



การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ตอนปลาย

THE DEVELOPMENT OF CHEMISTRY LEARNING ACTIVITIES BASED ON SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES FOR SOLVING PROBLEMS IN DAILY LIFE TO PROMOTE

อัศววิชญ์ พิวษ์งาม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE DEVELOPMENT OF CHEMISTRY LEARNING ACTIVITIES BASED ON SOCIO-
SCIENTIFIC ISSUES FOR SOLVING PROBLEMS IN DAILY LIFE TO PROMOTE
CRITICAL THINKING AND PROBLEM SOLVING SKILLS IN HIGH SCHOOL STUDENTS



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

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

อัครวิษณุ พิวงษ์งาม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล) (รองศาสตราจารย์ ดร.พรพนี ลีกิจวัฒน์)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุชีวัน โชติชัชวาลย์กุล) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ผู้วิจัย	อัครวิชญ์ พิวรงาม
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยรัตน์ ศรีวิไล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. สุชีวัน โชติชัชวาลย์กุล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยวิจัยเชิงทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Research) มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต (2) แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา มีค่าความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.41-0.64 และ 0.29-0.61 ตามลำดับ และมีค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ที่ 0.74 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติ t -test for One Sample สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้ (1) นักเรียนร้อยละ 86.67 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหายู่ในระดับดีขึ้นไปสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 70 (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม, การแก้ปัญหา, ฐานสมรรถนะ, ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา, ทักษะในศตวรรษที่ 21

Title	THE DEVELOPMENT OF CHEMISTRY LEARNING ACTIVITIES BASED ON SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES FOR SOLVING PROBLEMS IN DAILY LIFE TO PROMOTE CRITICAL THINKING AND PROBLEM SOLVING SKILLS IN HIGH SCHOOL STUDENTS
Author	AKRAWIT PHIWONGNGAM
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Piyarat Srivilai
Co Advisor	Dr. Sucheewin Chotchatchawankul

This research aimed to develop chemistry learning activities based on socio-scientific issues to solve problems in daily life, and to promote critical thinking and problem-solving skills among high school students. The pre-experimental research studies aim to develop learning activities before and after learning about socio-scientific issues and a comparative study of critical thinking and problem-solving skills for 30 Grade 12 students in the Science-Mathematics program at a medium-sized high school in the Secondary Educational Service Area Office, Bangkok One. They were selected using the purposive sampling method. The research instruments used in this study consisted of chemistry learning activities based on socio-scientific issues and critical thinking and a problem-solving skills assessment form. The scores of difficulty value (p) and discrimination value (r) were 0.41-0.64 and 0.29-0.61, respectively. The reliability value (r_{tt}) was 0.74. The statistics used for data analysis included percentage, mean, standard deviation and a t-test for One Sample. The results revealed the following: (1) 86.67% of the students had a good level of critical thinking and their problem-solving skills were higher than the 70% criteria; (2) the students who studied by using chemistry learning activities achieved posttest average scores in critical thinking and problem-solving skills were higher than the pretest at a statistically significant level of .05.

Keyword : Socio-scientific issues, Problem-solving, Competency-based curriculum, Critical thinking, 21st century skills

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตรหลัก และ อาจารย์ ดร.สุชีวิน โชติชัชวาลย์กุล ที่ปรึกษาปริญญาบัตรร่วม ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา เสนอแนะแนวทางและให้ความช่วยเหลือในการทำการศึกษาวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใจ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรณี ลีกิจวัฒน์ ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นประธานกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญาบัตรและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ กรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญาบัตรที่ได้มอบคำแนะนำในการปรับปรุง พัฒนาและแก้ไขงานวิจัยและปริญญาบัตรให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ชัชฎาภรณ์ พิณทอง อาจารย์ ดร.อิทธิพล สังเวียนวงศ์ และ อาจารย์ธนาภทศ ครุเจนธรรม ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและปรับปรุงเครื่องมือในการวิจัยจนสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้ตามเวลาที่กำหนด

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลวิจัยและสนับสนุนการทำวิจัยมาโดยตลอด ระยะเวลาในการทำวิจัยตลอดจนนักเรียนทุกคนที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้มอบโอกาสให้ผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2564 จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่ดีแก่ผู้วิจัยเสมอมา รวมทั้งกัลยาณมิตรทุกท่านที่คอยส่งเสริมและสนับสนุนในด้านต่าง ๆ แก่ผู้วิจัย ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาและดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี คุณค่าและประโยชน์จากการทำปริญญาบัตรในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบไว้เป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และ สมรรถนะของผู้เรียน สืบไป

อัศวินชัย พิวงษ์งาม

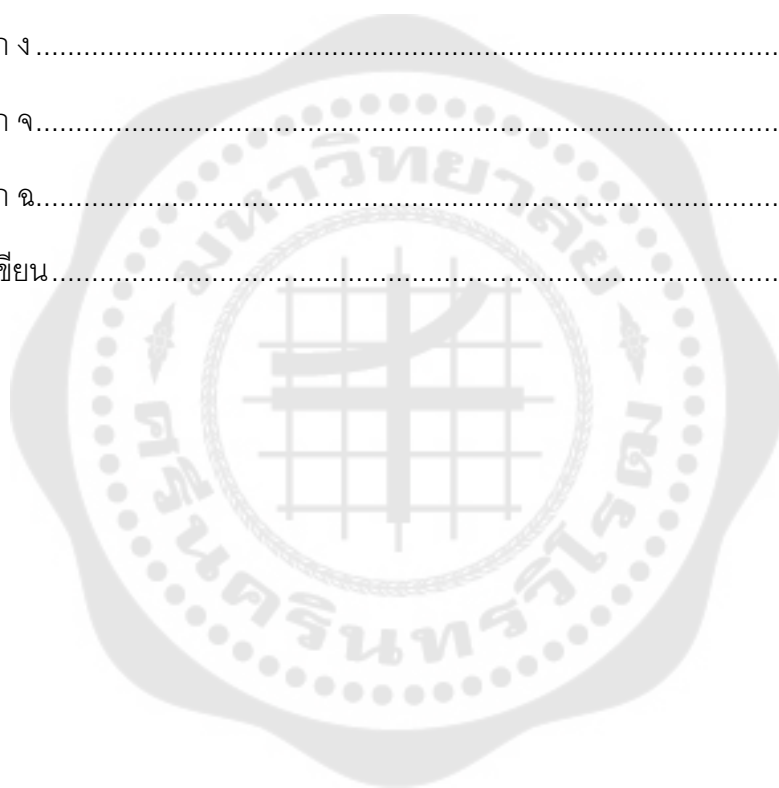
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	5
ความสำคัญของงานวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	5
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	5
ตัวแปรที่ศึกษา.....	6
เนื้อหา.....	6
ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
สมมติฐานในการวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	10

1.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้	10
1.2 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้	11
1.3 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้	13
1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้	15
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่มที่ 6 เคมีกับการแก้ปัญหา.....	16
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551	16
2.2 ผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ที่เกี่ยวข้องกับเคมีกับ การแก้ปัญหา.....	17
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับ สังคม (Socio-scientific Issues).....	30
3.1 ความมุ่งหมายของการประยุกต์ใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-scientific Issues) ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์	30
3.2 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์ กับสังคม (Socio-Scientific Issues).....	32
3.3 ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-Scientific Issues).....	33
3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-Scientific Issues).....	39
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21	41
4.1 ความหมายของทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	41
4.2 กรอบความคิดสำหรับทักษะในศตวรรษที่ 21	41
4.3 ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving).....	43

4.4 การประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหา ..	44
4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ แก้ปัญหา	47
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
1. พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	50
1) การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	50
2) ศึกษาผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	50
3) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม	51
4) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	52
2. ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลัง เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการ แก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม	71
1) แบบแผนการทดลอง.....	71
2) การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72
3) การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	73
บทที่ 4 ผลการศึกษา	75
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	83
ความมุ่งหมายของงานวิจัย	83
สมมติฐานในการวิจัย	83
วิธีดำเนินการวิจัย	83
สรุปผลการวิจัย	88
อภิปรายผลการวิจัย	89

ข้อเสนอแนะ	113
บรรณานุกรม.....	115
ภาคผนวก.....	121
ภาคผนวก ก.....	122
ภาคผนวก ข.....	124
ภาคผนวก ค	136
ภาคผนวก ง	143
ภาคผนวก จ.....	155
ภาคผนวก ฉ.....	161
ประวัติผู้เขียน.....	167



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเคมีกับการแก้ปัญหา.....	20
ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่ 1	22
ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่ 2	24
ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่ 3	26
ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่ 4	29
ตาราง 6 แสดงความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทั่วไปและการจัดการเรียนรู้ตาม ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม Wilmes and Horwarth (2009).....	36
ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะใน ศตวรรษที่ 21	50
ตาราง 8 โครงสร้างเวลาในการจัดกิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์ กับสังคม.....	52
ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ของ Sadler (2011) และการจัดการเรียนรู้เคมีแบบทั่วไป ปรับปรุงจาก สุรศักดิ์ เฟวท์ (2559).....	54
ตาราง 10 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาจากคำถาม 7 ข้อ ปรับปรุงจากแบบประเมินตามแนวทางของ 21st Century Skills Standard Rubrics.....	66
ตาราง 11 เกณฑ์การสรุปผลประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	69
ตาราง 12 แสดงแบบแผนการการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design	72
ตาราง 13 โครงสร้างระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับ การแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม	76
ตาราง 14 แสดงช่วงคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหานักเรียนจาก การประเมินทักษะหลังเรียน	76

ตาราง 15 แสดงระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียน
 77

ตาราง 16 แสดงการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการ
 แก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุด
 กิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม 79

ตาราง 17 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
 รายด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรม
 การเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม 80

ตาราง 18 แสดงค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของชุดกิจกรรม เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต
 125

ตาราง 19 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบ
 ของชุดกิจกรรม เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต 127

ตาราง 20 แสดงค่าความเหมาะสมของความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร
 กระบวนการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และกิจกรรมการเรียนรู้ตามชุดกิจกรรม 129

ตาราง 21 แสดงค่าความเหมาะสมของความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร
 กระบวนการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และกิจกรรมการเรียนรู้ตามชุดกิจกรรม 131

ตาราง 22 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมความสอดคล้อง
 ระหว่างผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และ
 กิจกรรมการเรียนรู้ตามชุดกิจกรรม 132

ตาราง 23 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณและการแก้ปัญหา 134

ตาราง 24 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น
 (r_{tt}) ของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 135

ตาราง 25 แสดงผลคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาก่อนเรียนด้วยชุด
 กิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม 137

ตาราง 26 แสดงผลการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนด้วย
 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม..... 139

ตาราง 27 แสดงผลต่างของคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาก่อนก่อน
 เรียนและหลังเรียน 141



สารบัญรูปร่างภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	43
ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนกระบวนการวิจัย.....	49
ภาพประกอบ 3 ระดับทักษะของนักเรียนที่ประเมินหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะทักษะการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหา	77
ภาพประกอบ 4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการ แก้ปัญหาในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม	81
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1 เคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกโลก	90
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ได้ทำการตอบคำถามผ่านกระบวนการวิเคราะห์ และค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับพลาสติก.....	91
ภาพประกอบ 7 แสดงการทำกิจกรรมที่มีการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนเกี่ยวกับแนวโน้มการ ผลิตไบโอพลาสติกที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่สอดคล้องกับนโยบายการยกเลิกการใช้พลาสติกอย่างเด็ดขาด	92
ภาพประกอบ 8 แสดงคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุได้ว่าปัญหาของพลาสติกและแนว ทางการแก้ปัญหาได้.....	93
ภาพประกอบ 9 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่ 3 เคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด.....	94
ภาพประกอบ 10 แสดงการระบุปัญหาและผลกระทบในเบื้องต้นโดยนักเรียนสืบค้นจาก แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ	95
ภาพประกอบ 11 แสดงการจัดกิจกรรมขั้นที่ 2 การทำลายความเชื่อหลัก ตามประเด็นวิทยาศาสตร์ กับสังคม ที่แสดงให้เห็นความขัดแย้งและสอดคล้องกันของอัตราการตรวจหาเชื้อที่มีความสัมพันธ์ กับลักษณะการระบาดของโรค COVID-19.....	96
ภาพประกอบ 12 แสดงคำตอบของนักเรียนที่อธิบายความสัมพันธ์ของจำนวนผู้ติดเชื้อรายวันกับ อัตราการตรวจหาเชื้อ ซึ่งนักเรียนได้วิเคราะห์จากข้อมูลที่น่าเชื่อถือหลายแหล่ง	97

ภาพประกอบ 13 แสดงคำตอบของนักเรียนในการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางเคมีกับการแก้ปัญหาการระบาดของโรค COVID-19	98
ภาพประกอบ 14 แสดงตัวอย่างของกิจกรรมที่ 3 เคมีในอนาคต.....	99
ภาพประกอบ 15 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกิจกรรมขั้นที่ 2 การท้าทายความเชื่อหลักที่มีการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะการใช้องค์ความรู้ทางเคมีในสังคม.....	100
ภาพประกอบ 16 แสดงกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับความก้าวหน้าขององค์ความรู้ทางเคมีและการนำไปใช้ประโยชน์.....	101
ภาพประกอบ 17 แสดงตัวอย่างกิจกรรมขั้นที่ 8 ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม	102
ภาพประกอบ 18 แสดงกิจกรรมนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของการสัมมนาทางวิชาการของนักเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	103
ภาพประกอบ 19 แสดงตัวอย่างการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียน	106
ภาพประกอบ 20 แสดงตัวอย่างการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียน.....	107
ภาพประกอบ 21 แสดงความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพลาสติก.....	108
ภาพประกอบ 22 แสดงตัวอย่างการตัดสินใจพร้อมเหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียน....	109
ภาพประกอบ 23 แสดงการเขียนตอบระบุปัญหา คำถามสำคัญ และอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ของนักเรียน.....	110
ภาพประกอบ 24 แสดงตัวอย่างผลงานนักเรียนที่จัดขึ้นในกิจกรรม เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต	156
ภาพประกอบ 25 แสดงการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนเกี่ยวกับแนวโน้มอุตสาหกรรมพลาสติกในอนาคตของกิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกสิ่งแวดล้อม.....	157
ภาพประกอบ 26 แสดงกิจกรรมที่นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูลจากกราฟและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการระบาดของโควิด-19 ในกิจกรรมที่ 2 เคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต	158
ภาพประกอบ 27 แสดงกิจกรรมกลุ่มแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) ที่เกี่ยวข้องกับเคมี เพื่อใช้ในการหาหัวข้อสำหรับกิจกรรมสัมมนา.....	159

ภาพประกอบ 28 ภาพตัวอย่างผลงานนักเรียนในการนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาขยะพลาสติก
..... 160



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้เข้าใจองค์ความรู้ และมีความสนใจในวิทยาศาสตร์ โดยต้องรวบรวมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับประสบการณ์การเรียนรู้เข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิต ผ่านกระบวนการเรียนการสอนที่นักเรียนต้องมีส่วนร่วม (King และ Ritchie, 2013) ในส่วนของประเทศไทยมีเป้าหมายสำคัญที่ใช้เป็นหลักสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี และกฎพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการเข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งพัฒนาทักษะที่สำคัญในการใช้ศึกษาค้นคว้าและคิดค้นเทคโนโลยีไปจนถึงต้องตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบกับศาสตร์อื่น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปปรับ ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต และพัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ และใช้วิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ มีคุณธรรม จริยธรรม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีความสำคัญเพื่อเป็นการเตรียมกำลังคนในอนาคตทั้งทางเศรษฐกิจและสังคม โดยมีการยอมรับอย่างเป็นทางการว่าองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2555)

ปัจจุบันองค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) นำโดยคณะกรรมการนานาชาติว่าด้วยการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้สรุปแนวทางการจัดการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยมีสาระสำคัญตอนหนึ่งที่กล่าวว่าการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยการเรียนรู้ 4 ลักษณะ ได้แก่ การเรียนเพื่อรู้ (Learning to know) การเรียนรู้เพื่อปฏิบัติได้จริง (Learning to do) การเรียนรู้เพื่อที่จะอยู่ร่วมกัน และการเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกับผู้อื่น (Learning to Live Together) การเรียนรู้เพื่อชีวิต (Learning to Be) (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2553) รวมถึงมีการเสนอว่าเป้าหมายของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 คือ การมีวิธีการคิดระดับสูง มีวิธีการเรียนรู้มีทักษะการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทักษะทางสังคม และมีคุณลักษณะสมรรถนะที่พึงประสงค์ แต่การจัดการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายนี้ต้องดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง การศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นการศึกษาเพื่อ

เตรียมทรัพยากรบุคคลให้พร้อมเผชิญกับกระแสของการเปลี่ยนแปลงของสังคมที่รวดเร็วและคาดไม่ถึง ดังนั้นคนรุ่นใหม่จึงต้องมีทักษะในการเรียนรู้และปรับตัวที่สูง (วิจารณ์ พานิช, 2555) แม้ว่าบางทักษะ อาทิ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะการสื่อสารและการทำงานเป็นทีม จะเป็นทักษะที่มีความสำคัญมานานแล้วของการศึกษาตั้งแต่ศตวรรษที่ 20 แต่ก็ยังมีความจำเป็นอย่างยิ่งในฐานะทักษะและความรู้พื้นฐานในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 และขณะเดียวกันก็มีเป็นทักษะชุดใหม่ที่จำเป็นในบริบทของศตวรรษที่ 21 เพิ่มขึ้น เช่น ทักษะสารสนเทศและการสื่อสาร ที่มีความสำคัญในเชิงความสัมพันธ์ที่ส่งกระทบทั้งทางเศรษฐกิจ การเมือง และวัฒนธรรมอย่างเลี่ยงไม่ได้ (สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์, 2556) โดยสรุปแล้วทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นส่วนช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนรู้จักการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีความสามารถในการสื่อสารและร่วมมือกันทำงานให้เกิดประสิทธิผล (Key, 2010) เป็นทักษะซึ่งมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของคนไทยเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะในฐานะของการเป็นพลโลก ให้สามารถปรับตัวอย่างชาญฉลาดเท่าทัน เข้ากับโลกของเศรษฐกิจและการค้าในยุคโลกาภิวัตน์ เข้าใจความสัมพันธ์กันของการสร้างความสมดุลระหว่างสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาด้านอื่น ๆ เป็นคุณลักษณะสำคัญด้านการเรียนรู้และภาวะความเป็นผู้นำด้านการงาน ที่สามารถชี้นำตนเองในการพัฒนาการสร้างงานและอาชีพ และตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างมีสติ (สำนักบริหารงานมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

แต่ก็เป็นที่น่าทึ่งกันว่าผลจากการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ซึ่งได้แบ่งระดับความสามารถของนักเรียนในแต่ละด้านเป็น 6 ระดับ พบว่าใน 2561 ผลการประเมินของประเทศไทย แม้นักเรียนไทยมีแนวโน้มของผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ดีกว่าด้านการอ่านและคณิตศาสตร์ แต่ก็มีนักเรียนไทยเพียง 56% เท่านั้นที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD มีนักเรียนกว่า 78% ที่มีความสามารถในระดับดังกล่าว โดยที่ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ระดับ 2 นี้ ถือเป็นระดับพื้นฐานที่นักเรียนเริ่มแสดงว่ารู้และสามารถใช้ประโยชน์จากความรู้ได้ในชีวิตจริง และหมายถึงนักเรียนสามารถรู้คำอธิบายที่ถูกต้องของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อนเกินไป สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อบอกว่าการลงข้อสรุปถูกต้องสอดคล้องกับข้อมูลที่มีหรือไม่ ยิ่งไปกว่านั้นกลับมีนักเรียนไทยเพียง 1% เท่านั้นที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในระดับสูง (ระดับ 5 และระดับ 6) แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD

ที่มีนักเรียนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงกว่า 6.8% โดยความสามารถในระดับนี้ หมายถึง นักเรียนสามารถใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างสร้างสรรค์และอิสระในสถานการณ์ที่หลากหลายรวมถึงสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งสาเหตุประการสำคัญที่ทำให้นักเรียนไทยได้มีผลการทดสอบในระดับต่ำ เพราะนักเรียนไม่คุ้นชินกับแบบทดสอบ 2 แบบ คือ 1) การเขียนตอบหรือให้คำอธิบาย และ 2) การตีความการคิดวิเคราะห์ และสะท้อนความคิดตน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยส่วนมากยังคงเน้นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ขาดการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปเชื่อมโยงเข้ากับศาสตร์แขนงอื่น หรือเข้ากับชีวิตของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนไทยไม่สามารถนำความรู้จากห้องเรียนไปใช้ได้จริง (อิษฐาน บุญเป็ง, 2557) แสดงถึงความไม่สอดคล้องกับหลักการการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

แม้ว่าจะมีความพยายามในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์และเคมีอย่างกว้างขวาง แต่ส่วนใหญ่มักจะเป็นประเด็นหรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น ศิริลักษณ์ วิทยา (2557) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย, เพ็ญลัดดา จิตจักร และคณะ (2558) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของไซโลมอน และ Celestino (2015) ได้ศึกษากิจกรรมเกี่ยวกับเคมีในทรายแมวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เพื่อประเมินคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทางการค้าและการใช้เครื่องมือทางเคมี แต่ก็ยังพบว่าสถานการณ์ที่ใช้จัดการเรียนรู้อย่างยังเป็นสถานการณ์จำลอง ทั้งที่จริงแล้วสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่อยู่รอบตัวเข้ากับความรู้วิชาเคมีได้ การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีจึงต้องทำให้สอดคล้องกับชีวิต พัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงความรู้ตลอดเวลา (วิชัย ต้นศิริ, 2542) ในกรณีนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตและศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยาน ตรวจสอบได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และได้ ออกแบบการเรียนรู้รายวิชาเคมี ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายชั้นใหม่ ที่มีจุดเน้นเพื่อพัฒนา ผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถที่ทัดเทียมนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับ กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้และแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21

งานวิจัยนี้จึงมุ่งสนใจปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้ทางเคมีไปเชื่อมโยงกับ ปัญหารอบตัว และไม่สามารถใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหานั้นได้ โดยใช้การจัดการ เรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-scientific Issues) ซึ่งเป็นแนวทางการสอนที่ ต้องใช้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ในบริบทของสังคมมาเป็นประเด็นในการศึกษา และบางครั้งอาจเป็น ประเด็นที่สังคมให้ความสนใจ หรือเป็นที่สนใจในวงกว้าง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสำคัญ ขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการนำไปปรับและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (Wilmes และ Howarth, 2009) ซึ่งมีงานวิจัยสนับสนุนว่า การจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม นั้น ช่วยพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ (สุรศักดิ์ เฟวท์, 2559) เนื่องจากการเรียนรู้ตามประเด็น วิทยาศาสตร์กับสังคม นักเรียนต้องบูรณาการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และประเด็นของสังคม เพื่อให้การเรียนรู้มีความหมาย (Sadler, 2011)

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต โดยครอบคลุม เนื้อหาตามหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่มที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามตัวชี้วัดและ สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในกรอบของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เน้นทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน ให้ผู้เรียนประมวลความรู้ทางเคมีและนำไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหา อาศัย กระบวนการคิดและการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ เน้นการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่นรวมทั้งคณิตศาสตร์และ เทคโนโลยี ให้ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ รวมทั้งกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถคิดค้น และออกแบบการทดลองด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาตามทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และคงแนวคิดทางทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ให้เป็นทักษะพื้นฐานของผู้เรียนในการแสวงหาความรู้โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

ความสำคัญของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่สอดคล้องกับมาตรฐานและผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่มที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยสามารถนำไปปรับใช้ภายในชั้นเรียนได้จริง โดยครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้มาจัดการเรียนรู้เป็นรายคาบเรียน และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ในการนำองค์ความรู้ทางเคมีมาเชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิต ให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีคุณค่าและมีความหมายต่อการนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้ได้จริง และให้เกิดการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหา

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้กลุ่มประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 โดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบ จำนวน 30 คน และความสามารถ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

2. ตัวแปรตาม

2.1 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

เนื้อหา

ชุดกิจกรรมรายวิชาเพิ่มเติม เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยกิจกรรม จำนวน 3 กิจกรรม คือ กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกสิ่งแวดล้อม กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด และกิจกรรมเคมีในอนาคต โดยเป็นกิจกรรมที่สร้างขึ้นตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) และมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างทักษะศตวรรษที่ 21 ดังนี้

1. การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา
2. การบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหา
3. การเข้าร่วมประชุมวิชาการ
4. การนำเสนอผลงาน

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล อยู่ระหว่างภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ทั้งหมด 11 สัปดาห์ โดยใช้เวลา 28 คาบเรียน รวมการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-scientific Issues) หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาหรือสถานการณ์เป็นฐาน มีการนำปัญหาในชีวิตประจำวันและประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ทางเคมี อาทิ พลาสติก โรคระบาด และเคมีในอนาคต เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นสิ่งกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา โดยกำหนดขั้นในการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้น

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม หมายถึง ชุดกิจกรรมที่ออกแบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมสำหรับ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตาม ผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกโลก 2) กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด และ 3) กิจกรรมเคมีในอนาคต

3. ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการ วิเคราะห์ข้อมูล ข้อเท็จจริง และหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ สังเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา และเลือก วิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมของนักเรียน แล้วนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดตาม กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกโลก กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด และ กิจกรรมเคมีในอนาคต ประกอบด้วย 4 ด้าน ดังนี้

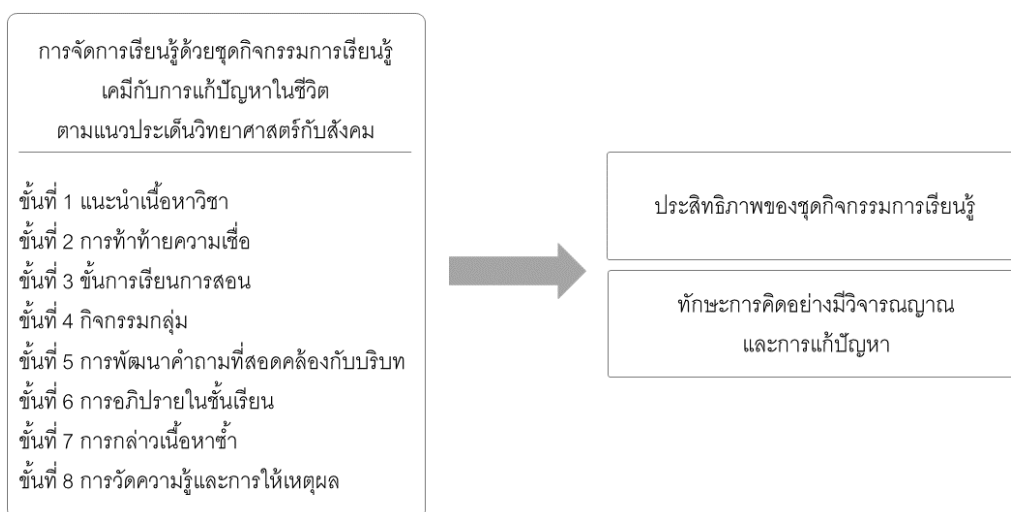
ด้านที่ 1 การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ หมายถึง การให้การให้เหตุผลได้อย่าง หลากหลายและมีความเหมาะสมกับสถานการณ์

ด้านที่ 2 การใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง การวิเคราะห์และอธิบายแสดง ความเชื่อมโยงของเหตุผลต่าง ๆ ของระบบ

ด้านที่ 3 การตัดสินใจและตัดสินใจ หมายถึง การวิเคราะห์และประเมินหลักฐาน ข้อ ได้แย้ง ข้อกล่าวอ้าง ความเชื่ออย่างมีประสิทธิภาพ และสังเคราะห์หรือสร้างความเชื่อมโยงกัน ระหว่างข้อมูลและข้อโต้แย้ง รวมทั้งตีความข้อมูล สร้างข้อสรุปอย่างมีประสิทธิภาพหรือสะท้อน ประสบการณ์การเรียนรู้และกระบวนการได้อย่างมีวิจารณญาณ

ด้านที่ 4 การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาและถามคำถาม สำคัญที่จะช่วยให้เข้าใจปัญหาอย่างชัดเจนรวมทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยโดย วิธีเดิมหรือวิธีใหม่อย่างมีประสิทธิภาพจากสถานการณ์ที่กำหนด

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้นไป

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาล้างเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานของการวิจัยและการตั้งสมมติฐานของการวิจัย และได้นำเสนอความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.2 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.3 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่มที่ 6
 - 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551
 - 2.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ที่เกี่ยวข้องกับเคมีกับการแก้ปัญหา
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ (Socio-scientific Issues)
 - 3.1 ความมุ่งหมายของการประยุกต์ใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-scientific Issues) ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-scientific Issues)
 - 3.3 ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-scientific Issues)
 - 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-scientific Issues)
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21
 - 4.1 ความหมายของทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
 - 4.2 กรอบความคิดสำหรับทักษะในศตวรรษที่ 21
 - 4.3 ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ไขปัญหา

4.4 การประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 : การคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ไข
ปัญหา

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมี
วิจารณญาณและแก้ปัญหา

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ช่วยให้การจัดการเรียนรู้บรรลุ
วัตถุประสงค์ อาจเรียกว่า ชุดการเรียน ชุดกิจกรรม ชุดการสอน เป็นต้น สามารถช่วยแก้ปัญหา
ความแตกต่างระหว่างบุคคล และส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถอย่างเต็ม
ศักยภาพ โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยจะได้ใช้คำว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีนักการศึกษาและนักวิจัย
หลายท่านได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

Houston (1972) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ ชุดการเรียนหรือชุด
ประสบการณ์ที่ครูผู้สอนได้ทำการจัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายและ
วัตถุประสงค์ของการเรียนที่ตั้งไว้

Good (1973) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นแนวทางการสอนที่
ทุกอย่างถูกจัดไว้โดยเฉพาะ มีทั้งวัสดุและอุปกรณ์ในการสอน วัสดุและอุปกรณ์ในการเรียน เนื้อหา
แบบประเมิน รวมทั้งคู่มือครู ที่มีความน่าเชื่อถือ และถูกกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนไว้ด้วย
อย่างชัดเจน โดยชุดกิจกรรมนี้ครูในฐานะผู้ให้คำแนะนำจะเป็นผู้จัดให้ผู้เรียน

เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ (2559) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นสื่อการ
เรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 และเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ มีขั้นตอนในการใช้อย่างเป็นระบบ
เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เรียนรู้ปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และบรรลุวัตถุประสงค์ของการ
เรียนรู้

ณัฐกาญจน์ จันทน์เนื้อไม้ และ อภิชาติ พลประเสริฐ (2561) ได้ให้ความหมายของชุด
กิจกรรมการเรียนรู้ คือ กระบวนการหรือวิธีการเรียนรู้ภายใต้หัวข้อใดหัวข้อหนึ่งหรือหลายหัวข้อที่มี
การปรับให้เหมาะสมกับความต้องการและความสนใจของผู้เรียน วัตถุประสงค์และกิจกรรมการ
เรียนรู้สอดคล้องกัน มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจาก
ประสบการณ์ตรงด้วยการเรียนผ่านสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายประเภท

จากการศึกษาความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ สื่อการเรียนรู้ที่ครูในฐานะผู้ให้คำแนะนำ ได้ดำเนินการจัดทำ รวบรวม กระบวนการสอนและวิธีการเรียนรู้โดยใช้กับหัวข้อการเรียนต่าง ๆ โดยดำเนินการอย่างเป็นระบบ อาจประกอบไปด้วย กิจกรรม สื่อ วัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งคู่มือครู เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย มีวัตถุประสงค์ของกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและมีการประเมินผลที่ชัดเจน

1.2 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

Houston (1972) ได้ให้องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1) คำชี้แจง ที่อธิบายถึงที่มาและความสำคัญของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น ๆ โดยมีขอบข่ายถึงการอธิบายสิ่งที่ผู้เรียนจะได้รับหลังจากการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมนี้ รวมถึงกระบวนการเรียนรู้ในภาพรวม

2) จุดมุ่งหมาย คือ ข้อความที่กำหนดว่าผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์อย่างไรเมื่อสำเร็จการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมนี้ โดยข้อความต้องมีความชัดเจน ไม่กำกวม

3) การประเมินผลเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบพื้นฐานของผู้เรียนก่อนการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และเพื่อให้ทราบถึงผลที่นักเรียนได้รับหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินครูผู้สอนสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบทั้งการทดสอบข้อเขียน การสอบปากเปล่า

4) การกำหนดกิจกรรม คือ การจัดทำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยมีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

5) กระประเมินขั้นสุดท้าย คือ การทดสอบเพื่อวัดผลหลังการเรียนรู้จากการใช้ชุดกิจกรรม

วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์จะมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

- 1) ชื่อกิจกรรม ซึ่งเป็นส่วนที่บอกให้ทราบถึงลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรม
- 2) คำชี้แจงกิจกรรม ที่อธิบายความมุ่งหมายและความสำคัญของกิจกรรม
- 3) จุดมุ่งหมายของกิจกรรม เพื่อระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรมนั้น ๆ ได้แก่

3.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป เป็นส่วนที่บอกพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นตามกิจกรรม

3.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่ผู้เรียนต้องได้แสดงพฤติกรรมที่ครูกำหนดโดยครูสามารถสังเกตและวัดได้เป็นไปตามเกณฑ์

- 4) แนวคิด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาสำคัญของกิจกรรม
- 5) สื่อการเรียนรู้ ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 6) ระยะเวลา เพื่อกำหนดระยะเวลาและลักษณะของกิจกรรมให้เหมาะสม
- 7) ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ระบุถึงวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยต้องกำหนดไว้เป็นขั้นตอน ดังนี้

7.1 ขั้นนำ เป็นขั้นของการเตรียมผู้เรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรมการเรียนรู้

7.2 ขั้นกิจกรรม เป็นขั้นสำคัญที่ต้องให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม

7.3 ขั้นอภิปราย ผู้เรียนจะได้มีโอกาสในการนำเสนอประสบการณ์ที่ได้รับโดยตรงจากการจัดกิจกรรมมาวิเคราะห์ ให้เกิดความเข้าใจและแม่นยำในแนวคิด

7.4 ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ครูและผู้เรียนต้องรวบรวม ประมวลข้อความที่ได้จากขั้นอื่น ๆ แล้วจึงนำมาสรุปให้ได้สาระและใจความสำคัญ

8) การประเมินผล เพื่อทดสอบผู้เรียนหลังจากกิจกรรมแต่ละกิจกรรม

9) ภาคผนวก เป็นส่วนเพิ่มเติมสำหรับครูผู้สอน

ปวีณา ซาลีเครือ (2553) อ้างถึง Nelson และ Lorbeer (1975) ได้ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู เป็นกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ครูสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนและใช้เป็นหนังสืออ้างอิง โดยการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรมจะเริ่มต้นด้วยปัญหา เพื่อนำเข้าสู่คำถาม ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1) ปัญหาซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของกิจกรรม

2) วัสดุอุปกรณ์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3) วิธีดำเนินการทดลอง

4) รายละเอียดเพิ่มเติมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ต้องประกอบด้วยคำถามอ้างอิงหลักการวิทยาศาสตร์

5) คำถามท้ายกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิด โดยคำถามเร้าใจนักเรียน เพื่อให้นักเรียนซักถามและกระตุ้นการคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรมเรียนรู้ของนักวิจัยในหลากหลายรูปแบบ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดว่า งานวิจัยชิ้นนี้ ชุดกิจกรรมจะประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลา

ยาว (28 คาบ) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ในแต่ละกิจกรรมมีองค์ประกอบ ดังนี้ ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง รายละเอียดและวิธีการดำเนินกิจกรรม คู่มือครู ที่ระบุที่มาและความสำคัญของกิจกรรม วัตถุประสงค์ จุดมุ่งหมาย อุปกรณ์ เนื้อหา และแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยขั้นตอนในการจัดกิจกรรมต้องดำเนินตามหลักแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

1.3 ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

วิชัย วงศ์ใหญ่ (2525) ได้นำเสนอขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1) ครูผู้สอนดำเนินการศึกษาเนื้อหาสาระของวิชา มุ่งเน้นที่หลักการการเรียนรู้ที่จะให้เกิดขึ้นกับนักเรียน และนำเนื้อหานั้นมาทำการศึกษา วิเคราะห์ และแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยการเรียนรู้ ในแต่ละหน่วยอาจมีหัวเรื่องย่อย ทั้งนี้ครูต้องพิจารณาอย่างละเอียดเพื่อไม่ให้มีเนื้อหาที่ซ้ำซ้อนกันกับหัวข้ออื่น ที่อาจสร้างความสับสนให้ผู้เรียน และการแบ่งหน่วยการเรียนรู้ของแต่ละหัวข้อควรเรียงลำดับเนื้อหาให้เชื่อมโยงและเหมาะสม สิ่งใดที่นักเรียนควรรู้ก่อนและหลังตามลักษณะของเนื้อหาและธรรมชาติของวิชานั้น ๆ

2) กำหนดเกณฑ์ในการเรียนในภาพกว้างของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงนักเรียนคือใคร (Who is learner) จะให้อะไรกับนักเรียน (Give what condition) จะทำกิจกรรมอย่างไร (Does what activities) และทำได้ดีอย่างไร (How well criterion)

3) ทำการประมาณเนื้อหาสาระที่สามารถถ่ายทอดให้แก่ นักเรียน เตรียมสื่อการสอน โดยคำนึงถึงหน่วยการเรียนรู้ของกิจกรรมนั้น ๆ มีหลักการหรือความคิดรวบยอดอย่างไร และมีหัวข้อเรื่องย่อยอย่างไรบ้างที่ต้องศึกษา โดยต้องพยายามให้สื่อการสอนรวมทั้งเนื้อหาสอดคล้องกับหลักการ

4) กำหนดความคิดรวบยอดโดยต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง ให้แนวคิดและเนื้อหาสาระในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกัน เนื่องจากความคิดรวบยอดเป็นความเข้าใจที่เกิดจากประสาทสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม ตีความหมายเป็นพฤติกรรมทางสมองและนำไปเชื่อมโยงกันกับประสบการณ์เดิม

5) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ต้องสอดคล้องกับความคิดรวบยอด เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งคือความสามารถที่นักเรียนสามารถแสดงออกมาให้ครูผู้สอนสังเกตเห็นได้ทั้งระหว่างและภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยหากครูสามารถทำการวัดและประเมินได้อย่างชัดเจนเท่าใดก็ยิ่งประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นครูต้องกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละครั้งให้ถูกต้อง เหมาะสม ตามเนื้อหาสาระ

6) การวิเคราะห์งาน คือ การประมวลจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างกิจกรรมประกอบการเรียนรู้ และจัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมถูกต้องและสอดคล้อง

7) เรียงลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อครูทำการวิเคราะห์งาน ต้องทำการเรียงลำดับกิจกรรมในแต่ละหัวข้อให้มีความสอดคล้อง ประสานกลมกลืนกันอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความสมบูรณ์ ไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนในการเรียน และคำนึงถึงพฤติกรรมพื้นฐานของผู้เรียน วิธีดำเนินการสอน ตลอดจนการติดตามผลและประเมินผลพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก

8) สื่อการเรียนรู้ คือ วัสดุอุปกรณ์ที่ครูและนักเรียนต้องกระทำเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ ครูต้องทำการจัดเตรียมและจัดหา

9) การประเมิน คือ การตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงไปหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม การประเมินนี้จะใช้วิธีใดก็ตามแต่ต้องเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

10) การทดลองใช้ชุดการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพเพื่อดำเนินการปรับปรุงหาข้อแก้ไข ข้อบกพร่องก่อนนำไปใช้จริง ควรทำในกลุ่มทดลองขนาดเล็ก ๆ และค่อย ๆ ขยายขนาดของกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มใหญ่ กำหนดขั้นตอนดังนี้

10.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องการความรู้เดิมของนักเรียนหรือไม่

10.2 การนำเข้าสู่บทเรียนของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมหรือไม่

10.3 กิจกรรมการเรียนรู้สร้างความสับสนให้กับนักเรียน และสร้างความงุนงงให้แก่ชั้นเรียนหรือไม่

4. ขั้นการสรุปผลจากการเรียนรู้สามารถนำนักเรียนไปสู่ความคิดรวบยอดในหน่วยนั้น ๆ หรือไม่ หรือต้องปรับปรุงเพิ่มเติมอย่างไร

5. การประเมินผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม พฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปของนักเรียนนั้น มีความเชื่อมั่นมากน้อยเพียงใด

ศิริรัตน์ ราชยอด (2558) ได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1) ครูกำหนดเนื้อหา

2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3) กำหนดหน่วยการเรียนรู้

4) กำหนดหัวข้อ ทำให้ทราบถึงกิจกรรมที่จะจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย

5) กำหนดหลักการและมโนคติที่นักเรียนต้องได้รับและไม่คาดเคลื่อน โดยต้องสอดคล้องกับหัวข้อโดยสรุปเป็นสาระสำคัญ

6) กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวข้อและเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

7) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

8) กำหนดแบบประเมินผล โดยต้องคำนึงถึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

9) การเลือกและผลิตสื่อการเรียนรู้สำหรับกิจกรรม

10) กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และทำแบบฝึกทักษะ จากขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่าน ทำให้ผู้วิจัยงานชิ้นนี้ได้ปรับและประยุกต์ใช้ขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สืบหาปัญหาที่ประสบจริงในการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเนื้อหาที่จะดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด และทำการแบ่งหัวข้อย่อย โดยต้องคำนึงถึงระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 4 นำหัวข้อย่อยมาวิเคราะห์ถึงแนวคิด หลักการ ที่นักเรียนควรได้รับ

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่นักเรียนต้องแสดงออกระหว่างการจัดกิจกรรมหรือหลังการจัดกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 6 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน รวมทั้งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และสามารถให้นักเรียนแสดงออกถึงพฤติกรรมที่ควรต้องการได้

ขั้นตอนที่ 7 กำหนดแบบวัดและการประเมินผลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ขั้นตอนที่ 8 ดำเนินการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก ๆ และขยายขนาดกลุ่มขึ้น เพื่อแก้ไขปรับปรุงให้สอดคล้องกับผู้เรียนมากที่สุด ก่อนการนำไปใช้จริง

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ศิริลักษณ์ วิทยา (2557) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย พบว่าชุดกิจกรรมที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อน

เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และควมมีเหตุผล รวมทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน

สุวธิดา ล้านสา และ ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย (2559) ได้ทำการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน ของโรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ พบว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ 81.40/85.50 โดยนักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เฟื่องลัดดา จิตจักร และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาผลจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยแบบแผนการทดลองแบบสี่กลุ่มของโซโลมอน โดยกลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 184 คน ที่ไม่ได้เลือกแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ พบว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่ 80.72/71.79

Celestino (2015) ได้ศึกษากิจกรรมเกี่ยวกับเคมีในทรายแมวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา เพื่อประเมินคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทางการค้าและการใช้เครื่องมือทางเคมี ซึ่งลักษณะของกิจกรรมเป็นกิจกรรมที่นักเรียนประยุกต์ใช้ในชีวิตได้ คำถามเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพของทรายแมว มีการทำการทดลองโครมาโทกราฟี ซึ่งผลวิจัยพบว่านักเรียนได้รับการส่งเสริมการคิดและเนื้อหาสาระทางเคมี

Collison (2015) ได้สร้างปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ โดยใช้การเรียนรู้แบบสตูดิโอเป็นฐาน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง สำหรับนักศึกษา ในภาคเรียนที่ 1 โดยศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในการเรียนปฏิบัติการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ พบว่าการจัดกิจกรรมนี้ทำให้นักศึกษามีความพร้อมต่อการเรียนปฏิบัติการครั้งต่อ ๆ ไป ลดความตึงเครียดของผู้สอนและนักศึกษา และทำให้นักศึกษาใช้เวลาในการทำปฏิบัติการอย่างคุ้มค่า

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่มที่ 6 เคมีกับการแก้ปัญหา

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามกรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1. ความสามารถในการสื่อสาร หมายถึง การใช้ภาษาในการถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนคติ เพื่อแสดงถึงข้อมูลและประสบการณ์ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งความสามารถในการเจรจาเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ และตระหนักถึงการเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลด้วยหลักเหตุผล ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพที่คำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด หมายถึง รู้จักคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง การเข้าใจความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม สืบเสาะ แสวงหาความรู้และใช้ข้อมูลสารสนเทศในการประยุกต์ความรู้เพื่อสร้างวิธีการป้องกันและแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์และข้อจำกัดของบริบท โดยต้องมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต หมายถึง ใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการดำเนินชีวิตประจำวัน จัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม โดยมีการเรียนรู้ด้วยตนเองต่อเนื่อง รู้จักการทำงานและอยู่ร่วมกันในสังคม รับผิดชอบต่อเปลี่ยนแปลงของสังคม สภาพแวดล้อม และหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและ

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี หมายถึง เลือกและใช้เทคโนโลยีที่หลากหลาย เพื่อมุ่งพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ อย่างถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

2.2 ผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ที่เกี่ยวข้องกับเคมีกับการแก้ปัญหา

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2560) ได้กำหนดรายละเอียดไว้ดังนี้

1) เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ได้กำหนดเป้าหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจทฤษฎีและกฎพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจข้อจำกัดของธรรมชาติของการศึกษาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกันกับศาสตร์อื่น
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2) คุณภาพผู้เรียน

ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาเคมีไว้ ดังนี้

เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุและการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ พันธะเคมีสมบัติของสารที่มีความสัมพันธ์กับพันธะเคมีกฎต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และประเภทและสมบัติของพอลิเมอร์

เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีการคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมีทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า

เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมีการเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกว่าวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชื่นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการ ป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

3) คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่มที่ 6

ศึกษาศถานการณ์บางสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อประมวลความรู้ทางเคมี และนำไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้ โดยใช้วิธีการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับ วิทยาศาสตร์แขนงอื่น รวมทั้งคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยเน้นการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อนำเสนอผลงานหรือแสดงผลงาน เปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพิ่ม โอกาสการพัฒนางาน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศประกอบการนำเสนอ เพื่อประสิทธิภาพในการ ถ่ายทอดข้อมูลความรู้

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประมวลความรู้ทางเคมีทั้งหมด รวมทั้งทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ ประโยชน์ น้อมนำเอาหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง มาประยุกต์ใช้เชื่อมโยง อธิบาย ปรัชญาการณหรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

4) ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

สาระเคมี ข้อที่ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัด และการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณา การความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ตาราง 1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเคมีกับการแก้ปัญหา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.6	1. กำหนดปัญหาและนำเสนอแนวทางการ แก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจาก สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การ	• สถานการณ์ บางสถานการณ์ ใน ชีวิตประจำวันการประกอบอาชีพ หรือ อุตสาหกรรม สามารถนำความรู้ทางเคมีไปใช้

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.6	ประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม	ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้
	2. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ	<ul style="list-style-type: none"> การศึกษาและการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจทำได้โดยการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น รวมทั้งคณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์
	3. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	<ul style="list-style-type: none"> การนำเสนอผลงานหรือแสดงผลงาน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนแนวคิดผลงาน รวมทั้งเพิ่มโอกาสในการพัฒนางานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือประกอบการนำเสนอ ซึ่งจะทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น
	4. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ	<p>การสัมมนา การประชุมวิชาการ หรือการร่วมแสดงผลงาน สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมได้แลกเปลี่ยนความคิด แสดงทัศนคติต่อกรณีศึกษาสถานการณ์หรือประเด็นสำคัญทางเคมีซึ่งช่วยส่งเสริมให้พัฒนาระบวนการคิด ทักษะการสื่อสารทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อการค้นคว้าและการสื่อสาร ซึ่งสามารถทำได้หลายระดับ โดยอาจเป็นระดับชั้นเรียน โรงเรียน กลุ่มโรงเรียนชุมชน ระดับชาติหรือนานาชาติ</p>

ที่มา: ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

5) ผลการเรียนรู้และการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องสัมฤทธิ์ผลหลังจาก การศึกษารายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่มที่ 6 เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต ใ้จำนวน 4 ผลการเรียนรู้ ดังนี้

ผลการเรียนรู้ที่ 1 กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม

ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่ 1

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แนวทางการวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้
<p>ด้านความรู้ การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การ ประกอบอาชีพหรืออุตสาหกรรม โดยใช้ความรู้ทางเคมีและทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือ กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม</p> <p>ด้านทักษะทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การลงความเห็นจากข้อมูล 2. การตีความหมายข้อมูลและลง ข้อสรุป <p>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา 2. ความร่วมมือ การทำงานเป็น ทีมและภาวะผู้นำ 3. การสื่อสารสารสนเทศและการ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ นักเรียนศึกษาตัวอย่างปัญหา หรือ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีการ นำความรู้ทางเคมีมาใช้ในการ แก้ปัญหา เช่น ปัญหาดินเปรี้ยว ปัญหาดินเค็ม ปัญหาภัยแล้ง แล้วอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้เห็น ถึงความสำคัญของการนำ ความรู้ทางเคมีมาแก้ปัญหา ด้วยทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์หรือกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม 2. ให้นักเรียนเลือกสถานการณ์ ปัญหาที่สนใจที่เกิดขึ้นใน ชีวิตประจำวันการประกอบ อาชีพ หรืออุตสาหกรรม จาก การระดมความคิดหรือสืบค้น ข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งสามารถนำ ความรู้ทาง 	<p>ด้านความรู้ การระบุปัญหา การวางแผน กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางเคมี จาก สถานการณ์ที่เกิดขึ้นใน ชีวิตประจำวัน การประกอบ อาชีพ หรืออุตสาหกรรม จาก การอภิปราย การทำกิจกรรม และงานที่นำเสนอ</p> <p>ด้านทักษะ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การลงความเห็นจากข้อมูล และการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป จากการทำ กิจกรรม 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาคือความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะ ผู้นำ และการสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ จากการทำ

ตาราง 2 (ต่อ)

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
<p>รู้เท่าทันสื่อ</p> <p>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความใจกว้าง 4. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ 	<p>เคมีมาใช้ในการแก้ปัญหาแล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่อไป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ปัญหาของสถานการณ์ 2) ความรู้ทางเคมีที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา 3) แนวทางในการแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทั้งนี้ครูควรสะท้อนความคิดเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียน และให้ความรู้เพิ่มเติมที่ถูกต้องในกรณีที่นักเรียนเกิดความเข้าใจผิดหรือมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน 3. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ 	<p>กิจกรรมและงานที่นำเสนอ</p> <p>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความอยากรู้อยากเห็นและความใจกว้าง จากการสังเกตพฤติกรรมในการทำกิจกรรมและการอภิปราย 2. การใช้วิจารณญาณและการเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์จากการอภิปรายและการนำเสนอ <p>งาน</p>

ผลการเรียนรู้ที่ 2 แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่ 2

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
<p>ด้านความรู้</p> <p>การบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ</p> <p>ด้านทักษะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล 3. การพยากรณ์ 4. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 5. การสร้างแบบจำลอง <p>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่นำความรู้วิชาเคมีมาบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือการสร้างนวัตกรรมส่วนใหญ่ต้องใช้ทักษะหรือความรู้ในหลายศาสตร์ 2. ให้นักเรียนเลือกสถานการณ์ปัญหาที่สนใจจากการระดมความคิดหรือสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งอาจเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม โดยการแก้ปัญหาจำเป็นต้องมีการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับวิชาอื่นรวมทั้งใช้ทักษะ 	<p>ด้านความรู้</p> <p>การแก้ปัญหาโดยการบูรณาการความรู้วิชาเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น และการออกแบบตามกระบวนการเชิงวิศวกรรม จากแบบร่างแนวทางการแก้ปัญหาและรายงาน</p> <p>ด้านทักษะ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากการทำกิจกรรม 2. การสร้างแบบจำลอง จากผลงานหรือรายงาน 3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำและการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการทำกิจกรรมและผลงาน <p>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความอยากรู้อยากเห็นและ

ตาราง 3 (ต่อ)

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
<p>2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ</p> <p>3. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ</p> <p>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</p> <p>1. ความอยากรู้อยากเห็น</p> <p>2. ความใจกว้าง</p> <p>3. การใช้วิจารณญาณ</p> <p>4. ความมุ่งมั่นอดทน</p> <p>5. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p> <p>3. ชี้แจงขั้นตอน เงื่อนไข และระยะเวลาในการทำกิจกรรม รวมทั้งกำหนดเกณฑ์ในการประเมินผล</p> <p>4. ให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยแต่ละกลุ่มวิเคราะห์สถานการณ์ร่วมกัน วางแผนและออกแบบวิธีการหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้</p> <p>5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอร่างแนวทางการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ</p> <p>6. ร่วมกันอภิปรายสะท้อนความคิดต่อร่างแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนออกแบบไว้ ให้คำชี้แนะ ทั้งนี้อาจให้มีการทบทวนหรือแก้ไข</p> <p>7. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางการแก้ปัญหาที่ร่างไว้ให้สำเร็จ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนอาจมีการแก้ไขแนวทางหรือขั้นตอนการ</p>	<p>ความใจกว้าง จากการสังเกตพฤติกรรมในการอภิปรายและการทำกิจกรรม</p> <p>2. การใช้วิจารณญาณและความมุ่งมั่นอดทน จากการสังเกตพฤติกรรมในการอภิปราย การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา และผลงาน</p> <p>3. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ จากการออกแบบการแก้ปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในการอภิปราย</p>

ตาราง 3 (ต่อ)

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
	<p>แก้ปัญหาได้ทั้งนี้ควรให้นักเรียนบันทึกการแก้ไขนั้นด้วย</p> <p>8. ให้นักเรียนส่งผลงานหรือรายงานที่แสดงถึงที่มาของปัญหา วัตถุประสงค์การบูรณาการหลักการหรือทฤษฎีในการแก้ปัญหา ขั้นตอนการดำเนินงานและผลการแก้ปัญหา จากนั้นครูสะท้อนความคิดเพื่อให้นักเรียนปรับปรุงแก้ไขและเตรียมการนำเสนอต่อไป</p>	

ผลการเรียนรู้ที่ 3 นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่ 3

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
<p>ด้านความรู้</p> <p>วิธีการและรูปแบบการนำเสนอผลงานหรือชิ้นงาน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ</p>	<p>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นว่าหลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานแล้ว นักเรียนจะมีวิธีการหรือ</p>	<p>ด้านความรู้</p> <p>วิธีการและรูปแบบการนำเสนอผลงานหรือชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ จากการนำเสนอผลงานซึ่งอาจเป็นงาน</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
<p>ด้านทักษะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การสังเกต 2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 3. การลงความเห็นจากข้อมูล 4. การสร้างแบบจำลอง <p>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม 2. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 3. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ <p>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความใจกว้าง 2. ความซื่อสัตย์ 3. การใช้วิจารณญาณ 4. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ 	<p>รูปแบบของการนำเสนอผลงานให้น่าสนใจได้อย่างไร มีวิธีการรูปแบบหรือเครื่องมือใดที่ช่วยให้การนำเสนองานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการหรือรูปแบบของการนำเสนอผลงานอย่างมีประสิทธิภาพและร่วมกันกำหนดเกณฑ์ในการประเมินการนำเสนอผลงาน 3. ให้นักเรียนออกแบบวิธีการนำเสนองานหรือผลงานของกลุ่ม โดยมีการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อร่วมด้วย 4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนองานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในกิจกรรมที่ผ่านมา โดยอาจจัดห้องเรียนให้เสมือนเป็นเวทีเสนอผลงานของนักเรียน 5. ให้นักเรียนได้ซักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างที่มีการนำเสนอของ 	<p>หรือชิ้นงาน</p> <p>ด้านทักษะ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลและการสร้างแบบจำลอง จากงานที่นำเสนอ 2. การลงความเห็นจากข้อมูลจากการซักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการประเมินการนำเสนอผลงาน 3. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม และการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อจากการนำเสนอผลงาน 4. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำจากกรณีสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และการนำเสนอผลงาน <p>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความใจกว้าง จากการนำเสนอผลงาน การซักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น 2. ความซื่อสัตย์ จากการนำเสนอผลงานและ

ตาราง 4 (ต่อ)

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
	<p>เพื่อนร่วมชั้นเรียน รวมทั้งอาจมี ส่วนร่วมในการประเมินการ นำเสนอผลงานและผลงาน โดย การประเมินผลงานควรใช้ เกณฑ์ที่นักเรียนสามารถ ประเมินได้ เช่น การบูรณาการ ความรู้ ประสิทธิภาพของ ผลงานการออกแบบตาม กระบวนการเชิงวิศวกรรม ความคิดสร้างสรรค์ โดยครูควร ชี้ให้เห็นความสำคัญ และ ตระหนักถึงการประเมินอย่าง ซื่อสัตย์</p> <p>6. ให้นักเรียนเขียนสะท้อน ความคิดต่อสิ่งที่ได้เรียนรู้ จาก การทำกิจกรรมและการ นำเสนอผลงาน</p>	<p>การประเมินการนำเสนอ ผลงาน</p> <p>3. การใช้วิจารณ์ญาณ จาก การซักถามและแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น</p> <p>4. การเห็นคุณค่าทาง วิทยาศาสตร์ จากการนำเสนอ ผลงานและการเขียนสะท้อน ความคิด</p>

ผลการเรียนรู้ที่ 4 แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุม
วิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ

ตาราง 5 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่ 4

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
<p>ด้านความรู้</p> <p>1. รูปแบบของงานวิชาการ ประเภทต่าง ๆ (งาน นิทรรศการ การสัมมนา การประชุมวิชาการ)</p> <p>2. วิธีการที่เหมาะสมในการ แลกเปลี่ยนและแสดงความคิดเห็น</p> <p>ด้านทักษะทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์</p> <p>1. การสังเกต</p> <p>2. การลงความเห็นจาก ข้อมูล</p> <p>3. การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป</p> <p>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</p> <p>การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ</p> <p>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</p> <p>1. ความอยากรู้อยากเห็น</p> <p>2. ความใจกว้าง</p> <p>3. การเห็นคุณค่าของ วิทยาศาสตร์</p> <p>4. ความสนใจใน วิทยาศาสตร์</p>	<p>1. อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับ แนวทางการเข้าร่วมงาน วิชาการประเภทต่าง ๆ เช่น การ สัมมนา การเข้าร่วมประชุม วิชาการการแสดงผลงานหรือ สิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ รวมทั้งการเรียนรู้วิธีการที่ เหมาะสมในการแลกเปลี่ยน และแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. จัดนิทรรศการแสดงผลงาน การสัมมนา หรือการประชุม วิชาการซึ่งอาจเป็นงานใน ระดับชั้นเรียน โรงเรียน หรือ กลุ่มโรงเรียน</p> <p>3. ให้นักเรียนเข้าร่วมหรือ นำเสนอผลงาน ในงาน นิทรรศการ การสัมมนาหรือการประชุมวิชาการ</p> <p>4. นำเสนอบันทึกหรือรายงาน เพื่อเป็นหลักฐานแสดงถึงการ เข้าร่วมหรือนำเสนอผลงานใน งานนิทรรศการ การสัมมนา หรือการประชุมวิชาการ</p> <p>5. อภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปสิ่งที่ ได้เรียนรู้ รวมทั้งปัญหาและ</p>	<p>ด้านความรู้</p> <p>รูปแบบของงานวิชาการ ประเภทต่าง ๆ และวิธีการที่ เหมาะสมในการแลกเปลี่ยน และแสดงความคิดเห็นจากการ อภิปราย</p> <p>ด้านทักษะ</p> <p>1. การสังเกต การลงความเห็น จากข้อมูล และการ ตีความหมายข้อมูลและลง ข้อสรุป จากบันทึกหรือ รายงานการเข้าร่วมหรือ นำเสนอผลงาน</p> <p>2. การสื่อสารสารสนเทศและ การรู้เท่าทันสื่อ จากการ อภิปรายและบันทึกหรือ รายงานการเข้าร่วมหรือ นำเสนอผลงาน</p> <p>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</p> <p>1. ความอยากรู้อยากเห็นและ ความใจกว้าง จากการสังเกต พฤติกรรมในการเข้าร่วมหรือ นำเสนอผลงาน</p> <p>2. การเห็นคุณค่าของ วิทยาศาสตร์และความสนใจใน วิทยาศาสตร์ จากบันทึกหรือ</p>

ตาราง 5 (ต่อ)

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้	แนวทางการจัดการเรียนรู้	แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
	อุปสรรคของการเข้าร่วมหรือ นำเสนอผลงานในงาน นิทรรศการ การสัมมนา หรือ การประชุมวิชาการ	รายงานการเข้าร่วมงานวิชาการ

โดยการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้เหล่านี้ได้กำหนดไว้ในสาระเคมี ข้อที่ 3 ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ความว่า เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการ ความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-scientific Issues)

3.1 ความมุ่งหมายของการประยุกต์ใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-scientific Issues) ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

พินิจ ขำวงษ์ (2551) ได้ทำการสรุปวัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมไว้ว่าปัจจุบันมีการประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมมาใช้ในการศึกษาในทุกๆระดับตั้งแต่มัธยมศึกษาตอนต้นไปจนถึงระดับอุดมศึกษา

Driver, Newton, และ Osborne (2000) การประยุกต์ใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่น่าสนใจมาทำการค้นคว้า อภิปราย ให้เหตุผลและตัดสินใจ ทำให้เกิดการส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการจัดการปัญหาที่ส่งผลต่อผู้เรียนทั้งในปัจจุบันและอนาคตโดยใช้หลักฐานวิทยาศาสตร์เป็นหลักในการแก้ไขปัญหา สามารถพัฒนานักเรียนให้มีความรับผิดชอบต่อสังคมและเป็นประชากรคุณภาพ

Zeidler, Sadler, Simmons, และ Howes (2005) กล่าวว่าจุดมุ่งหมายของประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ เป็นเครื่องมือนำการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้มีความหมาย มีคุณค่าและสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน

Aikenhead (2006) กล่าวว่าประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถปรับปรุงความล้มเหลวของการศึกษาวิทยาศาสตร์ มี 5 ประการ สำหรับนักเรียน คือ

1. ลดความกลัวและความไม่สนใจวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น
2. ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงและยอมรับอัตลักษณ์และวัฒนธรรมที่แตกต่าง
3. ทำให้นักเรียนเข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียนและเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย
4. ทำให้นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านหลักฐาน ข้อเท็จจริง และสามารถแสดงจุดยืนทางการเมือง
5. เข้าใจความเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์ หลักการและเหตุผล ที่สนับสนุนวิธีการทางวิทยาศาสตร์

เมื่อดำเนินการศึกษาจากเอกสารและรายงานการศึกษาต่าง ๆ ผู้วิจัยพบว่าได้มีการนำประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมไปใช้เพื่อจุดประสงค์ในการสร้างเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมและพัฒนาทักษะ เช่น ทักษะการตั้งคำถามและตอบคำถาม ทักษะการคิดขั้นสูง (Lewis, 2003) ทักษะและความสามารถในการอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผลโดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์และมีหลักฐานประกอบ (Zeidler และคนอื่น ๆ, 2005) ทักษะในการตัดสินใจและลงความเห็น (Lewis, 2003) ทักษะการตีความเพื่อประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและข่าวสารที่มีอยู่ (Zeidler และคนอื่น ๆ, 2005)

2. เสริมสร้างความเข้าใจ ลดความคลาดเคลื่อนของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อที่นำไปใช้เป็นประเด็นที่ศึกษา (Zeidler และคนอื่น ๆ, 2005) ซึ่งประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากประเด็นสังคมที่เกี่ยวข้องกับการอธิบาย ได้แย่ง แสดงความคิดเห็นและการตัดสินใจลงความเห็นในท้ายที่สุด จึงเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้าหาความรู้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอธิบายให้เหตุผลและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3. สร้างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคมและมนุษย์ (Zeidler และคนอื่น ๆ, 2005) จากการศึกษา

และอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จะทราบว่าพื้นฐานของอิทธิพลทางสังคมและวัฒนธรรมจะส่งผลต่อการตีความและการยอมรับหรือไม่ยอมรับวิทยาศาสตร์

พินิจ ขำวงษ์ (2551) ได้อธิบายถึงข้อดีของการใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมว่าเป็นกลวิธีในการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ในชีวิตจริง ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ขั้นสูง การเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life-long Learning) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการจัดการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ในสังคม

ประสาธ เมืองเฉลิม (2551) ได้อธิบายว่าการบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้โดยประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีหลากหลายวิธี เช่น การใช้บทบาทสมมติ การแสดงทัศนคติต่อประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ซึ่งเป็นการส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์ การนำเสนอประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสามารถสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์กับสังคม การใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมต้องเริ่มจากหัวข้อที่เป็นกระแสวิพากษ์และสังคมความสนใจ เพื่อให้เกิดการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจโดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน และแสดงให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์มีผลต่อการดำรงชีวิตประจำวัน ดังนั้นการเรียนรู้ด้วยกลวิธีนี้ยังมีประเด็นทางคุณธรรม จริยธรรมทำให้อุสสอนต้องจัดสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนให้ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด และนำไปสู่การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ทั้งนี้ผู้สอนต้องคำนึงถึงประสบการณ์ส่วนบุคคลของนักเรียนที่มีต่อสังคม และต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถในการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระบนหลักฐานทางวิทยาศาสตร์

3.2 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-Scientific Issues)

พินิจ ขำวงษ์ (2551) ได้ให้ความหมายของแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมว่าเป็นประเด็นที่เป็นที่สนใจของสังคมที่เป็นผลอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็นของคนในสังคม ที่ยังไม่มีข้อสรุปร่วมกัน ให้ครอบคลุมเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสมของประเด็นที่สนใจ รวมถึงเกี่ยวข้องกับกระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ปัจจุบันยังประเด็นเกี่ยวกับผลกระทบของเทคโนโลยี และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ที่อาจมีต่อชีวิตสังคม สิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ ซึ่งมีแนวโน้มเป็นประเด็นมากขึ้นพร้อม ๆ กับความเจริญทางวิทยาศาสตร์

ประสาธ เมืองเฉลิม (2551) ได้สรุปความหมายประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่พบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การโคลนนิ่ง (Cloning) เซลล์ต้นกำเนิด (Stem cell) สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม หรือจีเอ็มโอ รวมทั้งภาวะโลกร้อน (Global warming) และพลังงานทางเลือก

(Alternative fuel) จะเห็นได้ว่าประเด็นดังกล่าวเหล่านี้เป็นสิ่งที่พบได้ทั่วไปจากสื่อต่าง ๆ โดยที่ประเด็นตัวอย่างที่ได้กล่าวมาข้างต้นล้วนเกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมทำให้นักเรียนรู้จักคิดและตัดสินใจโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการสอนตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมนักเรียนต้องมีความสามารถ 3 ประการ โดย Kolsto (2001) ได้ระบุไว้ดังนี้

ประการที่ 1 การมีความสามารถประเมินประนอมและตัดสินใจประเด็นทางสังคมที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องมีองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับหนึ่งรวมถึงมีทักษะในการสืบแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ประการที่ 2 การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสังคมการเมือง ต้องใช้ความรู้พื้นฐานและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นกัน

ประการที่ 3 ต้องมีความซาบซึ้งในคุณธรรมและจริยธรรมต่อการตัดสินใจประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนั้นคุณค่าของคุณธรรมและจริยธรรมนั้นย่อมไม่สามารถแยกออกจากองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

ดังนั้นโดยสรุปแล้วทั้งสามประการข้างต้นล้วนต้องอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความถูกต้อง ไม่คลาดเคลื่อน มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และตระหนักถึงคุณธรรมจริยธรรมให้นำไปสู่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องเข้ากับกับสังคมนั้น

3.3 ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-Scientific Issues)

พินิจ ขำวงษ์ (2551) ได้สรุปการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมไว้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายรูปแบบ อาจเป็นใช้ประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย หรือใช้การอภิปรายและการสืบเสาะหาความรู้ก็ได้ ส่วนระยะเวลาที่ใช้ก็สามารถสรุปประเด็นในคาบเรียนเดียวกันไปจนถึงใช้ศึกษาตลอดรายวิชาสำหรับศึกษาประเด็นเพียงประเด็นเดียวก็ได้เช่นกัน และเพื่อให้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (Lewis, 2003) ได้ทำการเสนอแนะแนวทางการปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมตัวก่อนการสอน ผู้สอนต้องศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่หลากหลายจากสื่อ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร และอินเทอร์เน็ต ที่เป็นแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือล่วงหน้า เพื่อสำรวจหาประเด็นที่น่าสนใจ เหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ต้องจะจัดการเรียนรู้

และจัดทำแหล่งเอกสารอ้างอิงสำหรับผู้เรียน ด้วยการรวบรวมข้อมูลที่ได้มาจัดทำในรูปแบบของคลังข้อมูล

ขั้นที่ 2 การพัฒนาทักษะ ผู้สอนต้องแสดงให้เห็นเป็นตัวอย่าง (Modeling) ของการพัฒนาทักษะที่สำคัญที่ผู้เรียนควรได้ โดยประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ด้วยการให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทักษะที่ผู้เรียนควรได้รับจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม คือ

- ทักษะการอ่านและจับใจความ
- ทักษะการจำแนกความแตกต่างข้อมูล ข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็น
- ทักษะการจำแนกสิ่งที่รู้แล้วและสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ต่อไป
- ทักษะการค้นคว้าและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล
- ทักษะความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ทักษะการสรุปและนำเสนอข้อมูลโดยใช้การนำเสนอ เช่น การสร้างตาราง การสร้างกราฟหรือแผนภูมิรูปภาพ

ขั้นที่ 3 การอภิปรายแสดงความคิดเห็น เป็นกระบวนการที่สำคัญของการเรียนรู้จากประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ซึ่งผู้เรียนต้องศึกษาประเด็นต่าง ๆ โดยนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นหลักในการทำความเข้าใจประเด็นเหล่านั้น จึงจะสามารถอภิปรายและแสดงความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์บนพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ผู้สอนมีหน้าที่เป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางแก่นักเรียนในการสืบค้นข้อมูล โดยระหว่างการอภิปรายต้องควบคุมการอภิปรายให้เป็นไปในทางที่เหมาะสมโดยผู้สอน

ขั้นที่ 4 การประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการเปิดโอกาสให้สามารถลงความคิดเห็นและตัดสินใจ รวมถึงให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในประเด็นเหล่านั้น และเนื่องจากประเด็นต่าง ๆ ทางสังคมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ มักจะไม่มีคำตอบหรือข้อมูลที่ถูกต้องทั้งหมดหรือผิดทั้งหมด ดังนั้นครูผู้สอนต้องระมัดระวังการประเมินผลที่มุ่งเน้นให้คำตอบของผู้เรียนเหมือนจากความเห็นของผู้สอน แต่ผลลัพธ์ที่สำคัญของการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม คือ กระบวนการได้มาซึ่งคำตอบของผู้เรียน ที่บ่งบอกถึงคุณภาพของแหล่งข้อมูล ความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบหรือข้อสรุปและหลักฐานที่น่าเชื่อถือ

Lewis (2003) ได้เสนอไว้ว่าการใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมในการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับ การเลือกประเด็นที่นำมาใช้และได้ให้ข้อเสนอแนะในการเลือกประเด็นไว้ดังนี้

1. ครูผู้สอนต้องเลือกประเด็นทางสังคมที่เป็นปัจจุบันและเป็นที่น่าสนใจในวงกว้าง หรือเป็นประเด็นที่มีผลกระทบต่อผู้เรียน ซึ่งจะช่วยกระตุ้นความอยากรู้และสนใจของผู้เรียนในการ ค้นคว้าหาคำตอบและแสดงความคิดเห็น หรืออาจใช้เป็นประเด็นที่วงการสื่อสารมวลชนให้ความสนใจ เช่น ข่าว สารคดี นิตยสารหรือวารสารทางวิชาการ

2. ควรเลือกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน หรือ ถ้าเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายก็ควรมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

3. ควรหาประเด็นที่ไม่มีคำตอบที่แน่ชัดแต่ยังคงมีแหล่งข้อมูลที่หลากหลายรอบ ด้านอยู่ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนมีเข้าใจว่าไม่จำเป็นต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว หรือเป็น คำตอบที่คงที่ไม่มี การเปลี่ยนแปลงในอนาคต แต่คือคำตอบหรือทางออกในปัจจุบันที่เหมาะสม ที่สุดบนพื้นฐานของข้อมูลและหลักฐานที่มี

4. สืบค้นประเด็นที่เกี่ยวข้อง มีผลกระทบ หรือสร้างผลกระทบในหลายด้าน เช่น ด้านสังคม เศรษฐกิจและการเมือง เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงเกี่ยวของกันของ ประเด็นต่าง ๆ รอบตัวที่ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ รวมทั้งเป็นผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง และพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อชีวิตและสังคม (พินิจ ขำวงษ์, 2551)

Wilmes และ Howarth (2009) ได้อธิบายลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามประเด็น วิทยาศาสตร์กับสังคม ว่าเป็นการสอนที่ขยายมาจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สังคม (STS) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของ วิทยาศาสตร์กับความเป็นจริง โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากประเด็นในสังคม และได้ แสดงความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีทั่วไปกับแนวประเด็น วิทยาศาสตร์กับสังคมไว้ ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทั่วไปและการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม Wilmes and Horwarth (2009)

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีทั่วไป	การจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์กับสังคม
เนื้อหาแยกออกจากวิชาอื่น	มุ่งที่การอภิปรายมโนทัศน์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจและเหมาะสมกับบริบทเป็นจุดเริ่มต้น
ทำงานคนเดียว	มีการทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยน นำเสนอข้อมูล ซึ่งเป็นการจำลองลักษณะของสังคมที่มีความหลากหลายทางความคิด
มุ่งสืบค้นข้อมูลหลักการ	แสวงหาความเข้าใจในแนวคิด จากข้อมูลที่สืบค้นรอบด้าน
คำถามปลายปิด มีถูกต้องหรือผิดเพียงสิ่งเดียว	คำถามปลายเปิดที่นักเรียนสามารถอธิบายได้อย่างน่าเชื่อถือบนพื้นฐานของหลักการและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์
ประเมินผลแบบเลือกตอบ	ประเมินตามสภาพจริง

Feierabend และ Eilks (2010) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหา (textual approach and problem analysis) เป็นขั้นตอนของการที่ครูผู้สอนต้องสรรหาประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ที่ปัจจุบันมีความขัดแย้งกันหรือยังไม่มีข้อสรุปร่วมกันจากสื่อ เช่น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร โทรทัศน์

ขั้นที่ 2 การทำความเข้าใจเบื้องหลังทางวิทยาศาสตร์ (clarifying the background) ครูผู้สอนต้องทำการชี้แนะและช่วยเหลือให้นักเรียนให้เข้าใจในเนื้อหาสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำลังศึกษา

ขั้นที่ 3 ศึกษาปัญหาจากประเด็นที่เลือกอีกครั้ง (resuming the socio-scientific dimension) เมื่อทำให้นักเรียนมีพื้นฐานของข้อมูลความรู้แล้ว ให้ศึกษาประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และสังคมก่อนอภิปรายร่วมกัน

ขั้นที่ 4 อภิปรายและประเมินผลในมุมมองที่แตกต่างกัน (discussing and evaluating different point of view) ทำให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันในหลากหลายมิติของสังคม และความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงในสังคม โดยอาจมีการใช้รูปแบบของการจัดรายการโทรทัศน์ บทบาทสมมติ รายการเสวนา ในประเด็นที่ศึกษา มาจัดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน (meta-reflection) ร่วมกันสะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้ร่วมกันเรียนรู้จากกิจกรรมที่ผ่านมา ในหลาย ๆ ด้าน ทั้งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และสังคม

Sadler, Klosterman, และ Topcu (2011) ได้ทำการพัฒนาขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และนำเสนอเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนสามารถนำไปปรับใช้ ประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอนการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 แนะนำเนื้อหาวิชา (topic or subject matter introduction) ใช้เวลาประมาณ 5 นาที ในการเป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียน 1) ตระหนักในเนื้อหาที่จะได้ศึกษา เป็นการกระตุ้นความสนใจ 2) สัมผัสความรู้และเตรียมตัวล่วงหน้า (pre-conception) สำหรับเนื้อหาที่กำลังจะเรียน ทั้งนี้ครูผู้สอนต้องเตรียมข่าว บทความ โฆษณา หรือสื่ออื่น ๆ ที่มีประเด็นที่น่าสนใจของสังคม

ขั้นที่ 2 การท้าทายความเชื่อ (challenging core beliefs) เป็นขั้นตอนของการสร้างคำถามใหม่ จากข้อมูลในอีกมุมมอง ที่เราให้ผู้เรียนเกิดการถกเถียงและอธิบายความเชื่อทั่วไป ความรู้พื้นฐาน มโนทัศน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียน 1) สร้างรูปแบบการอธิบายความเชื่อของตนเอง 2) ตอบสนองความเชื่อของตนเอง 3) แบ่งกลุ่มนักเรียนตามความเชื่อในประเด็นที่ศึกษา ครูอาจมีการเพิ่มเติมด้วยการเขียนคำถามที่อยู่ในบริบทของประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และแสดงให้นักเรียนเพื่อตรวจสอบคำถามและประเมินระหว่างการอภิปราย

ขั้นที่ 3 ขั้นการเรียนการสอน (formal instruction) คือขั้นตอนของการให้ความรู้และเนื้อหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมให้แก่นักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการโต้แย้ง อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักเรียน 1) ได้ใช้ความรู้เพื่อการอภิปราย ในกิจกรรมต่อไป 2) ให้ทราบว่าคุณสมบัติใหม่ที่ได้รับนั้น เป็นประโยชน์และมีความหมายในการต่อยอดความคิด 3) สามารถสร้างความเข้าใจแนวคิด 4) สามารถนำแนวคิดไปใช้ได้ สถานการณ์ใหม่อื่น ๆ และครูต้องเน้นย้ำนักเรียนด้วยเช่นกันว่าความรู้ที่มีความสำคัญและความสามารถในการประยุกต์ความรู้เป็นสิ่งจำเป็นในกิจกรรมถัดไป

