียนอธิบายแสดง 1) ข้อสรุป 2) การให้เหตุผล (อย่างน้อย 2 ประเด็น) และ 3) หลักฐาน**



2.3 หากนักเรียนเป็นเด็กในโรงเรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับสมบัติของพอลิเมอร์ นักเรียนจะ<u>เลือกใช้ภาชนะชนิดใด</u>ใส่อาหาร (ของทอด) เพื่อความปลอดภัยของตนเองมากที่สุด <u>เพราะเหตุใด</u> (การประเมินและตัดสินใจ)

.....

.....

2.4 จงยกตัวอย่าง<u>วิธีการแก้ปัญหา</u>อื่นๆ ในการใช้ภาชนะบรรจุอาหารให้มีความปลอดภัยต่อตนเอง <u>อธิบาย</u>โดยสังเขป (การแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

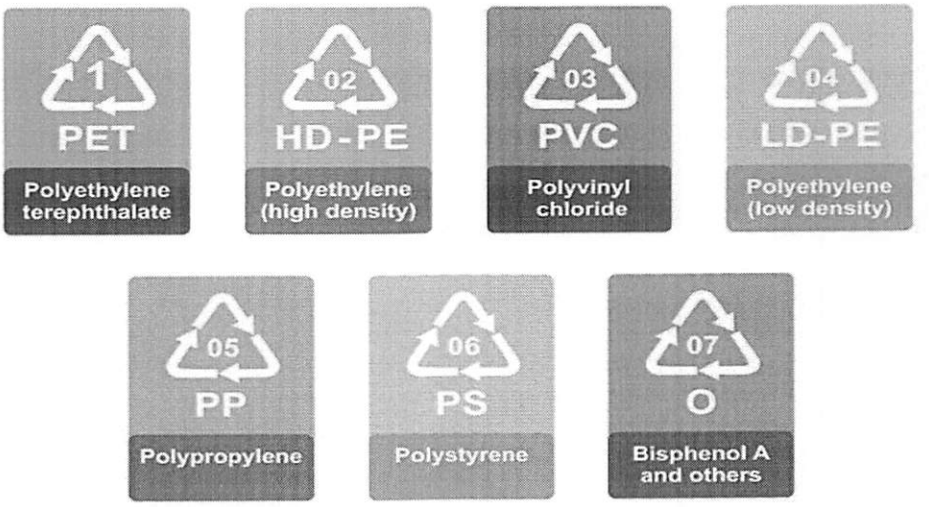
สถานการณ์ที่ 3 **ขวดน้ำพลาสติกใช้ซ้ำได้หรือไม่ !**

ดูเหมือนว่า "พลาสติก" จะกลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันของคนไทยกันแล้ว เพราะทุกหนทุกแห่งมีของที่ทำจากพลาสติกมากมาย พลาสติกจึงเป็นเครื่องอำนวยความสะดวกที่หาซื้อได้ง่าย มีราคาไม่แพงมาก และมีหลากหลายรูปแบบให้เลือกใช้ แต่คุณรู้ไหมว่า!...พลาสติกใกล้ตัวอย่างขวดใส่น้ำ หลอดดูด ชาม โฟม ฯลฯ ที่เราใช้กันมากในชีวิตประจำวันกลับเต็มไปด้วยสารเคมีอันตรายที่ซ่อนเร้นตัว เพื่อรอเวลาที่จะหลั่งไหลเข้าไปทำอันตรายให้กับร่างกายของเรา จากข้อมูลเรื่อง "ผลิตภัณฑ์พลาสติกกับอาหาร" ของ ภญ.กิตติมา วัฒนากมลกุล ภาควิชาสรีรวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ระบุว่าผลิตภัณฑ์พลาสติกกลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน เช่น ใช้เพื่อบรรจุอาหาร เนื่องด้วยความสะดวกสบายในการใช้งาน ซึ่งผลิตภัณฑ์พลาสติกที่นำมาใช้มีความแตกต่างกัน สามารถแบ่งตามชนิดของพลาสติกได้เป็น 7 ชนิด โดยมีการแสดงไว้บนผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยในเรื่องการคัดแยกพลาสติกสำหรับการรีไซเคิล ลักษณะสัญลักษณ์ คือ ลูกศรวิ่งวนเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า มีเลขกำกับอยู่ภายใน และมีตัวอักษะภาษาอังกฤษที่ฐานของสามเหลี่ยม ซึ่งเรียกว่า "รหัสพลาสติก" กำหนดโดย NA Society of the Plastics Industry ในปี ค.ศ. 1988