ขั้นที่ 4 กิจกรรมกลุ่ม (group activity) เป็นกิจกรรมเพื่อพัฒนาคำถามตามประเด็นที่กำลังศึกษาและร่วมกันตรวจสอบของนักเรียนแต่ละคน มีการพูดคุย อภิปรายร่วมกันโดยต้องใช้หลักฐาน ข้อมูลที่น่าเชื่อถือแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่ม มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียน 1) เกิดการแลกเปลี่ยนและลงข้อสรุปร่วมกันในประเด็นที่ศึกษาของกลุ่ม 2) ร่วมกันตรวจสอบและประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ 3) ตรวจสอบความเข้าใจในแนวคิดทาง

วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้กิจกรรมในขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนร่วมกันสังเคราะห์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อหาเหตุผลสนับสนุนและปกป้องความเชื่อของตนเอง ความสำคัญของขั้นตอนนี้คือการให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในการประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและใช้เหตุผลในการนำเสนอหรืออภิปรายร่วมกัน

ขั้นที่ 5 การพัฒนาคำถามที่สอดคล้องกับบริบท (develop contextual question) เป็นขั้นตอนของการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อหาวิชาในประเด็นที่กำลังศึกษามาเพื่อแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ในประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมอีกครั้งหนึ่ง แต่ต้องให้ความสำคัญที่น้อยลง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สืบหาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 2) ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล 3) ให้อำนาจการใช้ความรู้ใหม่ในการหาคำตอบกับประเด็นที่ถกเถียง 4) ประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานอ้างอิง 5) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหลักฐาน 6) ฝึกฝนทักษะการแสดงความคิดเห็นของบุคคล

ขั้นที่ 6 การอภิปรายในชั้นเรียน (classroom discussion) คือการร่วมกันสนทนาแลกเปลี่ยนข้อมูลหลักฐาน และให้ความสนใจเฉพาะกับความรู้ที่ใช้ในการตัดสินใจ มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียน 1) เกิดการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล เพื่อพัฒนาแนวคิดและลดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน 2) เสริมสร้างทักษะการตัดสินใจ 3) สะท้อนลักษณะนิสัย และการใช้จริยธรรมของแต่ละบุคคล 4) รู้จักการประสพกับความขัดแย้ง และได้แย้งอย่างมีจริยธรรม 5) พัฒนาความเข้าใจบนความเห็นและหลักฐานที่น่าเชื่อถือ 6) ฝึกฝนการเจรจาต่อรองในการสนทนา 7) เสริมสร้างการรับรู้วิทยาศาสตร์ 8) พัฒนาทักษะการคิด 9) พัฒนาการประยุกต์ใช้ความรู้ 10) พัฒนาการนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนเหตุผลของตน ดังนั้นในขั้นตอนของการสอนต้องทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์กันของบริบทต่าง ๆ รอบตัว ที่เกี่ยวเนื่องและส่งผลกระทบต่อถึงกัน และการค้นคว้าข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตนั้นทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงแนวคิดที่แตกต่างจำนวนมาก อาจน่าเชื่อถือหรือไม่ก็ได้

ขั้นที่ 7 การกล่าวเนื้อหาซ้ำ (reiteration of subject or content matter) เป็นขั้นตอนการทบทวนเนื้อหาสำคัญของประเด็นที่ศึกษา เป็นขั้นตอนที่ทำให้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ชัดเจนขึ้น ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการยืนยันความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ควรมีการอภิปรายและแนะนำการนำความรู้ไปใช้ต่อในเรื่องอื่น ๆ มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียน 1) จัดระเบียบความรู้ 2) รับรู้และทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของเนื้อหา

ขั้นที่ 8 การวัดความรู้และการให้เหตุผล (knowledge and reasoning assessment) คือขั้นตอนการนำเสนอกลุ่ม การสร้างงานนำเสนอด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น โปสเตอร์

นำเสนองานวิชาการ กิจกรรมได้วาที่ เวทีเสวนา ทำรายงาน ทำแบบทดสอบอัตโนมัติวัดความรู้ เพื่อให้นักเรียน 1) แสดงความคิดเห็นตนเองอย่างลึกซึ้ง 2) กระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติและเสริมความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง โดยที่การวัดความรู้นี้ เป็นการประเมินผลงานนักเรียน ควรรวมการวัดความรู้เชิงเนื้อหาและควรมีการทดสอบหลังเรียนครั้งสุดท้ายเพื่อยืนยันความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในประเด็นทางสังคมต่าง ๆ ให้ถูกต้อง

อุไรวรรณ ไชยช่วย และ ประยุกต์ ศรีวิไล (2558) ได้อธิบายว่าการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมนั้นไม่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ตายตัว หากแต่เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มาจากกรณีศึกษา เช่น การสอนแบบบรรยาย อภิปราย บทบาทสมมติ การอุปนัย และการสอนแบบสืบเสาะ และยังบูรณาการเข้ากับขั้นการสอนของ Mintzes และ Lin (2010) ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น หรือวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นรูปการใช้ปัญหาเป็นฐานผสมผสานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในการโต้แย้งและการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิพากษ์วิจารณ์และการคิดเชิงเหตุผล

จากข้อมูลของนักวิชาการการศึกษาและนักวิจัยหลายท่านจึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เป็นการใช้ประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ โดยประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมนั้นล้วนเป็นประเด็นที่ถกเถียงกัน ยังไม่มีข้อสรุปร่วมกันของคนในสังคม ซึ่งมาจากความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน เพราะแนวความคิด วิธีการหรือประสบการณ์ที่แตกต่าง ทำให้นักเรียนจะได้ศึกษาประเด็นต่าง ๆ ร่วมกับกรณีศึกษาที่หลากหลาย โดยการใช้แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ แลกเปลี่ยนมุมมองและไม่ยึดติดกับความเป็นจริงเป็นสิ่งเดียว และการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมนี้ จะช่วยทำลายความเชื่อกระแสหลักของนักเรียน ให้รู้จักถูกคิดและมองเห็นมุมมองต่าง ๆ รอบตัวที่แตกต่างจากมุมมองเดิม เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในประเด็นและเริ่มต้นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายแต่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจญาณญาณ การโต้แย้ง และมีความสร้างสรรค์ในการนำเสนอข้อมูล

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็น

วิทยาศาสตร์กับสังคม (Socio-Scientific Issues)

งานวิจัยในประเทศ

สุรศักดิ์ เฟรท์ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่มีผลต่อความสามารถในการโต้แย้งและมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่ง

ความสามารถในการโต้แย้งต้องใช้ความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างและเหตุผล และการสร้างข้อสนับสนุนของการโต้แย้งของผู้เรียน สนับสนุนให้นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูล ฝึกในการแก้ปัญหา ส่วนประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักเลือกหลักฐานในประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่ขัดแย้งกัน รวมถึงตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูล ความน่าเชื่อถือ และความถูกต้องของหลักฐานอย่างเข้มงวด

ศศินันท์ วงศ์อนันต์, จีระพรรณ สุขศรีงาม, และ ปรมะขันธ์ จันทร์เพ็ง (2558) ได้เปรียบเทียบการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5 ขั้นกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม 3 เรื่อง คือ การสร้างเชื้อพันธุกรรม GMO และการขุดเจาะปิโตรเลียม มีการใช้แบบสอบถามตามรูปแบบของ Mintzes และ Lin (2010) พบว่า ความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน โดยเสนอว่าการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมนั้นส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งและการวิพากษ์วิจารณ์ ควรสนับสนุนให้ครูวิทยาศาสตร์จัดการเรียนการสอนตามแนววิทยาศาสตร์กับสังคม

ชนาพร ดาวใส และ ประยูรต์ ศรีวิไล (2558) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ จากการเรียนประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีวิทยาศาสตร์และวิธีปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกัน พบว่านักเรียนโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการโต้แย้งเพิ่มขึ้นและมีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยรวมและเป็นรายด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรวรรณ พันธุ์ปรีดา และคณะ (2560) ได้ศึกษาการส่งเสริมการลงมือปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่า 1) ผู้เรียนควรเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังการเรียนรู้ทุกครั้ง 2) ครูควรใช้สื่อการสอนในขั้นนำเข้าสู่ประเด็น โดยต้องกระชับและกระตุ้นความสนใจ และไม่ซ้ำกันในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 3) ครูควรมีการจัดกลุ่มนักเรียนที่หลากหลาย 4) ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมการลงมือปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน

งานวิจัยในต่างประเทศ

Levinson (2006) ได้ทำการศึกษาบทบาทของครูผู้สอนที่จัดการสอนโดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และทำการสัมภาษณ์ครูกลุ่มดังกล่าว จำนวน 30 คน เกี่ยวกับการสอนตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง เทคโนโลยีชีวการแพทย์ กับนักเรียนอายุ 14-19 ปี พบว่ามีกรณีที่ทำให้นักเรียนสับสน คือ ความน่าเชื่อถือของข้อมูล หลักฐาน การหา

ข้อเท็จจริง ความแตกต่างระหว่างค่านิยมและข้อเท็จจริง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามประเด็น วิทยาศาสตร์กับสังคมครูต้องส่งเสริมนักเรียนให้เห็นความสำคัญและฝึกฝนนักเรียนให้ตรวจสอบ แหล่งที่มาของข้อมูลต่าง ๆ โดยมีครูควบคุมอย่างเข้มงวด

Mintzes และ Lin (2010) ศึกษาความสามารถในการโต้แย้งโดยใช้ประเด็น วิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง อุทยานแห่งชาติมาเก๊า ใช้เวลา 8 เดือนก่อนเก็บข้อมูลในประเด็น ดังกล่าว และวัดความสามารถในการโต้แย้ง ใช้เวลา 17 ชั่วโมง พบความสัมพันธ์ดังนี้ หากนักเรียน กลุ่มที่มีความสามารถในการโต้แย้งสูงจะสามารถสร้างข้อโต้แย้งที่สมบูรณ์กว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการโต้แย้งต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสามารถนำเสนอข้อ คัดค้านหลังจากการจัดการเรียนรู้ได้

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21

4.1 ความหมายของทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

วิจารณ์ พานิช (2555) ได้ให้ความหมายของทักษะในศตวรรษที่ 21 ว่าหมายถึง ทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิตของคนในศตวรรษที่ 21 ทุกคน ที่จะต้องเรียนรู้ตั้งแต่ชั้นอนุบาล ไปจนถึงตลอดชีวิต เพื่อให้สามารถเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมที่รวดเร็วและคาดไม่ถึงได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

วิภาวี ศิริลักษณ์ (2557) ได้ให้ความหมายของทักษะในศตวรรษที่ 21 ว่าเป็น ความสามารถส่วนบุคคลที่พึงมีเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการดำรงชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้ความท้าทายของสภาวะการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในสังคมของศตวรรษที่ 21

จากการให้ความหมายของทักษะในศตวรรษที่ 21 ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ทักษะในศตวรรษที่ 21 คือทักษะสำคัญของนักเรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้และควรมีเพื่อแสดงถึง ความสามารถและประสบความสำเร็จกับการเรียน การทำงาน และการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21

ได้ให้ความหมายของทักษะในศตวรรษที่ 21 ไว้ว่าเป็นทักษะที่สำคัญที่นักเรียนควรมี เพื่อนำไปสู่การประสบความสำเร็จด้านการเรียน การทำงาน และการดำรงชีวิต

4.2 กรอบความคิดสำหรับทักษะในศตวรรษที่ 21

ภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills, 2554) ได้ ระบุทักษะจำเป็นในศตวรรษที่ 21 ไว้ 3 ทักษะ ดังนี้

1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เป็นทักษะที่ใช้ในการดำรงชีวิตและการทำงาน ประกอบด้วย 4 ทักษะย่อย หรือ 4C ได้แก่

1. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creative and Innovation)

2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving)

3. การสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Communication and collaboration)

2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media and Technology skills) หรือทักษะที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่รวดเร็ว และสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลใหม่ ๆ ได้ประกอบด้วย 3 ทักษะย่อย ได้แก่

1. การรู้ด้านสารสนเทศ (Information Literacy)

2. การรู้ด้านสื่อ (Media Literacy)

3. การรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology Literacy)

3) ทักษะในชีวิตและอาชีพ (Life and Career Skills) ที่ใช้ในการดำรงชีวิตและการทำงานให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งผู้เรียนจำเป็นต้องพัฒนาตนเอง 5 ทักษะ ได้แก่

1. ความยืดหยุ่นและการปรับตัว (Flexibility and Adaptability)

2. การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง (Initiative and Self Direction)

3. การเข้าสังคมและแลกเปลี่ยนวัฒนธรรม (Social and Cross-Cultural)

4. การสร้างประโยชน์และรับผิดชอบต่อ (Productivity and Accountability)

5. ภาวะผู้นำและมีความรับผิดชอบ (Leadership and Responsibility)

จึงสามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ต้องมีพื้นฐานของทักษะแกนกลาง 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี และทักษะในชีวิตและอาชีพดังภาพ



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ที่มา: <https://www.battelleforkids.org/networks/p21>

โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา หลังจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหา

4.3 ทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving)

1) ความหมายของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเป็นรูปแบบการคิดขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์ การประเมินค่า อาจต้องการกระบวนการทดสอบ ตรวจสอบก่อนนำมาประกอบการพิจารณาร่วมกับข้อมูล สถานการณ์ และตัดสินใจ นำไปสู่การแก้ปัญหอย่างเหมาะสมตามแต่ละบริบท ได้มีผู้ให้ความหมายไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

ลักษณะ สรวิวัฒน์ (2549) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดเพื่อวิเคราะห์ สังเคราะห์และตัดสินใจ นำไปสู่การแก้ปัญหา อาศัยหลักเหตุผล ข้อเท็จจริง และต้องใช้ทักษะการคิดไตร่ตรอง ปราศจากการใช้อารมณ์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นความสามารถในการคิดรวบยอด ประยุกต์ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมิน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มารวบรวม เป็นกระบวนการคิดขั้นสูง ต้องพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ให้มีความชัดเจนตรงประเด็น ก่อนการตัดสินใจ นำมาสู่การตัดสินใจอย่างเหมาะสม

บรรจง อมรชีวิน (2556) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นความสามารถในการคิดอย่างกระจ่าง มีเหตุผล อย่างไตร่ตรอง รวมถึงการคิดอย่างอิสระการสะท้อนความคิด

จากความหมายข้างต้นผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ที่มีความเป็นระบบ มีจุดมุ่งหมาย มีการอ้างอิงเหตุผล ข้อเท็จจริง มาพิจารณาไตร่ตรอง เกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับ โดยต้องมีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินผลข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ

2) ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2552) ได้ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาว่า หมายถึง การใช้ประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ โดยมีขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการกำหนดไว้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ได้ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาว่า หมายถึง การคิด หานหนทางที่จะจัดสิ่งที่เป็นปัญหาให้หมดไป ผ่านการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ

จากความหมายข้างต้นผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ข้อมูล ประสบการณ์เดิม มาผ่านกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน เพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมตามแต่ละบริบท

ดังนั้นทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดขั้นสูง มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าข้อมูล ประสบการณ์ โดยต้องไตร่ตรองอย่างรอบคอบ คำนึงถึงข้อเท็จจริงของข้อมูล มีการอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ ใช้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ ปราศจากการใช้อารมณ์ เป็นระบบการคิดที่ทำให้ผู้มีทักษะนี้สามารถตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม และเมื่อตัดสินใจได้แล้วจึงนำองค์ความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการแก้ไขปัญหาตามแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ

4.4 การประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหา

1) การวัดและประเมินผลการศึกษาอย่างมีวิจารณญาณ

การวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีวิธีการที่หลากหลายที่ผู้วิจัยสามารถเลือกใช้ได้ เช่น การวัดโดยแบบทดสอบ แบบสัมภาษณ์ การสังเกตพฤติกรรมโดยแบบสังเกต การจดบันทึกรายบุคคล เป็นต้น ซึ่งมีนักวิจัยและนักการศึกษาได้พัฒนาแบบทดสอบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นมาตรฐานดังนี้

ณัฐกาญจน์ เตชะเทพ (2558) ได้กล่าวว่ามีการพัฒนาแบบวัดอย่างต่อเนื่อง สำหรับใช้กับนักเรียน เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน A และ B แต่ละชุดประกอบด้วย 5 แบบทดสอบย่อยมีข้อสอบรวม 80 ข้อ เวลา 50 นาที แต่ละแบบทดสอบย่อยวัดความสามารถในการคิดดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิง เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกข้อสรุปว่าข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ โดยมีการกำหนดสถานการณ์มาให้แล้วมีข้อสรุปของสถานการณ์นั้น ๆ 3-5 ข้อสรุป ส่วนผู้ตอบต้องตัดสินใจเลือกข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร ซึ่งมี 5 ตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง น่าจะเป็นจริง ข้อมูลไม่เพียงพอ น่าจะเป็นเท็จ และเป็นเท็จ

2. ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกข้อความใดที่เป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น โดยมีการกำหนดสถานการณ์มาให้และมีข้อความเพิ่มเติม สถานการณ์ละ 2-3 ข้อความ ผู้ตอบต้องตัดสินใจว่าข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

3. ความสามารถในการนิรนัย เป็นความสามารถในการหาข้อสรุปของสถานการณ์ที่กำหนดมาให้อย่างสมเหตุสมผล ตามหลักตรรกศาสตร์ โดยมีสถานการณ์มาให้ 1 ย่อหน้า พร้อมด้วยข้อสรุป สถานการณ์ละ 2-4 ข้อ ผู้ตอบพิจารณาว่าข้อสรุปใดเป็นไปได้หรือเป็นไปได้ไม่ได้

4. ความสามารถในการตีความ เป็นความสามารถของการให้คุณค่าต่อข้อมูลหลักฐาน เพื่อใช้ตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุปนั้น ๆ โดยมีการกำหนดสถานการณ์พร้อมข้อสรุป สถานการณ์ละ 2-3 ข้อ ผู้ตอบต้องทำการพิจารณาว่าข้อสรุปแต่ละข้อมีความน่าเชื่อถือหรือไม่อย่างไร ภายใต้บริบทของสถานการณ์ที่กำหนด

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นความสามารถในการใช้เหตุผลจำแนกว่าสิ่งใดสมเหตุสมผล ลักษณะของแบบทดสอบจะต้องมีการกำหนดชุดของคำถามที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่อง พร้อมชุดคำตอบ ผู้ตอบต้องพิจารณาว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องกับคำถามโดยตรงหรือไม่อย่างไรพร้อมเหตุผลประกอบ

แบบทดสอบประเภทนี้มีความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน โดยความเที่ยงแบบแบ่งครึ่งแบบทดสอบ ต้องมีพิสัยระหว่าง 0.69 ถึง 0.85 และความเที่ยงตรงแบบคงที่ด้วยการทดสอบซ้ำ (ระยะห่าง 3 เดือน) เท่ากับ 0.73 มีการตรวจสอบความเชื่อมั่น โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากแบบทดสอบเซวาร์นปีญญา แบบวัดเจตคติ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Ennis (1985) ได้พัฒนา Comell Critical Thinking Test ขึ้น โดยได้กำหนดว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ

1. การกำหนดนิยามปัญหาและการทำให้กระจ่าง มีความสามารถต่าง ๆ ประกอบดังนี้

- 1) ระบุประเด็นปัญหาสำคัญพร้อมข้อสรุป
- 2) ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ
- 3) ตั้งคำถามอย่างเหมาะสมกับสถานการณ์
- 4) ระบุข้อตกลงเบื้องต้น

2. การพิจารณาข้อมูล มีความสามารถต่าง ๆ ประกอบดังนี้

- 1) ตัดสินความน่าเชื่อถือของข้อมูลและการสังเกต
- 2) ตัดสินความเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกันของข้อมูล
- 3) ตระหนักถึงความเที่ยงตรงของข้อมูล

3. การอ้างอิงอย่างสมเหตุสมผลเพื่อแก้ปัญหาและลงข้อสรุป มีความสามารถต่าง ๆ ประกอบดังนี้

- 1) การตัดสินแบบอุปนัยและอ้างอิง
- 2) การนิรนัย
- 3) การทำนายผล

โดยที่แบบทดสอบ Comell Critical Thinking Test เหมาะสำหรับใช้กับกลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่มซึ่งจะมีการกำหนดสมรรถนะในการวัดที่แตกต่างกัน โดยแบบทดสอบประเภท Level X ใช้สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงมัธยมศึกษา ส่วนแบบทดสอบประเภท Level Z ใช้เฉพาะเจาะจงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายถึงระดับอุดมศึกษา บัณฑิตศึกษา และผู้ใหญ่

ทั้งนี้แบบทดสอบ Comell Critical Thinking Test ประเภท Level X มีค่าความเที่ยงตรงในช่วง 0.67 ถึง 0.79 ส่วนประเภท Level Z มีค่าความเที่ยงตรง 0.50 ถึง 0.77 ในด้านความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีการศึกษาด้านเนื้อหา ความตรงเกณฑ์และวิเคราะห์ตัวประกอบ

จากการศึกษาทฤษฎีการวัดและประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีนักการศึกษาได้สร้างขึ้นไว้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แนวทาง

ในการวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยแบบทดสอบตามแนวคิดของ Watson และ Glaser ประกอบด้วย 5 ด้าน ดังนี้

- 1) ความสามารถในการอ้างอิง
- 2) ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น
- 3) ความสามารถในการนิรนัย
- 4) ความสามารถในการตีความ
- 5) ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมี

วิจารณญาณและแก้ปัญหา

ณัฐกาญจน์ เตชะเทพ (2558) ได้ทำการศึกษามุมมองของธรรมชาติ การคิดอย่างมี วิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบขัดแย้งและการสะท้อนการคิด พบว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง จำนวน 45 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบขัดแย้งและการสะท้อนการคิด มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 45 คนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ระดับ .01 เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมให้ผู้เรียนหาความรู้ด้วยตนเอง มีการฝึกปฏิบัติ ช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักคิด และตัดสินใจ บนพื้นฐานของเหตุผล ส่งผลต่อการแก้ไขปัญหา

กนกทิพย์ ยาทองไชย (2559) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปิโตรเลียม และพลังงานทดแทน เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 40 คน พบว่า เมื่อทำการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษานี้ พบว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่บูรณาการหลายศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เกิด แรงจูงใจในการเรียน การเรียนรู้มีคุณค่าเนื่องจากเริ่มต้นการเรียนด้วยสถานการณ์ใกล้ตัว ทำให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน และความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหานักเรียน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา เพื่อใช้ประกอบการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่มที่ 6 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยดำเนินการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน ตามลำดับดังนี้

1. พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

- 1) การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
- 2) ศึกษาผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- 3) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม
- 4) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 4.1) การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม
 - 4.2) การสร้างแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

2. ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

- 1) แบบแผนการวิจัย
- 2) การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3) การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ทั้งนี้ผู้วิจัยจะขอนำเสนอขั้นตอนกระบวนการวิจัย ดังภาพ



ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนกระบวนการวิจัย

1. พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1) การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 โดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบ จำนวน 30 คน และความสามารถ

2) ศึกษาผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้วิจัยทำการศึกษาผลการเรียนรู้และวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ได้ดังนี้

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21

ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เกี่ยวข้อง
1. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม	1. ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่กำหนด 2. ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีและวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 2. การสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3. การรู้ด้านสารสนเทศและสื่อ
2. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิด	1. ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับศาสตร์อื่นแก้ปัญหาสถานการณ์หรือ	1. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. การสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4. การรู้ด้านสารสนเทศและสื่อ

ตาราง 7 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เกี่ยวข้อง
วิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ	ประเด็นที่สนใจ 2. จัดทำรายงานการแก้ปัญหาโดยการบูรณาการความรู้	5. การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง
3. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	1. นำเสนอผลงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	1. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. การสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4. การรู้ด้านสารสนเทศและสื่อ 5. การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง
4. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ	1. เข้าร่วมประชุมวิชาการในฐานะผู้ฟังหรือผู้นำเสนอผลงาน 2. จัดทำรายงานสรุปการประชุมวิชาการ	1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 2. การสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น 3. การรู้ด้านสารสนเทศและสื่อ 4. การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง

3) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

ผู้วิจัยได้ศึกษาประเด็นทางสังคมที่ได้รับความสนใจในวงกว้างจากวงการศึกษา สื่อมวลชน วงการวิชาการ หรือเป็นประเด็นที่มีผลกระทบต่อผู้เรียน จึงได้เลือกประเด็น ปัญหาพลาสติก ปัญหาโรคระบาด และทิศทางของเคมีในอนาคต นำมาแบ่งเป็นกิจกรรมจำนวน 3 กิจกรรม แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 โครงสร้างเวลาในการจัดกิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

ที่	กิจกรรม	ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่ใช้	ชั่วโมง
		ทดสอบก่อนเรียน	2
1	กิจกรรมที่ 1 : กิจกรรม เคมีกับการแก้ปัญหา	ศึกษาปัญหาพลาสติกสิ่งแวดล้อม ผลกระทบจากพลาสติก และแนวทางแก้ไขปัญหาพลาสติกสิ่งแวดล้อม	8
2	กิจกรรมที่ 2 : กิจกรรม เคมีกับการแก้ปัญหาโรค	ศึกษาปัญหาโรคระบาด ผลกระทบจากปัญหาโรคระบาด การระบาด การทดสอบ รักษา และยับยั้งการแพร่ระบาดของโรคระบาด	8
3	กิจกรรมที่ 3 : กิจกรรม เคมีในอนาคต	ศึกษาความก้าวหน้าของวงการเคมี เทคโนโลยีรอบตัวที่มีความเกี่ยวข้องกับเคมี และแนวโน้มในอนาคต	8
		ทดสอบหลังเรียน	2
		รวม	28

4) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย

4.1) การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยได้ดำเนินการดังนี้

1. ดำเนินการศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยเฉพาะในส่วนของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระเคมี ข้อที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อใช้ประกอบการเรียนรู้รายวิชาเคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่กำหนดให้นักเรียน

ต้องมีการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมีและมีผลการเรียนรู้ให้นักเรียนกำหนดปัญหาและนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

1.2 ศึกษาเนื้อหาเคมีและการแก้ปัญหาในชีวิต จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มที่ 6 รวมถึงหนังสือ และเอกสารต่าง ๆ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหา เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตร โดยผู้วิจัยได้ทำการกำหนดกรอบการเรียนรู้แล้วจำนวนกิจกรรมทั้งสิ้น 3 กิจกรรม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยผลจากการศึกษาดังกล่าวพบว่าการใช้ประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน รวมทั้งส่งเสริมความเข้าใจตัวแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา (Sadler and Zeidler, 2005)

2. ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 กิจกรรม ได้แก่

กิจกรรมที่ 1 เคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกกันโลก เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากพลาสติกในปัจจุบัน โดยมีข้อมูลที่หลากหลายทั้งกิจกรรมเดี่ยว และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยน อภิปราย และนำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา

กิจกรรมที่ 2 เคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด เป็นกิจกรรมที่นำนักเรียนรู้จักกับโรคระบาดรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน โดยนักเรียนจะได้ทำความเข้าใจกับธรรมชาติของการระบาดผ่านกิจกรรมเดี่ยวและกลุ่ม รวมถึงกิจกรรมสืบค้นข้อมูลเพื่ออภิปรายร่วมกันเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหาโรคระบาดโดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 3 เคมีในอนาคต นำเสนอทิศทางและแนวโน้มของการพัฒนาสังคมด้วยความรู้ทางเคมี ให้นักเรียนเห็นคุณค่าขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาสังคม

3. ดำเนินการออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จำนวน 3 กิจกรรม ที่ครอบคลุมและสอดคล้องกับสาระการ

เรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวม 28 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที) รวมการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน โดยขั้นตอนการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตนั้นใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จำนวน 8 ขั้นตอน ของ Sadler (2011) ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ขั้นตอนการสอน 8 ขั้นตอนดังกล่าวกับการจัดการเรียนรู้เคมีแบบทั่วไป ตามตารางดังนี้

ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ของ Sadler (2011) และการจัดการเรียนรู้เคมีแบบทั่วไป ปรับปรุงจาก สุรศักดิ์ เพวท์ (2559)

การจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม	การจัดการเรียนรู้เคมีแบบทั่วไป
<p>ขั้นที่ 1 แนะนำเนื้อหาวิชา นำเข้าสู่บทเรียนจากประเด็นทางสังคมที่มีความน่าสนใจในวงกว้าง และยังไม่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน อาจเป็นการเตรียมข่าว บทความ โฆษณา หรือสื่ออื่น ๆ</p>	ขั้นนำ
<p>ขั้นที่ 2 การท้าทายความเชื่อ สร้างคำถามใหม่ จากข้อมูลในอีกมุมมอง ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการถกเถียง</p>	
<p>ขั้นที่ 3 ขั้นการเรียนการสอน ให้ความรู้และเนื้อหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมให้แก่ผู้เรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการโต้แย้ง อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น</p>	
<p>ขั้นที่ 4 กิจกรรมกลุ่ม พัฒนาคำถามตามประเด็นที่กำลังศึกษาและร่วมกันตรวจสอบของนักเรียนแต่ละคน มีการพูดคุย อภิปรายร่วมกันโดยต้องใช้หลักฐาน ข้อมูลที่น่าเชื่อถือแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่ม ให้นักเรียนร่วมกันสังเคราะห์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อหาเหตุผลสนับสนุนและปกป้องความเชื่อของตนเอง</p>	ขั้นสอน
<p>ขั้นที่ 5 การพัฒนาคำถามที่สอดคล้องกับบริบท ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อหาวิชาในประเด็นที่กำลังศึกษา มาเพื่อแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อน</p>	

ตาราง 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม	การจัดการเรียนรู้ เคมีแบบทั่วไป
<p>ขั้นที่ 6 การอภิปรายในชั้นเรียน ร่วมกันสนทนาแลกเปลี่ยนข้อมูล หลักฐาน และให้ความสนใจเฉพาะกับความรู้ที่ใช้ในการตัดสินใจ ให้ นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์กันของบริบทต่าง ๆ รอบตัว ที่เกี่ยวเนื่องและ ส่งผลกระทบต่อถึงกัน</p>	<p>ขั้นสอน</p>
<p>ขั้นที่ 7 การกล่าวเนื้อหาซ้ำ ทบทวนเนื้อหาสำคัญของประเด็นที่ศึกษา เป็นขั้นตอนที่ทำให้ทางวิทยาศาสตร์ชัดเจนขึ้น</p>	
<p>ขั้นที่ 8 การวัดความรู้และการให้เหตุผล นำเสนอกลุ่ม การสร้างงาน นำเสนอด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ไปสเตอร์นำเสนองานวิชาการ กิจกรรม ได้ว่าที่ เวทีเสวนา ทำรายงาน ทำแบบทดสอบอัตนัยวัดความรู้ ทดสอบ หลังเรียนครั้งสุดท้ายเพื่อยืนยันความสามารถในการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้ในประเด็นทางสังคมต่าง ๆ ให้ถูกต้อง</p>	<p>ขั้นสรุป</p>

จากนั้นเมื่อได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมแล้ว จึงดำเนินการสร้างโครงสร้างของชุดกิจกรรมด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาวเพื่อใช้ออกแบบชุดกิจกรรมให้มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องไปกับผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร ทั้ง 4 ผลการเรียนรู้ ได้แก่

ผลการเรียนรู้ที่ 1 กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม

ผลการเรียนรู้ที่ 2 แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ

ผลการเรียนรู้ที่ 3 นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ผลการเรียนรู้ที่ 4 แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ

ตารางที่ 10 โครงสร้างของชุดกิจกรรมเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์ กับสังคมที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้

แผน ที่	กิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร
1	คาบที่ 1-2 ทดสอบทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน กิจกรรมที่ 1 : กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกสิ่งแวดล้อม	
2	คาบที่ 3-4 ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนด้วยการเสนอปัญหาและผลกระทบในประเด็น “การใช้พลาสติกของประเทศไทยและการใช้พลาสติกในระดับโลก” จากข่าว วารสาร สารคดี หรือรายการโทรทัศน์ ให้นักเรียนในชั้นเรียนได้รับทราบปัญหาและสำรวจปัญหาพลาสติกที่รอบตัว ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและกำหนดปัญหา ตรวจสอบสาเหตุของปัญหาและวางแผนทางแก้ไขปัญหามาตามประเด็นที่ศึกษา จากนั้นครูกระตุ้นผู้เรียนด้วยการนำเสนอข้อมูลสถานการณ์ของการใช้พลาสติกโดยใช้ข้อมูลในแง่มุมที่ตรงกันข้ามเพื่อท้าทายความเชื่อความรู้และข้อมูลเดิมของนักเรียน ให้นักเรียนเกิดความสนใจและเริ่มพิจารณาข้อมูลที่รอบด้านมากขึ้น	1. กำหนดปัญหาและนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพหรืออุตสาหกรรม
3	คาบที่ 5 แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละไม่เกิน 5 คน และครูดำเนินการนำเสนอเหตุการณ์จำลอง หากนักเรียนไม่มีพลาสติกใช้ในชีวิตประจำวัน จะส่งผลอย่างไร และมีปัญหาใดหรือไม่ที่จะได้รับการแก้ไข และให้นักเรียนทำการอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มถึงปัญหาและผลกระทบจากการใช้พลาสติก และร่วมกันสืบสอบหาความรู้และหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับ	2. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผน ที่	กิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร
	<p>ประเด็นเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนเหตุผลของกลุ่มตนเอง</p> <p>คาบเรียนที่ 6-7</p> <p>ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน โดยให้ตัวแทนแต่ละกลุ่ม นำเสนอปัญหา ผลกระทบและวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้ทำการสืบค้นและอภิปรายภายในกลุ่มมาแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหาตามประเด็นที่ถกเถียง ให้ได้ข้อสรุปร่วมกันของชั้นเรียนสนใจและเริ่มพิจารณาข้อมูลที่รอบด้านมากขึ้น</p>	
4	<p>คาบที่ 8</p> <p>ครูดำเนินการทบทวนเนื้อหาทางเคมี รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพลาสติก เพื่อเน้นย้ำในองค์ความรู้ทางเคมี ให้นักเรียนแต่ละคนได้สำรวจข้อมูลที่ได้สืบค้นว่าถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ มีเหตุผลสนับสนุนเพียงพอที่จะใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการแก้ไขปัญหา</p> <p>คาบเรียนที่ 9-10</p> <p>ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสถานการณ์พลาสติกและกระบวนการแก้ไขปัญหาพลาสติกโดยใช้องค์ความรู้ทางเคมี และทำการนำเสนอในรูปแบบอินโฟกราฟิก</p>	<p>3. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ</p>

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผน ที่	กิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร
กิจกรรมที่ 2 : กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด		
5	<p>คาบที่ 11</p> <p>ครูนำเสนอปัญหาและผลกระทบในประเด็น “สถานการณ์ของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19)” จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายทั้งข่าว วารสาร งานวิจัย สารคดีข่าว หรือรายการโทรทัศน์ ให้นักเรียนได้รับข้อมูลเพียงพอเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหา ผลกระทบ และแนวทางการแก้ไขจากกรณีศึกษาต่าง ๆ ที่ครูได้นำเสนอ จากนั้นครูกระตุ้นผู้เรียนด้วยการนำเสนอข้อมูลสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19) ในแง่มุมที่ตรงกันข้าม เพื่อทำการท้าทายความรู้/ความเชื่อเดิมของผู้เรียน</p> <p>คาบเรียนที่ 12-13</p> <p>ให้นักเรียนศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีที่ใช้ในการตรวจ ทดสอบ รักษา และยับยั้งการแพร่ระบาดของโรคระบาด โดยครูนำเสนอตัวอย่างที่หลากหลายประกอบการศึกษา</p>	<p>1. กำหนดปัญหาและนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม</p>
6	<p>คาบที่ 14</p> <p>แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละไม่เกิน 5 คน และครูดำเนินการนำเสนอเหตุการณ์จำลอง เมื่อนำวิธีการแก้ปัญหการระบาดของโรค COVID-19 ในหลากหลายวิธีของประเทศต่าง ๆ หากนำมาปรับใช้กับกรณีที่เกิดขึ้นในประเทศไทยว่าจะส่งผลอย่างไรและมีปัญหาใดหรือไม่ที่จะได้รับการ</p>	<p>2. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาใน</p>

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผน ที่	กิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร
	<p>แก้ไข และให้นักเรียนทำการอภิปรายและลง ข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่มถึงปัญหาและ ผลกระทบจากการการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ในประเทศไทย และร่วมกันสืบสอบ หาความรู้และหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับประเด็น เพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนเหตุผลของกลุ่มตนเอง</p> <p>คาบเรียนที่ 15-16</p> <p>ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน โดยให้ ตัวแทนแต่ละกลุ่ม นำเสนอปัญหา ผลกระทบและ วิธีการแก้ไขปัญหา แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ข้อมูล และวิธีการแก้ปัญหา ที่ได้ทำการสืบค้นและ อภิปรายภายในกลุ่ม สนับสนุนหรือหักล้างข้อมูล บนข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ตามประเด็นที่ ถกเถียงให้ได้ข้อสรุปของชั้นเรียนร่วมกันถึงปัญหา ผลกระทบ และวิธีการแก้ไขของโรคติดเชื้อไวรัสโค โรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19)</p>	<p>สถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ</p>
7	<p>คาบเรียนที่ 17-18</p> <p>นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาการแพร่ระบาด ของโรคระบาด โดยใช้องค์ความรู้ทางเคมี โดยทำ การนำเสนอในรูปแบบโปสเตอร์ทางวิชาการ</p>	<p>3. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้ จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือ ประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ</p>
กิจกรรมที่ 3 : กิจกรรมเคมีในอนาคต		
8	<p>คาบที่ 19</p> <p>ครูนำเสนอประเด็น “ความก้าวหน้าของวงการ เคมี” เพื่อให้นักเรียนได้รับข้อมูลที่หลากหลาย แง่มุม จากงานวิจัย ข่าว สารคดี ให้ทราบถึง ภาพรวมความก้าวหน้าทางเคมี รวมทั้งนำเสนอ</p>	<p>1. กำหนดปัญหาและนำเสนอแนว ทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทาง เคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นใน ชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม</p>

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผน ที่	กิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร
	<p>ข้อมูลที่สอดคล้องกับความก้าวหน้าของวงการเคมีในแง่มุมตรงกันข้าม เพื่อให้นักเรียนได้รับข้อมูลทั้งเชิงลบและบวกในปัญหาและผลกระทบจากความก้าวหน้าทางเคมี</p> <p>คาบเรียนที่ 20</p> <p>ครูให้นักเรียนศึกษาประเด็นการใช้ความรู้เคมีในบริบทสังคมไทย จากนั้นสืบค้นพร้อมเขียนอธิบายโต้แย้งด้วยหลักฐานและข้อมูลทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>สถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ</p>
9	<p>คาบที่ 21-22</p> <p>แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละไม่เกิน 5 คน และครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาความก้าวหน้าของวงการเคมีและสืบสอบหาความรู้ หลักฐาน ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมอภิปรายภายในกลุ่มให้ได้ข้อสรุปร่วมกันถึงความก้าวหน้า ผลกระทบ ปัญหา ประโยชน์ ฯลฯ ถึงแนวโน้มของวงการเคมีในอนาคต และให้สมาชิกกลุ่มทุกคนเลือกหัวข้อที่สนใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าของวงการเคมีเพื่อเตรียมนำเสนอในรูปแบบสัมมนาทางวิชาการ</p>	<p>2. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่นรวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ</p>
10	<p>คาบที่ 23-25</p> <p>ดำเนินการจัดการสัมมนาทางเคมี โดยกำหนดให้นักเรียนนำบทความทางวิทยาศาสตร์หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเคมีในชีวิตหลากหลายแง่มุมมาทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อนำเสนอและร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน (ครั้งที่ 1) ในรูปแบบสัมมนาทางวิชาการ</p>	<p>3. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ</p>

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผน ที่	กิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร
11	<p>คาบที่ 26-27 จัดงานนำเสนอทางวิชาการในรูปแบบของการจัด นิทรรศการที่หลากหลายตามบริบทและ สอดคล้องกับลักษณะของงาน</p> <p>คาบที่ 28 ทดสอบทักษะการแก้ปัญหาและทักษะ การคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน</p>	<p>4. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการ สัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ใน งานนิทรรศการ</p>

4. สร้างชุดกิจกรรมและคู่มือครูของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการ
แก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
และการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

5. หาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตาม
ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามขั้นตอนต่อไปนี้

5.1 ด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมี
กับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมี
วิจารณญาณและการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญ 3
ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี 2 ท่าน เพื่อศึกษาความ
เหมาะสมและข้อบกพร่องของชุดกิจกรรม โดยเครื่องมือที่ใช้ประเมิน ได้แก่ แบบประเมินความ
เหมาะสมขององค์ประกอบของชุดกิจกรรม เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต ลักษณะเป็นมาตร
ประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

มากที่สุด ค่าน้ำหนักเท่ากับ 5

มาก ค่าน้ำหนักเท่ากับ 4

ปานกลาง ค่าน้ำหนักเท่ากับ 3

น้อย ค่าน้ำหนักเท่ากับ 2

น้อยที่สุด ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1

โดยทำการแปลความหมายเป็นค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน แบ่งออกเป็น 5

ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เมื่อนำชุดกิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านดังกล่าว ทำการพิจารณาและประเมินตามเกณฑ์ พบความเหมาะสมขององค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 หมายถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมมาก เมื่อวิเคราะห์แต่ละประเมินที่ทำการพิจารณาจะพบว่า มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.67-5.00 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.00-1.00 แสดงให้เห็นว่าทุกองค์ประกอบที่พิจารณา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด แสดงดังภาคผนวก ข

5.2 ด้านความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรกับกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี 2 ท่าน เพื่อศึกษาความเหมาะสมและข้อบกพร่องของชุดกิจกรรม โดยเครื่องมือที่ใช้ประเมิน ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของชุดกิจกรรม เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต ลักษณะเป็นมาตรฐานค่า 5 ระดับ ดังนี้

มากที่สุด	ค่าน้ำหนักเท่ากับ 5
มาก	ค่าน้ำหนักเท่ากับ 4
ปานกลาง	ค่าน้ำหนักเท่ากับ 3
น้อย	ค่าน้ำหนักเท่ากับ 2
น้อยที่สุด	ค่าน้ำหนักเท่ากับ 1

โดยทำการแปลความหมายเป็นค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน แบ่งออกเป็น 5

ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เมื่อนำชุดกิจกรรมที่ได้พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านดังกล่าว ทำการพิจารณาและประเมินตามเกณฑ์ พบว่ามีความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร กับกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 หมายถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมมาก เมื่อวิเคราะห์แต่ละประเด็นที่ทำการพิจารณาจะพบว่า มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.67-4.67 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.00-1.00 แสดงให้เห็นว่าทุกองค์ประกอบที่พิจารณามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด แสดงดังตารางในภาคผนวก ข

5.3 ประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี 2 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสอดคล้อง คือ แบบประเมินความสอดคล้องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต ที่ใช้มาตรฐานค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง เพื่อปรับปรุงแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต และนำผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญแปลงเป็นคะแนนตามเกณฑ์คะแนน ดังนี้

สอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์	น้ำหนักคะแนน +1
ไม่แน่ใจว่าตรงตามวัตถุประสงค์	น้ำหนักคะแนน 0
ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	น้ำหนักคะแนน -1

จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์โดยใช้การหาค่าความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาและชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence : IOC) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ, 2539)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
 $\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

โดยพิจารณาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ .05 ขึ้นไป ทั้งนี้ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จะต้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (ศึกษารายละเอียดในภาคผนวก ข)

5.4 ดำเนินการปรับปรุงชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ตามข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นสรุป ดังนี้ ควรปรับปรุงกิจกรรมย่อยโดยเรียงลำดับกิจกรรมที่น่าสนใจกิจกรรมที่ 3 เคมีในอนาคต มีหลายเรื่องย่อยทำให้ไม่มีจุดเด่นที่ชัดเจน ปรับปรุงคำถามให้มีความชัดเจนสอดคล้องกับเกณฑ์และวัตถุประสงค์ของแต่ละกิจกรรม แล้วนำไปทดลองใช้

6. นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรมกับเวลา หาข้อบกพร่อง ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียน

6.1 ศึกษาความเหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มเล็กจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 เพื่อตรวจสอบการใช้ภาษา ประกอบกระบวนการสัมภาษณ์ และนำข้อมูลสะท้อนกลับที่ได้จากนักเรียนมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งทำให้พบว่าข้อความในชุดกิจกรรมบางข้อความมีความกำกวม นักเรียนสื่อความหมายไม่ตรงกัน จึงได้ดำเนินการแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้

6.2 ศึกษาความเหมาะสมกับนักเรียนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 เพื่อศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรมต่าง ๆ กับเวลาในการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต จากการทำกิจกรรมของนักเรียนผู้วิจัย จึงพบว่ากิจกรรมที่เป็นการสืบค้นนักเรียนให้ความสนใจน้อยและสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ หรือกิจกรรมที่ต้องสืบค้นเพื่อนำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกัน นักเรียนได้ข้อมูลที่ตรงกันทำให้ไม่สามารถอภิปรายถึงข้อแตกต่างและขยายความผู้ได้ ผู้วิจัยจึงทำการปรับกิจกรรมในส่วนที่มีการสืบค้นเป็นระบุให้ชัดเจนขึ้นว่าจะให้นักเรียนสืบค้นจากแหล่งข้อมูลใด หรือใช้บทบาทที่

แตกต่างกันของแต่ละกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายมากยิ่งขึ้นสำหรับการอภิปรายและขยายความรู้

4.2) การสร้างแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบประเมินที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล และวิธีการสร้างแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเพื่อใช้ในการประเมินทักษะของนักเรียนเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตทั้งหมด 3 กิจกรรม

3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ตามแนวทางจาก 21st Century Skills Standard Rubrics ทั้งหมด 4 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ หมายถึง การใช้การให้เหตุผลได้อย่างหลากหลายและมีความเหมาะสมกับสถานการณ์

ด้านที่ 2 การใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง การวิเคราะห์และอภิปรายแสดงความเชื่อมโยงของเหตุผลต่าง ๆ ของระบบ

ด้านที่ 3 การตัดสินใจและตัดสินใจ หมายถึง การวิเคราะห์และประเมินหลักฐาน ข้อโต้แย้ง ข้อกล่าวอ้าง ความเชื่ออย่างมีประสิทธิภาพ และสังเคราะห์หรือสร้างความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อมูลและข้อโต้แย้ง รวมทั้งตีความข้อมูล สร้างข้อสรุปอย่างมีประสิทธิภาพ หรือสะท้อนประสบการณ์การเรียนรู้และกระบวนการได้อย่างมีวิจารณญาณ

ด้านที่ 4 การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาและถามคำถามสำคัญที่จะช่วยให้เข้าใจปัญหาอย่างชัดเจนรวมทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยโดยวิธีเดิมหรือวิธีใหม่อย่างมีประสิทธิภาพจากสถานการณ์ที่กำหนด

4. สร้างแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปคัส โดยลักษณะของแบบประเมินเป็นสถานการณ์ให้นักเรียนได้ศึกษาและตอบคำถาม มี 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีแบบประเมิน 7 ข้อ รวม 21 ข้อ คะแนนรวม 84 คะแนน ซึ่งทำการดัดแปลงเกณฑ์การประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จาก 21st Century Skills Standard Rubrics กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ทักษะให้มีความสอดคล้องกับแบบประเมินและชุดกิจกรรมและเพื่อความสะดวกในการคำนวณหา ค่าเฉลี่ยร้อยละและให้ผู้วิจัยนำผลคะแนนการประเมินทักษะไปใช้ได้โดยง่าย แต่ละข้อมีลักษณะ ดังตาราง

ตาราง 10 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาจากคำถาม 7 ข้อ ปรับปรุงจากแบบประเมินตามแนวทางของ 21th Century Skills Standard Rubrics

ข้อ ที่	ด้าน	พฤติกรรมบ่งชี้	กลุ่มของคำตอบ	เกณฑ์ คะแนน
1	การให้เหตุผล อย่างมี ประสิทธิภาพ	ให้เหตุผลประเภทต่าง ๆ ตามความเหมาะสม กับสถานการณ์	- ใช้เหตุผลที่หลากหลาย ตามความเหมาะสม กับสถานการณ์ในเงื่อนไขต่าง ๆ และถูกต้อง 6 เหตุผลขึ้นไป	4
			- ใช้เหตุผลที่หลากหลาย ตามความเหมาะสม กับสถานการณ์ และถูกต้อง 5-6 เหตุผล	3
			- ใช้เหตุผลตามความเหมาะสมกับ สถานการณ์ และถูกต้อง 3-4 เหตุผล	2
			- พยายามใช้เหตุผลให้เหมาะสมกับ สถานการณ์ และถูกต้อง 1-2 เหตุผล	1
2-3	การใช้ความคิด อย่างเป็นระบบ	วิเคราะห์ว่าส่วนต่าง ๆ ของทั้งหมดได้ตอบกัน อย่างไรเพื่อสร้าง ผลลัพธ์โดยรวมใน ระบบที่ซับซ้อน	ระบุเหตุผลเชิงบวกและเหตุผลเชิงลบโดย อธิบายขยายความเหตุผลเหล่านั้นได้อย่าง หลากหลายสอดคล้องกับสถานการณ์	4
			ระบุเหตุผลเชิงบวกและเหตุผลเชิงลบโดย อธิบายขยายความเหตุผลเหล่านั้นได้	3
			ระบุเหตุผลเชิงบวกและเหตุผลเชิงลบได้	2
			ระบุเหตุผลเชิงบวกหรือเชิงลบได้เพียงอย่าง เดียว โดยไม่สามารถหาเหตุผลอื่นมาแย้งได้	1

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ ที่	ด้าน	พฤติกรรมบ่งชี้	กลุ่มของคำตอบ	เกณฑ์ คะแนน			
4-6	การตัดสินใจ ตัดสินใจ	วิเคราะห์และประเมิน มุมมองที่สอดคล้อง สนับสนุน หรือขัดแย้ง อย่างมีประสิทธิภาพ	วิเคราะห์หรือประเมินได้พร้อมอธิบายขยาย ความเพิ่มเติมมากกว่า 2 เหตุผล	4			
			วิเคราะห์หรือประเมินได้พร้อมอธิบายขยาย ความเพิ่มเติมมากกว่า 1 เหตุผล	3			
			วิเคราะห์หรือประเมินได้พร้อมอธิบายขยาย ความ	2			
			วิเคราะห์หรือประเมินไม่ได้ (อธิบายความ สอดคล้องไม่ได้)	1			
			ตีความข้อมูลอย่างมี ประสิทธิภาพและ สรุปผลตามการ วิเคราะห์ที่ดีที่สุด	ตีความข้อมูลที่ซับซ้อน สรุปผลและ ประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ได้สำเร็จ (เหตุผลสอดคล้องกับสิ่งที่เลือก 5 ข้อ)	4		
			ตีความข้อมูลที่ซับซ้อนและสรุปผลได้สำเร็จ (เหตุผลสอดคล้องกับสิ่งที่เลือก 3-4 ข้อ)	3			
			ตีความข้อมูลที่ซับซ้อนแล้วสรุปได้เป็นบางครั้ง (เหตุผลสอดคล้องกับสิ่งที่เลือก 1-2 ข้อ)	2			
			ตีความข้อมูลหรือสรุปไม่ได้ (เหตุผลไม่ สอดคล้องกับสิ่งที่เลือก/เลือกแต่ไม่แสดง เหตุผล)	1			
			สะท้อนประสบการณ์ และกระบวนการเรียนรู้ อย่างมีวิจารณญาณ	สะท้อนประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้ อย่างมีวิจารณญาณ	สถานการณ์ได้ (ตัดสินใจเลือกและอธิบาย ด้วยเหตุผลได้มากกว่า 2 เหตุผล)	สะท้อนประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้ อย่างมีวิจารณญาณและประยุกต์ใช้กับ	4
						สะท้อนประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้ อย่างมีวิจารณญาณ (ตัดสินใจเลือกและ อธิบายด้วยเหตุผลได้มากกว่า 1 เหตุผล)	3
สะท้อนประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้ ได้บ้าง (ตัดสินใจเลือกและอธิบายด้วยเหตุ ผลได้)	2						

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ ที่	ด้าน	พฤติกรรมบ่งชี้	กลุ่มของคำตอบ	เกณฑ์ คะแนน
			ไม่สะท้อนประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้ (ตัดสินใจเลือกแต่ไม่อธิบายเหตุผล)	1
7	การแก้ปัญหา	ระบุปัญหาและตั้งคำถามสำคัญอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งครอบคลุมสถานการณ์ต่าง ๆ และนำไปสู่แนวทางแก้ไข	ระบุปัญหาและตั้งคำถามสำคัญของปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมทุกมุมมอง และนำไปสู่แนวทางแก้ไขที่ดีขึ้น (ระบุปัญหาและเขียนคำถามสำคัญได้ถูกต้อง)	4
			ระบุปัญหาและตั้งคำถามสำคัญของปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมทุกมุมมอง (ระบุปัญหาได้ถูกต้องและเขียนคำถามสำคัญคาดเคลื่อน)	3
			ระบุปัญหาและตั้งคำถามสำคัญของปัญหา แต่ไม่ครอบคลุมทุกมุมมอง สถานการณ์ (ระบุปัญหาและเขียนคำถามสำคัญแต่คาดเคลื่อน)	2
			ไม่พยายามทำความเข้าใจปัญหาและระบุปัญหา เพื่อนำไปสู่แนวทางแก้ไข (ไม่ระบุปัญหา/ระบุปัญหาผิด)	1
		แก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยได้	อธิบายวิธีแก้ปัญหาย่างหลากหลาย	4
		อย่างมีประสิทธิภาพ	ประกอบเหตุผลและเป็นกระบวนการ	
		โดยกระบวนการแก้ไข	อธิบายวิธีแก้ปัญหาย่างเป็นกระบวนการ	3
		ปัญหาแบบเดิม	อธิบายวิธีแก้ปัญหามาแต่ไม่ครบกระบวนการ	2
			ไม่อธิบายวิธีแก้ปัญหาก็อธิบายแบบไม่เป็นกระบวนการ	1

จากนั้นแปลผลคะแนนจากการประเมินทักษะเป็นมาตรฐานค่า 4 ระดับ ระหว่าง 1.00-4.00 ดังนี้ ระดับดีมาก (มากกว่า 3.50 คะแนน) ระดับดี (2.51-3.50 คะแนน) ระดับ

ปานกลาง (1.51-2.50 คะแนน) และระดับปรับปรุง (1.00-1.50 คะแนน) โดยสรุปและทำการแปลผลคะแนน ดังตาราง 11

ตาราง 11 เกณฑ์การสรุปผลประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ระดับทักษะ	ปรับปรุง	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
คะแนน	1.00-1.50	1.51-2.50	2.51-3.50	มากกว่า 3.50

5. การหาคุณภาพแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 ประเมินความสอดคล้องของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับองค์ประกอบของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความสอดคล้อง คือ แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ใช้มาตรฐานประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง เพื่อปรับปรุงแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและนำผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญแปลงเป็นคะแนนตามเกณฑ์คะแนน ดังนี้

สอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์	น้ำหนักคะแนน +1
ไม่แน่ใจว่าตรงตามวัตถุประสงค์	น้ำหนักคะแนน 0
ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	น้ำหนักคะแนน -1

จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์โดยใช้การหาค่าความสอดคล้องของทักษะและองค์ประกอบของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence : IOC) คำนวณจากสูตร (ลิ้ว สายยศ, 2539)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
 $\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

พบว่าผลการหาค่าความสอดคล้องของทักษะและองค์ประกอบของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา โดย

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.33-1.00 (ศึกษารายละเอียดในภาคผนวก ข) ซึ่งมีข้อที่ 5 และ 6 ที่ไม่สอดคล้อง ผู้วิจัยจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปใช้กับนักเรียน

5.2 นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 55 คน

5.3 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา rays ข้อจากสูตรการคำนวณของวิทนีและซาเบอร์ คำนวณได้จากสูตรของวิทนีและซาเบอร์ โดยเทคนิค 50% และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.41 – 0.64 และมีอำนาจจำแนกระหว่าง 0.29 - 0.61 (ศึกษารายละเอียดในภาคผนวก ข) โดยทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ คำนวณได้จากสูตร

$$P = \frac{S_H + S_L - (2N \times X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

$$r = \frac{S_H + S_L}{N(X_{\max} - X_{\min}^2)}$$

เมื่อ S_H	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มสูง
S_L	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มต่ำ
N	แทน	จำนวนนักเรียน
X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดของข้อนั้น
X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดของข้อนั้น

5.4 หาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทั้งฉบับ ด้วยการคำนวณจากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74 (ศึกษารายละเอียดในภาคผนวก ข) คำนวณได้จากสูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right)$$

เมื่อ α	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบประเมินทักษะ
k	แทน	จำนวนข้อคำถาม
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

5.5 หาประสิทธิภาพของกิจกรรมให้เป็นไปตามเกณฑ์ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้นไป โดยการใช้สูตรคำนวณหาร้อยละ (Percentage) ดังนี้

สูตรที่ 1 : การคำนวณหาร้อยละของจำนวนนักเรียน

$$\% = \frac{X}{Y} \times 100$$

เมื่อ %	แทน	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
X	แทน	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์
Y	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

สูตรที่ 2 : การคำนวณหาร้อยละของคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

$$\% = \frac{X}{Y} \times 100$$

เมื่อ %	แทน	ร้อยละของคะแนนทักษะ
X	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบประเมิน
Y	แทน	คะแนนเต็มของแบบประเมินทักษะ

6. นำแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาที่หาประสิทธิภาพแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

1) แบบแผนการทดลอง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยวิจัยเชิงทดลองข้างต้น (Pre-Experimental Research) ซึ่งทำการทดลองตามแบบแผนการทดลอง One-Group Pretest-Posttest Design เนื่องจากประกอบไปด้วยกลุ่มตัวอย่างเพียง 1 กลุ่ม ได้จากการเลือกแบบเจาะจง ทำการทดสอบก่อนการทดลองด้วยเครื่องมือวัดและทำการทดลองในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ เมื่อทดลองเสร็จแล้วจึง

ดำเนินการทดสอบหลังการทดลองด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดอย่างเดียวกันกับการทดสอบก่อนการทดลอง ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลต่างระหว่างคะแนน (พรอณี ลีกิจวัฒน์, 2558)

ตาราง 12 แสดงแบบแผนการการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	การทดลอง	สอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการอธิบายแบบแผนการการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1

T₁ แทน การทดสอบทักษะก่อนเรียน

T₂ แทน การทดสอบทักษะหลังเรียน

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

2) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร 1 โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จากนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเคมี รวม 30 คน

2. ดำเนินการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียน โดยใช้แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหามีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 3 สถานการณ์ รวม 21 ข้อ ใช้เวลา 2 คาบเรียน (100 นาที)

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ทั้ง 3 กิจกรรม ใช้เวลา 24 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

4. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้จนสิ้นสุด จึงทำการประเมินทักษะหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์การประเมินและมาตรฐานค่าที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

5. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหามาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ และนำผลคะแนนจากการประเมินทักษะด้านต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์เพื่อสรุปผลทักษะที่นักเรียนได้รับและทดสอบสมมติฐานต่อไป

3) การจัดการกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ดำเนินการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คู่มือกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ทั้ง 3 กิจกรรม โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ดังนี้ คือ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 70 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้น โดยให้สูตรการคำนวณร้อยละ หรือหมายถึงนักเรียนจำนวนอย่างน้อย 21 คน มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้น โดยประเมินจากแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้คู่มือกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยการใช้สูตรคำนวณหาร้อยละ (Percentage) ดังนี้

สูตรที่ 1 : การคำนวณหาร้อยละของจำนวนนักเรียน

$$\% = \frac{X}{Y} \times 100$$

เมื่อ	%	แทน	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
	X	แทน	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์
	Y	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

สูตรที่ 2 : การคำนวณหาร้อยละของคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

$$\% = \frac{X}{Y} \times 100$$

เมื่อ	%	แทน	ร้อยละของคะแนนทักษะ
	X	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียน
	Y	แทน	คะแนนเต็มของแบบประเมินทักษะ

2. วิเคราะห์คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยใช้คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทำการเปรียบเทียบและสรุปผลการประเมินที่นักเรียนได้รับ โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for dependent sample เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณภายในนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังต่อไปนี้

3.1 ค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553)

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

เมื่อ \bar{x} แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553)

$$s = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ s แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4 ผลการศึกษา

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลการวิจัย ผู้วิจัยได้ลำดับการนำเสนอที่มีความสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้นไป

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สมมติฐานข้อที่ 1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้นไป

ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่มที่ 6 โดยออกแบบเป็นชุดกิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตและนำกระบวนการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรม จำนวน 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่ 2 เคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด และกิจกรรมที่ 3 เคมีในอนาคต เมื่อดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตหลังจากการนำชุดกิจกรรมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 28 คาบเรียนว่า สามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนได้หรือไม่ แสดงดังตาราง 13

ตาราง 13 โครงสร้างระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

ที่	กิจกรรม	ชั่วโมง
	ทดสอบก่อนเรียน	2
1	กิจกรรมที่ 1 : กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกสิ่งแวดล้อม	8
2	กิจกรรมที่ 2 : กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด	8
3	กิจกรรมที่ 3 : กิจกรรมเคมีในอนาคต	8
	ทดสอบหลังเรียน	2
	รวม	28

เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมครบแล้ว ดำเนินการประเมินทักษะหลังเรียนด้วยแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 7 ข้อ รวม 21 ข้อ คะแนนเต็ม 84 คะแนน ซึ่งมีเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม คือ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 70 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้นไป ซึ่งหมายถึงนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 21 คน จาก 30 คน มีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหารวมทุกข้อ อยู่ในระดับดีขึ้นไป ดังนั้นเมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจแบบประเมินทักษะหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จะได้คะแนนทักษะของนักเรียนเป็นรายบุคคล แปลงคะแนนเต็มให้เป็น 28.00 คะแนน และแปลผลคะแนนจากการประเมินทักษะเป็นมาตรฐานประมาณค่า 4 ระดับ แสดงผลดังตาราง 14

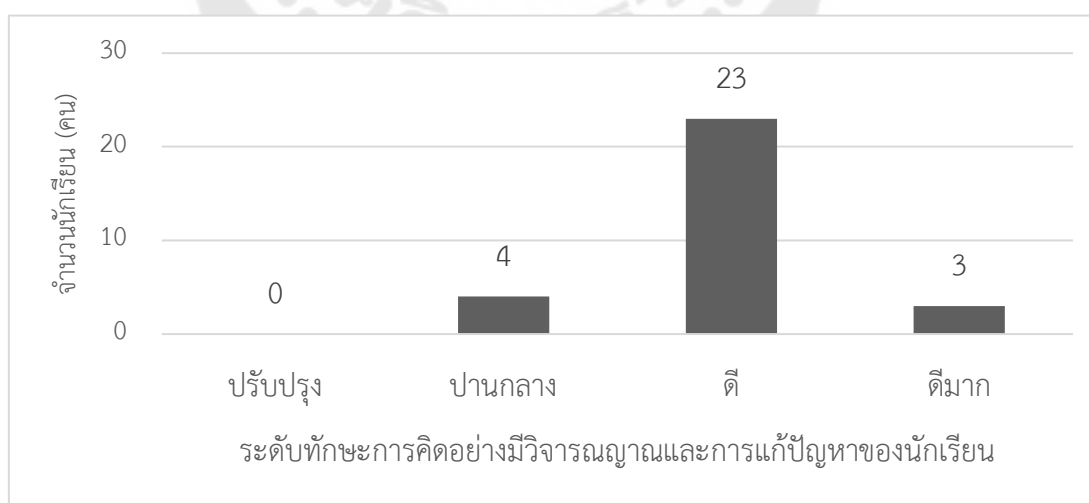
ตาราง 14 แสดงช่วงคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหานักเรียนจากการประเมินทักษะหลังเรียน

การทดสอบ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนนของนักเรียน (คน)			
			1.00-10.50	10.51-17.50	17.51-24.50	>24.50
หลังเรียน	30	28.00	0	4	23	3

ตาราง 15 แสดงระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียน

การทดสอบ	จำนวน (คน)	ระดับทักษะ (คน)			
		ปรับปรุง 1.00-1.50	ปานกลาง 1.51-2.50	ดี 2.51-3.50	ดีมาก >3.50
หลังเรียน	30	0	4	23	3

จากตาราง 14 และ 15 จะพบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมเคมีแล้วนั้น ดำเนินการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียน ได้ผลดังนี้ (1) ช่วงคะแนนทักษะ 1.00-10.50 คะแนน จำนวน 1 คน (2) ช่วงคะแนนทักษะ 10.51-17.50 คะแนน จำนวน 4 คน (3) ช่วงคะแนนทักษะ 17.51-24.50 คะแนน จำนวน 23 คน และ (4) ช่วงคะแนนทักษะมากกว่า 24.50 คะแนน จำนวน 0 คน จากนั้นดำเนินการแปลผลคะแนนจากการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นเป็นมาตรฐานประมาณค่า 4 ระดับ ได้ผลว่ามีนักเรียนที่มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ใน (1) ระดับปรับปรุงจำนวน 0 คน (2) ระดับปานกลางจำนวน 4 คน (3) ระดับดี จำนวน 23 คน และ (4) ระดับดีมาก จำนวน 3 คน แสดงดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ระดับทักษะของนักเรียนที่ประเมินหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

จากภาพแสดงให้เห็นทราบถึงระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ประเมินหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม พบว่า เมื่อประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียน นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 คน มีระดับทักษะอยู่ในระดับ ปรับปรุง ปานกลาง ดี และดีมาก เป็นจำนวน 0, 4, 23 และ 3 คน ตามลำดับ หรือมีนักเรียนที่มีระดับทักษะอยู่ในระดับดีขึ้นไปจำนวน 26 คน นำมาวิเคราะห์ด้วยสูตรการคำนวณร้อยละ (Percentage) จะได้ผลคิดเป็นร้อยละ 86.67 ดังนั้นชุดกิจกรรมจึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีทักษะอยู่ในระดับดีขึ้นไป และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อผู้วิจัยเริ่มต้นกระบวนการเก็บข้อมูลวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ได้ดำเนินการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มดังกล่าวจำนวน 2 คาบเรียน ด้วยแบบประเมินทักษะที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นที่มีลักษณะเป็นแบบประเมินคำถามปลายเปิด จำนวน 3 สถานการณ์ รวม 21 ข้อ แต่ละสถานการณ์จะมีข้อความ 4 ด้าน ได้แก่ (1) การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ (2) การใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ (3) การตัดสินใจและตัดสินใจ และ (4) การแก้ปัญหา จากนั้นได้ดำเนินการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ตามแนวทางการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 3 กิจกรรม คือ เคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกโลก เคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด และเคมีในอนาคต จำนวน 24 คาบเรียน ที่มีความมุ่งหมายให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และทำการประเมินทักษะหลังเรียนทำการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test for dependent sample ได้ผลดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ΣD	ΣD^2	t	df	p
ก่อนเรียน	30	28	17.92	3.16	87.33	457.56	-6.02	29	.000
หลังเรียน	30	28	20.83	3.45					

จากตาราง 16 จะพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จำนวน 28 คาบ มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาก่อนเรียน เท่ากับ 17.92 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.16 โดยเมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมดังกล่าว และทำการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาลงเรียน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.83 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.45 และจากการทดสอบสถิติ t-test ได้ค่า t เท่ากับ -6.02 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .000 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

โดยมีผลรวมของความแตกต่างของคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาที่ได้จากการประเมินทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน (ΣD) เท่ากับ 87.33 ซึ่งหมายถึงเมื่อนำผลต่างของคะแนนทักษะก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคลมารวมกัน พบว่าผลรวมของคะแนนทักษะหลังเรียนมากกว่าคะแนนทักษะก่อนเรียนเท่ากับ 87.33 คะแนน โดยสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ตามภาคผนวก ค

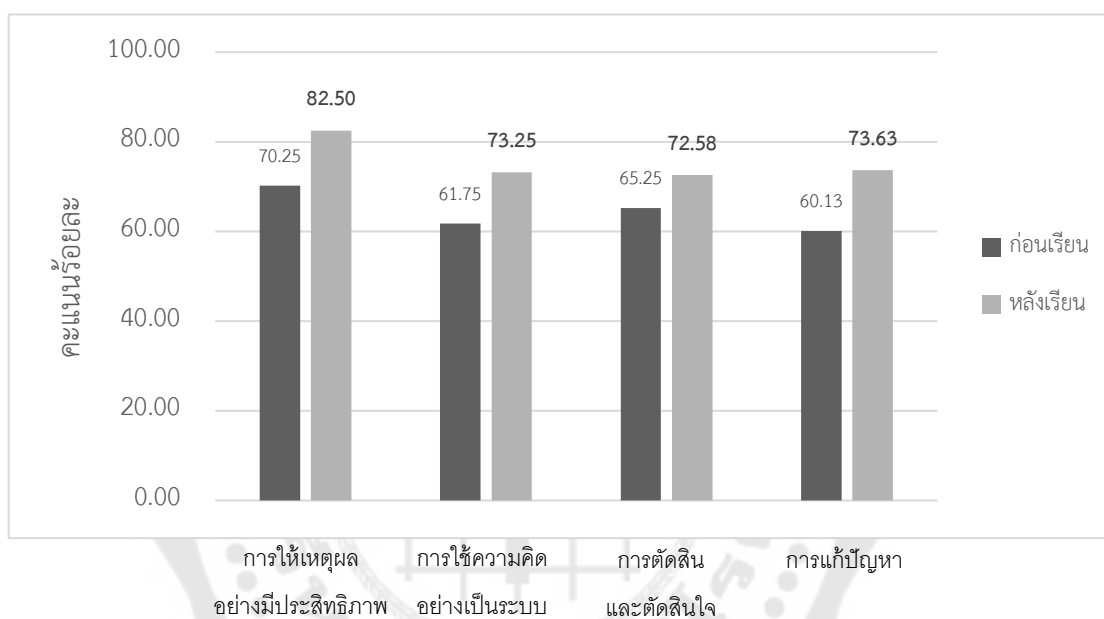
จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาแยกเป็นรายด้านของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้ผลแสดงดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
 รายด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรม
 การเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

ด้านที่ประเมิน	การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ΣD	t	Sig (2-tailed)	ความหมาย
(1) การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ	ก่อนเรียน	30		2.81	0.57	14.67	-3.64	.000	แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
	หลังเรียน	30	4.00	3.30	0.53				
(2) การใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ	ก่อนเรียน	30		2.47	0.51	14.00	-5.56	.000	แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
	หลังเรียน	30	4.00	2.93	0.56				
(3) การตัดสินใจและตัดสินใจ	ก่อนเรียน	30		7.83	1.56	26.33	-4.67	.000	แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
	หลังเรียน	30	12.00	8.71	1.48				
(4) การแก้ปัญหา	ก่อนเรียน	30		4.81	1.22	32.33	-4.58	.000	แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
	หลังเรียน	30	8.00	5.89	1.19				

จากตาราง 17 เมื่อนำคะแนนทักษะเฉลี่ยจากการประเมินทักษะการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาแยกวิเคราะห์ โดยการเปรียบเทียบ
 คะแนนก่อนและหลังเรียนเป็นรายด้าน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการ
 แก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่แบบประเมินทักษะมีลักษณะเป็นข้อสอบ
 เขียนตอบปลายเปิด จะพบว่าได้ผลดังนี้ (1) การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ คะแนนเต็ม 4.00
 คะแนน มีคะแนนทักษะก่อนเรียนและหลังเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 2.81 และ 3.30 ตามลำดับ (2) การ
 ใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ คะแนนเต็ม 4.00 คะแนน มีคะแนนทักษะก่อนเรียนและหลังเรียนเฉลี่ย
 เท่ากับ 2.47 และ 2.93 ตามลำดับ (3) การตัดสินใจและตัดสินใจ คะแนนเต็ม 12.00 คะแนน มี
 คะแนนทักษะก่อนเรียนและหลังเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 7.83 และ 8.71 ตามลำดับ (4) การแก้ปัญหา
 คะแนนเต็ม 8.00 คะแนน มีคะแนนทักษะก่อนเรียนและหลังเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 4.81 และ 5.89
 ตามลำดับ ซึ่งชี้ชัดได้ว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง
 สถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ทั้งนี้คะแนนเต็มของทักษะในแต่ละด้าน ทั้ง 4 ด้านนั้น ไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงได้ทำการแปลงคะแนนทักษะเฉลี่ยก่อนและหลังเรียน เป็นร้อยละ ด้วยสูตรการคำนวณร้อยละ (Percentage) เพื่อให้สามารถใช้ศึกษาเปรียบเทียบและสะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายด้านของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนภูมิแท่งเพื่อเปรียบเทียบคะแนนร้อยละก่อนเรียนและหลังเรียนของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในแต่ละด้านดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม

เมื่อทำการแปลงคะแนนเฉลี่ยทักษะแต่ละด้านเป็นร้อยละ ได้ผลดังนี้ (1) การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 70.25 และหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 82.50 (2) การใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 61.75 และหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 73.25 (3) การตัดสินใจและตัดสินใจ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 65.25 และหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.58 และ (4) การแก้ปัญหา คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 60.13 และหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 73.63

ดำเนินการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คู่มือกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อพัฒนาทักษะทักษะการคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในแต่ละสถานการณ์เป็นดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกโลก

นักเรียนแต่ละคนได้ทำกิจกรรมครบทุกขั้นตอนและเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วมมากที่สุดเนื่องจากสถานการณ์พลาสติกที่นักเรียนศึกษานั้นเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันและนักเรียนมีความคุ้นชิน สามารถนำประสบการณ์ส่วนตัวมาร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผล รวมทั้งกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนยังสามารถเปรียบเทียบข้อมูลที่หลากหลายและเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ หรือเมื่อมีข้อมูลและประเด็นแปลกใหม่ของเรื่องนักเรียนจะให้ความสนใจดีมาก ทั้งยังมีความร่วมมือในการสรุป และสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาพลาสติก

สถานการณ์ที่ 2 กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด

นักเรียนได้ทำกิจกรรมในสถานการณ์ครบทุกขั้นตอนซึ่งแต่ละขั้นตอนนักเรียนมีความกระตือรือร้นเป็นอย่างมากเนื่องจากสถานการณ์โรคระบาดเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนทุกคนกำลังประสบระหว่งการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 แต่เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นจริง ทำให้ข้อมูลต่าง ๆ ของสถานการณ์ยังมีความไม่แน่นอนและยังไม่สรุปผล ทำให้เมื่อมีกิจกรรมที่ต้องใช้การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หรืออภิปรายร่วมกัน จะพบความขัดแย้งกันของข้อมูลในหลาย ๆ ครั้ง จึงก่อให้เกิดประเด็นย่อยถกเถียงระหว่งการทำกิจกรรม

สถานการณ์ที่ 3 กิจกรรมเคมีในอนาคต

ในสถานการณ์นี้นักเรียนได้ศึกษาการนำองค์ความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์ในอนาคต ผ่านกรณีศึกษาทั้งผลงานทางเคมีที่มีการนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับทิศทางของการพัฒนาองค์ความรู้ทางเคมีในอนาคต ผ่านกิจกรรมเดี่ยวและกลุ่ม ทั้งยังได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเปรียบเทียบลักษณะการนำองค์ความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์ในสังคมระหว่างสังคมไทยและสังคมโลก

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยวิจัยเชิงทดลองข้างต้น (Pre-Experimental Research) ซึ่งทำการทดลองตามแบบแผนการทดลอง One-Group Pretest-Posttest Design มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพียง 1 กลุ่ม เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปสาระสำคัญของงานวิจัยได้ ดังนี้

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้น
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เริ่มต้นจากศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเอกสารหลักสูตรแกนกลางและผล

การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยเฉพาะในส่วน สาระเคมี ข้อที่ 3 เพื่อใช้ประกอบการเรียนรู้ และเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม พร้อมทั้งกำหนดขอบเขตของเนื้อหา เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตร โดยผู้วิจัยได้ทำการกำหนดกรอบการเรียนรู้แล้วจำนวนกิจกรรมทั้งสิ้น 3 กิจกรรม รวมเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาเคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต จำนวน 3 กิจกรรม ที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รวม 28 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที) โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จำนวน 8 ขั้นตอน ของ Sadler (2011)

3. สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาเคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 เคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกดันโลก เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากพลาสติกในปัจจุบัน โดยมีข้อมูลที่หลากหลายทั้งกิจกรรมเดี่ยว และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยน อภิปราย และนำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา

กิจกรรมที่ 2 เคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด เป็นกิจกรรมที่นำนักเรียนรู้จักกับโรคระบาดรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน โดยนักเรียนจะได้ทำความเข้าใจกับธรรมชาติของการระบาดผ่านกิจกรรมเดี่ยวและกลุ่ม รวมถึงกิจกรรมสืบค้นข้อมูลเพื่ออภิปรายร่วมกันเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหาโรคระบาดโดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 3 เคมีในอนาคต นำเสนอทิศทางและแนวโน้มของการพัฒนาสังคมด้วยความรู้ทางเคมี ให้นักเรียนเห็นคุณค่าขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาสังคม

4. ตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบของชุดกิจกรรมด้วยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี 2 ท่าน พบความเหมาะสมขององค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 หมายถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมมาก เมื่อวิเคราะห์แต่ละประเมินที่ทำการพิจารณาจะพบว่า มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.67-5.00 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระหว่าง 0.00-1.00 แสดงให้เห็นว่าทุกองค์ประกอบที่พิจารณา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด เนื่องด้วยชุดกิจกรรมออกแบบด้วยการนำสถานการณ์ ตัวอย่างที่สอดคล้องเหมาะสมกับสภาพสังคมปัจจุบันให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีคุณค่าและความหมาย จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมมีความชัดเจน โดยมีการเรียงลำดับเนื้อหาและระยะเวลาในการใช้ที่เหมาะสม