พลาสติกโพลีเอทิลีนเทอพาทาเลท (Polyethylene terephthalate) หรือที่เรียกกันโดยย่อว่า PET หรือ PETE (เพท) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีเนื้อใส (A-PET) และกลุ่มที่เป็นผลึกสีขาว (C-PET) ซึ่งใช้ผลิตเป็นขวดน้ำดื่มพลาสติกที่พกพาง่าย เช่น ขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำอัดลม ขวดน้ำมันสำหรับปรุงอาหาร ถุงขนมขบเคี้ยว สำหรับขวดบรรจุน้ำดื่มเหล่านี้ออกแบบมาเพื่อใช้เพียงครั้งเดียว ไม่ได้ออกแบบมาสำหรับให้นำมาทำความสะอาดใหม่โดยใช้ความร้อนสูงหรือขัดถูแล้วนำมาใช้ซ้ำ ขวดที่ใช้แล้วควรนำไปผ่านกระบวนการรีไซเคิลเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่มากกว่าการนำกลับมาใช้ซ้ำ แม้ว่าการใช้ซ้ำอาจจะไม่มีอันตรายจากสารที่หลุดออกมา แต่ผู้บริโภคอาจได้รับอันตรายจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เนื่องจากการทำความสะอาดที่ไม่ดีพอ นอกจากนี้สารอะซิทัลดีไฮด์สามารถแพร่ออกจากผลิตภัณฑ์เข้าไป

ปนเปื้อนของที่บรรจุอยู่ในภาชนะได้ ซึ่งสารอะซิทัลดีไฮด์เป็นสารที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริการะบุว่า เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งในคน รวมทั้งอาจส่งผลกระทบต่อพัฒนาการทางสมองได้

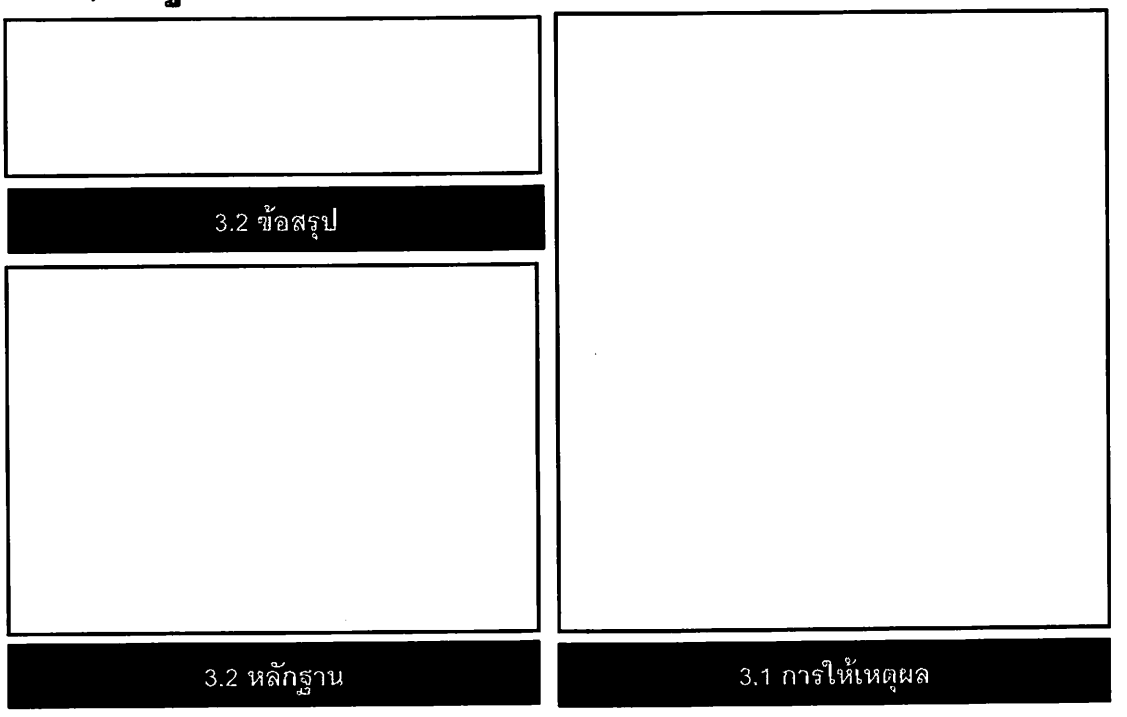
ที่มา : PPTV HD 36 จาก https://today.line.me/th/v2/article/