ด้านที่ 2 ด้านความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรกับ กิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี 2 ท่าน พบว่าชุดกิจกรรมมีความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 หมายถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมมาก เมื่อวิเคราะห์แต่ละประเมินที่ทำการพิจารณาจะพบว่า มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.67-4.67 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.00-1.00 แสดงให้เห็นว่าทุกองค์ประกอบที่พิจารณา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด เนื่องด้วยมีจุดประสงค์ของกิจกรรมสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรและผลการเรียนรู้ เนื้อหา มีความต่อเนื่องเป็นลำดับ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความน่าสนใจกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ใช้ภาษาที่สื่อสารได้เข้าใจง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน สอดแทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และระดับของผู้เรียน โดยมีคำถามท้ายกิจกรรมที่สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน คำถามสื่อความหมายได้ไม่กำกวม

5. ประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี 2 ท่าน พบว่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นนำกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

6. นำกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปศึกษาความเหมาะสมกับนักเรียนที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 5 คน เพื่อศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรมกับเวลา หาข้อบกพร่อง ตรวจสอบการใช้ภาษา ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมทดลองครั้งที่ 2 กับนักเรียนจำนวน 30 คน เพื่อศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรมต่าง ๆ กับเวลาในการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ผู้วิจัยจึงพบว่ากิจกรรมที่เป็นการสืบค้นนักเรียนให้ความสนใจน้อยและสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ หรือกิจกรรมที่ต้องสืบค้นเพื่อนำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกัน นักเรียนได้ข้อมูลที่ตรงกันทำให้ไม่สามารถอภิปรายถึงข้อแตกต่างและขยายความรู้ได้ ผู้วิจัยจึงทำการปรับกิจกรรมในส่วนที่มีการสืบค้นเป็นระบุให้ชัดเจนขึ้นว่าจะให้นักเรียนสืบค้นจากแหล่งข้อมูลใด หรือใช้บทบาทที่แตกต่างกันของแต่ละกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น สำหรับใช้ในการอภิปรายและขยายความรู้ และดำเนินการปรับปรุงชุดกิจกรรมและแบบประเมินตามที่นักเรียนได้เสนอ

7. สร้างแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ซึ่งทำการดัดแปลงเกณฑ์การประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ปรับปรุงมาจาก 21st Century Skills Standard Rubrics จำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 7 ข้อ รวม 21 ข้อ โดยแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วย องค์ประกอบด้านการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ จำนวน 1 ข้อ องค์ประกอบด้านการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ จำนวน 2 ข้อ องค์ประกอบด้านการตัดสินใจ และตัดสินใจ จำนวน 3 ข้อ และองค์ประกอบด้านการแก้ปัญหา จำนวน 1 ข้อ ซึ่งรูปแบบของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ผู้วิจัยกำหนดการให้คะแนนแบบรูบิคส์จำนวน 4 ระดับ

8. ประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี 2 ท่าน พบว่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.33-1.00 จากนั้นนำแบบประเมินทักษะมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

9. นำแบบประเมินทักษะที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 55 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เมื่อตรวจกระดาษคำตอบเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา รายชื่อจากสูตรการคำนวณของวิทนีย์และซาเบอร์ และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.41 – 0.64 และมีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.29 - 0.61

10. นำแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหามาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบประเมินทักษะทั้งฉบับ ด้วยการคำนวณจากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74

ตอนที่ 2 ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตเพื่อพัฒนาส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่ง ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร 1 จำนวน 30 คน โดยดำเนินการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จำนวน 2 คาบเรียน

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ทั้ง 3 กิจกรรม ใช้เวลา 24 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

3. ประเมินทักษะหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์การประเมินและมาตรฐานค่าที่ผู้วิจัยได้ ปรับปรุงจากแบบประเมินตามแนวทางของ 21th Century Skills Standard Rubrics จำนวน 2 คาบเรียน

4. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ และนำผลคะแนนจากการประเมินทักษะการคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ (1) การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ (2) การใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ (3) การตัดสินใจและตัดสินใจ และ (4) การแก้ปัญหา มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สูตรร้อยละ (Percentage) พบว่ามีนักเรียนที่มีระดับทักษะอยู่ในระดับดีขึ้นไป จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67 แสดงให้เห็นว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพ

5. วิเคราะห์คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test for dependent sample พบว่า คะแนนเฉลี่ยของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาก่อนเรียน เท่ากับ 17.92 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.16 และคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียน เท่ากับ 20.83 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.45 เมื่อทดสอบสถิติ t-test ได้ค่า t เท่ากับ -6.02 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .000 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผลได้ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ โดยนักเรียนร้อยละ 86.67 มีทักษะอยู่ในระดับดีขึ้นไป เป็นไปตามเกณฑ์ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้นไป

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. การอภิปรายผลด้านการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์คือมีนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมนี้ จำนวน 26 คน หรือ ร้อยละ 86.67 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้นไป สูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ คือนักเรียนร้อยละ 70 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้นไป เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ซึ่งแตกต่างจากการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาที่ก่อนเรียน ที่พบว่ามีนักเรียนเพียงแค่ ร้อยละ 53.33 เท่านั้นที่มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้นไป เป็นผลจากการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมนั้นมีสถานการณ์จำลองที่สอดคล้องกับบริบทของสังคมและผู้เรียน ปัญหาทางสังคมที่นำเสนอโดยใช้สถานการณ์ทั้ง 3 กิจกรรม ได้แก่ เคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกสิ่งแวดล้อม เคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด และเคมีในอนาคต เป็นสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิตนักเรียนและนักเรียนได้รับผลกระทบ ทำให้เกิดความสนใจใคร่รู้ในประเด็นต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้สอดแทรก ตามสถานการณ์ในชุดกิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 เคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกสิ่งแวดล้อม เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรม นักเรียนจะได้รับการส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการศึกษาข้อมูลเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับขยะพลาสติกในทะเล ซึ่งเป็นการแนะนำเนื้อหาด้วยประเด็นพลาสติกตามขั้นตอนที่ 1 ของการสอนตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ตามด้วยนโยบายเกี่ยวกับพลาสติกของประเทศไทย ความสำคัญของอุตสาหกรรมพลาสติกของไทย กระบวนการแก้ปัญหาพลาสติกในบริบทต่าง ๆ ที่มีความแตกต่างกัน และแนวโน้มของการปรับปรุงและประยุกต์ใช้พลาสติกในอนาคต ดังภาพประกอบ 5



ใบกิจกรรมที่ 1.1 พลาสติกไทยล้นโลก



1) สถานการณ์ขยะพลาสติกในประเทศไทย

คำชี้แจง ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มจำนวน 2 กลุ่ม เพื่อศึกษาอินโฟกราฟิก (Infographic) เรื่องสถานการณ์ขยะและพลาสติกในไทย โดยแต่ละกลุ่มต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจาก QR Code ต่อไปนี้ เพื่อทำการอภิปรายร่วมกัน



3) ข้อเท็จจริงอีกด้านหนึ่งของปัญหา

'แบบพลาสติกใช้แล้วทิ้ง' จุดเปลี่ยนอุตสาหกรรมพลาสติกไทย แล้วใครจะเยียวยา?

ไทย อดิชา ไทรวิจิตร
09.12.2019



ใบกิจกรรมที่ 1.3 วิเคราะห์ข้อมูลการแก้ไขปัญหาพลาสติกล้นโลก

คำชี้แจง ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มศึกษาข้อมูลวิธีการแก้ไขปัญหาพลาสติกในต่างประเทศจากคำสำคัญต่อไปนี้ ได้แก่ Recycle Reduce Reuse และ Upcycling และวิเคราะห์จุดร่วมของกระบวนการแก้ไขปัญหาพลาสติก

1. แหล่งของปัญหา
2. สถานการณ์ก่อนแก้ปัญหา
3. องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

1. แหล่งของปัญหา
2. สถานการณ์ก่อนแก้ปัญหา
3. องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1 เคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกล้นโลก

จากภาพประกอบ 5 จะพบว่ากิจกรรมมีความมุ่งเน้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูลและค้นคว้าข้อมูลจากหลากหลายแหล่งเพื่อระบุปัญหาและผลกระทบจากการใช้พลาสติก พร้อมทั้งระบุแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ ดังภาพประกอบ 6

ปัญหา

1. มีขยะตามท่อระบายน้ำ
2. พลาสติกย่อยสลายเองได้ยาก
3. พลาสติกถูกทิ้งไว้เป็นจำนวนมาก(ทะเล,ตามธรรมชาติ)
4. พลาสติกนำกลับมารีไซเคิลได้ยาก
5. การกำจัดพลาสติก โดยการเผาจะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ

➔

ผลกระทบ

1. มีขยะอุดตันตามท่อระบายน้ำ
2. ทำให้มีพลาสติกเป็นขยะที่กำจัดได้ยากกว่าขยะประเภทอื่นๆ
3. ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ เกิดการปนเปื้อนในทะเลและสัตว์ในน้ำกินได้หรือไม่ได้ทำให้สัตว์กินพลาสติกเข้าไป ทำให้ในสัตว์มีไมโครพลาสติกอยู่ในตัว และในทะเลมีพลาสติกเป็นจำนวนมากทำให้ในน้ำมีออกซิเจนลดลงทำให้สัตว์ในน้ำบางประเภทอาจเกิดการสูญพันธุ์ได้
4. พลาสติกถ้าจะนำมารีไซเคิลต้องใช้น้ำมันซึ่งถ้าผลิตใหม่ก็จะคุ้มกว่า ทำให้พลาสติกถูกทิ้งเป็นจำนวนมาก
5. ส่งผลทำให้เกิดภาวะแก๊สเรือนกระจก

ตัวอย่างแหล่งค้นคว้า

ตัวอย่างการเขียนอ้างอิงจากการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต : เจ้าของผลงาน/(ปีที่พิมพ์)/ชื่อเรื่อง/สืบค้นจาก/URL

เช่น สมาคมพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2563). ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์จากการจัดการขยะพลาสติกด้วยวิธีต่าง ๆ. สืบค้นจาก <https://adeq.or.th/knowledge-about-plastic-06>

- 1) Greenpeace Thailand. (2556). โรงงานเผาขยะ ประเด็นมลพิษของการกำจัดขยะประเทศไทย. สืบค้นจาก <https://www.greenpeace.org/thailand/story/9013/incinerator/>
- 2) สุภาวดี สารวัน. (2562). ขยะพลาสติก สร้างปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ. สืบค้นจาก <https://www.scimath.org/article-chemistry/item/10624-2019-09-02-01-39-49>

ตรวจสอบความเข้าใจ

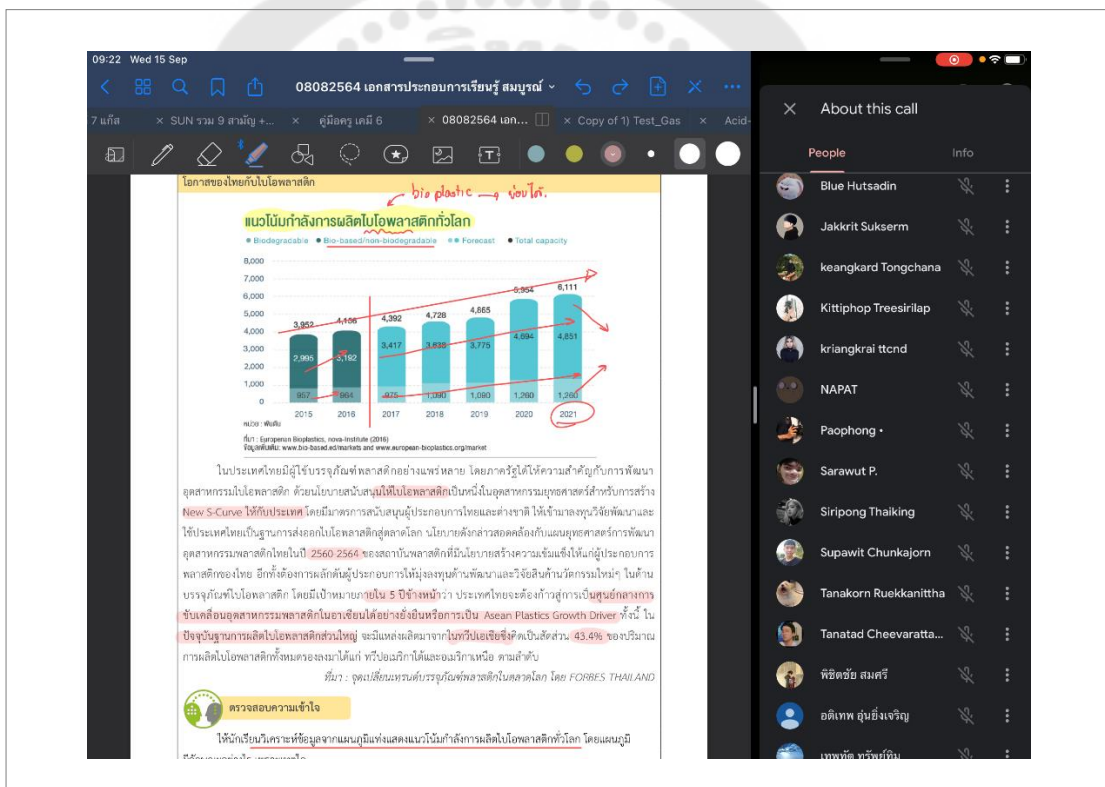
คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เห็นด้วยหรือตรงกับความคิดเห็น และทำเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ไม่เห็นด้วยหรือไม่ตรงกับความคิดเห็น

1. ข้อใดเป็นปัญหาจากพลาสติก
 - 1.1 พลาสติกปนเปื้อนเนื่องจากผลิตมากเกินไป
 - 1.2 มนุษย์ผลิตพลาสติกมากขึ้นเนื่องจากมีราคาถูกและสะดวกในการทำงานที่หลากหลาย
 - 1.3 เราไม่สามารถนำพลาสติกเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลได้ทั้งหมดทำให้เหลือเป็นขยะ
 - 1.4 การออกแบบที่ไม่ดีคือข้อจำกัดในการรีไซเคิล
2. ปัญหาจากข้อ 1. ก่อให้เกิดผลกระทบอย่างไรในปัจจุบัน
 - 2.1 มีพลาสติกที่กลายเป็นขยะปนเปื้อนตามแหล่งน้ำ กองขยะ รวมไปถึงมหาสมุทร
 - 2.2 มีพลาสติกปนเปื้อนเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร
 - 2.3 ก่อให้เกิดมลภาวะและผลกระทบต่อสุขภาพ
3. ให้นักเรียนจัดลำดับความสำคัญของปัญหาคตามลำดับ โดยใช้ข้อมูลจากกิจกรรมที่ 1.1 หัวข้อ 2) สถานการณ์ขยะพลาสติกระดับโลก

- 1.การจัดการขยะพลาสติกด้วยวิธีที่ไม่เหมาะสม -การเผาพลาสติก การฝังกลบ
- 2.การใช้งานพลาสติกไม่ถูกวิธีหรือประเภทของพลาสติก
- 3.ทั้งขยะพลาสติกไม่เป็นที่
- 4.การผลิตพลาสติกมาก

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ได้ทำการตอบคำถามผ่านกระบวนการวิเคราะห์ และค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับพลาสติก

นอกจากนี้ระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนบางส่วนจะพบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพลาสติกที่มีความขัดแย้งกัน เกิดการเปรียบเทียบข้อมูลกันในบางประเด็นและเริ่มมีการถามคำถามและอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน อาทิ นักเรียนบางส่วนพบว่าข้อมูลปริมาณการผลิตไบโอพลาสติกซึ่งสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่กำลังเพิ่มสูงขึ้น การรณรงค์เลิกใช้พลาสติกอย่างเด็ดขาดจะกระทบต่ออุตสาหกรรมหรือไม่ และนักเรียนอีกส่วนหนึ่งได้ตั้งคำถามต่อเนื่องว่าหากมีผลกระทบจะทำให้ประเทศไทยสูญเสียโอกาสในการเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมดังกล่าวหรือไม่อย่างไร ก่อให้เกิดบรรยากาศของการอภิปรายและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันในห้องเรียน เป็นไปตามการเรียนรู้ในชั้นที่ 5 การพัฒนาคำถามตามบริบท และ ชั้นที่ 6 การอภิปรายในห้องเรียน ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แสดงการทำกิจกรรมที่มีการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนเกี่ยวกับแนวโน้มการผลิตไบโอพลาสติกที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่สอดคล้องกับนโยบายการยกเลิกการใช้พลาสติกอย่างเด็ดขาด

โดยเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ 1 เคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกโลก ทั้ง 6 กิจกรรมย่อยแล้วนั้น จะได้รับการส่งเสริมการค้นคว้าข้อมูลจากหลากหลายแหล่ง เป็นการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เมื่อพบข้อมูลที่มีความขัดแย้งกันจะเป็นการกระตุ้นผู้เรียนให้สงสัยหาคำตอบ และร่วมสร้างการเปรียบเทียบข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ เพื่อให้สามารถระบุปัญหา

ของพลาสติกและแนวทางการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมได้ อาทิ ปัญหาของพลาสติกส่วนหนึ่งมาจากประเภทที่หลากหลายเกินไปจนยากแก่การคัดแยก แนวทางที่จะแก้ปัญหาได้คือการยืดอายุการใช้งานให้ได้นานที่สุดและใช้พลาสติกแต่ละครั้งให้คุ้มค่า ตามขั้นที่ 8 การวัดความรู้และการใช้เหตุผล ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เช่น การทำผลิตภัณฑ์ upcycle ดังภาพประกอบ 8

4. จากคำกล่าวที่ว่า “ปัญหาของพลาสติกแท้จริงแล้วมาจากประเภทของพลาสติกที่หลากหลายจนไม่สามารถแยกประเภทของขยะได้ทั้งหมด” นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยอย่างไร

เห็นด้วยเพราะคิดจากส่วนใหญ่มนุษย์ไม่มีความใส่ใจในเรื่องของประเภทขยะพลาสติกเนื่องจากเพราะไม่สังเกตว่าบรรจุภัณฑ์หรือขยะพลาสติกที่เขาใช้นั้นมีขยะพลาสติกหลายประเภทเพราะเหตุนี้จึงไม่สามารถแยกประเภทของขยะได้ทั้งหมด

5. ผลิตภัณฑ์ Upcycle แก้ปัญหาพลาสติกอย่างไร

เป็นการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ทำให้คุณภาพและส่วนประกอบของวัสดุลดลงเพื่อการใช้งานต่อไป โดยเป็นการแก้ปัญหาจากพลาสติกที่ใช้แล้วโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการยืดอายุพลาสติกที่ใช้แล้วให้เป็นขยะช้าลง ชะลอการเกิดขยะโดยเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือใช้ ให้สามารถใช้ได้และเป็นได้มากกว่าขยะเหลือทิ้ง รวมถึงช่วยลดการใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่

ภาพประกอบ 8 แสดงคำตอบของนักเรียนที่สามารถระบุได้ว่าปัญหาของพลาสติกและแนวทางการแก้ปัญหาได้

กิจกรรมที่ 2 เคมิกับการแก้ปัญหาโรคระบาด ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลของโรคระบาดโดยเน้นการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ในปัจจุบัน แสดงเปรียบเทียบสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคจากกราฟข้อมูล กิจกรรมที่ต้องศึกษารูปแบบการแพร่ระบาดของโรค ความก้าวหน้าในการรักษา และแนวทางการแก้ไขปัญหาการระบาดในบริบทที่แตกต่างกัน เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนศึกษาข้อมูลปริมาณมาก ที่มีอยู่อย่างกระจัดกระจายหลายแหล่ง สอดคล้องกับสภาพปัจจุบันที่อยู่ระหว่างการแพร่ระบาดของ COVID-19 ที่นักเรียนพบข้อมูลในการป้องกัน รักษา และแก้ไขที่หลากหลายในบริบทที่แตกต่างกันของแต่ละพื้นที่ เพื่อหาแนวทางและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับบริบทและข้อจำกัด ดังภาพประกอบ 9

ใบกิจกรรมที่ 2.1 การแพร่กระจายของโรคระบาด

1) ระดับการแพร่กระจายของโรค
คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาระดับการแพร่กระจายของโรคติดเชื้อและตรวจสอบความเข้าใจของการแพร่ระบาด

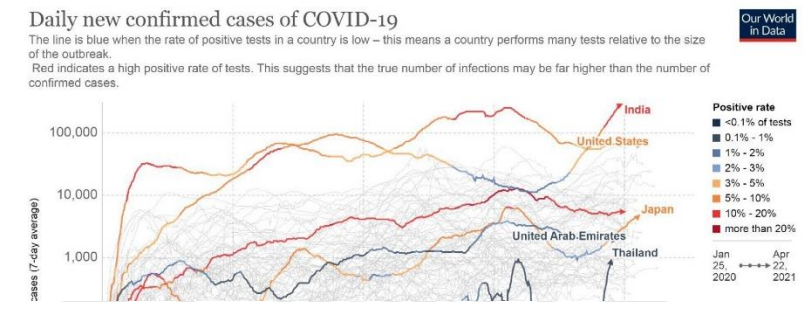
โรคระบาด เป็นคำจำกัดความของการจำแนกโรคประเภทหนึ่ง ซึ่งปรากฏขึ้นใหม่ในกลุ่มประชากรกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งในระยะเวลาหนึ่ง โดยมีอัตราการติดต่อโรคสูงมากกว่าที่คาดการณ์ไว้ เมื่อเทียบกับประวัติการเกิดโรคในอดีต

การแพร่กระจายของโรคติดเชื้อมี 4 ระดับ
ระดับที่ 1 Endemic (โรคประจำถิ่น) หมายถึง โรคที่เกิดขึ้นประจำพื้นที่นั้น โดยขอบเขตของโรคจะเป็นพื้นที่เฉพาะ เช่น เมือง ประเทศ กลุ่มประเทศ หรือทวีป ข้อบ่งชี้สำคัญคือพบอัตราการป่วยคงที่และสามารถคาดการณ์ได้
ระดับที่ 2 Outbreak (การระบาด) หมายถึงการระบาดที่มีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นผิดปกติมากกว่าที่คาดการณ์
ระดับที่ 3 Epidemic (โรคระบาด) หมายถึงการระบาดที่แพร่กระจายอย่างกว้างในทางภูมิศาสตร์และระบาดติดต่อมายังพื้นที่อื่น

ใบกิจกรรมที่ 2.3 ตรวจสอบหรือคุมได้ดี

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลการตรวจโรค COVID-19 ในประเทศไทยและประเทศอื่น ๆ จากกราฟและทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการตรวจหาเชื้อ เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรค

กราฟที่ 1 แสดงจำนวนผู้ติดเชื้อที่ได้รับการยืนยันรายวันของประเทศต่าง ๆ



ใบกิจกรรมที่ 2.6 กิจกรรมความก้าวหน้าของการรักษาโรค

คำชี้แจง ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลของโรคระบาดต่าง ๆ ตามเส้นเวลา (Timeline) ต่อไปนี้

ช่วงการระบาด (พ.ศ.)	โรค	สาเหตุ/อาการ	ตัวอย่างการรักษา
พ.ศ. 2359	อหิวาตกโรค	อาหาร น้ำ ปนเปื้อนสิ่งปฏิกูล ติดเชื้อแบคทีเรีย Vibrio Cholerae มีการอาการท้องร่วง คลื่นไส้ ชขาดน้ำ	การให้สารน้ำทดแทน และใช้ยาปฏิชีวนะ Doxycycline

ภาพประกอบ 9 แสดงตัวอย่างกิจกรรมที่ 3 เคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด

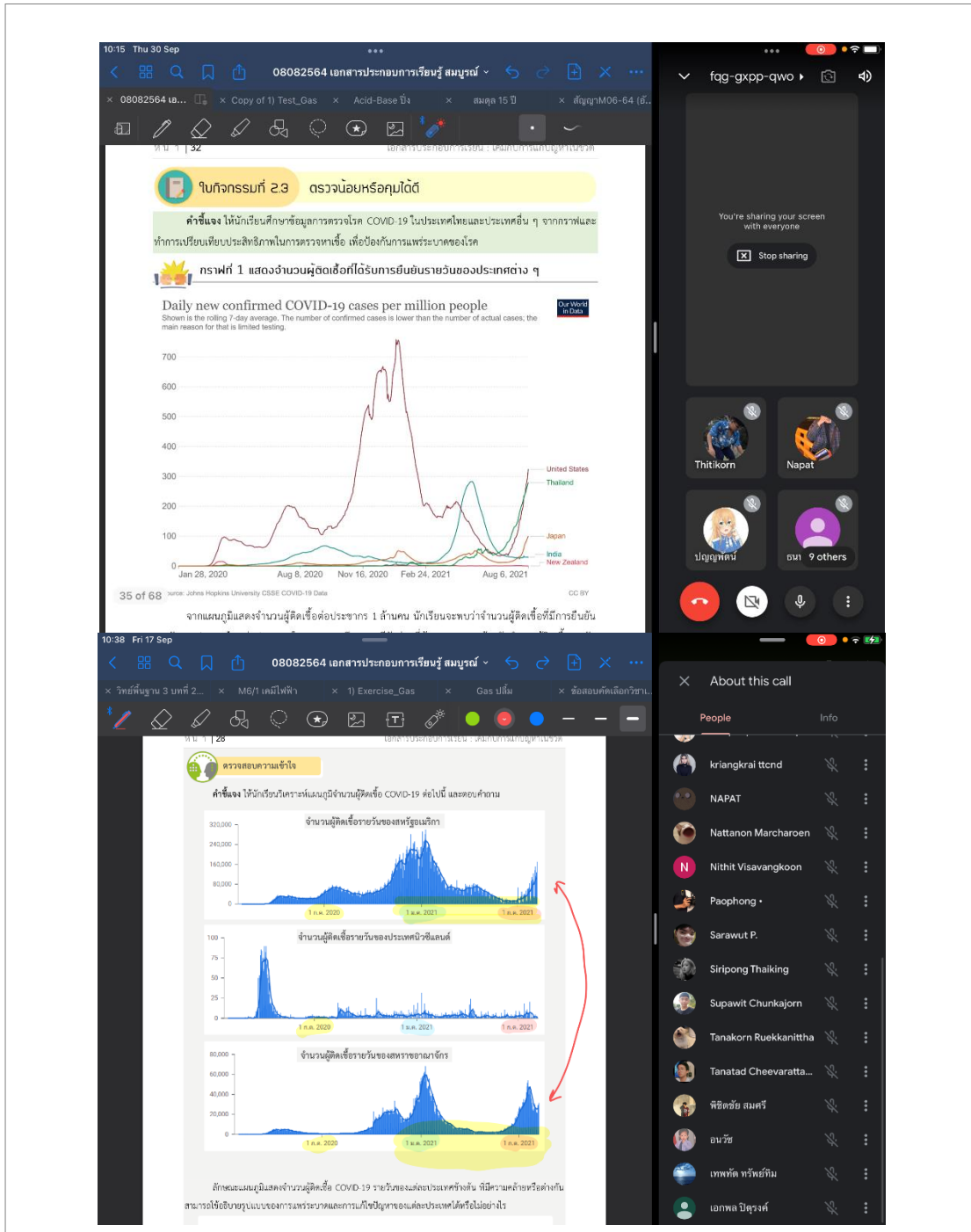
จากภาพประกอบ 9 จะพบว่ากิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาต่อยอดทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากกิจกรรมที่ 1 เคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกชั้นโลก โดยเริ่มต้นจากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพื่อระบุปัญหาและผลกระทบจากการระบาดของโรค COVID-19 ซึ่งเป็นขั้นที่ 1 การแนะนำเนื้อหา ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ส่งผลให้นักเรียนต้องมีข้อมูล หรือข้อเท็จจริงที่เพียงพอก่อนการตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงการระบุปัญหาและผลกระทบในเบื้องต้นโดยนักเรียนสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

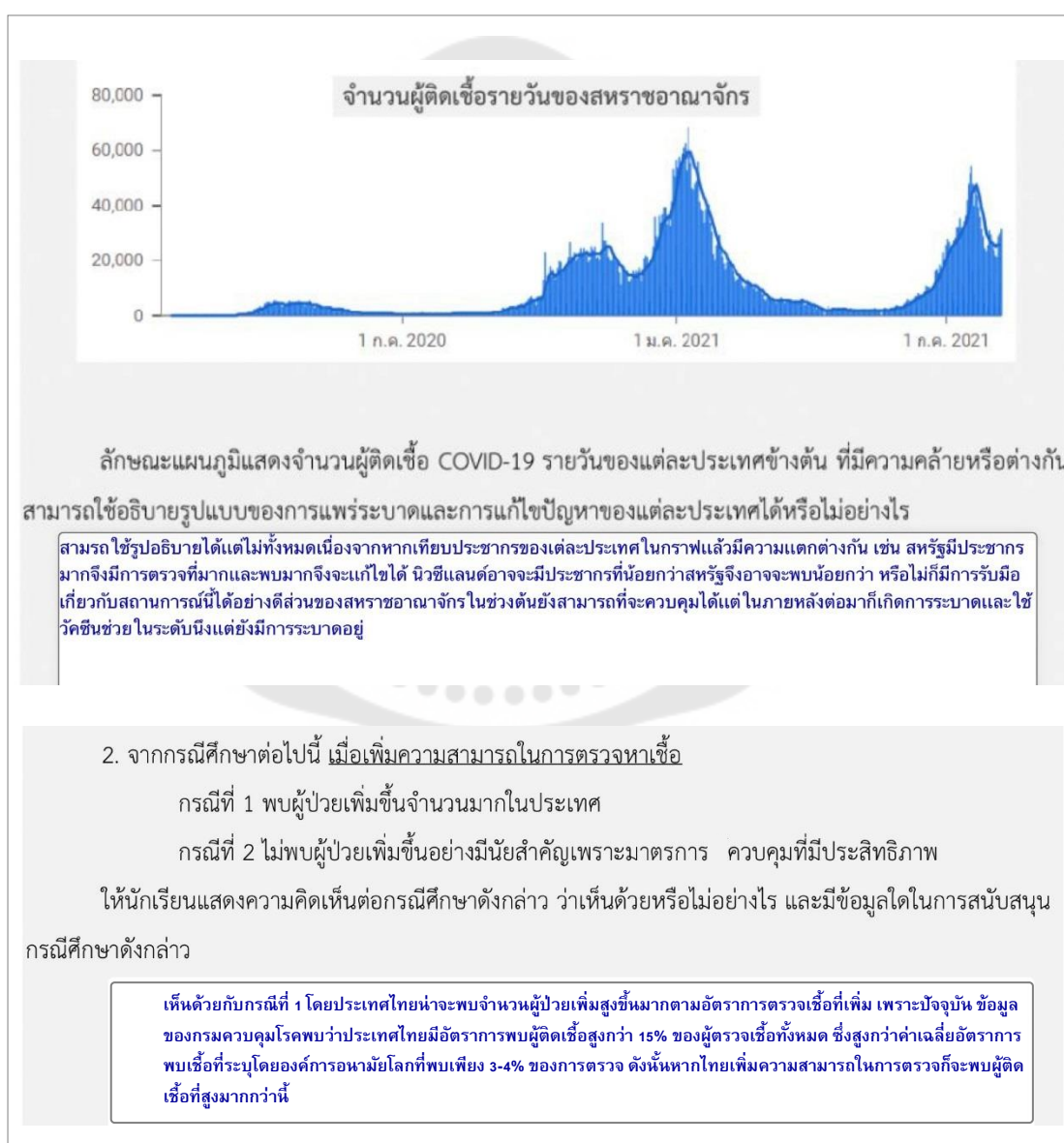
เมื่อนักเรียนได้ศึกษาข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือแล้วนั้น จะพบว่าระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนเริ่มมีคำถามและถกเถียงกันเนื่องจากพบปัญหาและผลกระทบจากการระบาดของโรค COVID-19 จากหลายสื่อ ซึ่งมีความแตกต่างกันเป็นอย่างมาก อาทิ บางประเทศมีการระบาดอย่างแพร่หลาย พบผู้ติดเชื้อจำนวนมาก และอัตราผู้เสียชีวิตสูงขึ้นอย่างรวดเร็วอาจแสดงให้เห็นนักเรียนทราบได้ว่าการควบคุมโรคที่ไม่ดี แต่ก็มีนักเรียนที่ตั้งคำถามว่าเมื่อศึกษาข้อมูลอัตราการตรวจหาเชื้อก็พบว่าประเทศที่พบการระบาดมากเหล่านั้นมีอัตราการตรวจหาเชื้อที่สูงมากต่อวัน แต่ประเทศที่พบผู้ติดเชื้อน้อยก็อาจเนื่องมาจากมีอัตราการตรวจหาเชื้อที่ต่ำ

เช่นกัน ส่งผลให้บรรยากาศของชั้นเรียนมีการถกเถียงและอภิปรายอย่างกว้างขวาง ตามขั้นที่ 2 การทำทฤษฎีความเชื่อหลัก ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แสดงการจัดกิจกรรมขั้นที่ 2 การทำทฤษฎีความเชื่อหลัก ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่แสดงให้เห็นความขัดแย้งและสอดคล้องกันของอัตรากาการตรวจหาเชื้อที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะการระบาดของโรค COVID-19

โดยเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมในขั้นที่ 2 การทำทายความเชื่อหลัก ตามประเด็น วิทยาศาสตร์กับสังคม นักเรียนบางส่วนจะเริ่มพบว่ากราฟแสดงอัตราผู้ติดเชื้อ ในแต่ละประเทศ แตกต่างกันตามมาตรการที่ใช้ และบางประเทศมีอัตราการตรวจเชื้อที่สูงมากทำให้พบผู้ติดเชื้อที่สูง แต่บางประเทศพบผู้ติดเชื้อต่ำอย่างยาวนานแต่ก็มีอัตราการตรวจเชื้อที่ต่ำมากเช่นกัน ซึ่งนักเรียนจะได้ตอบคำถามจากการเปรียบเทียบข้อมูลการระบาดในแต่ละประเทศ โดยสามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการระบาด การควบคุม อัตราการตรวจหาเชื้อ อัตราการฉีดวัคซีน รวมทั้งอัตราผู้เสียชีวิตได้ ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แสดงคำตอบของนักเรียนที่อธิบายความสัมพันธ์ของจำนวนผู้ติดเชื้อรายวันกับ อัตราการตรวจหาเชื้อ ซึ่งนักเรียนได้วิเคราะห์จากข้อมูลที่นำเชื่อถือหลายแหล่ง

เมื่อจัดกิจกรรมถึงขั้นที่ 3 ขั้นการเรียนการสอนอย่างเป็นทางการ นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีเดิม เข้ากับมาตรการการป้องกันและแก้ปัญหาการระบาดของโรค COVID-19 ซึ่งนักเรียนสามารถเชื่อมโยงให้เข้ากับหลายเนื้อหาได้ ผ่านขั้นที่ 4 กิจกรรมกลุ่ม และขั้นที่ 5 การพัฒนาคำถามตามบริบท ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและครุควบคุมประเด็นของนักเรียนให้เหมาะสมภายใต้เวลาที่กำหนด เพื่อส่งเสริมการอภิปรายข้อมูลและแนวทางการแก้ปัญหาที่ยังไม่มีข้อสรุปชัดเจนจากข้อมูลที่กระจัดกระจายและมีความแตกต่างกันตามบริบทและข้อจำกัด เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาตามขั้นที่ 8 การวัดความรู้และการใช้เหตุผล ดังภาพประกอบ 13


คำถามฝึกคิด

1. จากองค์ความรู้เรื่องทฤษฎีการชนและปัจจัยของตัวหนึ่งวงปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราเมื่อนำมาเทียบเคียงกับการแพร่กระจายเชื้อผ่านละอองฝอยนี้ส่งผลต่อแนวทางในการปฏิบัติตนเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้ออย่างไร

ทำให้เกิดมาตรการเว้นระยะห่างทางสังคมและการป้องกันตนเอง เช่น การใช้หน้ากากอนามัย ล้างมือบ่อยๆ และการระบาด

2. เพราะเหตุใดจึงมีความพยายามใช้มาตรการเว้นระยะห่างทางสังคมหรือให้หลีกเลี่ยงที่แออัดและสวมหน้ากากอนามัยเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 อธิบายโดยเทียบเคียงกับองค์ความรู้ของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ทฤษฎีการชนสามารถเทียบเคียงได้กับความหนาแน่นของกิจกรรมในสังคม จึงทำให้เกิดมาตรการ social distancing เพื่อให้มีระยะห่างระหว่างคนมากขึ้น ลดการแออัด เหมือนทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีลดลง เช่นเดียวกับตัวหนึ่งวงปฏิกิริยาเหมือนกันใส่หน้ากากอนามัย


ตรวจสอบความเข้าใจ

1. ปัญหาการแพร่ระบาดของโรคระบาดเกิดจากสาเหตุใด

การทำกิจกรรมที่ใกล้ชิดกันหรือมีความแออัด
2. สามารถแก้ปัญหาโดยการกำจัดแหล่งเพาะเชื้อทั้งหมดได้หรือไม่ อย่างไร

ไม่น่าจะสามารถทำได้ เนื่องจากโรคระบาดนี้ เป็นการระบาดจากไวรัส ซึ่งสามารถกลายพันธุ์ได้ แต่สามารถป้องกันการระบาด หรือควบคุมได้ จากการใส่หน้ากากอนามัยหรือวัคซีน การเร่งการตรวจเชื้อเพื่อแยกผู้ติดเชื้อออกมาให้ได้มากที่สุด ภายใต้ข้อจำกัดของระบบรักษาพยาบาล ไม่ให้เศรษฐกิจพังทลาย

ภาพประกอบ 13 แสดงคำตอบของนักเรียนในการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางเคมีกับการแก้ปัญหาการระบาดของโรค COVID-19

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พบแนวทางการแก้ปัญหาโดยผู้เรียนที่หลากหลาย อาทิ การแก้ปัญหาการระบาดของ COVID-19 ที่ได้ขาดโดยไม่อนุญาตให้ออกนอกเคหะสถาน เพื่อลดการเคลื่อนที่และการแพร่กระจายเชื้อ ซึ่งได้ถูกอภิปรายโดยเพื่อนนักเรียนว่าอาจก่อให้เกิดการหยุดชะงักทางเศรษฐกิจ หรือเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือทำความเข้าใจกับโรคระบาดให้มากที่สุด และควบคุมให้พอดี ควบคู่ไปกับการพัฒนารักษา วัคซีน หรือมีระบบสาธารณสุขที่ดีรองรับ ซึ่งเป็นการส่งเสริมนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา ที่เป็นองค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

กิจกรรมที่ 3 เคมีในอนาคต ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนค้นคว้าเปรียบเทียบการนำองค์ความรู้ทางเคมีมาใช้ประโยชน์ในสังคมระหว่างสังคมไทยและต่างประเทศ รวมทั้งศึกษาสถานการณ์ที่เกี่ยวกับความก้าวหน้าทางเคมี และแนวโน้มการพัฒนาสังคมด้วยองค์ความรู้ทางเคมี และกิจกรรมที่มีการค้นคว้าและนำเสนอในรูปแบบของการสัมมนาทางวิชาการ เป็นกิจกรรมประมวลความรู้ที่นักเรียนต้องอาศัยทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการคัดสรรข้อมูลและเลือกใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพในการนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา ดังภาพประกอบ 14

ใบกิจกรรมที่ 3.1
กรณีศึกษาประเด็นการใช้ความรู้เคมีในบริบทสังคมไทย

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาประเด็นการใช้ความรู้เคมีในบริบทสังคมไทย จากนั้นสืบค้นพร้อมเขียนอธิบายโต้แย้งด้วยหลักฐานและข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