นายบี เป็นพนักงานบริษัทแห่งหนึ่ง ได้ซื้อน้ำดื่มจากร้านสะดวกซื้อเพื่อนำมาใช้บริโภคในห้องพักเฉลี่ยสัปดาห์ละ 1 แพ็ค โดยนายบีต้องขนย้ายน้ำดื่มขึ้นบันได 7 ชั้น เพื่อไปยังห้องพักของตนเอง เนื่องจากที่พักไม่มีลิฟท์ นายบีทำเช่นนี้เป็นประจำสม่ำเสมอจนเกิดความเหนื่อยล้าและขี้เกียจ นายบีจึงเปลี่ยนความคิดมาใช้น้ำดื่มซึ่งได้จากการกรองน้ำผ่านเครื่องกรองน้ำในห้องพักของตนเองแทนการซื้อน้ำดื่มจากร้านสะดวกซื้อ ทั้งนี้นายบีได้ใช้ขวดน้ำดื่มที่เคยใช้มาก่อนหน้านี้ในช่วงเวลาหลายเดือนที่ผ่านมาใส่น้ำดื่มเพื่อใช้ดื่มและบริโภคแทน

<u>จงตอบคำถามต่อไปนี้จากสถานการณ์ข้างต้น ?</u>

3.1/3.2 นักเรียน<u>เห็นด้วยหรือไม่</u>กับพฤติกรรมของนายบีที่นำขวดพลาสติกที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำหลาย ๆครั้ง เป็นประจำ <u>เพราะเหตุใด</u> (การมีเหตุผล และ การคิดอย่างเป็นระบบ)
จงเขียนอธิบายแสดง 1) ข้อสรุป 2) การให้เหตุผล (อย่างน้อย 2 ประเด็น) และ 3) หลักฐาน



3.3 หากนักเรียนเป็นนายบี นักเรียนจะ<u>เลือกใช้ขวดพลาสติกที่ใช้แล้วมาใส่น้ำดื่มหรือไม่</u> <u>เพราะเหตุใด</u> (การประเมินและตัดสินใจ)

.....

.....

.....

3.4 จงยกตัวอย่างการ<u>ให้คำแนะนำ</u>กับนายบีในการใช้ขวดดื่มน้ำเพื่อบรรจุน้ำดื่มอย่างปลอดภัย <u>อธิบาย</u>โดยสังเขป (การแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แนวทางการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา		
ประเด็นการประเมิน/ข้อคำถาม	**รายละเอียด**	**ระดับคะแนน**
1.การมีเหตุผล – สามารถแสดงเหตุผลได้อย่างหลากหลายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้เหมาะสมกับประเด็นหรือปัญหา		
1.1 **สถานการณ์ที่** 1 พลาสติกแบบไหนเข้าไมโครเวฟได้ ?	สามารถแสดงเหตุผลได้อย่างหลากหลาย และเชื่อมโยงเหตุและผลได้เหมาะสมกับประเด็นหรือปัญหาอย่างน้อย 2 ประเด็น เช่น **เหมาะสม** เพราะ 1) กล่องข้าวใช้สำหรับอุ่นในไมโครเวฟมีความปลอดภัยมากกว่าถ้วยพลาสติก (HDPE) และกล่องโฟม (PS) 2) สามารถทนความร้อนได้สูงและมีความยืดหยุ่นสูง จึงมีความเหมาะสมกับการใช้อุ่นในไมโครเวฟได้ 3) อาจเป็นพลาสติกชนิด PET หรือ PP ที่มีสมบัติสามารถเข้าไมโครเวฟได้ และสามารถใช้ซ้ำได้ 4) ภาชนะดังกล่าวต้องมีสัญลักษณ์แสดงถึง microwave safe หรือ microwaveable สามารถใช้กับไมโครเวฟได้ **ไม่เหมาะสม** เพราะ 1) กล่องอุ่นข้าวไมโครเวฟที่ใช้แล้วอาจมีคุณภาพไม่เพียงพอ (เก่า) หากใช้งานซ้ำหลายครั้งแล้ว เมื่อโดนความร้อนอาจมีสารเคมีปนเปื้อนกับอาหารทำให้ไม่ปลอดภัย 100% 2) อาจเป็นพลาสติกชนิด PET ที่ถูกหลอมเหลวด้วยความร้อนแล้วปล่อยสารอันตราย acetaldehyde ออกมาปนเปื้อนในอาหาร หากได้รับปริมาณมากจะทำให้ได้รับอันตรายได้	2
	สามารถแสดงเหตุผลได้ และเชื่อมโยงเหตุและผลได้เหมาะสมกับประเด็นหรือปัญหาอย่างน้อย 1 ประเด็น	1
	ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่เหมาะสมกับประเด็น หรือปัญหาได้ /ไม่ตอบคำถาม	0

แนวทางการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา		
ประเด็นการประเมิน/ข้อคำถาม	**รายละเอียด**	**ระดับคะแนน**
2.1 สถานการณ์ที่ 2 แน่ใจหรือไม่ว่าภาชนะบรรจุอาหารที่ใช้ปลอดภัย !	สามารถแสดงเหตุผลได้อย่างหลากหลาย และเชื่อมโยงเหตุและผลได้เหมาะสมกับประเด็นหรือปัญหาอย่างน้อย 2 ประเด็น เช่น **เหมาะสม** เพราะ 1) ถ้วยจานเมลามีนเป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรง สามารถทนความร้อนได้สูง จึงสามารถใช้อาหารที่ร้อนได้ แต่ไม่ควรร้อนจัดมีอุณหภูมิเกินกว่า 100 องศาเซลเซียส 2) ถ้วยจานเมลามีนมีความปลอดภัยมากกว่าถ้วยโฟม เนื่องจากถ้วยโฟมไม่ทนต่อความร้อน และสารเคมีจะละลายได้ง่ายและปนเปื้อนในอาหารได้ 3) ถ้วยจานเมลามีนเป็นพลาสติกประเภทเทอร์มอเซตติ้ง มีสมบัติที่แข็งแรง ทนความร้อนและแรงดัน ไม่อ่อนตัวเมื่อถูกความร้อน **ไม่เหมาะสม** เพราะ 1) การใช้ถ้วยโฟมใส่ของทอดที่ร้อนจัดจะทำให้สารสไตรีนปนเปื้อนออกมาในอาหารได้และก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ อาจต้องพักในตะแกรงให้เย็นก่อนใส่อาหาร 2) การใช้ถ้วยโฟมใส่ของทอดที่มีไขมันสูงจะทำให้สารสไตรีนละลายได้ง่าย ปนเปื้อนในอาหาร และมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งหรือมีพิษต่อระบบประสาท 3) ถ้วยโฟมเป็นพลาสติกประเภทเทอร์มอพลาสติก ชนิด PS มีสมบัติโค้งงอได้ ยืดหยุ่นได้สูง และได้รับความร้อนจะอ่อนตัว	2
	สามารถแสดงเหตุผลได้ และเชื่อมโยงเหตุและผลได้เหมาะสมกับประเด็นหรือปัญหาอย่างน้อย 1 ประเด็น	1
	ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่เหมาะสมกับประเด็น หรือปัญหาได้ /ไม่ตอบคำถาม	0

แนวทางการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา		ระดับคะแนน
ประเด็นการประเมิน/ข้อคำถาม	**รายละเอียด**	
3.1 สถานการณ์ที่ 3 ขวดน้ำพลาสติกใช้ซ้ำได้หรือไม่ !	สามารถแสดงเหตุผลได้อย่างหลากหลาย และเชื่อมโยงเหตุและผลได้เหมาะสมกับประเด็นหรือปัญหาอย่างน้อย 2 ประเด็น เช่น **ไม่เห็นด้วย** เพราะ 1) ขวดน้ำที่เคยใช้แล้วเป็นระยะเวลานานอาจไม่ปลอดภัย อาจมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากบริเวณที่ทำความสะอาดได้ไม่ดีพอ เช่น รอยพับของขวดน้ำ บริเวณก้นขวด ทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ 2) ขวดน้ำ PETE สำหรับขวดบรรจุน้ำดื่มออกแบบมาเพื่อใช้เพียงครั้งเดียวและไม่ควรใช้ซ้ำ ควรนำไปรีไซเคิลมากกว่า 3) ขวดพลาสติก PET อาจปล่อยสารอะซิทัลดีไฮด์แพร่ออกจากผลิตภัณฑ์เข้าไปปนเปื้อนในน้ำดื่มได้ ส่งผลให้เกิดโรคมะเร็งและกระทบต่อการพัฒนาการทางสมอง **เห็นด้วย** เพราะ 1) สามารถใช้ขวดซ้ำได้ แต่ควรดูแลรักษาความสะอาดของขวดน้ำอยู่เสมอ ไม่ควรใช้ซ้ำหลายครั้งจนเกินไป หากเริ่มมีสีเหลืองหรือมีสิ่งตกค้างที่ก้นขวดต้องรีบเปลี่ยนขวดใหม่ทันที อาจไม่ปลอดภัย 2) การใช้ขวดซ้ำช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายให้กับตนเองและไม่เป็นภาระในการขนย้ายน้ำดื่มขึ้นตึกสูง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสะอาดเป็นสำคัญ 3) ใช้ขวดซ้ำได้ แต่กำหนดระยะเวลาการเปลี่ยนขวดน้ำดื่มให้ชัดเจน เช่น ทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นอย่างต่ำ เพื่อความปลอดภัยของตนเอง	2
	สามารถแสดงเหตุผลได้ และเชื่อมโยงเหตุและผลได้เหมาะสมกับประเด็นหรือปัญหาอย่างน้อย 1 ประเด็น	1
	ไม่สามารถแสดงเหตุผลที่เหมาะสมกับประเด็น หรือปัญหาได้ /ไม่ตอบคำถาม	0
รวม		**6**

แนวทางการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา		
ประเด็นการประเมิน/ข้อคำถาม	**รายละเอียด**	**ระดับคะแนน**
2.การคิดอย่างเป็นระบบ - สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อแสดงถึงข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ทั้ง 3 องค์ประกอบ		
1.2 สถานการณ์ที่ 1 พลาสติกแบบไหนเข้าไมโครเวฟได้ ?	สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อแสดงถึงข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ถูกต้องครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ข้อสรุป-แสดงข้อสรุปจากประเด็นได้ถูกต้องเหมาะสม และชัดเจน 2) การให้เหตุผล-แสดงการให้เหตุผลที่หลากหลาย และเชื่อมโยงเหตุและผลได้เหมาะสมกับประเด็นอย่างน้อย 2 ประเด็น 3) หลักฐาน-แสดงหลักฐานสนับสนุนการให้เหตุผลได้ถูกต้อง พร้อมบอกแหล่งอ้างอิง เช่น ภาพจากเพจลุงซาเล้งกับขยะที่หายไป หรือ https://www.xn--22c0cohr1b8cc2cr6npa.com/read/449	2
	สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อแสดงถึงข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ถูกต้อง 2 องค์ประกอบ	1
	สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อแสดงถึงข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ถูกต้องเพียง 1 องค์ประกอบ / ไม่ตอบคำถาม	0
2.2 สถานการณ์ที่ 2 แน่ใจหรือไม่ว่าภาชนะบรรจุอาหารที่ใช้ปลอดภัย !	สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อแสดงถึงข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ถูกต้องครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ข้อสรุป-แสดงข้อสรุปจากประเด็นได้ถูกต้องเหมาะสม และชัดเจน 2) การให้เหตุผล-แสดงการให้เหตุผลที่หลากหลาย และเชื่อมโยงเหตุ และผลได้เหมาะสมกับประเด็นอย่างน้อย 2 ประเด็น 3) หลักฐาน-แสดงหลักฐานสนับสนุนการให้เหตุผลได้ถูกต้อง พร้อมบอกแหล่งอ้างอิง เช่น เพจ foodie taste จาก http://www.foodietaste.com/cookingtips_details.asp?id=375 หรือ http://www.kloshop.com/b/14	2
	สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อแสดงถึงข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ถูกต้องครบทั้ง 2 องค์ประกอบ	1
	สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อแสดงถึงข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ถูกต้องเพียง 1 องค์ประกอบ /ไม่ตอบคำถาม	0

แนวทางการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา		
ประเด็นการประเมิน/ข้อคำถาม	**รายละเอียด**	**ระดับคะแนน**
3.2 สถานการณ์ที่ 3 ขวดน้ำพลาสติกใช้ซ้ำได้หรือไม่ !	สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อแสดงถึงข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ถูกต้องครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ข้อสรุป-แสดงข้อสรุปจากประเด็นได้ถูกต้องเหมาะสม และชัดเจน 2) การให้เหตุผล-แสดงการให้เหตุผลที่หลากหลาย และเชื่อมโยงเหตุและผลได้เหมาะสมอย่างน้อย 2 ประเด็น 3) หลักฐาน-แสดงหลักฐานสนับสนุนการให้เหตุผลได้ถูกต้อง พร้อมบอกแหล่งอ้างอิง เช่น รายการโทรทัศน์ PPTV HD 36 จาก https://today.line.me/th/v2/article/	2
	สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อแสดงถึงข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ถูกต้องครบทั้ง 2 องค์ประกอบ	1
	สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อแสดงถึงข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ถูกต้องเพียง 1 องค์ประกอบ / ไม่ตอบคำถาม	0
รวม		6
3.การประเมินและตัดสินใจ – สามารถวิเคราะห์และประเมินข้อมูลเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม พร้อมแสดงเหตุผลประกอบอย่างชัดเจน		
1.3 สถานการณ์ที่ 1 พลาสติกแบบไหนเข้าไมโครเวฟได้ ?	สามารถวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม พร้อมแสดงเหตุผลประกอบครบถ้วนและชัดเจน เช่น เลือกใช้กล่องข้าวสำหรับอุ่นในไมโครเวฟที่ใช้แล้ว เพราะ 1) มีความปลอดภัยมากกว่าถ้วยพลาสติก (HDPE) และกล่องโฟม (PS) 2) ทนความร้อนสูง และยืดหยุ่นสูง สามารถใช้อุ่นในไมโครเวฟได้ 3) เป็นพลาสติกชนิด PET หรือ PP ที่มีสมบัติสามารถเข้าไมโครเวฟได้ และใช้ซ้ำได้ 4) ภาชนะอุ่นในไมโครเวฟมีสัญลักษณ์ microwave safe หรือ microwaveable	2

แนวทางการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา		
ประเด็นการประเมิน/ข้อคำถาม	**รายละเอียด**	**ระดับคะแนน**
	สามารถวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม แต่แสดงเหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน	1
	ไม่สามารถวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และไม่แสดงเหตุผล / ไม่ตอบคำถาม	0
2.3 สถานการณ์ที่ 2 แน่ใจหรือไม่ว่าภาชนะบรรจุอาหารที่ใช้ปลอดภัย !	สามารถวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม พร้อมแสดงเหตุผลประกอบครบถ้วนและชัดเจน เช่น เลือกถ้วยเมลามีน เพราะ 1) ถ้วยจานเมลามีนเป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรง สามารถทนความร้อนได้สูง จึงสามารถใช้อาหารที่ร้อนได้ แต่ไม่ควรร้อนจัดมีอุณหภูมิเกินกว่า 100 องศาเซลเซียส 2) ถ้วยจานเมลามีนมีความปลอดภัยมากกว่าถ้วยโฟม เนื่องจากถ้วยโฟมไม่ทนต่อความร้อน และสารเคมีจะละลายได้ง่ายและปนเปื้อนในอาหารได้ 3) ถ้วยจานเมลามีนเป็นพลาสติกประเภทเทอร์มอเซตติ้ง มีสมบัติที่แข็งแรง ทนความร้อนและแรงดัน ไม่อ่อนตัวเมื่อถูกความร้อน	2
	สามารถวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม แต่แสดงเหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน	1
	ไม่สามารถวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และไม่แสดงเหตุผล /ไม่ตอบคำถาม	0
3.3 สถานการณ์ที่ 3 ขวดน้ำพลาสติกใช้ซ้ำได้หรือไม่ !	สามารถวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม พร้อมแสดงเหตุผลประกอบครบถ้วนและชัดเจน ไม่ควรใช้ขวดพลาสติกซ้ำ เพราะ 1) ขวดน้ำที่เคยใช้แล้วเป็นระยะเวลานานอาจไม่ปลอดภัย อาจมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากบริเวณที่ทำความสะอาดได้ไม่ดีพอ เช่น รอยพับของขวดน้ำ บริเวณก้นขวด ทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ 2) ขวดน้ำ PETE สำหรับขวดบรรจุน้ำดื่มออกแบบมาเพื่อใช้เพียงครั้งเดียวและไม่ควรใช้ซ้ำ ควรนำไปรีไซเคิลมากกว่า 3) ขวดพลาสติก PET อาจปล่อยสารอะซิทัลดีไฮด์แพร่ออกจากผลิตภัณฑ์เข้าไปปนเปื้อนในน้ำดื่มได้ ส่งผลให้เกิดโรคมะเร็งและกระทบต่อการพัฒนาการทางสมอง	2

แนวทางการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา		
ประเด็นการประเมิน/ข้อคำถาม	รายละเอียด	ระดับคะแนน
	สามารถวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม แต่แสดงเหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน	1
	ไม่สามารถวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และไม่แสดงเหตุผล / ไม่ตอบคำถาม	0
รวม		**6**
4.การแก้ปัญหา - สามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครอบคลุมประเด็นหรือปัญหา พร้อมอธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง		
1.4 **สถานการณ์ที่** 1 พลาสติกแบบไหนเข้าไมโครเวฟได้ ?	สามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครอบคลุมประเด็นหรือปัญหาอย่างน้อย 1 ประเด็น พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบได้ถูกต้อง เช่น 1) ไปตลาดเพื่อซื้อภาชนะที่ทนความร้อนได้สูงสามารถใส่ไมโครเวฟได้และมีความปลอดภัย เช่น ถ้วยกระเบื้อง แก้ว เซรามิก 2) ใช้พลาสติกสำหรับใส่ไมโครเวฟได้โดยตรง และมีสัญลักษณ์ microwave safe หรือ microwaveable บ่งบอก เพื่อความปลอดภัย 3) ใช้ภาชนะที่ทำจากกระดาษหรือกระดาษที่เคลือบแวกซ์หรือเคลือบพลาสติก โดยเลือกที่ไม่มีหมึกพิมพ์เพื่อความปลอดภัย	2
	สามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครอบคลุมประเด็นหรือปัญหา แต่อธิบายเหตุผลประกอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้อธิบายเหตุผลประกอบ	1
	ไม่สามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและไม่ครอบคลุมประเด็นหรือปัญหา / ไม่ตอบคำถาม	0
2.4 **สถานการณ์ที่** 2 แน่ใจหรือไม่ว่าภาชนะบรรจุอาหารที่ใช้ปลอดภัย !	สามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครอบคลุมประเด็นหรือปัญหาอย่างน้อย 1 ประเด็น พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบได้ถูกต้อง 1) ใช้ภาชนะที่สามารถทนความร้อนสูงได้ เช่น ถ้วยจานกระเบื้อง แก้ว เซรามิก หรือกระดาษ 2) ใช้วัสดุจากธรรมชาติ(สด) เช่น ใบตอง ใบเล็บครุฑ ใบทองกวาว ใบบัว กระบอกไม้ไผ่ ใบไม้ต่างๆที่สามารถใส่อาหารได้มีความปลอดภัย 3) ใช้ผลิตภัณฑ์ภาชนะที่ทำจากวัสดุธรรมชาติซึ่งมีความปลอดภัยและย่อยสลายได้ง่าย เช่น จานชามจากชานอ้อย ใบตอง ใบหมาก เป็นต้น	2

แนวทางการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา		
ประเด็นการประเมิน/ข้อคำถาม	**รายละเอียด**	**ระดับคะแนน**
	สามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครอบคลุมประเด็นหรือปัญหา แต่อธิบายเหตุผลประกอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้อธิบายเหตุผลประกอบ	1
	ไม่สามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและไม่ครอบคลุมประเด็นหรือปัญหา / ไม่ตอบคำถาม	0
3.4 สถานการณ์ที่ 3 ขวดน้ำพลาสติกใช้ซ้ำได้หรือไม่ !	สามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครอบคลุมประเด็นหรือปัญหาอย่างน้อย 1 ประเด็น พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบได้ถูกต้อง เช่น 1) ทำความสะอาดขวดน้ำดื่มให้สะอาดอยู่เสมอ เพื่อความปลอดภัย และปราศจากจุลินทรีย์ต่างๆ 2) กำหนดช่วงเวลาในเปลี่ยนขวดน้ำดื่ม เพื่อไม่ให้นานจนเกินไป เช่น เปลี่ยนทุกสองสัปดาห์ เป็นต้น 3) เลือกใช้ขวดน้ำดื่มที่มีผิวเรียบ ไม่มีรอยพับหรือรอยบุบบริเวณคอขวดและก้นขวด เพื่อไม่ให้เกิดการสะสมของจุลินทรีย์ที่ส่งผลอันตรายต่อสุขภาพได้	2
	สามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครอบคลุมประเด็นหรือปัญหา แต่อธิบายเหตุผลประกอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้อธิบายเหตุผลประกอบ	1
	ไม่สามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและไม่ครอบคลุมประเด็นหรือปัญหา / ไม่ตอบคำถาม	0
รวม		**6**
รวมคะแนนทั้งหมด		**24**

ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
ด้วยรูปแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง แผนที่ 1
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อตรวจสอบการใช้ภาษา ความถูกต้องของเนื้อหาตามหลักวิชาการ เสนอความคิดเห็น และประเมินว่ามีความเหมาะสมในด้านต่างๆ ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม มากที่สุด

4 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม มาก

3 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม ปานกลาง

2 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม น้อย

1 หมายถึง มีระดับความเหมาะสม น้อยที่สุด

**********ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ในความกรุณาของท่าน**********

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
1	**สาระสำคัญ** 1.1 กระชับ ครอบคลุม สอดคล้องตามเนื้อหาสาระ						
2.	**จุดประสงค์การเรียนรู้** 2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด						
	2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ						
	2.3 มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
	2.4 สามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ให้บรรลุจุดประสงค์ได้						
	2.5 สามารถวัดและประเมินผลได้						
	2.6 ครอบคลุมองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา						

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
3.	**สาระการเรียนรู้** 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
	3.2 ถูกต้องและสอดคล้องกับหลักวิชาการ						
4.	**กระบวนการจัดการเรียนรู้** 4.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
	4.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาเรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์						
	4.3 การดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอนครอบคลุมสอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอน 4.3.1 **ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน** จุดประสงค์ : ชี้แจงภาระงานและสร้างคำถามนำจากสถานการณ์เพื่อเข้าสู่บทเรียน และส่งเสริมการคาดคะเนคำตอบที่ใช้เป็นแนวทางในการสำรวจตรวจสอบ						
	4.3.2 **ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล** จุดประสงค์ : ส่งเสริมการคิด วางแผน ออกแบบการสำรวจตรวจสอบ ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ และแก้ปัญหาจากสถานการณ์						
	4.3.3 **ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว** จุดประสงค์ : เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาที่ได้จากการสำรวตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล และการสร้างข้อโต้แย้ง						
	4.3.4 **ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง** จุดประสงค์ : ส่งเสริมการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในประเด็นการโต้แย้ง "ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่"						
	4.3.5 **ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ** จุดประสงค์ : สนับสนุนทักษะการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อเปิดโอกาส						

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
	ให้นักเรียนได้กลั่นกรองความคิดและแสดงออกมาในรูปของการเขียน						
	4.3.6 **ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน** จุดประสงค์ : ส่งเสริมการประเมินข้อมูล และการวิจารณ์ข้อมูลที่ทำให้เกิดการพัฒนา และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงผลงาน						
	4.3.7 **ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน** จุดประสงค์ : ส่งเสริมการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงข้อผิดพลาดและพัฒนาชิ้นงานให้มีคุณภาพมากขึ้น						
	4.4 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา						
	4.5 กิจกรรมมีลำดับกระบวนการและกิจกรรมการเรียนรู้เป็นขั้นตอน มีความต่อเนื่อง						
	4.6 กิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม						
	4.7 จำนวนชั่วโมงในการทำกิจกรรมมีความเหมาะสม						
	4.8 กิจกรรมและภาระงานเหมาะสมกับผู้เรียน						
5.	**สื่อและแหล่งเรียนรู้** 5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ และเนื้อหาที่เรียน						
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง						
	5.3 มีความหลากหลาย เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนระดับชั้น						
	5.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา						
	5.5 แหล่งเรียนรู้เพียงพอกับการสืบค้นข้อมูล						
6.	**กระบวนการวัดและประเมินผล** 6.1 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์						

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
	6.2 วิธีการวัดและเครื่องมือวัดเหมาะสมกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา						
	6.3 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจนและมีความเป็นไปได้						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวมคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับ

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ ปานกลาง ☐ ปรับปรุง

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	ปาริฉัตร ปานกลิ่น
วัน เดือน ปี เกิด	25 กรกฎาคม 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน	16/3 หมู่ 4 ตำบลหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ 53140
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนชุมแสงสงคราม "อุดรคณารักษ์อุปถัมภ์" อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก 65240
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู คศ.1
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2559	โรงเรียนเรยีนาเซลีวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
พ.ศ. 2560	โรงเรียนเทศบาลสวรรคโลกประชาสรรค์ อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย
พ.ศ. 2560	โรงเรียนชุมแสงสงคราม "อุดรคณารักษ์อุปถัมภ์" อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2559	ศษ.บ. วิทยาศาสตร์ (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่