ประเด็นที่ 1 : การล้างสารพิษจากร่างกายด้วยเครื่อง Far Infrared

ทวิต

26 พ.ย. 2018

ศูนย์ปฏิบัติการขจัดมลพิษสิ่งแวดล้อม นครปฐม มีบริการ Detox ด้วยเครื่อง far infrared therapy รังสีนี้ช่วยดูดซับสารพิษจากร่างกาย/ชาวบ้านไปต่อคิวใช้บริการโดยพยาบาลสาวที่ทำงานในเมืองมุ่งสู่สุกศล .. เราทดสอบใช้แค่ห้าตอนเริ่มนำใส่ ตอนจบน้ำสีดำขึ้น คาดสารพิษตกค้างจากครั้นรถ:พิษผักที่ทาน@TNAMCOT

ภาพประกอบ 14 แสดงตัวอย่างของกิจกรรมที่ 3 เคมีในอนาคต

จากภาพประกอบ 14 จะพบว่าผู้วิจัยได้ต่อยอดจากกิจกรรมที่ 1 และ 2 ที่ครูกำหนดประเด็นเกี่ยวกับพลาสติกและโรคระบาดตามลำดับ แต่กิจกรรมที่ 3 เริ่มต้น ชั้นที่ 1 การแนะนำเนื้อหาวิชา ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ด้วยประเด็นเกี่ยวกับการใช้องค์ความรู้ทางเคมีและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในสังคมไทย ซึ่งเป็นหัวข้อปลายเปิดแต่เริ่มกระตุ้นนักเรียนด้วยโฆษณาชวนเชื่อเกี่ยวกับการจำหน่ายสินค้าคุณภาพให้นักเรียนศึกษาและตอบคำถาม ซึ่งนักเรียนจะได้พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของตน เพื่อใช้ในการตอบคำถามในกิจกรรม ซึ่งอยู่ในชั้นที่ 2 การท้าทายความเชื่อหลัก ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่นักเรียนจะได้ทราบความแตกต่างของการใช้องค์ความรู้ทางเคมีของสังคมไทยกับระดับสากลในสังคมโลกว่ามีความแตกต่างกัน ดังภาพประกอบ 15

ใบกิจกรรมที่ 3.2
เคมีในสังคมไทยและสังคมโลก

คำชี้แจง ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มศึกษาข้อมูลความก้าวหน้าของวงการเคมีทั้งบริบทของสังคมไทยและในบริบทโลก และทำการเปรียบเทียบทั้งสองบริบทนี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลกำหนดแนวทางในการสืบค้นงานวิจัย/บทความวิชาการ

บริบทสังคมไทย

1. ความก้าวหน้าของวงการเคมีไทย

มุ่งงานวิจัยทางเคมีแต่ไม่สามารถนำไปต่อยอดหรือปรับให้เข้ากับสังคมได้
2. จุดเด่นของวงการเคมีไทย

มุ่งงานวิจัยหลายงานที่ใช้ผลิตภัณฑ์หรือวัตถุดิบจากธรรมชาติในท้องถิ่น
3. ข้อควรพัฒนาของวงการเคมีไทย

พัฒนางานที่ต่อยอดและทำให้รู้จักมากยิ่งขึ้น

บริบทสังคมโลก

1. ความก้าวหน้าของวงการเคมีโลก

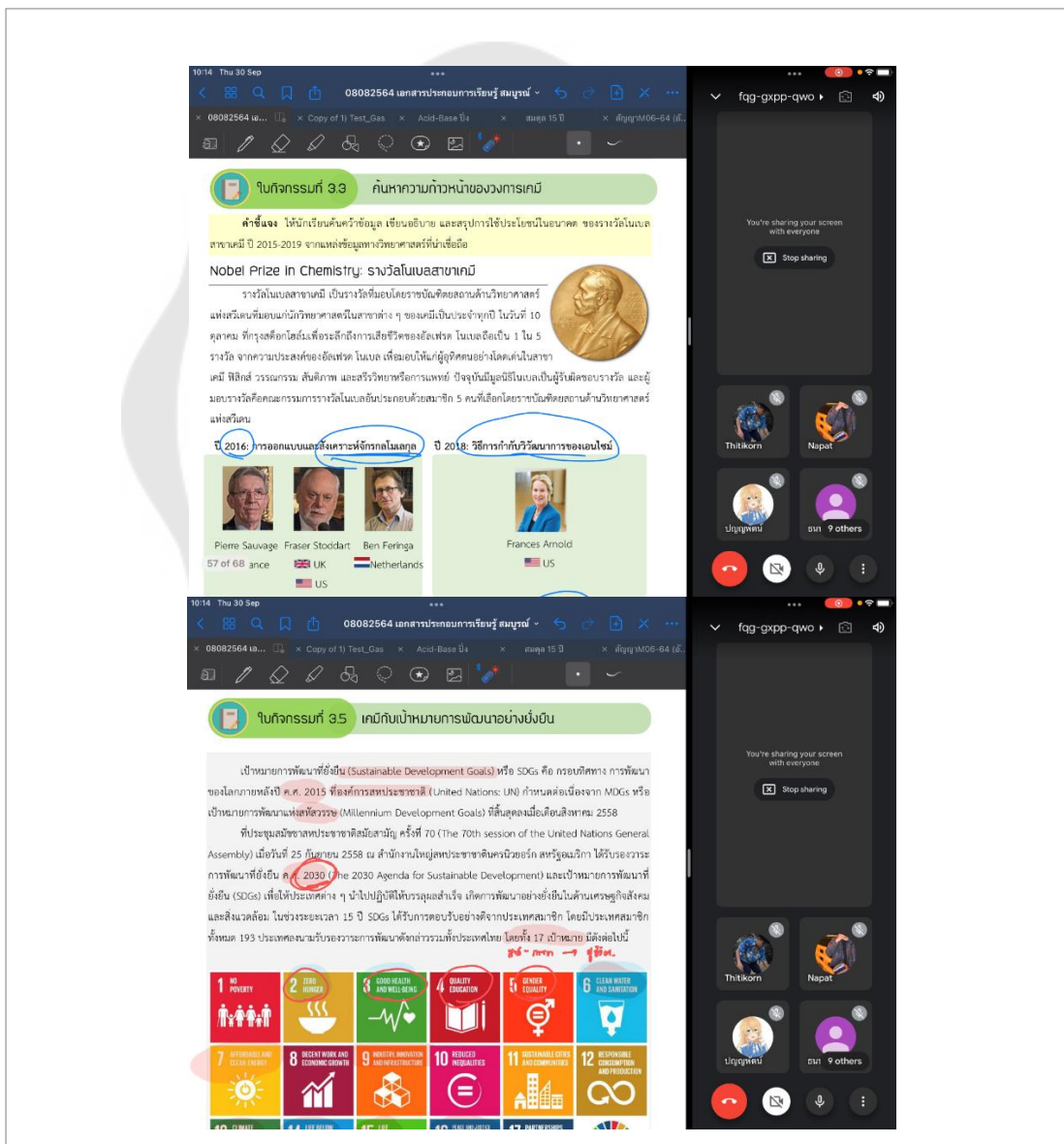
พัฒนางานหรือต่อยอดจนเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้ เป็นผลิตภัณฑ์หรือวัสดุ การแพทย์ในระดับสากลได้
2. จุดเด่นของวงการเคมีโลก

มุ่งงานที่มีผลกระทบในระดับโลก งานมีความเป็นสากล อยู่ในผลิตภัณฑ์ระดับโลก
3. ข้อควรพัฒนาของวงการเคมีโลก

สร้างงานที่มุ่งเน้นการรักษาสิ่งแวดล้อมหรือธรรมชาติที่ยั่งยืน

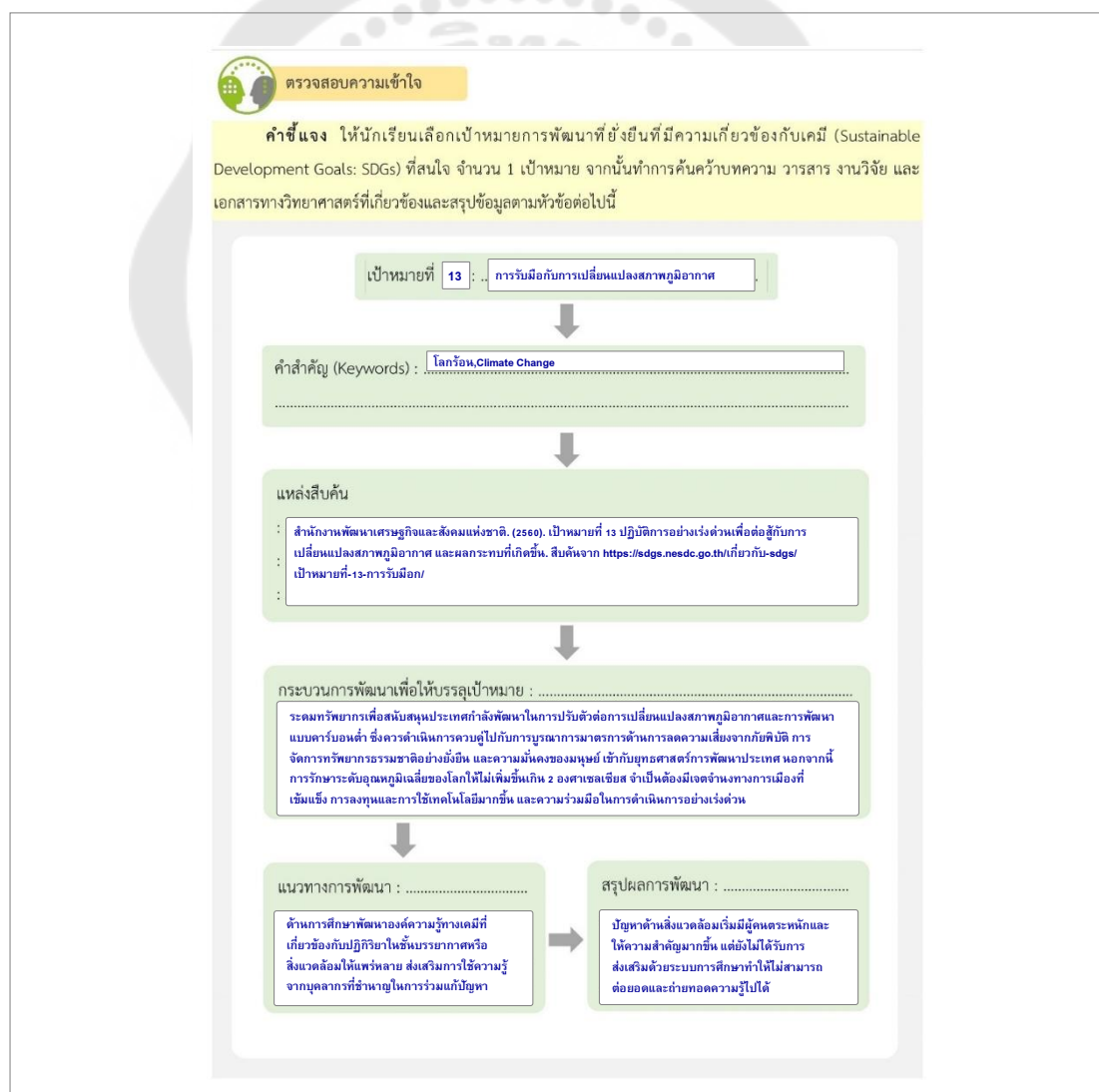
ภาพประกอบ 15 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกิจกรรมชั้นที่ 2 การท้าทายความเชื่อหลัก ที่มีการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะการใช้องค์ความรู้ทางเคมีในสังคม

นอกจากนี้ยังได้ออกแบบกิจกรรมสำหรับ ชั้นที่ 3 การเรียนการสอนอย่างเป็นทางการ ชั้นที่ 4 กิจกรรมกลุ่ม และชั้นที่ 5 การพัฒนาคำถามตามบริบท ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยในกิจกรรมได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความก้าวหน้าขององค์ความรู้ทางเคมีในปัจจุบัน เพื่อให้ นักเรียนมีมุมมองเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทางเคมีให้เกิดประโยชน์ ไปจนถึงการเชื่อมโยงองค์ความรู้สู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ โดยนักเรียนได้รับโอกาสในการนำเสนอความคิดเห็น แลกเปลี่ยนข้อมูล และใช้วิจารณญาณในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 แสดงกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับความก้าวหน้าขององค์ความรู้ทางเคมีและการนำไปใช้ประโยชน์

โดยเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับความก้าวหน้าขององค์ความรู้ทางเคมีและการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติแล้วนั้น ยังได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ต่อยอดศักยภาพในการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ และการตัดสินใจจากข้อมูล ของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ด้วยการให้นักเรียนตัดสินใจเลือกเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนจำนวน 1 เป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ทางเคมี เพื่อให้นักเรียนขยายความรู้ด้วยกระบวนการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ วิเคราะห์ข้อมูล และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ทราบกระบวนการพัฒนาเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย และสรุปผลการพัฒนา เป็นการวัดความรู้และการใช้เหตุผลตามขั้นที่ 8 ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม แสดงดังภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 แสดงตัวอย่างกิจกรรมขั้นที่ 8 ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

จากนั้นได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้นำเสนอเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน 1 เป้าหมายจากการสืบค้น ในรูปแบบของการสัมมนาทางวิชาการ เพื่อให้นักเรียนได้ทำการประมวลองค์ความรู้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าข้อมูลที่มีประโยชน์ และสร้างการนำเสนอความรู้สู่ผู้อื่น เป็นการสร้างคุณค่าต่อองค์ความรู้ของนักเรียน ให้เห็นถึงประโยชน์ของการใช้องค์ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหาสังคม ส่งเสริมการใช้ความรู้อย่างสร้างสรรค์ สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เปิดกว้างรับฟังความคิดเห็น และร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปในประเด็นเหล่านั้นบนพื้นฐานของข้อมูลและข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ พัฒนานักเรียนให้มีทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ดังภาพประกอบ 18

The image shows a mobile application interface with a presentation slide on the left and a Zoom meeting overlay on the right. The presentation slide is titled "กิจกรรมที่ 3.6 สัมมนาเกี่ยวกับการแก้ปัญหา" (Activity 3.6 Seminar on Problem Solving) and includes the following content:

- การเขียนบทคัดย่อ (Abstract)** (Abstract Writing): คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาวิธีการเขียนบทคัดย่อ (Abstract) จากตัวอย่างต่อไปนี้ และนำไปใช้ในการเขียนบทคัดย่อการศึกษาเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่เกี่ยวข้องกับเคมีที่นักเรียนได้เลือก
- 1) Polymers, Giant Molecules with Properties: An Entertaining Activity Introducing Polymers to Young Students** by Nejla B. Erdal, Minna Hakkarainen, and Anders G. Blomqvist
- 2) Department of Fibre and Polymer Technology, KTH Royal Institute of Technology, SE-100 44 Stockholm, Sweden**
- 3) Supporting Information**: ABSTRACT: In this activity, polymer materials are introduced to 13–16 year old students. The activity is aimed at students with no or little knowledge of polymers. An engaging lecture covering the basics of polymer technology and sustainable development in the plastics field is presented. Important polymers such as polyethylene (PE), cellulose, and polylactide (PLA) are presented, and examples of their everyday use are shown. Quiz questions are employed in the introductory lecture to engage the students, to start discussions, and to evaluate the learning progress. The students are then engaged in two entertaining activities involving a natural polymer alginate and superabsorbent polymers. Alginate spaghetti is produced using different salt solutions enabling the students to create and destroy materials just by playing around with the chemistry, which helps them understand the polymeric material. The second activity has an application-based approach where the ability of superabsorbent polymers in diapers to retain water is investigated. The overall quiz results and discussions after the activities show an improved understanding of polymers and their applications and properties, making this activity useful for teaching polymers to young students.
- 4) KEYWORDS: Polymer Chemistry, Materials Science, High School/Introductory Chemistry, Applications of Chemistry, Public Understanding/Outreach, Green Chemistry, Problem Solving/Decision Making, Hands-On Learning/Mangulatives, Humor/Puzzle/Games, Testing/Assessment**

The Zoom meeting overlay on the right shows the screen sharing status "You're sharing your screen with everyone" and a list of participants including Thitikorn, Napat, ปัญญพัตน์, and 9 others.

ภาพประกอบ 18 แสดงกิจกรรมนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของการสัมมนาทางวิชาการของนักเรียน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

เมื่อนักเรียนได้ร่วมทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่มีสถานการณ์ตัวอย่าง ทั้ง 3 กิจกรรม จะพบว่าในแต่ละกิจกรรมจะมีกิจกรรมย่อยตามขั้นตอนการเรียนรู้ทั้ง 8 ขั้น ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่มีความหลากหลายแต่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสงสัยและอยากสืบค้นหาข้อมูลอย่างต่อเนื่องจากสถานการณ์ใกล้ตัวที่ส่งผลให้ การเรียนรู้ของนักเรียนมีคุณค่าและความหมายต่อชีวิต นอกจากนี้ลำดับขั้นของการจัดกิจกรรม 8 ขั้นตอนนั้น ยังส่งเสริมให้ห้องเรียนมีลักษณะเป็นสังคมจำลองที่มีวิพากษ์วิจารณ์ ถกเถียง สะท้อน ความคิด เพื่อหาข้อสรุปร่วมกันไปจนถึงการยอมรับและเปิดใจรับฟังข้อมูลและความเห็นที่แตกต่าง เนื่องจากมีกิจกรรมที่ต้องศึกษาข้อมูลที่ตรงกันข้ามกับแนวความคิดหลักในสถานการณ์ ให้นักเรียนค้นคว้ากับข้อมูลที่หลากหลาย ตรงกันข้ามหรือขัดแย้งกับความเชื่อเดิม ทั้งยังมีกิจกรรม กลุ่มที่สืบเนื่องจากกิจกรรมที่ต้องสืบค้นข้อมูล ทำให้นักเรียนเกิดความสามารถในการโต้แย้งและ การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์เมื่อนำข้อมูลที่สืบค้นมาช่วยกันอภิปรายแลกเปลี่ยนกันในชั้นเรียน (ชนาพร ดาวใส และ ประยูรต์ ศรีวิไล, 2558) และรูปแบบของชุดกิจกรรมมีลำดับในการเรียนรู้ตาม แนวทางประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม 8 ขั้นตอน ที่สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของงานวิจัย โดย วรวรรณ พันธุ์ปรีดา และคณะ (2560) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับ สังคมเป็นฐานเป็นการเปิดโอกาสนักเรียนในการสะท้อนกลับสิ่งที่นักเรียนคิดหรือได้อภิปรายและ ครูเป็นส่วนสำคัญในการสนับสนุนนักเรียนฝึกฝนนักเรียนให้มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นเหตุผลที่มีความสอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้ คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อ ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีขึ้นไป

2. การอภิปรายผลจากการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณและการแก้ปัญหา

หลังจากการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตาม ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา มา ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพ จึงพบว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเป็นไป ตามเกณฑ์นั้น โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับ การแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม มีคะแนนทักษะการคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 17.92 และหลังเรียนเท่ากับ 20.83 หรือมีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีสถานการณ์ตามแนวทางประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่เป็นปัญหาเชื่อมโยงกับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการศึกษาข้อมูล ค้นคว้าคิดหาคำตอบ เปิดใจกว้างรับข้อมูลที่หลากหลายและตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เพื่อหาข้อสรุปคือกระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์เหล่านั้นให้เหมาะสมตามบริบทที่แตกต่าง ซึ่งเป็นการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและนำมาสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ สุพรรณิ ขายประเสริฐ (2556) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ต้องบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหา จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ สำนวจตรวจสอบและส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ สอดคล้องกับ กนกทิพย์ ยาทองไชย (2559) ที่ได้พัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวัน กระตุ้นให้เกิดความสงสัยและคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาของผู้เรียน สอดคล้องกับ สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2552) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนนั้น สามารถส่งเสริมได้จากกระบวนการทำงานกลุ่มที่มีการกำหนดบทบาทสมาชิกให้เกิดความร่วมมือกัน เพื่อให้มีการอภิปรายร่วมกัน ชุดกิจกรรมนี้จึงมีความเหมาะสมกับการใช้จัดการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับ Key (2010) ที่อธิบายว่า การเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ต้องเตรียมสมรรถนะทั้งด้านความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ รวมทั้งทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหา

เมื่อผู้วิจัยได้นำข้อมูลคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหา มาวิเคราะห์เป็นรายด้าน ได้แก่ 1) การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ 2) การใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ 3) การตัดสินใจและตัดสินใจ และ 4) การแก้ปัญหา พบว่าทั้ง 4 ด้าน มีคะแนนทักษะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านแล้วจึงพบว่ามาจากเหตุผล 4 ประการ

เหตุผลประการที่ 1 เกิดการพัฒนาการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 70.25 และหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 82.50 จากการทำกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ฝึกฝนการใช้เหตุผลที่หลากหลาย ตามความเหมาะสมกับสถานการณ์ ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ทั้งเหตุผลที่สนับสนุนหรือเชิงบวก และเหตุผลที่ไม่สนับสนุนหรือเชิงลบต่อ

สถานการณ์ตัวอย่างตามกิจกรรม ทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลที่ประกอบมาจากข้อมูลที่ศึกษา เชื่อมโยงกับเหตุผลจากประสบการณ์ส่วนตัว อาทิ ปัญหาเกี่ยวกับพลาสติกที่นักเรียนทราบว่า มีทั้งในเชิงสิ่งแวดล้อม เช่น ขยะพลาสติกตกค้าง และปัญหาในเชิงสังคม เช่น การรณรงค์งดการใช้พลาสติก ซึ่งทำยที่สุดแล้วไปกระทบกับวงจรของอุตสาหกรรมพลาสติกทั้งพลาสติกแบบดั้งเดิม และอุตสาหกรรมพลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ หรือแสดงให้เห็นทราบเหตุผลและความจำเป็นของการใช้พลาสติกแต่ก็แสดงเหตุผลเกี่ยวกับความอันตรายของพลาสติกบางประเภท แสดงให้เห็นกระบวนการคิดของนักเรียนที่มีประสิทธิภาพ หรือปัญหาโรคระบาดที่นักเรียนแสดงเหตุผลว่าภาคประชาชนสามารถจัดการตนเองตามมาตรการของรัฐได้ดี แต่ด้านการบริหารจัดการอื่น ๆ ต้องปรับปรุงเนื่องจากทราบว่าภาระระบาดของโรคระบาดนั้นเกิดขึ้นมาหลายครั้ง และแต่ละครั้งมีกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลายและต้องตอบสนองต่อบริบทในขณะนั้นให้ดีที่สุด ดังภาพประกอบ 19

ด้านที่ 1 การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ

1. ให้นักเรียนแสดงเหตุผลที่จะใช้และไม่ใช้พลาสติกให้ได้มากที่สุด

เหตุผลที่ใช้พลาสติก		เหตุผลที่ไม่ใช้พลาสติก	
1	ผลิตภัณฑ์บางอย่างเหมาะกับการใช้บรรจุภัณฑ์เป็นพลาสติก เช่น ขวดน้ำมัน หากใช้แก้วแทน แอมป์อาหารจะตอใจหรือรับกรเกี่ยวกับกรงสงมก	1	อุปกรณ์พลาสติกบางชิ้นใช้ครั้งเดียวทิ้ง เช่น ข้อน จึงเลือกใช้อื่นสแตนเลสแทน
2	การใช้วัสดุอื่นทดแทน อาจไม่ได้อดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หากใช้จำนนอยเกินไป	2	กรใช้พลาสติกผิดประเภท เช่น นำ LDPE ใส่อาหารร้อน ทำให้อันตรายต่อสุขภาพ
3	พลาสติกมีสมบัติที่ไม่เหมือนวัสดุอื่น เช่น กรก้นน้ำ น้ำหนักเบา ผลิตพุนทนทานต่อสภาพอากาศ ราคาถูก จึงบอกต่อกรใช้วัสดุอื่นทดแทน	3	ก่อให้เกิดมลพิษโลก กรทำลยขยะพลาสติกโลบไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมต้องใช้อันทนสูง และอุตสาหกรรมมักจะคิดแต่กรผลิตแต่ไม่รับผิดชอบกรกำจัดโดย ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม
4		4	

ด้านที่ 1 การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ

1. ให้นักเรียนเขียนวิธีการจัดการปัญหาการแพร่ระบาดของ COVID-19 ในประเทศไทย

การจัดการที่ได้ดี		การจัดการที่ควรปรับปรุง	
1	ภาคประชาชนมีการดูแลและลดปัจจัยเสี่ยงตามมาตรการเว้นระยะห่างทางสังคม	1	การลำดับความสำคัญของปัญหารัฐบาล(ยุติกรปัญหา) เช่น กรใช้รับประมาณ ค้างของที่ไม่จำเป็น แต่ไม่ซื้อวัคซีน
2		2	กรวางแผนฉีดวัคซีนให้กับประชาชนทุกคน ยังไม่เข้าถึงประชาชนทุกกลุ่ม
3		3	กรนำเข้าวัคซีนที่ไม่มีประสิทธิภาพ
4		4	มาตรการเฝ้าระวัง รัฐไม่สนับสนุนเงินเฝ้าระวัง สถานที่ยกตัว และอาหารระหว่างกักตัว ประชาชนต้องจ่ายเงินเอง
5		5	กรเผยแพร่ข่าวสารที่เป็นความจริง
6		6	กรสร้างกระบวนการที่ไร้ประโยชน์ เช่น กรลงทะเลเบียนรับวัคซีน ทั้งที่รัฐมีข้อมูลของประชาชนอยู่แล้ว
7		7	

ภาพประกอบ 19 แสดงตัวอย่างการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียน

เหตุผลประการที่ 2 เกิดการส่งเสริมการพัฒนาการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 61.75 และหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 73.25 จากการทำกิจกรรมที่มีขั้นตอนให้นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ และระบุเหตุผลเชิงบวกและเหตุผลเชิงลบที่สำคัญที่สุดตามที่เสนอแนะของนักเรียน โดยอธิบายขยายความเหตุผลเหล่านั้นได้อย่างหลากหลายสอดคล้องกับสถานการณ์ อาทิ ปัญหาพลาสติกที่นักเรียนเลือกใช้เนื่องจากมีสมบัติที่วัสดุอื่นทดแทนไม่ได้เมื่อยังมีการใช้จึงส่งผลให้เกิดขยะพลาสติก แต่การเกิดขยะพลาสติกก็เป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้นักเรียนไม่เลือกใช้พลาสติกเช่นกัน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเริ่มตระหนักและหาแนวทางใช้อย่างคุ้มค่า หรือตัวอย่างคำตอบจากกิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด ที่แสดงให้ทราบว่า การปฏิบัติตนของประชาชนตามมาตรการสำคัญที่สุดและการจัดการเกี่ยวกับวัคซีนก็ต้องได้รับการปรับปรุง ซึ่งนักเรียนสามารถเชื่อมโยงเหตุผลที่สนับสนุนได้อย่างเป็นระบบ ดังภาพประกอบ 20

ด้านที่ 2 การใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ

2. ให้นักเรียนเลือกเหตุผลจากข้อที่ 1 ที่มีความเห็นว่าสำคัญที่สุด
 - 2.1 เหตุผลสำคัญที่สุดที่เลือกใช้พลาสติก ... มีสมบัติที่หาวัสดุอื่นทดแทนยาก
 - 2.2 เหตุผลสำคัญที่สุดที่เลือกไม่ใช้พลาสติก ... เกิดขยะล้นโลก

3. เหตุผลข้างต้นจากข้อที่ 2 ส่งผลกระทบอย่างไรหากนำไปปฏิบัติจริง
 - จากข้อ 2.1 หากนำไปปฏิบัติจริง พลาสติกก็จะยังเป็นที่แพร่หลาย และก่อให้เกิดขยะพลาสติกล้นโลกมากขึ้น
 - จากข้อ 2.2 หากนำไปปฏิบัติจริง ผู้คนจะตระหนักถึงปัญหาที่เกิดจากขยะพลาสติกและลดการใช้งานพลาสติก ทำให้
 - ขยะพลาสติกลดน้อยลง

ด้านที่ 2 การใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ

2. ให้นักเรียนเลือกวิธีการจัดการจากข้อที่ 1 ที่มีความเห็นว่าจัดการได้ดีที่สุดและควรปรับปรุงที่สุด
 - 2.1 การจัดการที่ทำได้ดีที่สุด ... การออกมาตรการเว้นระยะห่างทางสังคมและภาคประชาชนให้ความร่วมมือ
 - 2.2 การจัดการที่ควรปรับปรุงที่สุด ... การวางแผนนำเข้าวัคซีนที่มีประสิทธิภาพต่อประชาชนทุกกลุ่ม

3. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกการจัดการดังกล่าว
 - เพราะ ในฐานะประชาชนต้องให้ความร่วมมือ ในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรค ผู้ป่วยต่อวันจะน้อยลงและไม่เป็น
 - ภาระกับโรงพยาบาลจนเกินรองรับ
 - ส่วนการจัดการที่ควรปรับปรุงคือการนำเข้าวัคซีนที่สามารถป้องกันการเจ็บป่วย ตาย และการติดต่อโรคได้ เมื่อประชาชน
 - มีภูมิคุ้มกันหมู่ ภาคเศรษฐกิจก็จะฟื้นตัวได้ และกลับมาสู่ภาวะปกติ

ภาพประกอบ 20 แสดงตัวอย่างการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียน

เหตุผลประการที่ 3 ส่งเสริมการพัฒนาการตัดสินใจและตัดสินใจ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 65.25 และหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็นเป็นร้อยละ 72.58 เนื่องจากนักเรียนได้ทำกิจกรรมที่วิเคราะห์และประเมินข้อมูลจากมุมมอง ที่หลากหลายอื่น ๆ ผ่านกิจกรรมกลุ่มและร่วมกันอภิปรายข้อมูลเหล่านั้นซึ่งอาจมีความเห็นที่สอดคล้อง สนับสนุน หรือขัดแย้งกันก็ได้ แต่ นักเรียนต้องมีการตัดสินใจเลือกอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเมื่อถึงกิจกรรมที่ต้องมีการตัดสินใจจากข้อมูลและข้อจำกัด จะเกิดบรรยากาศของการแลกเปลี่ยนข้อมูล อภิปราย และวิพากษ์วิจารณ์กันของนักเรียน ซึ่งท้ายที่สุดจะมีการตัดสินใจและลงข้อสรุปร่วมกันเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา อาทิ ตัวอย่างการตัดสินใจและตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกี่ยวกับพลาสติก (ภาพประกอบ 21) ที่นักเรียนสามารถให้เหตุผลที่แสดงความสอดคล้องและเชื่อมโยงไปยังระบบการจัดการขยะพลาสติกที่ไม่มีประสิทธิภาพ หรือสามารถแสดงความคิดเห็นในแง่มุมอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับพลาสติกประกอบเหตุผล แสดงถึงความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนได้

ด้านที่ 3 การทำการตัดสินใจและตัดสินใจ

4. ข้อมูลจากสถานการณ์ตามบทความมีความสอดคล้อง สนับสนุน หรือขัดแย้งกับเหตุผลจากด้านที่ 2 ของนักเรียนหรือไม่อย่างไร

สอดคล้องกับเหตุผลทั้งสองข้อ โลกพลาสติกมีสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งาน ในหลากหลายรูปแบบจึงเป็นที่นิยมและใช้งานอย่างแพร่หลาย อีกทั้งในบทความได้กล่าวถึงระบบการจัดการขยะพลาสติกที่ไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสนับสนุนการเกิดขยะพลาสติกทั่วโลก

5. จากข้อความต่อไปนี้นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

ข้อความ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
5.1 พลาสติกมีประโยชน์เนื่องจากนำไปผลิตเป็นวัสดุได้หลากหลาย	✓	
เหตุผล ในท้องตลาดมีพลาสติกหลากหลายประเภท เช่น HDPE LDPE PETE		
5.2 การแก้ปัญหาพลาสติกที่ดีคือการใช้ถุงผ้าและการเลิกใช้		✓
เหตุผล ถุงบางประเภทก็มีส่วนผสมของพลาสติก ควรใช้เป็นแก้ว หรือใช้พลาสติกและเน้นการใช้ซ้ำเพื่อลดการบริโภค		
5.3 แม้ว่าพลาสติกมีประโยชน์อย่างมากแต่ก็มีโทษจากการใช้งานเช่นกัน	✓	
เหตุผล หากใช้งานผิดประเภท เช่น นำถุงใส่ของเป็น โสอาหารร้อน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค		
5.4 ปัจจุบันเราไม่สามารถเลิกใช้พลาสติกได้อย่างเด็ดขาด	✓	
เหตุผล ผลิตภัณฑ์บางอย่างมีส่วนผสมของพลาสติก เช่น เสื้อผ้า ใยสังเคราะห์ รวมถึงผลิตภัณฑ์ตามร้านค้าชั้นนำมีการใช้พลาสติกแน่นอน		
5.5 ปัญหาพลาสติกมาจากเรามีประเภทที่หลากหลายซึ่งยากแก่การจำแนก	✓	
เหตุผล ประเภทของพลาสติก ไม่สามารถแยก ได้อย่างชัดเจนด้วยลักษณะภายนอก รวมถึงพลาสติกประเภทผสม		

ภาพประกอบ 21 แสดงความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนในสถานการณ์ที่เกี่ยวกับ

พลาสติก

อีกทั้งในสถานการณ์การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสังคม นักเรียนสามารถ ตัดสินใจและแสดงผลประกอบเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเหล่านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดัง ภาพประกอบ 22

5. จากข้อความต่อไปนี้นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด			
ข้อความ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
5.1 สังคมไทยมีความเป็นวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีการรับฟังเหตุและผลอยู่เสมอ		✓	
เหตุผล	รากลึกของสังคมไทยค่อนข้างขัดตักกับความเชื่อ สิ่งศักดิ์สิทธิ์ กันมา และระบบอาวุโส การจะตรวจสอบและถามถึงเหตุผล เมื่อขัดแย้งกับวิทยาศาสตร์จากผู้ที่มีอำนาจหรือที่อาวุโสกว่าเป็นเรื่องที่คนจำนวนมากในสังคมยังไม่ให้การยอมรับ		
5.2 ความเชื่อในสังคมไทยไม่ได้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการแสวงหาความรู้		✓	
เหตุผล	หลายสังคมในไทยเชื่อว่าการเรียนไม่ได้สำคัญ ควรออกไปทำงานตั้งแต่เรียนจบการศึกษาภาคบังคับ นักเรียนหลายคนที่ไม่ได้เรียนต่อเนื่องจากครอบครัวเชื่อว่าเรียนก็ไม่ได้อะไรช่วยพัฒนาชีวิต		
5.3 ความรู้ ความเข้าใจที่ผิด ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อสังคม		✓	
เหตุผล	ความเข้าใจผิดหลายครั้งสร้างบาดแผลในจิตใจกับผู้ถูกกระทำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิตของคน ๆ นั้น และสังคมของเขาได้		
5.4 สังคมที่มีความเป็นวิทยาศาสตร์ เป็นสังคมที่ยอมรับในเหตุและผล ความแตกต่างหลากหลาย มีการเปิดใจรับฟัง และมีการยอมรับซึ่งกันและกัน	✓		
เหตุผล	เพราะวิทยาศาสตร์นำเสนอจากหลักฐานที่มาจากทดลอง เมื่อเห็นผลการทดลองก็จะยอมรับได้		
5.5 วิทยาศาสตร์ถูกทำลายได้ด้วยข้อมูลหลักฐาน แต่การทำลายความเชื่ออาจกลายเป็นการลบล้าง	✓		
เหตุผล	เพราะคนบอกความเชื่อบางอย่างเป็นสิ่งที่ไม่ต้องไม่ได้ การทำทาบจึงเป็นการดูหมิ่นและลบล้างสิ่งนั้น		

ภาพประกอบ 22 แสดงตัวอย่างการตัดสินใจพร้อมเหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียน

เหตุผลประการที่ 4 พัฒนาระบบการแก้ปัญหา ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่คิดเป็นร้อยละ 60.13 และหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 73.63 ด้วยการส่งเสริมนักเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 กิจกรรม สามารถทำให้นักเรียนมีการศึกษาข้อมูลที่รอบด้าน และเมื่อมีข้อมูลที่เพียงพอแล้วจึงเริ่มการวิเคราะห์ข้อมูล ตัดสินใจและใช้ข้อมูลที่มีอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการลงข้อสรุปของสถานการณ์ เพื่อระบุปัญหา ตั้งคำถามสำคัญในการแก้ปัญหา และอธิบายกระบวนการแก้ปัญหา เป็นแนวทางนำไปสู่ความสามารถในการแก้ไขปัญหาโดยใช้ข้อมูลหลักฐานประกอบอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ดังภาพประกอบ 23

ด้านที่ 4 การแก้ปัญหา

7. ระบุปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้น การแพร่ระบาดของ COVID-19

7.1 คำถามสำคัญในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19 เราจะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร

7.2 อธิบายกระบวนการแก้ปัญหา

การจัดหาวัคซีน 1. ศึกษาผลของวัคซีนแต่ละยี่ห้อ ดูว่าเหมาะกับใคร (ช่วงอายุ)

2. เก็บเบาะข้อมูลสำมะโนครัว จำนวนประชาชนในแต่ละช่วงอายุ

3. จัดหาวัคซีนแต่ละประเภทตามการวิเคราะห์ข้อมูล ต้องสรรหาจากหลาย ๆ แหล่ง

4. จัดระบบการกระจายวัคซีนไปยังหน่วยบริการ

5. ให้โรงพยาบาลจัดระบบการจัดวัคซีน โดยส่วนกลางกำหนดหลักเกณฑ์กลุ่มที่ควรได้รับวัคซีนก่อน-หลัง

ออกมาตรการ Social distancing รวมถึงให้ขงสนับสนุนให้ประชาชนทุกคนมีแมสและสเปรย์แอลกอฮอล์เพียงพอ

ให้ขงประมาณกับการรักษาผู้ป่วย ทั้งพนักงานทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรักษา คนขับรถ หมอพยาบาล ล้างมือ และอุปกรณ์ป้องกัน เช่นชุด PPE เครื่องช่วยหายใจ ขาบริรเทาอากาศ

ด้านที่ 4 การแก้ปัญหา

7. ระบุปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้น การตัดสินใจเชื่อจากความรู้สึก ไม่ได้พิจารณาความเป็นไปได้ หลักการ และเหตุผล

7.1 คำถามสำคัญในการแก้ปัญหา ทำอย่างไรจึงจะคิดอย่างมีวิจารณญาณ

7.2 อธิบายกระบวนการแก้ปัญหา

1. ตั้งข้อสงสัยในสิ่งต่าง ๆ รอบตัว

2. นพยายามหาข้ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยใช้ข้อเท็จจริงและความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. ตรวจสอบจากงานเชิงวิชาการที่ผ่านการตรวจสอบและได้รับการยอมรับว่าเป็นเชื่อถือ

ภาพประกอบ 23 แสดงการเขียนตอบระบุปัญหา คำถามสำคัญ และอธิบายกระบวนการแก้ปัญหา
ในสถานการณ์ต่าง ๆ ของนักเรียน

จากเหตุผลทั้ง 4 ประการข้างต้นจึงพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต ตามแนวทางประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่มีสถานการณ์ตัวอย่าง 3 กิจกรรมนี้สามารถพัฒนานักเรียนให้มีทักษะในการศึกษาและค้นคว้าข้อมูล ที่เริ่มจากปัญหาหรือใช้ปัญหาเป็นฐาน และนำมาเขียนอธิบายอย่างเป็นเหตุและผล จัดระบบความคิดอย่างเป็นขั้นตอน แสดงความคิดเห็นและกล้าโต้แย้ง รวมทั้งตัดสินใจในการ

เลือกวิธีการแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ วิทยา (2557) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้ผู้เรียนสามารถแสดงศักยภาพในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องสร้างการเรียนรู้ให้มีความคุณค่าและมีความหมายจากอิสระในการทำกิจกรรมที่ได้สืบหาความรู้และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง สอดคล้องกับ สุรศักดิ์ เฟรท์ (2559) ที่กล่าวว่าการสอนตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมนักเรียนมีพัฒนาการในการแสดงออกและกล้าตั้งคำถาม เสนอข้อคิดเห็น และได้แย้งข้อมูลในห้องเรียน และการสอนตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นการผสมผสานวิธีวิทยาศาสตร์กับปัญหาเป็นฐานประกอบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายกลุ่มย่อย การอภิปรายกลุ่มใหญ่ ใช้คำถาม การระดมสมองและการสอนแบบอุปนัย สามารถพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์หลังเรียนให้สูงกว่าก่อนเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้ เช่นเดียวกับ Jimenez-Aleixandre, M. P., และ A. B. & Duschl (2010) ที่กล่าวว่าการอภิปรายกลุ่มย่อยและทั้งชั้นเรียน รวมถึงการพูดคุยแลกเปลี่ยนเพื่อให้นักเรียนร่วมมือกันทำงานและแก้ปัญหาจะทำให้นักเรียนแสดงการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบผสมผสานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และวิธีปัญหาเป็นฐาน อาทิ แนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมจึงมีส่วนช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้

จากข้อมูลดังกล่าว เป็นเหตุผลที่สอดคล้องกับผลของงานวิจัยนี้ คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต มีการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ทั้งนี้แม้ว่าจะแนบทักษะเฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน จากการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาลงเรียนจะสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หากผู้วิจัยพิจารณาเป็นรายด้าน แล้วจะพบว่าทักษะในด้านที่ 3 การตัดสินใจและตัดสินใจ เป็นด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยของทั้งกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นทักษะที่ต้องใช้การประมวลข้อมูล เหตุผล อย่างรอบด้านและทำการตัดสินใจเลือกอย่างใดอย่างหนึ่งตามบริบทด้วยการตัดสินใจของตนเองเท่านั้น ซึ่งเป็นลักษณะการเรียนรู้ที่ไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของนักเรียนที่มักคุ้นชินกับเนื้อหาบทเรียนหรือข้อคำถามที่มีคำตอบที่ตายตัว มีคำสั่งหรือคำอธิบายที่ชัดเจนที่ต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่ครูได้กำหนด แต่เมื่อเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ความคิดที่เป็นอิสระจึงมีความมั่นใจในการตอบคำถามลดน้อยลง

เมื่อพิจารณาเป็นรายกิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกกันโลก 2) กิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด และ 3) กิจกรรมเคมีในอนาคต จะพบว่า กิจกรรมเคมีในอนาคต เป็นกิจกรรมที่มีระดับคะแนนทักษะหลังเรียนเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด อันเนื่องมาจากเหตุผล 3 ประการ ดังนี้

เหตุผลประการที่ 1 ลักษณะของกิจกรรมเป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางเคมีในการสร้างประโยชน์ให้กับสังคมและแสดงให้เห็นแนวโน้มการพัฒนาสังคมด้วยวิทยาศาสตร์ อาทิ เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ และเคมีสีเขียว ซึ่งอาจยังมีความห่างไกลประสบการณ์ของผู้เรียน

เหตุผลประการที่ 2 การมีกิจกรรมสัมมนาทางวิชาการ ที่นักเรียนต้องเลือกหัวข้อจากเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้องค์ความรู้ทางเคมี เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาเหล่านั้น ซึ่งนักเรียนต้องค้นคว้าด้วยตนเองจากฐานข้อมูลที่หลากหลาย วิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น และสังเคราะห์ประเด็นที่สนใจ เรียบเรียง และนำเสนอออกมาในลักษณะของงานประชุมวิชาการ

เหตุผลประการที่ 3 การจัดกิจกรรมนี้อยู่ในช่วงปลายภาคเรียนและเกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์จากปัญหาการแพร่ระบาดของ COVID-19 ด้วยนโยบายในการจัดการศึกษาทำให้ผู้เรียนได้รับผลกระทบจากเวลาเรียนในแต่ละคาบที่ลดลงและระยะเวลาของการปิดภาคเรียน ทำให้ผู้สอนต้องปรับรูปแบบกิจกรรม ลดทอนรายละเอียดบางประการของกิจกรรม แต่ยังคงให้ผู้เรียนได้ศึกษาในภาพรวมของกิจกรรมดังกล่าว

ข้อจำกัด

1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เพื่อพัฒนาทักษะทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เกิดขึ้นระหว่างการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้บางช่วงเวลามีความจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ ซึ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน มีความแตกต่างกันของความสามารถในการเข้าถึงการเรียนออนไลน์ บางกิจกรรมนักเรียนอาจไม่สามารถมีส่วนร่วมได้อย่างเต็มความสามารถ

2) ด้วยข้อจำกัดของกลุ่มตัวอย่างทำให้นักเรียนบางคนไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมครบทั้ง 100% หรือไม่ได้ถูกพัฒนาทักษะตามระยะเวลาที่เหมาะสม ทำให้ระดับทักษะไม่พัฒนาขึ้นเท่าที่ควร

3) นโยบายในการจัดการเรียนรู้ภายใต้การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 มีการลดชั่วโมงในการเรียนลงของทุกรายวิชาทำให้ครูผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบในบางกิจกรรมเพื่อให้สอดคล้องกับเวลา

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้

การใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมสามารถส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาได้ อย่างไรก็ตาม ครูผู้สอนควรปฏิบัติ ดังนี้

1) ประเด็นที่ใช้ในการแนะนำสถานการณ์ ควรเลือกประเด็นที่สังคมให้ความสนใจและมีผลกระทบทั้งโดยตรงและโดยอ้อมกับผู้เรียน หรือหากนักเรียนไม่ได้รับผลกระทบครูผู้สอนอาจพิจารณาเลือกประเด็นที่สังคมให้ความสนใจผ่านสื่อสารมวลชน เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญและเห็นถึงความจำเป็นขององค์ความรู้ทางเคมีและวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับสังคมอย่างแยกไม่ได้ หรือครูผู้สอนอาจมอบโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้นำเสนอประเด็นที่สนใจเพื่อร่วมกันอภิปรายจัดกลุ่มประเด็น และคัดเลือกให้เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นการเสริมสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนรู้สึกมีบทบาทในชั้นเรียน

2) ระหว่างการทำกิจกรรมในช่วงแรกครูผู้สอนอาจพบว่านักเรียนยังไม่ได้ให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างการทำกิจกรรม ทำให้บรรยากาศของการอภิปราย วิพากษ์วิจารณ์ และการโต้แย้งยังไม่ชัดเจน ซึ่งครูผู้สอนต้องใช้ความสามารถในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียนและต้องแสดงให้ผู้เรียนรู้สึกว่าคำตอบที่ผู้เรียนได้ตอบไปทุกคำตอบนั้นมีความหมายและครูผู้สอนให้ความสำคัญกับทุกคำตอบไม่ว่าจะเป็นการแสดงความคิดเห็นที่ตอบถูกหรือผิดก็ตาม

3) การทำกิจกรรมกลุ่มที่มีการถกเถียงและอภิปรายร่วมกันในประเด็นต่าง ๆ นั้น ครูผู้สอนต้องคอยควบคุมนักเรียนให้ทำกิจกรรมในกรอบของประเด็นหรือสถานการณ์ และกำหนดเวลาให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนมีเป้าหมายร่วมกันเพียงเป้าหมายเดียว รวมทั้งควบคุมการโต้แย้งระหว่างกลุ่มของนักเรียนเมื่อมีข้อคัดค้านหรือมีการใช้อารมณ์ และเมื่อมีการแสดงความคิดเห็นครูผู้สอนไม่ควรตัดสินความคิดเห็นของผู้เรียนว่าความคิดเห็นใดถูกหรือผิด ทั้งผู้สอนและผู้เรียนต้องเปิดใจกว้างรับฟังข้อมูลที่หลากหลาย และผู้สอนต้องคอยชี้แนะให้นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

4) ระหว่างการทำกิจกรรมเมื่อมีการแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ของนักเรียน ทั้งความคิดเห็นส่วนตัว หรือการอภิปรายภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ครูผู้สอนต้องกำชับนักเรียนสม่ำเสมอด้วยว่า ความเห็นของนักเรียนนั้นเป็นความเห็นที่อิงบนหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อป้องกันนักเรียนสับสนระหว่างประเด็นทางสังคมกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์

5) ครูผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมที่สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมควบคู่ไปกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ให้สอดคล้องกับประเด็นที่ศึกษา เนื่องจากเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็มีความสำคัญเช่นเดียวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะในอนาคต เป็นทักษะพื้นฐานในการต่อยอดทางความคิดและการปฏิบัติการและสร้างจิตวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถนะอื่น ๆ ของผู้เรียน เช่นกัน

6) หลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้งผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนผลกลับ เพื่อให้เกิดการสำรวจตนเองเพื่อพัฒนาศักยภาพในการใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) อาจมีการปรับรูปแบบของชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะในลักษณะของการทำการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เพื่อให้สามารถนำชุดกิจกรรมไปใช้ได้หลากหลายตามสถานการณ์เพื่อให้เกิดการพัฒนาทักษะอย่างต่อเนื่อง

2) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาสามารถวัดได้จากการเขียนการสัมภาษณ์ และการสังเกตพฤติกรรม ผู้วิจัยจึงเสนอให้ศึกษากระบวนการประเมินทักษะด้วยวิธีอื่นที่แตกต่างจากแบบทดสอบแบบเขียนตอบ

3) พัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาตามแนวทางของ 21st Century Skills Standard Rubrics โดยระบุพฤติกรรมบ่งชี้ให้มีความชัดเจนเพื่อให้สามารถตรวจคำตอบของนักเรียนตามทักษะด้านต่าง ๆ ให้ตรงประเด็นยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- Aikenhead, G. S. (2006). *Science Education for Everyday Life: Evidence-Based Practice*. New York: Teacher College Press.
- Celestino, T. (2015). The Chemistry of Cat Litter: Activities for High School Students to Evaluate a Commercial Properties and Claims Using the Tools of Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 92, 1359-1363.
- Collison, C. G. (2015). Formalizing the First Day in an Organic Chemistry Laboratory Using a Studio-Based Approach. *Journal of Chemical Education*, 92, 1510-1513.
- Driver, R., Newton, P., และ Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Ennis, R. H. (1985). *A concept of Critical Thinking: A proposed Basic for Research and Evaluation of Thinking Ability: Psychological concept in Education*. Chicago: Rand McNally and Company.
- Feierabend, T., และ Eilks, I. (2010). Raising students' perception of the relevance of science teaching and promoting communication and evaluation capabilities using authentic and controversial socio-scientific issues in the Framework of climate change. *Science Education International*, 21(3), 176-196.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ904867.pdf>
- Good, C. (1973). *Dictionary of Education Edited by Carter V. Good*. New York: McGraw Hill Book.
- Houston, W. R. (1972). *Developing Instructional Modules: a Modular System for Writing Modules*. Houston: University of Houston.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., R., และ A. B. & Duschl, R. A. (2010). Doing the lesson or doing science: argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Key, K. (2010). *21st Century Skills Rethinking how Student Learn*. United States of America: Solution Tree.
- King, D. T., และ Ritchie, S. M. (2013). Academic success in context-based chemistry: Demonstrating fluid transitions between concepts and context. *Journal of Science*

Education, 35, 1159-1182.

Kolsto, S. D. (2001). 'To trust or not to trust,...'-pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9).

Levinson, R. (2006). Teachers' perceptions of the role of evidence in teaching controversial socio-scientific issues. *The Curriculum Journal*, 17(3), 247-262.

Lewis, S. E. (2003). Issue-Based Teaching in Science Education. Retrieved from <http://www.actionbioscience.org/education/lewis.html?print>

Mintzes, J. J., และ Lin, S.-S. (2010). Learning Argumentation Skills Through Instruction In Socioscientific Issues: The Effect Of Ability Level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017.

Nelson, L. W., และ Lorbeer, G. C. (1975). *Science Activities for Elementary Children*. Iowa: WM.C. Broom Company Publishers.

Sadler, T. D. (2011). Socio-scientific Issues-Based Education: What We Know About Science Education in the Context of SSI. *Socio-scientific Issues in the Classroom*, 39.

Sadler, T. D., Klosterman, M. L., และ Topcu, M. S. (2011). *Learning Science Content and Socio-scientific Reasoning Through Classroom Explorations of Global Climate Change*. New York: Springer, Dordrecht.

Wilmes, S., และ Howarth, J. (2009). Using issues-based science in the classroom: Challenging student to think critically about the role of science in society. *The Science Teacher*, 76(7), 24-29.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., และ Howes, E. V. (2005). Beyond STS : A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.20048>

กนกทิพย์ ยาทองไชย. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่องปิโตรเลียมและพลังงานทดแทนเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Chem/Khanokthip_Y.pdf

ชนาพร ดาวใส, และ ประยูรต์ ศรีวิไล. (2558). การเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์จากการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้

วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีวิทยาศาสตร์และวิธีปัญหาเป็นฐานของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ต่างกัน. วารสารวไลย

อลงกรณ์ปริทัศน์, 5(1), 19-36. สืบค้นจาก [http://acad.vru.ac.th/Journal/journal%205-](http://acad.vru.ac.th/Journal/journal%205-1/5_1_2.pdf)

[1/5_1_2.pdf](http://acad.vru.ac.th/Journal/journal%205-1/5_1_2.pdf)

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุสานบัณฑิต.

ณัฐกาญจน์ จันทน์เนื้อไม้, และ อภิชาติ พลประเสริฐ. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อ

ส่งเสริมการเห็นคุณค่าศิลปะล้านนา *Veridian Journal, Silpakorn University*

(*Humanities, Social Sciences and arts*).

ณัฐกาญจน์ เตชะเทพ. (2558). การศึกษามุมมองธรรมชาติวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมี

วิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการ

การสะท้อนคิด. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.

บรรจง อมรชีวิน. (2556). การคิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพฯ: หจก. ภาพพิมพ์.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การคิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพฯ: หจก. 9119 เทคนิค พิธีตั้ง.

ประสาธ เนืองเฉลิม. (2551, กรกฎาคม-กันยายน). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด

Socioscientific. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2(3), 99-105.

ปวีณา ชาลีเครือ. (2553). การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ. (สารนิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนคริ

นทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. สืบค้นจาก

http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sec_Ed/Paweena_C.pdf

พรณี ลีกิจวัฒน์. (2558). วิธีกรวิจัยทางการศึกษา = *Research methods in education*.

กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง.

พินิจ ขำวงษ์. (2551). การเรียนรูวิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรให้สอดคล้องกับบริบทชุมชน

เมือง. กรุงเทพฯ.

เพชรศิริรินทร์ ตุ่นคำ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล :

โปรตีนและลิพิดเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญา
นิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. สืบค้นจาก

http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Chem/Phetsirin_T.pdf

เฟื่องลัดดา จิตจักร และคณะ. (2558). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง
ปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและ
นานาชาติ ครั้งที่ 6, 3(6), 356-366. สืบค้นจาก

<http://58.181.147.25/ojsjournal/index.php/5-03/article/view/203>

ล้วน สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สุริยสาส์น.

ลักขณา ศรีวัฒน์. (2549). การคิด (*Thinking*). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

วรรณทิพา รอดแรงคำ, และ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรม
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพ
วิชาการ (พว.).

วรวรรณ พันธุ์ปรีดา และคณะ. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการลงมือปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55: สาขา
ศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
(น. 33-40). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์
วงศ์.

วิชัย ตันศิริ. (2542). โฉมหน้าการศึกษาไทยในอนาคต : แนวคิดสู่การปฏิรูปในพระราชบัญญัติ
การศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย วงศ์ใหญ่. (2525). พัฒนาหลักสูตรและการสอนแนวใหม่. กรุงเทพฯ: รุ่งเรือง.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2553). สีเสหลักของการศึกษา. สืบค้นจาก

<http://www.curriculumandlearning.com>

วิภาวี ศิริลักษณ์. (2557). การพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21. วารสาร
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 16(4), 155-165.

ศศิพันธ์ วงศ์อนันต์, จีระพรรณ สุขศรีงาม, และ ปรมะขันธ์ จันทร์เพ็ง. (2558). การเปรียบเทียบผลการ

- เรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยการเรียนรู้แบบผสมผสานตามรูปแบบการเรียนรู้ของ Lin และ Mintzes กับรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิพากษ์วิจารณ์ วารสารช่อพยอม มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ, 26(1). สืบค้นจาก <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/ejChophayom/article/view/36929>
- ศิริรัตน์ ราชยอด. (2558). ผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ed_SLM/Sirirat_R.pdf
- ศิริลักษณ์ วิทยา. (2557). การพัฒนาชุดกิจกรรมเคมีเรื่องปิโตรเลียมและพลังงานทดแทนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่ม 6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์. (2556). ปฏิรูปการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย(ทีดีอาร์ไอ). กรุงเทพฯ: สำนักงานสถิติแห่งชาติ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักบริหารงานมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). แนวทางจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. In. สืบค้นจาก <https://secondary.obec.go.th/newweb/wp-content/uploads/2017/12/E-CEN21book.pdf>
- สุคนธ์ สิ้นพานนท์ และคณะ. (2552). การพัฒนาทักษะการคิด พิเคราะห์การสอน. กรุงเทพฯ: เลียงเชียง.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2555). การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย : การพัฒนาและภาวะถดถอย. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สุพรรณิ ขายประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร สสวท., 42(185), 10-11.

- สุรศักดิ์ เฟงท์. (2559). ผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุวธิดา ล้านสา, และ ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *Veridian e-Journal* ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ และฉบับ *International Humanities, Social Sciences and arts*, 9(2).
- อธิษฐาน บุญเป็ง. (2557). การพัฒนาความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิบัติเคมีโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 30(2), 163. สืบค้นจาก <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/eduku/article/view/78603>
- อุไรวรรณ ไชยช่วย, และ ประยุกต์ ศรีวิไล. (2558). การเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์จากการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีวิทยาศาสตร์และวิธีปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนาตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์*, 5(1), 55-69. สืบค้นจาก http://acad.vru.ac.th/Journal/journal%205-1/5_1_4.pdf



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้านเคมี

ดร.อิทธิพล สังกะเสนวงศ์ ภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ดร.รัชฎาภรณ์ พิณฑทอง ภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ด้านเนื้อหา

นายธนากรฤช ครูเจนธรรม ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) สาขาเคมี โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม



ตาราง 18 แสดงค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของชุดกิจกรรม เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3		
1. สถานการณ์ตัวอย่างมีความจำเป็นต้องศึกษา สอดคล้อง เหมาะสมกับสภาพสังคมปัจจุบัน	4	5	5	14	4.67
2. หลักการของชุดกิจกรรม เคมีกับการแก้ปัญหา ในชีวิตมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง	4	4	4	12	4.00
3. เป้าหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการ แก้ปัญหาในชีวิตมีความเป็นไปได้	4	4	4	12	4.00
4. เป้าหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการ แก้ปัญหาในชีวิตเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4	5	5	14	4.67
5. เป้าหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการ แก้ปัญหาในชีวิตมีประโยชน์สำหรับนักเรียน	5	5	5	15	5.00
6. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับ การแก้ปัญหาในชีวิตมีความชัดเจนและเป็นไปได้	5	4	5	14	4.67
7. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับ การแก้ปัญหาในชีวิตเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4	5	5	14	4.67
8. เนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการ แก้ปัญหาในชีวิตครอบคลุมความรู้ที่นักเรียนควร ได้รับ	4	4	4	12	4.00
9. เนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการ แก้ปัญหาในชีวิตมีการเรียงลำดับเหมาะสม	3	4	5	12	4.00
10. เนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการ แก้ปัญหาในชีวิตเหมาะสมกับการนำไปปฏิบัติจริง	4	5	4	13	4.33
11. กำหนดหน่วยการเรียนรู้เหมาะสม	4	5	5	14	4.67
12. กิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่จะนำไปสู่การ บรรลุจุดประสงค์	4	5	5	14	4.67

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	2		
13. ระยะเวลาในการเรียนตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตมีความ เหมาะสม	4	4	4	12	4.00
14. กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอน เหมาะสม	4	4	5	13	4.33
15. ความถูกต้องของภาษา	4	4	5	13	4.33
16. การใช้สีสັນ ขนาดตัวอักษรและภาพ เหมาะสม	5	5	5	15	5.00
17. การประเมินผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตครอบคลุมสิ่งที่ ต้องการประเมิน	3	4	5	12	4.00
18. การประเมินผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตมีความเป็นไปได้ใน การนำไปปฏิบัติได้จริง	3	4	4	11	3.67
19. การประเมินผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตมีความเหมาะสม ในการตรวจสอบการบรรลุวัตถุประสงค์ของชุด กิจกรรม	3	4	5	12	4.00
20. รูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับ การแก้ปัญหาในชีวิตมีความเหมาะสม	5	4	5	14	4.67
ภาพรวม					4.37

ตาราง 19 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบ
ของชุดกิจกรรม เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
1. สถานการณ์ตัวอย่างมีความจำเป็นต้องศึกษา สอดคล้อง เหมาะสมกับสภาพสังคมปัจจุบัน	4.67	0.58	มากที่สุด
2. หลักการของชุดกิจกรรม เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตมี ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง	4.00	0.00	มาก
3. เป้าหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหา ในชีวิตมีความเป็นไปได้	4.00	0.00	มาก
4. เป้าหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหา ในชีวิตเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
5. เป้าหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหา ในชีวิตมีประโยชน์สำหรับนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
6. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหา ในชีวิตมีความชัดเจนและเป็นไปได้	4.67	0.58	มากที่สุด
7. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหา ในชีวิตเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
8. เนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาใน ชีวิตครอบคลุมความรู้ที่นักเรียนควรได้รับ	4.00	0.00	มาก
9. เนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาใน ชีวิตมีการเรียงลำดับเหมาะสม	4.00	1.00	มาก
10. เนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาใน ชีวิตเหมาะสมกับการนำไปปฏิบัติจริง	4.33	0.58	มาก
11. กำหนดหน่วยการเรียนรู้เหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
12. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมที่จะนำไปสู่การบรรลุ จุดประสงค์	4.67	0.58	มากที่สุด
13. ระยะเวลาในการเรียนตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับ การแก้ปัญหาในชีวิตมีความเหมาะสม	4.00	0.00	มาก

ตาราง 18 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
14. กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนเหมาะสม	4.33	0.58	มาก
15. ความถูกต้องของภาษา	4.33	0.58	มาก
16. การใช้สีสัน ขนาดตัวอักษรและภาพเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
17. การประเมินผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตครอบคลุมสิ่งที่ต้องการประเมิน	4.00	1.00	มาก
18. การประเมินผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติได้จริง	3.67	0.58	มาก
19. การประเมินผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตมีความเหมาะสมในการตรวจสอบการบรรลุวัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรม	4.00	1.00	มาก
20. รูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตมีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
ภาพรวม	4.37	0.47	มาก

ตาราง 20 แสดงค่าความเหมาะสมของความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร
กระบวนการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และกิจกรรมการเรียนรู้ตามชุดกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3		
ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม					
1. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตาม					
หลักสูตร	4	4	5	13	4.33
2. สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
	4	3	5	12	4.00
3. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
	4	5	4	13	4.33
4. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
	4	5	5	14	4.67
5. สอดคล้องกับเนื้อหา					
	4	4	5	13	4.33
ด้านเนื้อหา					
6. เนื้อหามีความถูกต้องครบถ้วน					
	4	4	5	13	4.33
7. เนื้อหามีความต่อเนื่องกันเป็นลำดับ					
	4	4	5	13	4.33
8. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
	4	4	4	12	4.00
9. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ					
เรียนรู้	4	4	5	13	4.33
10. เนื้อหามีความกระชับเหมาะสมกับกิจกรรม					
	3	4	4	11	3.67
11. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของ					
ผู้เรียน	4	4	5	13	4.33
12. เนื้อหาที่น่าสนใจกระตุ้นให้เกิดการ					
เรียนรู้	4	4	5	13	4.33
ด้านการใช้ภาษา					
13. ใช้ภาษาที่สื่อสารได้เข้าใจง่าย					
	4	4	5	13	4.33
14. ความถูกต้องในการใช้ภาษา					
	4	4	5	13	4.33
15. ภาษาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
	4	4	5	13	4.33
16. สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง					
	4	5	4	13	4.33

ตาราง 19 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3		
ด้านกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการวิทยาศาสตร์					
17. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	13	4.33
18. ลำดับกิจกรรมเหมาะสม	4	4	5	13	4.33
19. สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	4	12	4.00
20. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	4	4	4	12	4.00
21. ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	5	13	4.33
22. มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4	4	5	13	4.33
23. อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมมีความเหมาะสม	4	4	5	13	4.33
คำถามท้ายกิจกรรม					
24. สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	13	4.33
25. สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	4	12	4.00
26. ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	4	12	4.00
27. คำถามสื่อความหมายได้ ไม่กำกวม	4	4	5	13	4.33
28. จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	4	5	5	14	4.67

ตาราง 21 แสดงค่าความเหมาะสมของความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร
กระบวนการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และกิจกรรมการเรียนรู้ตามชุดกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
1. ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม	4.33	0.66	มาก
2. ด้านเนื้อหา	4.19	0.49	มาก
3. ด้านการใช้ภาษา	4.33	0.58	มาก
4. ด้านกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการ วิทยาศาสตร์	4.24	0.41	มาก
5. คำถามท้ายกิจกรรม	4.27	0.35	มาก
ภาพรวม	4.27	0.50	มาก

ตาราง 22 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และกิจกรรมการเรียนรู้ตามชุดกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตร	4.33	0.58	มาก
2. สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.00	1.00	มาก
3. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
4. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
5. สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.58	มาก
6. เนื้อหามีความถูกต้องครบถ้วน	4.33	0.58	มาก
7. เนื้อหามีความต่อเนื่องกันเป็นลำดับ	4.33	0.58	มาก
8. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.00	0.00	มาก
9. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
10. เนื้อหามีความกระชับเหมาะสมกับกิจกรรม	3.67	0.58	มาก
11. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.33	0.58	มาก
12. เนื้อหามีความน่าสนใจกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
13. ใช้ภาษาที่สื่อสารได้เข้าใจง่าย	4.33	0.58	มาก
14. ความถูกต้องในการใช้ภาษา	4.33	0.58	มาก
15. ภาษาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.33	0.58	มาก
16. สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง	4.33	0.58	มาก
17. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
18. ลำดับกิจกรรมเหมาะสม	4.33	0.58	มาก
19. สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
20. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	4.00	0.00	มาก
21. ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4.33	0.58	มาก
22. มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.33	0.58	มาก
23. อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.33	0.58	มาก

ตาราง 21 (ต่อ)


ประเด็นการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
24. สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
25. สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
26. ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
27. คำถามสื่อความหมายได้ ไม่กำกวม	4.33	0.58	มาก
28. จำนวนข้อคำถามเหมาะสม	4.67	0.58	มาก
ภาพรวม	4.27	0.50	มาก

ตาราง 23 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณและการแก้ปัญหา

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	การ พิจารณา
		1	2	3			
ปัญหาพลาสติก โลก	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	5	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ปัญหาโรคระบาด	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5	0	0	+1	1	0.33	ปรับปรุง
	6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
การแก้ปัญหาด้วย องค์ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	3	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
	4	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	6	0	0	+1	1	0.33	ปรับปรุง
	7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 24 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ด้านทักษะ	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การพิจารณา
(1) การให้เหตุผลอย่างมี ประสิทธิภาพ	1	0.580	0.307	ใช้ได้
	(2) การใช้ความคิดอย่าง เป็นระบบ	2	0.560	0.400
(3) การตัดสินใจและตัดสินใจ	3	0.533	0.289	ใช้ได้
	4	0.644	0.489	ใช้ได้
	5	0.611	0.400	ใช้ได้
	6	0.493	0.613	ใช้ได้
(4) การแก้ปัญหา	7	0.406	0.544	ใช้ได้



ภาคผนวก ค

ผลคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
จากการทำแบบประเมินทักษะก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

ตาราง 25 แสดงผลคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาที่นักเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (28 คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย (4 คะแนน)	ระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ การแก้ปัญหาตามเกณฑ์
1	17.67	2.52	ระดับดี
2	24.00	3.43	ระดับดี
3	21.00	3.00	ระดับดี
4	18.33	2.62	ระดับดี
5	15.00	2.14	ระดับปานกลาง
6	13.33	1.90	ระดับปานกลาง
7	14.67	2.10	ระดับปานกลาง
8	19.67	2.81	ระดับดี
9	10.33	1.48	ระดับปรับปรุง
10	16.67	2.38	ระดับปานกลาง
11	15.33	2.19	ระดับปานกลาง
12	17.00	2.43	ระดับปานกลาง
13	12.67	1.81	ระดับปานกลาง
14	19.33	2.76	ระดับดี
15	21.33	3.05	ระดับดี
16	16.33	2.33	ระดับปานกลาง
17	20.33	2.90	ระดับดี
18	17.67	2.52	ระดับดี
19	17.00	2.43	ระดับปานกลาง
20	17.67	2.52	ระดับดี
21	15.33	2.19	ระดับปานกลาง
22	22.67	3.24	ระดับดี
23	15.67	2.24	ระดับปานกลาง
24	17.00	2.43	ระดับปานกลาง

ตาราง 25 (ต่อ)

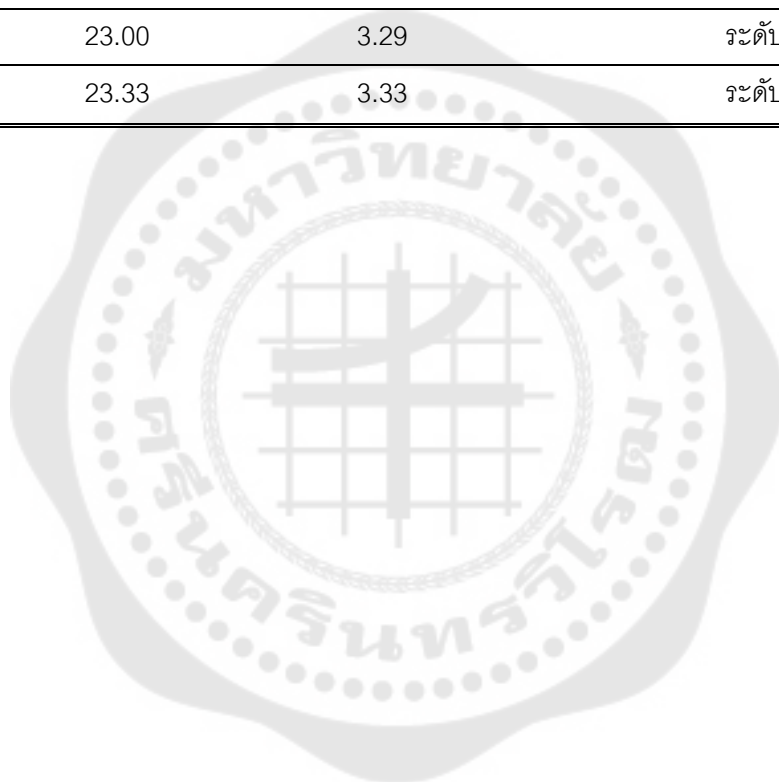
เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (28 คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย (4 คะแนน)	ระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ การแก้ปัญหาตามเกณฑ์
25	21.00	3.00	ระดับดี
26	17.00	2.43	ระดับปานกลาง
27	20.67	2.95	ระดับดี
28	20.33	2.90	ระดับดี
29	21.33	3.05	ระดับดี
30	21.33	3.05	ระดับดี

ตาราง 26 แสดงผลการประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนด้วย
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

เลขที่	คะแนนหลังเรียน (28 คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย (4 คะแนน)	ระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ การแก้ปัญหาตามเกณฑ์
1	18.67	2.67	ระดับดี
2	27.00	3.86	ระดับดีมาก
3	23.67	3.38	ระดับดี
4	18.67	2.67	ระดับดี
5	12.00	1.71	ระดับปานกลาง
6	19.67	2.81	ระดับดี
7	14.67	2.10	ระดับปานกลาง
8	24.33	3.48	ระดับดี
9	13.67	1.95	ระดับปานกลาง
10	21.00	3.00	ระดับดี
11	21.00	3.00	ระดับดี
12	26.00	3.71	ระดับดีมาก
13	18.00	2.57	ระดับดี
14	22.67	3.24	ระดับดี
15	22.00	3.14	ระดับดี
16	20.00	2.86	ระดับดี
17	16.67	2.38	ระดับปานกลาง
18	19.33	2.76	ระดับดี
19	20.00	2.86	ระดับดี
20	20.67	2.95	ระดับดี
21	20.00	2.86	ระดับดี
22	25.33	3.62	ระดับดีมาก
23	22.67	3.24	ระดับดี
24	21.33	3.05	ระดับดี

ตาราง 26 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (28 คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย (4 คะแนน)	ระดับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ การแก้ปัญหาตามเกณฑ์
25	23.33	3.33	ระดับดี
26	21.67	3.10	ระดับดี
27	23.33	3.33	ระดับดี
28	21.33	3.05	ระดับดี
29	23.00	3.29	ระดับดี
30	23.33	3.33	ระดับดี



ตาราง 27 แสดงผลต่างของคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ก่อนก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (28 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (28 คะแนน)	ผลต่างของคะแนน (หลังเรียน-ก่อนเรียน)
1	17.67	18.67	1.00
2	24.00	27.00	3.00
3	21.00	23.67	2.67
4	18.33	18.67	0.34
5	15.00	12.00	-3.00
6	13.33	19.67	6.34
7	14.67	14.67	0.00
8	19.67	24.33	4.66
9	10.33	13.67	3.34
10	16.67	21.00	4.33
11	15.33	21.00	5.67
12	17.00	26.00	9.00
13	12.67	18.00	5.33
14	19.33	22.67	3.34
15	21.33	22.00	0.67
16	16.33	20.00	3.67
17	20.33	16.67	-3.66
18	17.67	19.33	1.66
19	17.00	20.00	3.00
20	17.67	20.67	3.00
21	15.33	20.00	4.67
22	22.67	25.33	2.66
23	15.67	22.67	7.00
24	17.00	21.33	4.33

ตาราง 27 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (28 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (28 คะแนน)	ผลต่างของคะแนน (หลังเรียน-ก่อนเรียน)
25	21.00	23.33	4.67
26	17.00	21.67	2.66
27	20.67	23.33	1.00
28	20.33	21.33	1.67
29	21.33	23.00	2.00
30	21.33	23.33	4.67
			$\Sigma D = 87.33$

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย





คำถามชวนคิด

1. การประยุกต์ใช้พลาสติกที่หลากหลายชนิดเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาพลาสติกทั่วโลกอย่างไร
2. หากวิธีการแก้ปัญหาพลาสติกคือการเลิกใช้พลาสติกอย่างถาวรและหาวัสดุอื่นมาใช้ทดแทนทั้งหมดสามารถทำได้หรือไม่
3. การใช้พลาสติกจะเกิดความคุ้มค่าสูงสุดได้อย่างไร
4. การบูรณาการความรู้ทางเคมีสามารถใช้แก้ปัญหาพลาสติกทั่วโลกได้อย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์พลาสติกทั่วโลก
2. ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาพลาสติกที่หลากหลายโดยใช้ความรู้ทางเคมีร่วมกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. แลกเปลี่ยนข้อมูล อภิปราย และตัดสินใจในการใช้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือในการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาพลาสติก
4. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาพลาสติก
5. นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาพลาสติก



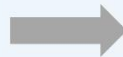
2) สถานการณ์ขยะพลาสติกระดับโลก

คำชี้แจง ให้นักเรียนค้นคว้า “ปัญหาและผลกระทบจากการใช้พลาสติก” อย่างน้อย 3 แหล่งข้อมูล



ปัญหา

ผลกระทบ



ตัวอย่างแหล่งค้นคว้า

ตัวอย่างการเขียนอ้างอิงจากการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต : เจ้าของผลงาน/(ปีที่พิมพ์)/ชื่อเรื่อง./สืบค้นจาก/URL
 เช่น สมาคมพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2563). ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์จากการจัดการขยะพลาสติกด้วยวิธีต่าง ๆ. สืบค้นจาก <https://adeq.or.th/knowledge-about-plastic-06>

- 1).....
- 2).....
- 3).....

จากโครงสร้างที่แตกต่างกันของพอลิเมอร์ทำให้พอลิเมอร์แต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกันด้วย โดยเมื่อจำแนกตาม สมบัติการอ่อนตัวของพลาสติกเมื่อได้รับความร้อน จะสามารถจำแนกพอลิเมอร์ได้ 2 ประเภท ดังนี้

Thermoplastic Polymer

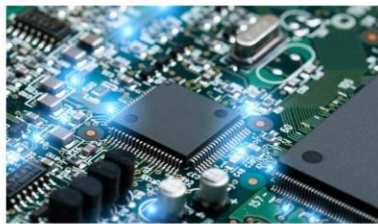


พอลิเมอร์ประเภทนี้ เมื่อได้รับความร้อนจะหลอมอ่อนตัว เปลี่ยนแปลงรูปร่างและไหลได้ และจะแข็งตัวเมื่อเย็นตัวลง จึงนิยมนำไป **รีไซเคิล หรือ หลอมขึ้นรูปใหม่** โครงสร้างของพอลิเมอร์ประเภทนี้ มีโครงสร้าง **แบบเส้นตรงหรือแบบโซ่กิ่ง**

ตัวอย่างเช่น

- PS (Polystyrene)
- PVC (Polyvinylchlorine)
- Nylon 6,6
- PET (Polyethylene terephthalate)
- PE (Polyethylene)
- PTFE (Polytetrafluoroethylene)
- PP (Polypropylene)
- PC (Polycarbonate)

Thermosetting Polymer



พอลิเมอร์ประเภทนี้ เมื่อได้รับความร้อนจะไม่หลอม ถ้าให้ความร้อนมาก ๆ จะไหม้ ทำให้สารใหม่ที่ได้มีสมบัติไม่เหมือนเดิม ไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้ มักนำมาใช้ในอุปกรณ์ที่ต้องการความคงทน ทนความร้อน บางกรณีมีความยืดหยุ่นและคืนรูปได้ เช่น ยาง

โครงสร้างแห












ตัวอย่างเช่น

- Melamine
- Polyester
- Silicone
- Bakelite



คำถามฝึกคิด

1. ให้นักเรียนคัดแยกขยะพลาสติกจากบรรจุภัณฑ์ต่อไปนี้โดยนำหมายเลขที่กำกับใส่ลงในถังคัดแยกประเภทของพลาสติกชนิดต่าง ๆ ให้ถูกต้อง

บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ	ถังคัดแยกประเภทของพลาสติก
	1) แก้วพลาสติก 2) ฝาครอบแก้ว 3) หลอดดูด	
	4) ขวดพลาสติก 5) ฝาขวด 6) ซิลพลาสติก	 
	7) ขวดพลาสติกซุ่น 8) ฝาขวด 9) ซิลพลาสติก	 
	10) เส้นใยสังเคราะห์	 

การลดการใช้ (reduce)

เป็นการลดปริมาณการใช้พลาสติก เช่น การไม่รับถุงพลาสติก การใช้วัสดุอื่นทดแทน การใช้ภาชนะส่วนตัว การลดการใช้ อาจเป็นการใช้ซ้ำ (reuse) หรือการดัดแปลงผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่ใช้แล้วไปใช้ประโยชน์อีกรูปแบบหนึ่ง เช่น การนำยางรถยนต์มาทำเป็นกระถางต้นไม้ พื้นรองเท้า หรือ หากนำมาทำการแปรสภาพ เพิ่มมูลค่า ผ่านกระบวนการออกแบบ ดีไซน์ จะเรียกว่าการ upcycle หรือกระบวนการ upcycling



ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่ผลิตจากกระบวนการ upcycling



ตรวจสอบความเข้าใจ

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกระบวนการ Recycle และ Upcycling

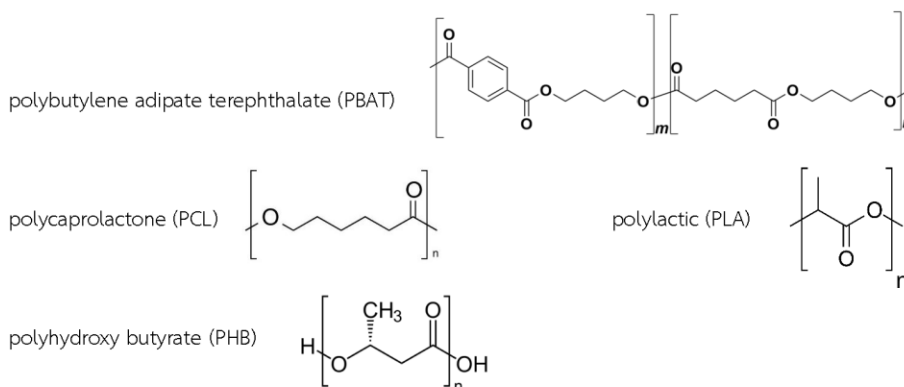
Recycle

Upcycling



คำถามฝึกคิด

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างโครงสร้างของ Biodegradable polymer และตอบคำถาม



1. Biodegradable polymer ดังกล่าว ได้จากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบ.....
2. จากโครงสร้างของพอลิเมอร์ตัวอย่างมีหมู่ฟังก์ชัน.....
3. หมู่ฟังก์ชันนี้เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างหมู่.....กับหมู่.....
เรียกว่าปฏิกิริยา.....
4. หากต้องการสลายพันธะที่เชื่อมภายในพอลิเมอร์ให้ได้อนอเมอร์ ทำได้ด้วยการ.....
.....เรียกว่า ปฏิกิริยา.....
5. เพราะเหตุใด Biodegradable polymer จึงสามารถย่อยสลายได้ไวกว่าพลาสติกทั่วไป.....
.....



ความรู้เพิ่มเติม

พอลิเมอร์หรือพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพมีกลไกการย่อยสลายแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

1. การย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Biodegradation) เป็นกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ที่มีการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ ไม่เป็นพิษต่อชีวภาพ ภายในสภาวะที่เหมาะสม
2. การย่อยสลายทางชีวภาพด้วยการคอมโพสท์ (Composting) เป็นกระบวนการหมักเพื่อให้เกิดการย่อยสลายทางชีวภาพโดยจุลินทรีย์โดยใช้ออกซิเจน
3. การย่อยสลายโดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) เป็นการย่อยสลาย 2 ขั้นตอน โดยผ่านปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสก่อนแล้วจึงเกิดการย่อยสลายทางชีวภาพ
4. การย่อยสลายโดยแสง (Photo-biodegradation) เป็นการย่อยสลาย 2 ขั้นตอนโดยผ่านปฏิกิริยาการย่อยสลายโดยแสงก่อนแล้วจึงเกิดการย่อยสลายทางชีวภาพ

ชื่อ-สกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
กิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต

คำชี้แจง

1. แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหานั้น เป็นเครื่องมือในการทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 โดยแบบทดสอบฉบับนี้มีลักษณะเป็นข้อความหรือบทความ ปัญหา ข้อโต้แย้ง ข้อมูล หรือสถานการณ์ที่นักเรียนพบได้ในชีวิตประจำวัน
2. ให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจบทความจากสถานการณ์และตอบคำถามแต่ละสถานการณ์ด้วยการเขียนอธิบายประกอบเหตุผล
3. แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหานั้นมี 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ด้าน รวม 18 ข้อ 90 คะแนน
4. เกณฑ์การให้คะแนนพิจารณาตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้
 - 1 คะแนน หากนักเรียนตอบคำถามแต่ไม่แสดงเหตุผลประกอบ
 - 2 คะแนน หากนักเรียนตอบคำถามและให้เหตุผลที่สอดคล้อง 1 เหตุผล
 - 3 คะแนน หากนักเรียนตอบคำถามและให้เหตุผลที่สอดคล้อง 2 เหตุผล
 - 4 คะแนน หากนักเรียนตอบคำถามและให้เหตุผลที่สอดคล้อง 3 เหตุผล
 - 5 คะแนน หากนักเรียนตอบคำถามและให้เหตุผลที่สอดคล้อง 4 เหตุผลขึ้นไป

นิยาม ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

ด้านที่ 1 การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ หมายถึง การใช้การให้เหตุผลได้อย่างหลากหลายและมีความเหมาะสมกับสถานการณ์

ด้านที่ 2 การใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง การวิเคราะห์เหตุผล เรียงลำดับความสำคัญและอภิปรายแสดง ความเชื่อมโยงของเหตุผลต่าง ๆ ของระบบ

ด้านที่ 3 การตัดสินใจและตัดสินใจ หมายถึง การวิเคราะห์และประเมินหลักฐาน ข้อโต้แย้ง ข้อกล่าวอ้าง ความเชื่ออย่าง มีประสิทธิภาพ และสังเคราะห์หรือสร้างความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อมูลและข้อโต้แย้ง รวมทั้งตีความข้อมูล สร้าง ข้อสรุปอย่างมีประสิทธิภาพหรือสะท้อนประสบการณ์การเรียนรู้และกระบวนการได้อย่างมีวิจารณญาณ และตัดสินใจ โดยให้เหตุผลประกอบ

ด้านที่ 4 การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาและถามคำถามสำคัญที่จะช่วยให้เข้าใจปัญหาอย่าง ชัดเจนรวมทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยโดยวิธีเดิมหรือวิธีใหม่อย่างมีประสิทธิภาพจากสถานการณ์ที่ กำหนด

ชื่อ.....สกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 1

1) ให้นักเรียนศึกษาบทความและตอบคำถามต่อไปนี้



พลาสติกเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ชนิดหนึ่ง ที่ตั้งแต่ 1950 ทั่วโลกได้มีการผลิตพลาสติกมากกว่า 8.3 พันล้านตันหรือเฉลี่ยปีละ 300 ล้านตัน จากคุณสมบัติของพลาสติกที่มีน้ำหนักเบา มีความยืดหยุ่นสูง ราคาถูก ประยุกต์ใช้ได้หลายประเภท ทำให้มีการใช้พลาสติกในผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย และมากกว่าครึ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นเป็นพลาสติกประเภทใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง ส่งผลให้เกิดการใช้พลาสติกมากเกินไปจนความจำเป็น ทั่วโลกจึงประสบปัญหามลพิษจากขยะพลาสติกโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศกำลังพัฒนาที่ไม่มีระบบจัดการขยะพลาสติกที่มีประสิทธิภาพ มีคาดการณ์ว่าขยะพลาสติกที่เกิดขึ้นทั่วโลก มีเพียงร้อยละ 9 เท่านั้นที่มีการนำกลับมารีไซเคิลและกว่าร้อยละ 79 สะสมในแหล่งฝังกลบหรือตกค้างในสิ่งแวดล้อมบนบกและในทะเล

ปัญหาขยะพลาสติกจึงนับเป็นปัญหาสำคัญของประเทศไทยเช่นเดียวกัน มีการคาดการณ์ว่าประเทศไทยมีขยะพลาสติกประมาณ 2.7 ล้านตันต่อปี แต่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ซ้ำเพียงแค่ 0.5 ล้านตัน ส่วนที่เหลือจะถูกกำจัดด้วยกระบวนการเผาหรือฝังกลบตกค้างในสิ่งแวดล้อม เนื่องด้วยการใช้ที่หลากหลายประเภท การจะนำมารีไซเคิลให้ครบทุกชนิดนั้นกลับเป็นต้นทุนที่สูงกว่ามาก ตั้งแต่การคัดแยก ทำความสะอาด ดังนั้นการผลิตใหม่จึงต้นทุนต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ประเทศไทยจึงจัดเป็นประเทศที่ทิ้งขยะพลาสติกมากที่สุดเป็นอันดับ 6 ของโลก เมื่อทราบข้อมูลเหล่านี้แล้ว เครื่องมือเชิงนโยบายที่รัฐนำมาใช้ควบคุมปริมาณพลาสติกจึงเริ่มต้นขึ้น โดยเริ่มที่การควบคุมปริมาณถุงพลาสติกก่อนด้วยการงดแจกถุงพลาสติกตั้งแต่ต้นปี 2563

ทั้งนี้การงดแจกถุงพลาสติกในช่วงแรกได้ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของคนในสังคมไทยจำนวนมากที่คุ้นชินกับการได้รับถุงพลาสติก ทำให้เกิดการเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ถุงพลาสติกสู่การใช้ถุงผ้าและมีการรณรงค์การใช้ถุงผ้าอย่างแพร่หลาย รวมทั้งแจกถุงผ้าในรายการส่งเสริมการขายต่าง ๆ แต่อีกมุมหนึ่งก็มีความกังวลจากกลุ่มผู้ผลิตพลาสติกในประเทศไทยเช่นเดียวกันว่ามาตรการเช่นนี้จะส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทย ซึ่งอันที่จริงแล้วเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจไทยเป็นอย่างมาก และนับเป็นหนึ่งในผู้ผลิตรายใหญ่ของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกของโลก เนื่องจากไทยมีแหล่งแก๊สธรรมชาติ ที่เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมพลาสติกจำนวนมากที่นำมาสู่การบุกเบิกอุตสาหกรรมหนักของประเทศในช่วงทศวรรษที่ 1980 เป็นต้นมา ตามแผน

ชื่อ-สกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

แบบทดสอบสาขาระบบปีโตเรคมีแห่งชาติ จากข้อมูลจากสถาบันพลาสติกไทยระบุว่าอุตสาหกรรมพลาสติกไทยมูลค่ากว่า 8.26 แสนล้านบาทต่อปี และยังไม่รวมการพัฒนาไบโอพลาสติกที่มีแนวโน้มจะสามารถเป็นผู้นำในวงการได้เช่นกัน

ดังนั้นมาตรการของรัฐอาจส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมพลาสติกและแรงงานที่อยู่ภายในอุตสาหกรรมโดยตรง อีกทั้งการรณรงค์ให้ใช้ถุงผ้าก็น่าจะไม่ได้ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมตามที่รัฐมุ่งหวัง เนื่องจากถุงผ้าส่วนใหญ่ทำขึ้นจากพลาสติกจากใยสังเคราะห์ซึ่งก็คือส่วนหนึ่งของพลาสติกเช่นเดียวกัน หรือต่อให้ใช้ถุงผ้าอย่างจริงจัง กระบวนการในการผลิตถุงผ้านั้นก็ยังมีต้นทุนที่สูงกว่าพลาสติกมาก ทั้งต้นทุนการเงิน และต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อม และสิ้นเปลืองทรัพยากรในการผลิตที่มากกว่า โดยข้อมูลจากงานวิจัยของกระทรวงสิ่งแวดล้อมและอาหารของประเทศเดนมาร์กที่ประเมินผลกระทบต่อจากพลาสติกครอบคลุมผลกระทบต่อ 15 ด้าน เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเป็นพิษต่อมนุษย์ มลภาวะทางอากาศ ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ การใช้น้ำ การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ฯลฯ พบว่าถุงพลาสติกชนิด LDPE จะเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเมื่อนำกลับมาใช้ซ้ำตั้งแต่ 1 ครั้ง ส่วนถุงผ้าฝ้าย 100% ต้องใช้ซ้ำถึง 20,000 ครั้ง ส่วนถุงผ้าฝ้ายผสมใยสังเคราะห์ต้องใช้ซ้ำถึง 7,100 ครั้ง เนื่องจากกระบวนการผลิตถุงผ้าไม่มีปัจจัยที่ทำลายชั้นโอโซน แต่หากพิจารณาเฉพาะในแง่ของการส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ถุงผ้าฝ้ายผสมใยสังเคราะห์ที่มีมากที่สุดในห้องทดลอง ต้องใช้ซ้ำ 54 ครั้ง ถึงจะคุ้มค่าต่อกระบวนการผลิต

จากข้อมูลข้างต้น พวกเราทุกคนทราบกันแน่ชัดว่าไม่สามารถขาดการใช้พลาสติกในชีวิตได้ แต่อาจจะรู้สึกคับข้องใจ ที่ไม่มีทางเลือกใด ๆ ให้เลือกมากนักในการจะอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม แต่หากพิจารณาข้อมูลอย่างรอบด้านแล้วข้อเท็จจริงทั้งหมดดังกล่าวสามารถนำมาสู่ทางเลือกที่ดีที่สุดในการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมคือการยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์เหล่านั้น โดยนำกลับมาใช้บ่อย ๆ การลดการใช้ การใช้ซ้ำ และเมื่อพฤติกรรมของทั้งสังคมเปลี่ยน ก็จะเป็นการลดการบริโภคพลาสติกลง ส่งผลถึงอุตสาหกรรมที่ต้องลดกำลังการผลิตแต่ไม่ได้เลิกกิจการ และย่อมส่งผลถึงสิ่งแวดล้อมด้วยเช่นกัน

จากข้อมูลข้างต้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและตอบคำถามต่อไปนี้

ด้านที่ 1 การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ

1. ให้นักเรียนแสดงเหตุผลที่จะใช้และไม่ใช้พลาสติกให้ได้มากที่สุด

เหตุผลที่ใช้พลาสติก		เหตุผลที่ไม่ใช้พลาสติก	
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	

ชื่อ-สกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

ด้านที่ 2 การใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ

2. ให้นักเรียนเลือกเหตุผลจากข้อที่ 1 ที่มีความเห็นว่าสำคัญที่สุด
 - 2.1 เหตุผลสำคัญที่สุดที่เลือกใช้พลาสติก.....
 - 2.2 เหตุผลสำคัญที่สุดที่เลือกไม่ใช้พลาสติก.....
3. เหตุผลข้างต้นจากข้อที่ 2 ส่งผลกระทบอย่างไรหากนำไปปฏิบัติจริง

.....

.....

.....

.....

ด้านที่ 3 การทำการตัดสินใจ

4. ข้อมูลจากสถานการณ์ตามบทความมีความสอดคล้อง สนับสนุน หรือขัดแย้งกับเหตุผลจากด้านที่ 2 ของนักเรียนหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5. จากข้อความต่อไปนี้ นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

ข้อความ	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
5.1 พลาสติกมีประโยชน์เนื่องจากนำไปผลิตเป็นวัสดุได้หลากหลาย		
เหตุผล		
5.2 การแก้ปัญหาพลาสติกที่ดีคือการใช้ถุงผ้าและการเลิกใช้		
เหตุผล		
5.3 แม้ว่าพลาสติกมีประโยชน์อย่างมากแต่ก็มีโทษจากการใช้งานเช่นกัน		
เหตุผล		
5.4 ปัจจุบันเราไม่สามารถเลิกใช้พลาสติกได้อย่างเด็ดขาด		
เหตุผล		
5.5 ปัญหาพลาสติกมาจากการมีประเภทที่หลากหลายซึ่งยากแก่การจำแนก		
เหตุผล		

ชื่อ-สกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

6. จากข้อมูลและเหตุผลข้างต้น นักเรียนตัดสินใจเลือก ใช้พลาสติก ไม่ใช้พลาสติก

เพราะ.....
.....
.....

ด้านที่ 4 การแก้ปัญหา

7. ระบุปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้น.....

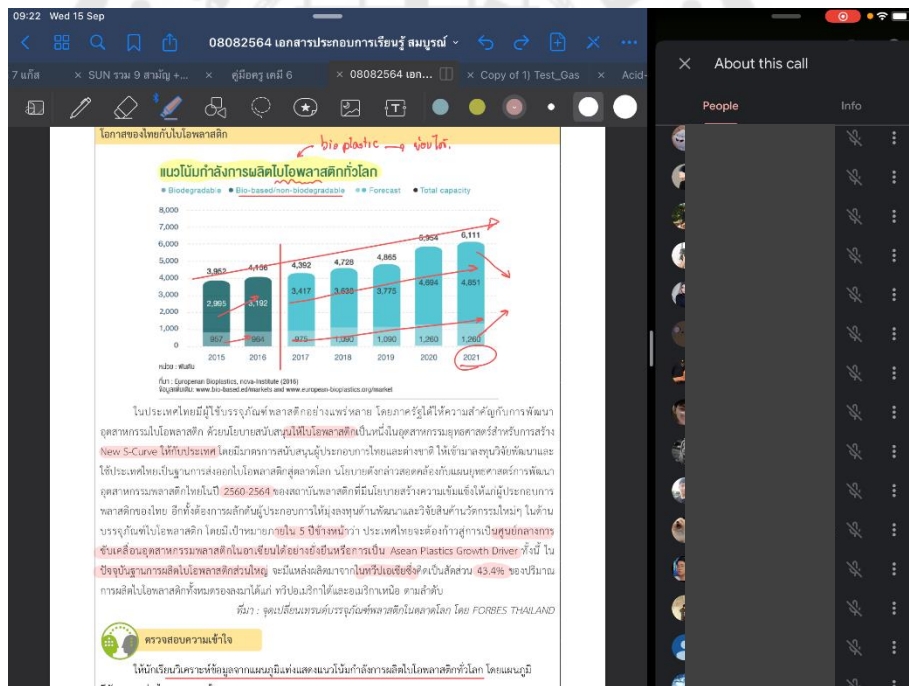
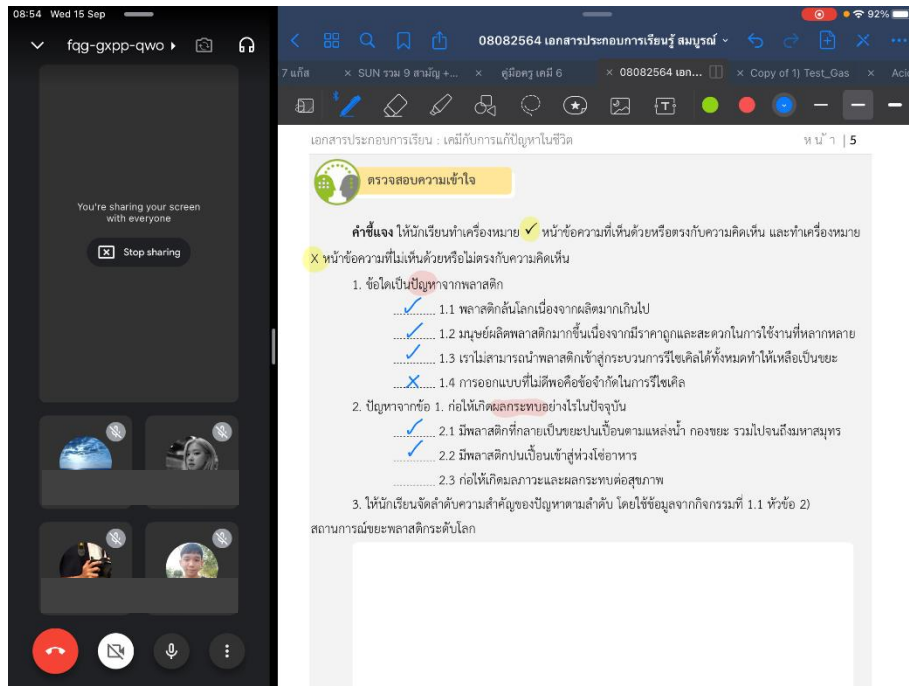
7.1 คำถามสำคัญในการแก้ปัญหา.....
.....

7.2 อธิบายกระบวนการแก้ปัญหา.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

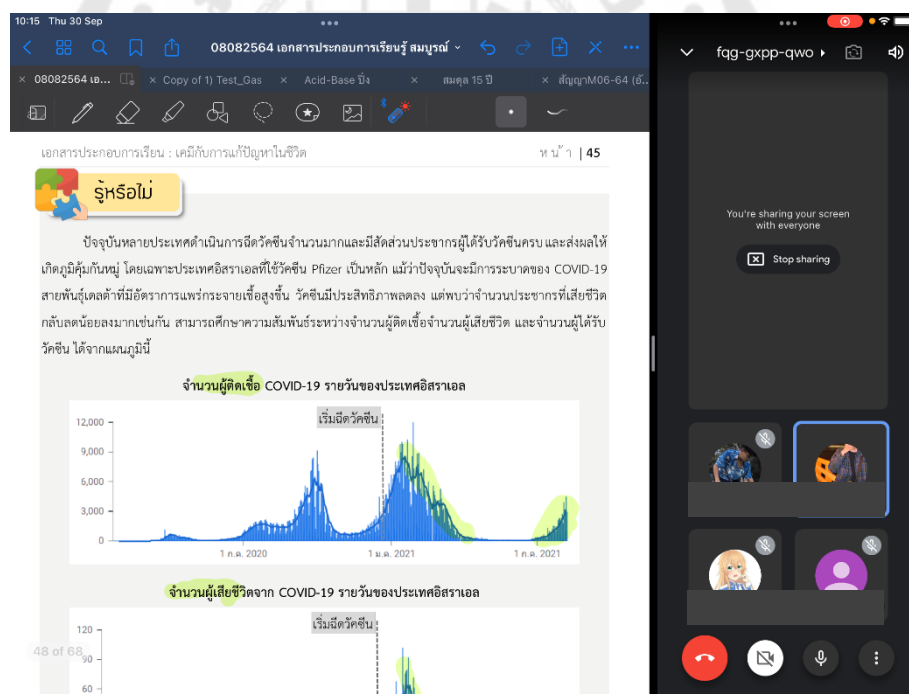
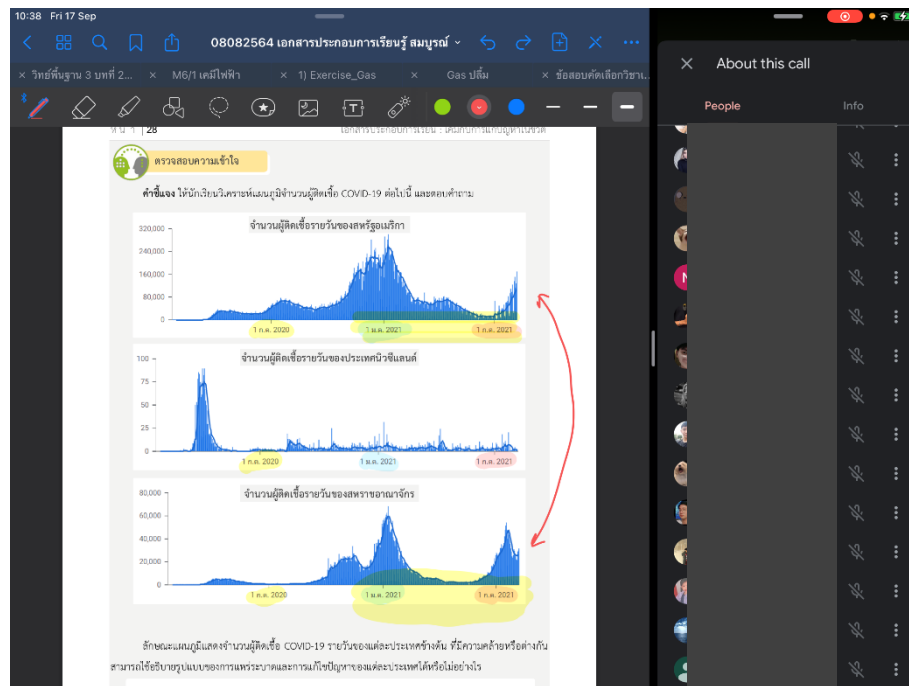
ภาคผนวก จ

ภาพตัวอย่างผลงานนักเรียน





ภาพประกอบ 25 แสดงการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนเกี่ยวกับแนวโน้มอุตสาหกรรมพลาสติก
ในอนาคตของกิจกรรมเคมีกับการแก้ปัญหาพลาสติกทั่วโลก



ภาพประกอบ 26 แสดงกิจกรรมที่นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูลจากกราฟและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการระบาดของโควิด-19 ในกิจกรรมที่ 2 เคมีกับการแก้ปัญหาโรคระบาด ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต

10:14 Thu 30 Sep

08082564 เอกสารประกอบการเรียนรู้ สมบูรณ์

ใบกิจกรรมที่ 3.5 เคมีกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals) หรือ SDGs คือ กรอบทิศทาง การพัฒนาของโลกภายหลังปี ค.ศ. 2015 ที่องค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN) กำหนดต่อเนื่องจาก MDGs หรือเป้าหมายการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ (Millennium Development Goals) ที่สิ้นสุดลงเมื่อเดือนสิงหาคม 2558

ที่ประชุมสมัชชาสหประชาชาติสมัยสามัญ ครั้งที่ 70 (The 70th session of the United Nations General Assembly) เมื่อวันที่ 25 กันยายน 2558 ณ สำนักงานใหญ่สหประชาชาตินครนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา ได้รับรองวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน ค.ศ. 2030 (The 2030 Agenda for Sustainable Development) และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เพื่อให้ประเทศต่าง ๆ นำไปปฏิบัติให้บรรลุผลสำเร็จ เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในด้านเศรษฐกิจสังคม และสิ่งแวดล้อม ในช่วงระยะเวลา 15 ปี SDGs ได้รับการตอบรับอย่างดีจากประเทศสมาชิก โดยมีประเทศสมาชิกทั้งหมด 193 ประเทศลงนามรับรองวาระการพัฒนาดังกล่าวรวมทั้งประเทศไทย โดยทั้ง 17 เป้าหมาย มีดังต่อไปนี้

รูป - กรอบ → รูปอื่น.

fag-gxpp-qwo

You're sharing your screen with everyone

Stop sharing

10:15 Thu 30 Sep

08082564 เอกสารประกอบการเรียนรู้ สมบูรณ์

ใบกิจกรรมที่ 3.6 สัมมนาเคมีกับการแก้ปัญหา

การเขียนบทคัดย่อ (Abstract)

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาวิธีการเขียนบทคัดย่อ (Abstract) จากตัวอย่างต่อไปนี้ และนำไปใช้ในการเขียนบทคัดย่อการศึกษาเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่เกี่ยวข้องกับเคมีที่นักเรียนได้เลือก

- 1) **Polymers, Giant Molecules with Properties: An Entertaining Activity Introducing Polymers to Young Students**
Nejla B. Erdal,¹ Minna Hakkarainen,² and Anders G. Blomqvist¹
- 2) ¹Department of Fibre and Polymer Technology, KTH Royal Institute of Technology, SE-100 44 Stockholm, Sweden
²Stockholm Vetenskaps Hus, SE-106 91 Stockholm, Sweden
- 3) **Supporting Information**
ABSTRACT: In this activity, polymer materials are introduced to 13–16 year old students. The activity is aimed at students with no or little knowledge of polymers. An engaging lecture covering the basics of polymer technology and sustainable development in the plastics field is presented. Important polymers such as polyethylene (PE), cellulose, and polylactide (PLA) are presented, and examples of their everyday use are shown. Quiz questions are employed in the introductory lecture to engage the students, to start discussions, and to evaluate the learning progress. The students are then engaged in two entertaining activities involving a natural polymer alginate and superabsorbent polymer. Alginate sponges are produced using different salt solutions enabling the students to create and destroy materials just by playing around with the chemistry, which helps them understand the polymeric material. The second activity has an application-based approach where the ability of superabsorbent polymers in diapers to retain water is investigated. The overall quiz results and discussions after the activities show an improved understanding of polymers and their applications and properties, making this activity useful for teaching polymers to young students.
- 4) **KEYWORDS:** Polymer Chemistry, Materials Science, High School/Introductory Chemistry, Applications of Chemistry, Public Understanding/Outreach, Green Chemistry, Problem Solving/Decision Making, Hands-On Learning/Materials, Humor/Puzzles/Games, Testing/Assessment

องค์ประกอบ

คำศัพท์ คำอธิบาย

ภาพประกอบ 27 แสดงกิจกรรมกลุ่มแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ที่เกี่ยวข้องกับเคมี เพื่อใช้ในการหาหัวข้อสำหรับกิจกรรมสัมมนา

ปัญหาจากไมโครพลาสติก

MICROPLASTIC

ไมโครพลาสติกคืออะไร ?
WHAT IS MICROPLASTIC ?

องค์กร NOAA ให้คำอธิบายว่า คือ พลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร จนถึงขนาดที่สายตาองไม่เห็นในระดับ 1 ไมโครเมตร

X X X X X X



90% ของสัตว์ทะเลมี "ไมโครพลาสติก"

ปัจจุบันพบการแพร่กระจายของไมโครพลาสติก ในสิ่งแวดล้อมทะเลทั่วโลก จุดเปราะบาง ที่มีแนวโน้มว่าจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล ที่เป็นตัวนำสารพิษ เข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร การลดผลกระทบต่อสุขภาพ และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบุนีเวศ

X X X X X X

ไมโครพลาสติกอยู่ในกระเพาะอาหารมากกว่า 10,000 สัตว์ (ขึ้นอยู่กับลักษณะและปริมาณการรับประทานอาหารทะเล)

MICROPLASTIC

แนวทางการแก้ไขปัญหา

ลดการใช้พลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง
ใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติกในร้าน
อย่านำขยะไปทิ้งในน้ำ เศษพลาสติกที่จับได้

10/11/25

"ไมโครพลาสติก" พลาสติกเข้าไปสะสมในร่างกายอาจทำให้เกิดโรคมะเร็ง

ปัญหาจาก microplastics

microplastics คืออะไร
คือ พลาสติกที่มีขนาดเล็กมากเท่ากับแบคทีเรีย

แบ่งเป็น 2 ประเภท

- Primary microplastic** คือ พลาสติกขนาดเล็กที่นำมาผลิตตามวัตถุประสงค์ต่างๆ
- Secondary microplastic** คือ พลาสติกขนาดใหญ่ที่แตกหักหรือผุเป็นชิ้นเล็ก

ผลกระทบต่อเรา

- กระทบการทำงานของต่อมไร้ท่อ ทำให้ hormone ในร่างกายผิดปกติ

- ขัดขวางการทำงานของเส้นเลือด เนื่องจากจับปะทะกันเข้าไปมากเกินจึงทำให้ microplastic ไปปิดทางเดินของเลือดในที่สุด

MICROPLASTIC



แหล่งที่มา

ในอุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางต่างๆ เกิดจากการย่อยหรือแตกตัวของพลาสติกเป็นขนาดเล็ก



การแพร่กระจาย

ชายหาดและตะกอนที่ตื้น(ชีพภทั่วโลก) ทะเลจีนดำบน(ฤดูร้อน) ทุกพื้นที่ของทะเลแม้จะลึกถึง 10 เมตร



ผลกระทบ

เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตโดยการสะสมผ่านห่วงโซ่อาหารประเภทอาหารทะเล



แนวทางการแก้ปัญหา

1. ร่นมือคืบคั้งสรรพสินค้า, ร้านสะดวกซื้อ เพื่อลดการใช้ถุงพลาสติก
2. ใช้แก้ว-ใช้ช้อน RECYCLE AND REUSE
3. ดึงขยะพลาสติกโดยใช้ตาข่ายและอวน หรือแห ดึงขยะบริเวณปากแม่น้ำหรือปากคลองขยะรายน้ำ เพื่อไม่ให้ขยะพลาสติกไหลลงสู่ทะเล

10/11/25

MICROPLASTIC

รู้ไว้ไมโครพลาสติก



ขนาดเล็กกว่า **5 มม.**



Primary Microplastics
Secondary Microplastics



พบเป็นของอยู่ใน **สิ่งแวดล้อม**

อันตรายที่ทุกคนไม่รู้



กำลังระบบนิเวศทางทะเล



สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิต



กำลังระบบทางเดินอาหาร



กำลังระบบของเหลวในร่างกาย

แนวทางป้องกัน



ลดการใช้



นำกลับมาใช้ใหม่



นำไปหมักปุ๋ย

10/11/25

ภาพประกอบ 28 ภาพตัวอย่างผลงานนักเรียนในการนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาขยะพลาสติก



MF-04-version-2.0

วันที่ 18 ต.ค. 61



หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 412/2563E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่ดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมี
วิจรรย์ญาณและการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวประเด็น
วิทยาศาสตร์กับสังคม

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นาย อัครวิชัย พิงษ์งาม

สังกัด: คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 3 กุมภาพันธ์ 2564
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 3 กุมภาพันธ์ 2564
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 3 กุมภาพันธ์ 2564
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 3 กุมภาพันธ์ 2564

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิตรกุล)

กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

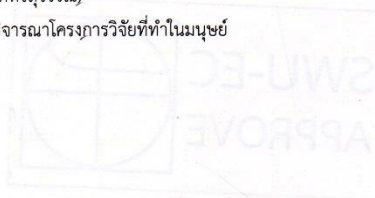
(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-412/2563

วันที่ให้การรับรอง : 03/02/2564

วันหมดอายุใบรับรอง : 03/02/2565





ที่ อว 8718/

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

3 กุมภาพันธ์ 2564

เรื่อง ขอแจ้งผลการพิจารณาโครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G- 412/2563E

เรียน นาย อัครวิชัย พิวงษ์งาม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบรับรองโครงการวิจัย SWUEC/E/G-412/2563

ตามที่ท่านได้ส่งโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิต เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม โครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G 412/2563E เพื่อรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ นั้น

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าว บัดนี้ คณะกรรมการฯ ให้การรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวแล้วเมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2564 รายละเอียดดังนี้

Certificate Number	SWUEC/E/G-412/2563
Date of Approval	3 กุมภาพันธ์ 2564 (อายุใบรับรองโครงการวิจัย 12 เดือน)
Date of Expiration	3 กุมภาพันธ์ 2565
Continuing Review	ทุก 12 เดือน (ครบกำหนดส่งรายงานครั้งแรก วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2565)

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ใคร่ขอความกรุณาให้ผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยและต่ออายุการรับรองก่อนกำหนดวันหมดอายุ 30 วัน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs version 2.0) ของคณะกรรมการฯ ทั้งนี้รายละเอียดของเอกสารที่ให้การรับรองตามที่ปรากฏใน Certificate of Approval (Certificate Number SWUEC/E/G-412/2563) ที่แนบมาพร้อมนี้

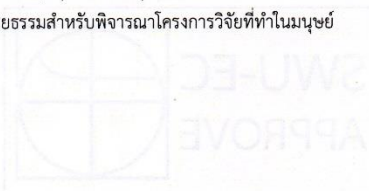
จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 12430
โทรสาร 0-2259-1822



โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย
 เลขที่รับ ๑๖๐๗/๕๓
 วันที่ ๑๗/๑๒/๕๓
 เวลา ๑๕.๓๐ น.



ที่ อว 8718/2553

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

17 ธันวาคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ
 เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย

เนื่องด้วย นายอัครวิชัย พิวงษ์งาม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตเพื่อส่งเสริมทักษะ
 การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์
 กับสังคม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล และอาจารย์ ดร.สุชีวัน โชติชัยวัลย์กุล เป็นอาจารย์
 ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายธนาภฤช คุรเจนนธรรม เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แบบวัด
 และ 2) ชุดกิจกรรม ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงาน
 ในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายอัครวิชัย พิวงษ์งาม และ
 ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

- เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน
 เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
- เห็นควรขอ เห็นควรแจ้ง
 - ๑. กลุ่มวิจัย ขบวนการและงานบุคคล (รองศาสตราจารย์ นายแพทย์อัครชัย เอกปัญญาสกุล)
 - ๒. กลุ่มบริหารงานวิชาการ วิชาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
 - ๓. กลุ่มบริหารงานทั่วไป
 - ๔. กลุ่มบริหารกิจการนักเรียน
 - ๕. อื่นๆ.....

พิวงษ์ อ.

*ศึกษาเพื่อรับฟัง
๑๗ ธ.ค. ๖๓*

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
 โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 083 945 9524

*ม.ร.ม. ๖๐/๖๓
 นายธนาภฤช คุรเจนนธรรม 12/ธันวาคม ๖๓
 12/ม(๖๓)*

- ทราบ
- ๑. อนุมัติ อนุญาต
- ๒. มอบ.....
- ๓. แจ้ง *วิบูลย์*.....

วิบูลย์
 นายหุ่เม็พงค์ ปรีเปรม
 รักษาการแทน
 ผู้อำนวยการโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย

โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย
เลขที่รับ ๑๕๐๙/๕๗
วันที่ ๑๕ มี.ค. ๕๗
เวลา ๑๕.๕๐ น.



ที่ อว 8718/2554

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

17 ธันวาคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย

เนื่องด้วย นายอัศวินชัย พิวช่างาม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล และอาจารย์ ดร.สุชีวัน โชติชัยชาลย์กุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ นิสิตขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล โดยใช้ 1) แบบทดสอบ เรื่อง แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และ 2) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 6 จำนวน 50 คน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย และขอใช้สถานที่โรงเรียนของท่าน ระหว่างเดือนมกราคม 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2564 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขอความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน

เพื่อโปรดทราบและพิจารณา

เห็นความชอบ เห็นควรแจ้ง

- ๑. กลุ่มบริหารงบประมาณและงานธุรการ
- ๒. กลุ่มบริหารงานวิชาการ
- ๓. กลุ่มบริหารงานทั่วไป
- ๔. กลุ่มบริหารกิจการนักเรียน
- ๕. อื่นๆ.....

ศาสตราจารย์ ดร.สุชีวัน โชติชัยชาลย์กุล

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ทราบ อนุมัติ อนุญาต

๒. มอบ วิชาฯ

๓. แจ้ง.....

วิชา ๑๕๐๙/๕๗
๑๕ มี.ค. ๕๗

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 083 945 9524

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รองคณบดีฝ่ายบริหารบัณฑิตวิทยาลัย

นายพุทธิพงษ์ ปรีเปรม

รักษาราชการแทน

ผู้อำนวยการโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644

ที่ อว 8718.1/2552

วันที่ 17 ธันวาคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นายอัศวิน พิวงษ์งาม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เคมีกับการแก้ปัญหาในชีวิตเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ศรีวิไล และอาจารย์ ดร.สุชีวัน โชติชัชวาลย์กุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.ชัชฎาภรณ์ พิณทอง และอาจารย์ ดร.อิทธิพล สียงเวียนวงศ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แบบวัด และ 2) ชุดกิจกรรม ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป และสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ โทร.083 945 9524

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายอัศวิน พิวงษ์งาม และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	อัศววิษณุ พิวงษ์งาม
วัน เดือน ปี เกิด	27 กุมภาพันธ์ 2535
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) สาขา วิทยาศาสตร์-เคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย 661 ถนนเจริญกรุง แขวงตลาดน้อย เขตสัมพันธวงศ์ กรุงเทพมหานคร
ผลงานตีพิมพ์	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เคมีตามแนวทางประเด็นวิทยาศาสตร์กับ สังคม เรื่อง พลาสติก เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการคิดขั้นสูง: ทักษะการ คิดอย่างมี วิचारณญาณและการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย