Chulalongkorn University
Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2023

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

อาภาภรณ์ ยานมี
คณะครุศาสตร์

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

Part of the Curriculum and Instruction Commons

Recommended Citation

ยานมี, อาภาภรณ์, "รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์" (2023). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 10181.
https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/10181

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

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

นางสาวอาภาภรณ์ ปานมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2566

AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ON SOCIOSCIENTIFIC ISSUE APPROACH TO PROMOTE SCIENTIFIC COMPETENCIES

Miss APAPORN PANMEE

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Curriculum and Instruction
Department of Curriculum and Instruction
Faculty Of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
โดย	น.ส.อาภาภรณ์ ปานมี
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาริณี ตรีวรัญญู)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.กรกนก เลิศเดชาภัทร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อาภาภรณ์ ปานมี : รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์. (AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ON SOCIOSCIENTIFIC ISSUE APPROACHTO PROMOTE SCIENTIFIC COMPETENCIES) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.อัมพร ม้าคนอง, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.วิชัย เสวกงาม

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และ 2) เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายคือผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระยะเวลาดำเนินการทดลอง 10 สัปดาห์ การดำเนินการวิจัยเป็นกระบวนการวิจัยและพัฒนาที่เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อใช้ในการเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีหลักการสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ 1) การเสนอประเด็น สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังถกเถียงหรือสังคมให้ความสนใจ ใกล้ตัวผู้เรียน และเน้นทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ 2) การมีส่วนร่วมในเรียนรู้จากการสืบเสาะหาความรู้ การอธิบาย การ-โต้แย้ง และแสดงเหตุผลเพื่อยืนยันความคิดของตนเองผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและพัฒนาทักษะการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการนำเสนอข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา และ 3) การมุ่งเน้นกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปและหลักฐานที่ยืนยันข้อสรุปโดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์จะทำให้เกิดองค์ความรู้ที่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาหรือไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล ขั้นที่ 4 ขั้นลงข้อสรุป และขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้

2. ประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า 1) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 2) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไปในทิศทางที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงแรกจนถึงช่วงหลังของการทดลอง

สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2566	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6184475027 : MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION
KEYWORD: scientific competencies, socioscientific issues approach, instructional model

Apaporn Panmee : AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ON SOCIOSCIENTIFIC ISSUE APPROACHTO PROMOTE SCIENTIFIC COMPETENCIES. Advisor: Assoc. Prof. AUMPORN MAKANONG Co-advisor: Asst. Prof. WICHAI SAWEKNGAM

The research aims to develop an instructional model based on socioscientific issues approach to promote scientific competencies. The purposes of this research were 1) to develop an instructional model based on socioscientific issues approach and 2) to study the effectiveness of instructional model based on socioscientific issues approach. The target group was upper secondary school students. The experiment lasted 10 weeks. The research and development method was applied in this research for developing an instructional model based on socioscientific issues approach to promote scientific competencies. The research instruments used to study the effectiveness of instructional model were scientific competencies test and observation. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation and t-test.The findings were as follows:

1. An instructional model based on socioscientific issues approach to promote scientific competencies which was composed of three principles: 1) Presenting topics, situations or events that are currently controversial, interest in society, related to the students and emphasizing the scientific aspect. This will stimulate learners to inquire, gather and analyze information using scientific process skills and scientific mind. 2) Engaging in learning through inquiry, explaining, debating, and providing reasons to support their own ideas through scientific methods. This helps students to construct knowledge on their own and develop skills in researching and analyzing information, presenting information, reasoning, interpreting meaning, working collaboratively, and problem-solving. 3) Focusing on the learning process, summarizing the findings, and providing evidence to support conclusions. This leads to construct knowledge that can be used to solve problems or applied in daily life. The instructional model developed consists of five steps: 1) Presenting a social issue, 2) Analyzing the problem, 3) Providing evidence and reasoning, 4) Conclusion and 5) Expanding knowledge.

2. The effectiveness of the instructional model was found that: 1) The scientific competencies of the students after the experiment are higher than the 70% benchmark, both overall and when categorized by the components of scientific competencies at the .05 level of statistical significance. 2) The scientific competencies of the students after the experiment are higher than before the experiment, both overall and when categorized by the components of scientific competencies at the .05 level of statistical significance and 3) Students have shown continuous improvement in scientific competencies, both overall and when categorized by the components of scientific competencies, from the early stages to the later stages of the experiment.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Curriculum and Instruction	Student's Signature .....
Academic Year:	2023	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตาและกรุณาอย่างสูงจากรองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย อาจารย์ได้ให้แนวคิด คำปรึกษา และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการ รวมทั้งแนวทางการใช้ชีวิต ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ให้ความเมตตา ให้คำชี้แนะคำปรึกษาในทุก ๆ เรื่องของการทำวิทยานิพนธ์ และให้กำลังใจเสมอ

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์/กรรมการภายนอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาริณี ตรีวรัญญู รองศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ และ อาจารย์ ดร.กรกนก เลิศเดชาภัทร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำชี้แนะที่มีประโยชน์และมีคุณค่าต่อวิทยานิพนธ์นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ให้ข้อมูลทุกท่านที่กรุณาสละเวลาในการพิจารณาให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย และผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะเหล่านั้นมาปรับปรุงแก้ไขจนทำให้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นไปด้วยดีและบรรลุวัตถุประสงค์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณโรงเรียนนครสวรรค์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย ขอขอบพระคุณกลุ่มบริหารและบุคลากรในโรงเรียนที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจเสมอ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565-2566 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณกัลยาณมิตรทุกท่านที่มอบไมตรีจิตอันงดงาม จนทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจและไม่ย่อท้อที่จะทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จ ขอขอบคุณเพื่อนพี่น้องสาขาวิชาหลักสูตรและการสอนทุกคนที่คอยสนับสนุน ให้กำลังใจ ช่วยเหลือกันและกันเสมอมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อสมศักดิ์และคุณแม่สมพงษ์ ปานมี ที่คอยให้การสนับสนุนการศึกษามาโดยตลอด เป็นตัวอย่างความพากเพียร อดทน และเป็นแรงบันดาลใจให้ลูกสำเร็จการศึกษาครั้งนี้ รวมทั้งครอบครัว ญาติพี่น้อง ที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุน และให้กำลังใจเสมอ ประโยชน์ใดที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยนี้ ขอให้เป็นคุณงามความดีแด่ผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ได้กล่าวมา

อาภาภรณ์ ปานมี

CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

2. คำถามของการวิจัย 7

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย 7

4. สมมติฐานของการวิจัย 8

5. ขอบเขตของการวิจัย 9

6. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 9

7. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 11

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 13

1.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) 13

1.2 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 15

1.3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ 20

1.4 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 25

1.5 แนวทางการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 35
2.1 ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 35
2.2 ประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 36
2.3 แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 42
2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 45
3. กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 51
3.1 ความหมายของกระบวนการเรียนการสอน 51
3.2 ลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 52
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 61
4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 61
4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 63
5. กรอบแนวคิดการวิจัย 68
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 69
ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหา ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และศึกษาลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 71
1.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพปัญหา 71
1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 72
1.3 ศึกษาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 77
ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 89
2.1 สร้างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 90
2.2 สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล 99

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 117
3.1 เตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน 117
3.2 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน 125
ระยะที่ 4 การปรับปรุงแก้ไขและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นหลังการทดลองใช้ 128
4.1 การสรุปผลการใช้และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน 128
4.2 การจัดทำรูปแบบการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์ 129
บทที่ 4 ผลการวิจัย 130
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 131
1.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 131
1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน 131
1.3 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน และบทบาทของผู้สอน ผู้เรียน 132
1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการเรียนการสอน 137
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 138
2.1 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 138
2.2 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 139
2.3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 140
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 153

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. สรุปผลการวิจัย 153
1.1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 153
1.2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น 155
2. อภิปรายผลการวิจัย 156
2.1 การอภิปรายผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 156
2.2 การอภิปรายผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น 160
3.1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ 167
3.2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 168
บรรณานุกรม 170
ภาคผนวก 185
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 186
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 188
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 202
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน 214
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ผลคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 223
ประวัติผู้เขียน 234

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์. 48

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 75

ตารางที่ 3 แสดงการสังเคราะห์บทบาทผู้เรียนและบทบาทผู้สอนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 94

ตารางที่ 4 แสดงการปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ 97

ตารางที่ 5 แสดงการปรับปรุงแก้ไขจากข้อค้นพบในการทดลองสอน 98

ตารางที่ 6 ร้อยละของแต่ละองค์ประกอบในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 100

ตารางที่ 7 ร้อยละของชนิดของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 101

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์และออกแบบแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และชนิดของแบบวัด 102

ตารางที่ 9 ตารางออกแบบแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนทดลองจำแนกตามชนิดของแบบวัดในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเนื้อหาตามหลักสูตร 104

ตารางที่ 10 ตารางออกแบบแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังทดลองจำแนกตามชนิดของแบบวัดในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเนื้อหาตามหลักสูตร 105

ตารางที่ 11 การสังเคราะห์พฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างเรียน 110

ตารางที่ 12 แสดงการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และพฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างการทดลอง .. 112

ตารางที่ 13 การสังเคราะห์กลุ่มพฤติกรรมและลำดับพฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกต 114

ตารางที่ 14 โครงสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในการทดลอง 119

ตารางที่ 15 แสดงการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ 123

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test) ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 138

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test) ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียน การสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (จำนวนผู้เรียน 42 คน)..... 139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2561) 24
ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Scientific Literacy กับ Scientific Competencies 25
ภาพที่ 3 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 32
ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย 68
ภาพที่ 5 แผนการดำเนินงานวิจัย 70
ภาพที่ 6 การศึกษาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 77
ภาพที่ 7 หลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 90
ภาพที่ 8 หลักการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 91
ภาพที่ 9 แผนภาพการสังเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 92
ภาพที่ 10 แผนภาพการสังเคราะห์ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 93
ภาพที่ 11 การใช้เครื่องมือในกระบวนการวิจัย 124

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการจัดการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ กล่าวคือ มีการมุ่งเน้นความสามารถของผู้สอน และคุณภาพของผู้เรียน การลดปริมาณเนื้อหาที่มีความซับซ้อน โดยนำผลการศึกษาด้านสมองและจิตวิทยาการเรียนรู้ของมนุษย์มาปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนของผู้เรียนในทุกระดับ โดยเฉพาะระดับมัธยมศึกษา และเพื่อขับเคลื่อนการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ครูมีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนและให้ผู้เรียนมีบทบาทมากขึ้น มีการนำวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ มาใช้เพื่อพัฒนาทักษะและสมรรถนะของผู้เรียน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ (อภิสิทธิ์ ธงไชยและคณะ, 2555) และตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2558 ประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ย่างเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (Asean Economics Community: AEC) ดังนั้นแต่ละประเทศในกลุ่มอาเซียนจึงมีการปรับตัวเพื่อรองรับและใช้โอกาสจาก AEC ในการพัฒนาการเติบโตทางเศรษฐกิจโดยนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเข้ามาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ เพื่อช่วยให้ประเทศของตนมีบทบาทและขีดความสามารถในการแข่งขันเหนือกว่าประเทศอื่น (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ: สวทช, 2556) ทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในสังคมปัจจุบันอย่างมาก การจัดการศึกษาควรต้องให้ความสำคัญในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ โดยจะต้องมีทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงจากการใช้หลักฐานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ร่วมมือกับองค์กรเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ดำเนินโครงการประเมินผลผู้เรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศสมาชิก (สสวท., 2563) ในการประเมินของโครงการ PISA มีส่วนหนึ่งที่เป็นการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไทยในโครงการ PISA ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2006, 2009, 2012, 2015 และ 2018 พบว่า ผู้เรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการรู้วิทยาศาสตร์ เท่ากับ 421, 425, 444, 421

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และ 426 ตามลำดับ (สสวท., 2563) ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยองค์ประกอบของการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 1) บริบทของวิทยาศาสตร์ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) เจตคติ และ 4) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยการประเมินนี้จะต้องมีการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน จะเห็นว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) เป็นเรื่องที่สากลให้ความสำคัญเพราะถือว่าเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงและยังเป็นปัญหาของผู้เรียนไทยจนถึงปัจจุบัน สำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ PISA 2015 มีการเปลี่ยนแปลงจาก PISA 2006 เล็กน้อย โดยนิยามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใน PISA 2006 เรียกว่า การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และ (3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2016a) และสำหรับ PISA 2018 และ PISA 2022 ยังคงใช้เหมือนกับ PISA 2015 (OECD, 2023) ดังนั้นปัจจุบันสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา จึงแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2023)

ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงการที่ผู้เรียนนำความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบาย สร้างรูปแบบการอธิบายและนำเสนอ ทั้งยังเป็นการเสนอสมมติฐานเชิงคำอธิบายและสร้างหรือปรับเปลี่ยนการทำนายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงอธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม (พุทธริธร บูรณสถิตวงศ์และคณะ, 2562) จะเห็นว่าความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นสิ่งที่ผู้เรียนดึงความรู้เนื้อหาที่เหมาะสมมาใช้ มีการตีความและให้คำอธิบายสำหรับปรากฏการณ์ที่สนใจ ส่งผลไปถึงความสามารถในการแปลความหมายและเข้าใจรูปแบบพื้นฐานของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการอ้างอิงและการลงข้อสรุป ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้เรียน (OECD, 2013)

สำหรับความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนควรจะสามารถแปลความหมายจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์หรือประจักษ์พยาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถวิเคราะห์หลักฐานและข้อบกพร่องระหว่างประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และข้อสรุปได้ อาจกล่าวได้ว่าความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ควรเป็นไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากผู้เรียนต้องรู้จักการใช้หลักฐานอ้างอิงหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ของชีวิตจริง (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551) สอดคล้องกับ สสวท. (2556) กล่าวว่า สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนต้องมีความสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ สามารถสื่อสารและแสดงทัศนะของตนเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล มีการเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ด้วยเหตุผลและความถูกต้อง ซึ่งต้องความสามารถดังกล่าวต้องอาศัยการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2013) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และแปลงข้อมูลเพื่อนำเสนอได้ วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลเพื่อลงข้อสรุปได้ สามารถระบุข้อสันนิษฐาน และการให้เหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ยังสามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และประเมินข้อโต้แย้งจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน

ในส่วนของความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในปี 2006 และปี 2015 ซึ่งมีวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินหลักพบว่าผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ใน PISA ของประเทศไทย ผู้เรียนมีจุดอ่อนด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์หรือเรียกใหม่ว่า การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (มนตรี จันตะมะ, 2562) กล่าวคือ ผู้เรียนไม่สามารถบอกได้ว่าประเด็นใดเป็นปัญหาที่พิสูจน์ได้หรือไม่ได้ในทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นประเด็นเรื่องอะไร จึงไม่สามารถประเมินหรือออกแบบกระบวนการตรวจสอบได้ (สสวท., 2561) สอดคล้องกับ พิชญ์สินี จักรแก้ว (2560) ที่พบสภาพปัญหาเกี่ยวกับการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากสิ่งสำคัญในการอยู่ในสังคมของวิทยาศาสตร์ คือ ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการแยกแยะประเด็นปัญหาหรือเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ออกจากประเด็นอื่น ๆ ได้ สามารถบอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ บอกวิธีสำรวจตรวจสอบได้ และต้องสามารถใช้ประโยชน์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการเผชิญกับปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้ (สสวท., 2554) ซึ่งหากผู้เรียนไม่สามารถระบุได้ว่าปัญหาใดเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือปัญหาใดสามารถแก้ไขได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์ หากเจอในชีวิตจริงผู้เรียนก็จะไม่รู้วิธีการที่จะเผชิญปัญหาที่พบในชีวิตจึงจำเป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต้องได้รับการพัฒนา (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551) อย่างไรก็ตามถ้าผู้เรียนสามารถประเมินประเด็นปัญหาและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ได้ก็จะทำให้ผู้เรียนสามารถหาหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นจะเห็นว่าทั้งสามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการดำเนินการของผู้เรียนที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน ผู้เรียนต้องประเมินประเด็นปัญหาและออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ได้ร่วมกับการใช้หลักฐานอ้างอิงหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ของชีวิตจริง จึงจะสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งสามองค์ประกอบจึงพัฒนาไปพร้อม ๆ กันได้ สอดคล้องกับการสังเคราะห์งานวิจัยซึ่งพบว่า การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่ยังมีการพัฒนาเป็นรายองค์ประกอบ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาทั้งสามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นั้นควรเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากเป็นการประเมินที่เป็นสากลและเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้ โดยเฉพาะผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งเป็นกลุ่มผู้เรียนที่ผ่านความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาพอสมควรและกำลังจะเติบโตไปใช้ชีวิตในระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งมีอิสระในการคิดและประเมินข้อมูลหรือปัญหาต่าง ๆ ที่เข้ามาในชีวิต จึงควรประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้การเก็บรวบรวมสภาพปัญหาในการจัดการเรียนรู้ของครูและงานวิจัยทางการศึกษาพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุแนวทาง อธิบาย และลงข้อสรุปในการแก้ไขปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งมีความสับสนในการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมในเรื่องที่ผู้เรียนทำการศึกษา ไม่สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ไม่สามารถนำเสนอและประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ และไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ได้บนหลักของวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจะเป็นการชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนขาดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการประเมิน PISA ของประเทศไทยที่มีการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐาน (สสวท., 2561) จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับสภาพปัญหาที่ผู้วิจัยสังเกตจากพฤติกรรมของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบโดยใช้ข้อสอบในลักษณะเดียวกับ PISA พบว่า ผู้เรียนได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน และยังสอดคล้องกับการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและลักษณะของผู้เรียนที่แสดงถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า ครูผู้สอนมีความคิดเห็นสอดคล้องกันคือ ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ ไม่สามารถออกแบบการทดลองได้ ยังขาดทักษะในการอธิบายผลที่ได้จากการทดลอง ผู้เรียนขาดการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนยังขาดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จริง

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้ระบุตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์วิจารณ์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะสำคัญทั้งทักษะในศตวรรษที่ 21 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) จะเห็นว่ามีความสอดคล้องต่อสภาพปัญหาที่จะต้องพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการที่ผู้สอนจะดำเนินการตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและแก้ไขปัญหาของผู้เรียนจากปัญหาที่พบวิธีการหนึ่งคือ การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต นักการศึกษาจึงควรพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้ ด้วยเหตุนี้นักการศึกษาจึงได้นำวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันมาเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Lin & Mintzes, 2010)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้นจะเห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนในปัจจุบันควรให้ความสำคัญกับการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ได้รับความรู้และยังได้ทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ (อรุณวดี ทองบุญ, 2558) ในการบูรณาการองค์ความรู้ต่างๆให้เข้ากับเหตุการณ์จริงในสังคม หรือการมีส่วนร่วมกับกิจกรรมทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างกระตือรือร้น จะช่วยเสริมสร้างผู้เรียนให้นำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวของผู้เรียน ดังนั้นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific issues) จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ โดยเป็นประเด็นที่กำลังเป็นที่ถกเถียงกันและได้รับความสนใจในสังคม และเมื่อผู้เรียนอยู่ในสังคมของวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีทักษะการโต้แย้งที่ดี นั่นคือ ผู้เรียนสามารถหยิบยกหลักฐานที่น่าเชื่อถือขึ้นมาพิจารณาประกอบก่อนตัดสินใจได้ นอกจากนี้ผู้เรียนควรพบปะพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้ที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกันและพยายามใช้หลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมายืนยันได้ ซึ่งเป็นลักษณะของแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์นั่นเอง (Toulmin, 2003) สำหรับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issues approach, SSI) เริ่มได้รับการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้สามารถพัฒนาทักษะ การคิดวิเคราะห์ขั้นสูงของผู้เรียน ได้แก่ การคิดเชิงเหตุผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ รวมทั้งส่งเสริมการโต้แย้งให้เกิดกับผู้เรียนได้ (Lewis et al., 2006) เพื่อให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นและหาหลักฐานหรือแหล่งข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนความคิดของตนเอง รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างมีคุณธรรมจริยธรรม (Zeidler et al., 2004) จะเห็นว่าแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวผู้เรียนและเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นจะเห็นว่าแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เน้นการนำประเด็นปัญหาที่เป็นที่สนใจในสังคมมาเชื่อมโยงกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้อง พบว่า แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นการบูรณาการเหตุการณ์จริงในสังคมกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีการสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ในชั้นเรียนเท่านั้น ยังขาดการที่ผู้เรียนจะได้นำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปดำเนินการต่อหรือไปประยุกต์ใช้ กล่าวคือ หลังจากการเรียนรู้โดย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การใช้แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนแล้ว ผู้เรียนอาจมีการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างสรรค์เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าวหรือไปมีส่วนร่วมเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าว รวมถึงการนำองค์ความรู้ไปต่อยอด ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างผู้เรียนให้นำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวของผู้เรียนและผู้เรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ต่อ นำไปสู่พฤติกรรมบ่งชี้ให้เกิดเป็นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ผู้ทำการวิจัยตระหนักถึงปัญหาและความสำคัญในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเห็นความสำคัญของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ จึงพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยสังเคราะห์แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. คำถามของการวิจัย

1) รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีหลักการ และมีขั้นตอนอย่างไร

2) รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สามารถเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.1) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นกับเกณฑ์ร้อยละ 70

2.2) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

2.3) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระหว่างการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

4. สมมติฐานของการวิจัย

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้ (Lin and Mintzes, 2010) ดังผลการทดลองของ Lau (2013) ได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน เพื่อพัฒนาสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการตระหนักเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 26.63 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสมรรถนะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.46 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการทดลองของ Yalaki (2016) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับกระบวนการทางสังคม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การประยุกต์ใช้ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานดังนี้

1) ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ขอบเขตของการวิจัย

1) กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สายการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

2) การศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ตัวแปรในการวิจัยประกอบด้วย

ตัวแปรจัดกระทำ คือ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ตัวแปรตาม คือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3) เนื้อหาวิชาที่ใช้ คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4) ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยเพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา เป็นเวลา 10 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 24 คาบเรียน

6. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) หมายถึง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือประเด็นปัญหา โดยมีทักษะในการหาความรู้ ออกแบบกระบวนการหาความรู้และประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสมโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความเข้าใจและตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันได้

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ (OECD, 2019; สสวท., 2563) ดังนี้

1.1) ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบาย บรรยาย และพยากรณ์ปรากฏการณ์และการเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผล เสนอสมมติฐานและนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายได้เป็นเหตุเป็นผลและสอดคล้องกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2) ความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการระบุและแยกแยะประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบและประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบประเด็นปัญหาได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.3) ความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการวิเคราะห์ แปลความหมายประเมินข้อมูล และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ โดยระบุและแยกแยะข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

2) แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำประเด็นปัญหาในสังคม หรือเหตุการณ์ที่น่าสนใจและกำลังถกเถียงในสังคม หรือเป็นประเด็นที่ทันสมัย มีความซับซ้อน มีความเกี่ยวข้องหรือส่งผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน มีมุมมองหลากหลาย และยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน ซึ่งมีบริบทใกล้ตัวผู้เรียนมาเป็นจุดเริ่มต้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการแสวงหาความรู้ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อมาโต้แย้งและแสดงเหตุผลบนฐานของวิทยาศาสตร์ สังคมและจริยธรรม จนได้คำตอบที่มาจากหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

3) รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ โดยการนำประเด็นปัญหาในสังคม เหตุการณ์ที่เป็นที่สนใจหรือกำลังถกเถียงในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน มีมุมมองที่หลากหลาย และมีบริบทใกล้ตัวผู้เรียนหรือเกี่ยวข้องกับผู้เรียน มาเป็นจุดเริ่มต้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อมาโต้แย้งและแสดงเหตุผลบนฐานของวิทยาศาสตร์ สังคม และจริยธรรม โดยมีจิตวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้และคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบจนได้คำตอบที่มาจากหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปแก้ไขปัญหาหรือได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่เป็นจุดเริ่มต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1) ผู้เรียนมีการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) ผู้สอนสามารถนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ปรับใช้ให้เข้ากับบริบทต่าง ๆ

3) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ศึกษาธิการจังหวัด และสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสามารถนำรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน

4) ผู้ที่สนใจสามารถนำข้อมูลจากการวิจัยไปเป็นแนวทางในการวิจัยและเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าข้อมูลจากเอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
   1.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
   1.2 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
      1.2.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
      1.2.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
      1.2.3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
   1.3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
   1.4 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
   1.5 แนวทางการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
2. แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
   2.1 ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
   2.2 ประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
   2.3 แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
   2.4 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
3. กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
   3.1 ความหมายของกระบวนการเรียนการสอน
   3.2 ลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
   3.3 วิธีการทางวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
   4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีผู้ใช้คำอื่นๆในความหมายเดียวกัน เช่น สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ สมรรถนะการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ในการนำเสนอต่อไปนี้ขอใช้คำว่า “สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์” ซึ่งมีประเด็นการนำเสนอ 5 ประเด็น คือ 1.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์, 1.2 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์, 1.3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์, 1.4 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และ 1.5 แนวทางการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies)

Klieme และคณะ (2008) กล่าวถึงสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการจัดการความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์เฉพาะบริบทที่ได้มาจากการเรียนรู้ และสามารถนำไปใช้รับมือกับสถานการณ์ต่างๆ

OECD (2009) ให้ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ อธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

Veliz, Díaz and Rodríguez (2015) กล่าวถึง สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นชุดความรู้ที่ประกอบได้ด้วยส่วนของความรู้วิทยาศาสตร์ ส่วนของความรู้ที่เป็นทักษะนิสัยความสามารถและส่วนของความรู้ที่เป็นค่านิยมและทัศนคติ

Krell และคณะ (2018) กล่าวว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สำหรับการแก้ปัญหารวมทั้งความสามารถในการไตร่ตรองเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

Chun-Yen Tsai (2018) กล่าวว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของพลเมืองในการนำความรู้และทักษะไปใช้เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันซึ่งมีความจำเป็นในสังคม

Tai-Chu Huang (2018) กล่าวว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในการระบุปัญหาและหาผลสรุปเชิงประจักษ์เพื่อทำความเข้าใจและช่วยในการตัดสินใจในปัญหาที่เกิดธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดโดยมนุษย์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์, การอธิบายปรากฏการณ์ด้วยคำอธิบาย

เชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เน้นเพื่อการทดสอบความสามารถของนักเรียนในการแก้ไขปัญหา สมรรถนะการสื่อสาร มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

OECD (2019) กล่าวถึง สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นสมรรถนะที่เป็นส่วนหนึ่งการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่ผู้เรียนจะต้องการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้หลักฐานในเชิงวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายข้อมูลประเมินและออกแบบกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

พนิดา เชนส้ม (2546) กล่าวว่า สมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่จะสามารถส่งเสริมให้ปรากฏออกมาได้ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ โดยยึดตามแนวของสมาคม เพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The America Association for the Advancement of Science: AAAS) ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต (observing) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) ทักษะการจำแนกประเภท (classifying) ทักษะการวัด (measuring) ทักษะการใช้ตัวเลข (using numbers) ทักษะการสื่อความหมาย (communicating) ทักษะการพยากรณ์ (predicting) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (using space/time relationships) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (defining variable operationally) ทักษะการทดลอง (experimenting) และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and making) ในการแสวงหาความรู้แก้ปัญหาและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์จริงในชีวิตประจำวัน

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546) กล่าวว่า สมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถที่แสดงออกในด้านการคิด การปฏิบัติ และคุณลักษณะที่เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งความสามารถดังกล่าวเป็นพลังการเรียนรู้ และเป็นศักยภาพทางการเรียนรู้ที่มีอยู่ในตัวบุคคล

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ (2556) สมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อระบุประเด็นคำถามและสรุปผลโดยใช้ประจักษ์พยาน ทำให้มีความเข้าใจและช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปรียาภรณ์ ดำพะธิกและคณะ (2558) ให้ความหมายของ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ใน 3 ด้านหลักๆ ได้แก่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์, 2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ให้ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

โดยสรุปคือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะและกระบวนการหาความรู้และอธิบายได้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ สามารถออกแบบกระบวนการหาความรู้และประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสมโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ คิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ใฝ่รู้และตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

1.2 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สำหรับองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งมีนำเสนอเกี่ยวกับข้อมูลที่แสดงองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และรายละเอียดขององค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา นักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศระบุองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับ Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) ซึ่งเป็นองค์กรที่ได้รับการยอมรับระดับนานาชาติ และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นองค์กรที่น่าเชื่อถือในประเทศไทย ซึ่งระบุองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

OECD (2009) ได้กล่าวถึงความหมายและองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าสมรรถนะประกอบด้วยความสามารถสามประการได้แก่ 1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2) การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ 3) การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

OECD (2019) กล่าวว่า ในปัจจุบัน สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Scientifically), 2) ความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) ซึ่งใน OECD 2009 เรียกว่า การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) กล่าวถึง องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

OECD (2023) ได้กล่าวว่า สำหรับ PISA 2018 และ PISA 2022 ยังคงใช้เหมือนกับ PISA 2015 โดยนิยามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใน PISA 2006 เรียกว่า การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จะเห็นว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์, การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเกี่ยวกับแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จึงขอนำเสนอเป็น 3 ประเด็นตามองค์ประกอบ ได้แก่ 1.2.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์, 1.2.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 1.2.3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

OECD (2009) ได้ให้คำนิยามความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอธิบาย บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงอย่างสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับหลักฐาน และระบุได้ว่าคำบอกเล่า บรรยาย คำอธิบาย และพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล

ศุภกร สุขยิ่ง (2560) กล่าวว่า สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องสามารถดึงความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล สามารถสร้างรูปแบบการอธิบายและการแสดงข้อมูล พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล ผู้เรียนสามารถเสนอการอธิบายด้วยสมมติฐาน สามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคมได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวว่า การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การแสดงออกถึงสมรรถนะนี้บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องสามารถระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการวาดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดในชีวิตประจำวัน การบรรยายและการตีความปรากฏการณ์

1.2.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

OECD (2015) กล่าวว่า การประเมินในปี ค.ศ.2015 ได้เปลี่ยนชื่อสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ไปเป็นสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่รายละเอียดและตัวบ่งชี้ของสมรรถนะยังคงคล้ายคลึงกับในปี ค.ศ.2006 ได้แก่ 1) ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ได้ 2) บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ 4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ และ 5) บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบายได้

ศุภกร สุขยิ่ง และคณะ (2560) กล่าวว่า สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ผู้เรียนจะต้องสามารถระบุปัญหาที่ต้องการ

สำรวจในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนสามารถเสนอวิธีการสำรวจจากคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับนั้น บอกและประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ผู้เรียนสามารถอธิบายและประเมินวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อให้แน่ใจถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความเป็นกลางของคำอธิบาย สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าววา บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ การแสดงออกถึงสมรรถนะด้านนี้ บุคคลต้องสามารถประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร ต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ต้องค้นคว้าสาระและข้อมูลอะไรเพิ่มเติมอีก และต้องทำอะไร อย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้

1.2.3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2557) กล่าวว่า สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ถูกประเมินในการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA: Program for International Student Assessment) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006 โดยเดิมใช้ชื่อว่า สมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนชื่อเป็นสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ในการประเมินปี ค.ศ. 2015 เพื่อให้มีความชัดเจนมากขึ้นเกี่ยวกับการเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม โดยเพิ่มการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และข้อโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาอื่นๆ และการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต วารสาร เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวว่า บุคคลที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ต้องแสดงออกถึง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่นๆ ได้ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล และใช้ความสามารถในการใช้วิธีการพื้นฐานในการแปลงข้อมูลเป็นการแสดงแทนในรูปแบบอื่นๆ นอกจากนี้ ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

พุทธริธร บูรณสถิตวงศ์ และคณะ (2562) กล่าวถึง ความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุปนำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ได้ โดยมีตัวบ่งชี้ที่สะท้อนความสามารถดังกล่าวนี้ 5 ประการ โดยสรุปจาก Organization for Economic Co-operation and Development (2013) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ประกอบด้วย 1) แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น, 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป, 3) ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์, 4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น และ 5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สามารถสรุปได้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) มี 3 องค์ประกอบ คือ

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) เป็นความสามารถในการรับรู้และอธิบายความเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีได้ โดยผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล, ระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย, เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย, พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ และอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) เป็นความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่า

ของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์, แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหา สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์, เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้, ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้, บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) เป็นความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดยผู้เรียนสามารถแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น, วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป, ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์, แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น, ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร)

1.3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ได้ให้ความสำคัญกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นอันดับแรก การรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสัมพันธ์กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยมีประเด็นการนำเสนอ 3 ประเด็น คือ 1.3.1 ความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และ 1.3.2 องค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ และ 1.3.3 กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 ความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

UNESCO (2001) ได้ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า “การรู้วิทยาศาสตร์หมายถึง การพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ที่จะนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือการปรับปรุงคุณภาพชีวิตของตนเอง”

OECD (2003) ได้ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า การรู้วิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อระบุประเด็นคำถามและสรุปผลโดยใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประจักษ์พยานทำให้มีความเข้าใจและช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและการเปลี่ยนแปลงจากการกระทำของมนุษย์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า “การรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการพัฒนาการทางสติปัญญาให้มีความรู้ความเข้าใจ และมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์”

ราชบัณฑิตยสถาน (2553) ได้ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า "การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานทั่วไปของการดำรงชีวิต ความเข้าใจความสำคัญและบทบาทของวิทยาศาสตร์ต่อเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ความสามารถในการเชื่อมโยงปรากฏการณ์รอบตัวกับความรู้วิทยาศาสตร์ การมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความมีเหตุผล ความไม่งมงาย เป็นต้น รวมทั้งการมีทักษะพื้นฐานเพียงพอแก่การสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยวิธีคิดและวิธีการทางวิทยาศาสตร์"

เลิศพร อุดมพงษ์ (2555) ได้ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้กับการรู้การเข้าใจมโนมติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับความเป็นไปของสังคมและธรรมชาติ

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ (2556) ได้ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่าการรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อันได้แก่ พื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตและสื่อสารกับผู้อื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวถึง PISA 2015 ให้นิยาม“การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์” ไว้ว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ

สรุปได้ว่า การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงกับประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งมีบทบาทต่อเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม

1.3.2 องค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

Michael Agin นำเสนอกรอบแนวคิดของการรู้วิทยาศาสตร์ในปี 1974 โดยระบุองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย 6 ลักษณะ (Liu X., 2009) ได้แก่

1) วิทยาศาสตร์และสังคม (science and society)

2) จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (ethics of science)

3) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (nature of science)

4)ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (knowledge of concepts of science)

5) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (science and technology)

6) วิทยาศาสตร์และความเป็นมนุษย์ (science and the humanities)

ในปี 1975 Benjamin Shen ได้แบ่งการรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน (Liu X., 2009) คือ

1) การรู้วิทยาศาสตร์เชิงปฏิบัติ (practical science literacy) หมายถึง การครอบครองความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีส่วนในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตได้

2) การรู้วิทยาศาสตร์เชิงพลเมือง (civic science literacy) ที่แสดงถึงสิ่งที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างนโยบายของสาธารณชน นั่นคือเป้าหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ ประชาชนต้องมีความตระหนักต่อวิทยาศาสตร์หรือประเด็นที่วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้อง ซึ่งมีการแสดงออกมาให้เห็นถึงสามัญสำนึกและการประพฤติที่แสดงถึงความตระหนักต่อวิทยาศาสตร์ เช่น มีการตัดสินใจโดยใช้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

3) การรู้วิทยาศาสตร์เชิงวัฒนธรรม (cultural science literacy) เป็นสิ่งที่เกิดจากการกระตุ้นให้รู้ถึงความต้องการบางอย่างเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ที่เป็นความสำเร็จที่ยิ่งใหญ่ของมนุษย์ ให้ประชาชนรู้สึกซาบซึ้งในคุณค่าของวิทยาศาสตร์และเป็นมรดกทางวัฒนธรรมอย่างหนึ่ง ทั้ง 3 ด้านของการรู้วิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันไปตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า ผู้ที่จะมีการรู้วิทยาศาสตร์จะเกิดจากองค์ประกอบ 4 ประการ ที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ 1) พัฒนาการทางสติปัญญา (2) ความเข้าใจในสิ่งแวดล้อม (3) การใช้กระบวนการคิดหาเหตุผลในการสืบเสาะหาความรู้ และ (4) การมีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์

OECD (2014) ได้กล่าวถึง จุดเน้นของ PISA ครอบคลุมแง่มุมของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ 1) บริบทของวิทยาศาสตร์ และ 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

- ความรู้วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ในเรื่องโลกธรรมชาติที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง ซึ่งจำกัดอยู่ในสี่ระบบ ได้แก่ ระบบทางกายภาพ (รวมความรู้เคมีและฟิสิกส์) ระบบสิ่งมีชีวิต ระบบของโลกและอวกาศ และระบบเทคโนโลยี ซึ่งผสมผสานอยู่ในสามระบบแรก

- ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ในวิธีการ/กระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้

3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในด้านหลักๆ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

4) เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจ สนับสนุนการสืบหาความรู้วิทยาศาสตร์ และแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งต่างๆ เช่น ในประเด็นของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวถึงการประเมิน PISA 2015 ซึ่งได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกันที่อาจจำแนกเป็นหมวดต่าง ๆ ได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1) บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจาเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้)

3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยความสนใจ ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปได้ว่า การรู้วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ

1) บริบททางวิทยาศาสตร์ เป็นการรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต

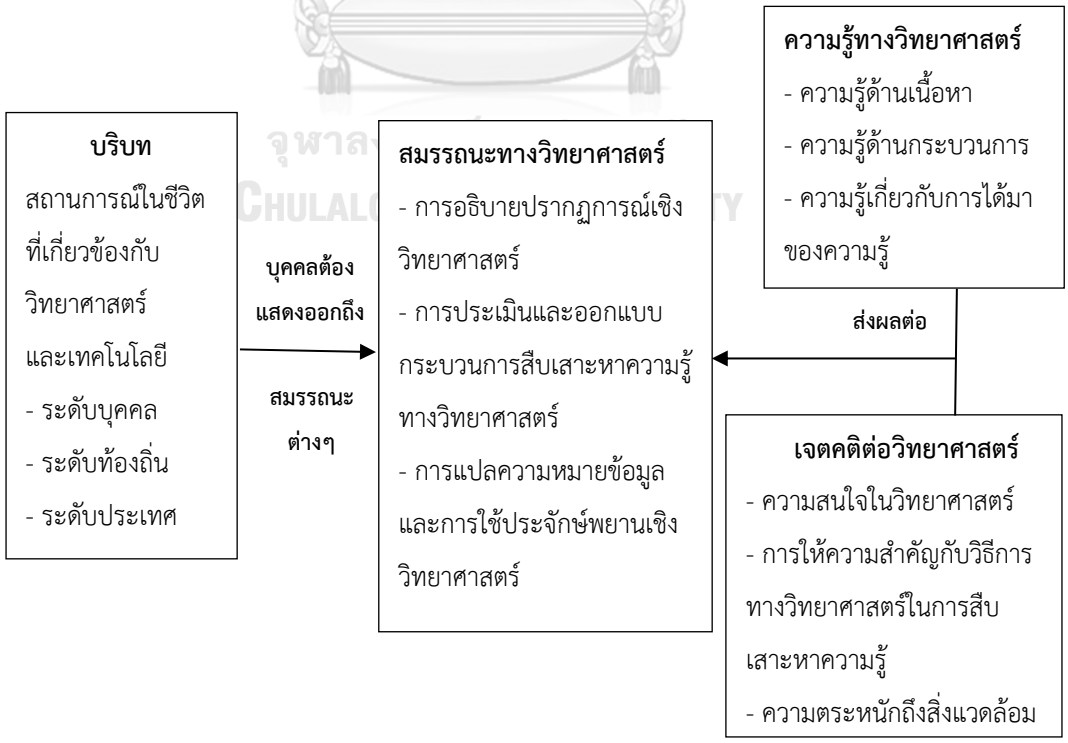
2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีสำคัญที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์ด้วยความสนใจ

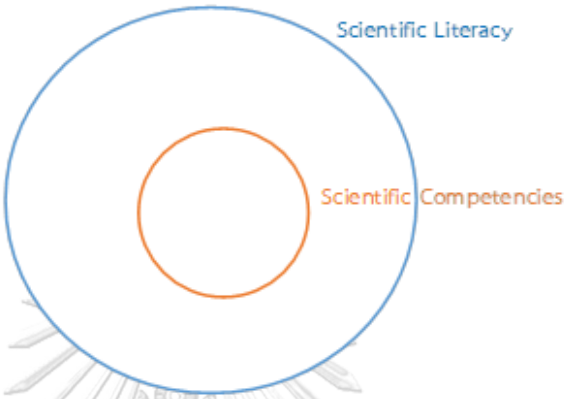
1.3.3 กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

จากองค์ประกอบต่างๆในการรู้วิทยาศาสตร์ได้แก่ 1) บริบท 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และ 4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการดำเนินชีวิต คนเราต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก เราจึงต้องมีและใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการตอบสนองจะทำได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่างๆ ที่แต่ละคนมีอยู่ ดังความสัมพันธ์ที่แสดงในรูปต่อไปนี้



ภาพที่ 1 กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2561)

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันคือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นสามารถสรุปความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 2



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Scientific Literacy กับ Scientific Competencies

1.4 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาผู้เรียน โดยเน้นการนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบ ผู้ทำการวิจัยจึงศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบวิธีการในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนดังนี้

Chun-Yen Tsai (2015) ทำการวิจัยเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การใช้วิธีการใช้ทักษะการโต้แย้งแบบออนไลน์ สามารถเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการสอบ PISA ได้ เนื่องจากเป็นมุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตัดสินใจและการโต้แย้งบนฐานของวิทยาศาสตร์

Yalaki (2016) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

F E Wulandari and N Shofiyah (2018) กล่าวถึงการเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ในลักษณะของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการใช้ชุดการเรียนการสอนจากแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานจะกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ไขปัญหาโดยหาคำตอบจากหลักของวิทยาศาสตร์ จึงสามารถเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

Parno, L. Yuliati, F. M. Hermanto และ M. Ali (2020) ศึกษาวิธีการในการพัฒนาสมรรถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (PBL-STEM) สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

พนิดา เชนส้ม (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่อง แนวทางการพัฒนาสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 พบว่า แนวทางการพัฒนาสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ คือ ครูควรจัดรูปแบบการเรียนการสอนในด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย ทักษะพิสัย ทักษะกระบวนการและการบูรณาการในอัตราส่วนที่เท่ากัน จัดรูปแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน มีวิธีการสอนที่ง่าย หลากหลายเหมาะสมกับสภาพของผู้เรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัย จัดกิจกรรมการทดลองและสภาพการเรียนการสอนให้น่าสนใจ ด้านความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน ครูควรเป็นกัลยาณมิตร รับฟังความคิดเห็น มีความรู้รอบตัว และแสวงหาความรู้อยู่เสมอ

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ (2556) ได้ศึกษาวิธีการพัฒนาสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์โดยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งรูปแบบดังกล่าวเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาได้

พุทธริธร บูรณสถิตวงศ์และคณะ (2559) ทำการสำรวจระดับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถเสริมสร้างสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จิรารัตน์ แสงศร และคณะ (2560) ศึกษาพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้ การยกสถานการณ์และรูปภาพประกอบกับการใช้คำถามช่วยกระตุ้นความสนใจ และการกำหนดให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาพื้นฐานที่จะเรียนล่วงหน้า ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของภาระงานที่ถูกมอบหมายได้ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การทดลอง การสืบค้นหรือการบันทึกผลด้วยตนเอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว สำหรับการอภิปรายโต้แย้งกับกลุ่มอื่นๆ ทำให้เกิดการแยกแยะข้อโต้แย้งและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการโต้แย้งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลอีกครั้งและให้นักเรียนเขียนรายงาน ประเมินรายงานของเพื่อนและปรับปรุงรายงานตนเอง การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ส่งผลให้ผู้เรียนได้ระบุข้อสันนิษฐาน แปลงข้อมูลวิเคราะห์และแปลความข้อมูล และระบุเหตุผล นำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

พิชญ์สินี จักรแก้ว และคณะ (2560) ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน สามารถพัฒนาสมรรถนะดังกล่าวได้ โดยแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย การใช้สถานการณ์ที่มีความน่าสนใจ การอธิบายความหมายของคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ การใช้คำถามกระตุ้น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แยกแยะประเด็นปัญหาและเลือกปัญหาที่จะศึกษาด้วยตนเอง การลำดับขั้นตอนการทำกิจกรรมที่ชัดเจน การจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมที่เหมาะสมและบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนต้องมีความชัดเจน โดยบทบาทของครูผู้สอนในแต่ละขั้นตอนจะต้องเป็นผู้ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายและสอดคล้องต่อการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กุลธิดา ชนามุข (2561) ทำการศึกษาผลของแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า แนวทางที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้ ขั้นสร้างความสนใจ ครูควรใช้สถานการณ์ข่าวที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่ใกล้ตัวผู้เรียน ขั้นการค้นคว้า ครูควรมีการกำหนดบทบาทสมมติของบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ให้กับผู้เรียน ขั้นระดมความคิด ควรเน้นให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและให้เวลาผู้เรียนในการทำชิ้นงาน และขั้นการตัดสินใจ ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้โต้แย้งแนวทางการแก้ไขปัญหาของกลุ่มอื่นและกำหนดประเด็นการนำเสนอที่ชัดเจน เพื่ออธิบาย

เกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหา จนทำให้ผู้เรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดังกล่าว

สันติชัย อนุวรชัย (2561) ศึกษาการส่งเสริมสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า การใช้ระบบนิเวศจำลองร่วมกับการกระตุ้นด้วยการประเมินเสริมสร้างสมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จากการศึกษาแนวทางพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการแก้ไขปัญหา โดยเฉพาะปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวหรือผู้เรียนเกิดความสนใจจะช่วยกระตุ้นการสืบเสาะหาความรู้เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหา รวมทั้งการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์สำหรับการโต้แย้งในเชิงวิทยาศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาตัวเองในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ช่วยเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้

1.5 แนวทางการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จากการรวบรวมข้อมูลของ OECD และแหล่งข้อมูลต่างๆที่กล่าวถึงการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำเสนอเป็น 3 ประเด็นคือ 1.5.1 การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์, 1.5.2 พฤติกรรมบ่งชี้ในการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และ 1.5.3 ลักษณะข้อสอบในการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1.5.1 การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สำหรับการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา เมื่อพิจารณาข้อมูลจาก OECD (2016) ได้กำหนดประเด็นในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งให้ความสำคัญกับการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จึงมี 3 ประเด็นคือ 1.5.1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์, 1.5.1.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และ 1.5.1.3 บริบท ดังนี้

1.5.1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) อ้างถึงการประเมินใน PISA 2015 การประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Knowledge) ที่ PISA 2015 กำหนดไว้นั้นครอบคลุมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ด้านเนื้อหา 2) ความรู้ด้านกระบวนการ และ 3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวความคิดหลัก แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ โดยเลือกประเมินความรู้ในสาขาวิชาหลัก ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ทั้งนี้มีเกณฑ์การเลือกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน คือ เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง, แสดงให้เห็นถึงแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีที่สำคัญ และเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของผู้เรียนอายุ 15 ปี ขึ้นไป

2) ความรู้ด้านกระบวนการ(Procedural Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์และเป็นความรู้ในเรื่องการปฏิบัติและแนวความคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การตรวจสอบซ้ำเพื่อลดความผิดพลาดและความไม่แน่นอน การควบคุมตัวแปร และการมีกระบวนการมาตรฐานเพื่อนำเสนอและสื่อสารข้อมูล ลักษณะทั่วไปของความรู้ด้านกระบวนการที่จะทดสอบผู้เรียน ครอบคลุมถึง

- แนวคิดเรื่องตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
- แนวคิดเรื่องการวัด เช่น การวัดเชิงปริมาณ การวัดเชิงคุณภาพ การวัดตัวแปรการใช้มาตรวัด
- วิธีการประเมินและลดข้อผิดพลาด เช่น การทำซ้ำ และการเฉลี่ยผลจากการวัด
- กลไกที่ทำให้เกิดความน่าเชื่อถือในการทำซ้ำและความถูกต้องของข้อมูล
- การสรุปและนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตาราง กราฟ และแผนภูมิได้เหมาะสม
- วิธีการกำหนดและควบคุมตัวแปร และบทบาทของตัวแปรในการออกแบบการทดลอง
- ลักษณะของการออกแบบที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบในภาคสนาม หรือการสืบค้นข้อสนเทศจากแหล่งต่างๆ

3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (Epistemic Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับบทบาทและลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของสิ่งต่างๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เช่น คำถาม การสังเกต ทฤษฎี สมมติฐาน แบบจำลอง การอภิปรายโต้แย้ง การยอมรับรูปแบบที่หลากหลายในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และบทบาทในการตรวจสอบจากผู้อื่นที่ทำให้ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นน่าเชื่อถือ ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่จำเป็นต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

3.1) การสร้างและการระบุลักษณะของวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมถึง

- ธรรมชาติของการสังเกต ข้อเท็จจริง สมมติฐาน แบบจำลอง และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

- วัตถุประสงค์และเป้าหมายของวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายธรรมชาติของโลก ซึ่งต่างจากวัตถุประสงค์และเป้าหมายของเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการสร้างวิธีแก้ปัญหาที่ตรงตามความต้องการของมนุษย์ให้มากที่สุด จึงต้องพิจารณาถึงคำถามและข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยี

- คุณค่าของวิทยาศาสตร์ เช่น ความมุ่งมั่นในการตีพิมพ์ผลงาน การไม่เอาเรื่องส่วนตัวมาเกี่ยวข้อง และการขจัดอคติ

- ธรรมชาติของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอนุมาน การอุปมาน การข้อสรุปเพื่อหาคำอธิบายที่ดีที่สุด การเปรียบเทียบความคล้ายคลึง การใช้แบบจำลอง

3.2) ลักษณะที่ใช้ในการตัดสินความรู้ที่สร้างจากวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมถึง

- คำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ต้องได้รับการสนับสนุนจากข้อมูลและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

- บทบาทของการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้หลากหลายรูปแบบในการสร้างความรู้ กำหนดเป้าหมาย (เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและระบุรูปแบบ) และการออกแบบ (การสังเกต การควบคุมการทดลอง การวิจัยเชิงความสัมพันธ์)

- ความผิดพลาดในการตรวจวัดส่งผลต่อความเชื่อมั่นในความรู้วิทยาศาสตร์

- การใช้บทบาทและข้อจำกัดของแบบจำลองที่เป็นรูปธรรม แบบจำลองที่เป็นระบบ และแบบจำลองที่เป็นนามธรรม

- บทบาทของการทำงานแบบร่วมมือกัน การวิพากษ์วิจารณ์ และการตรวจสอบคุณภาพจากผู้อื่นในการสร้างความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการระบุถึงปัญหาทางสังคมและเทคโนโลยี

1.5.1.2 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

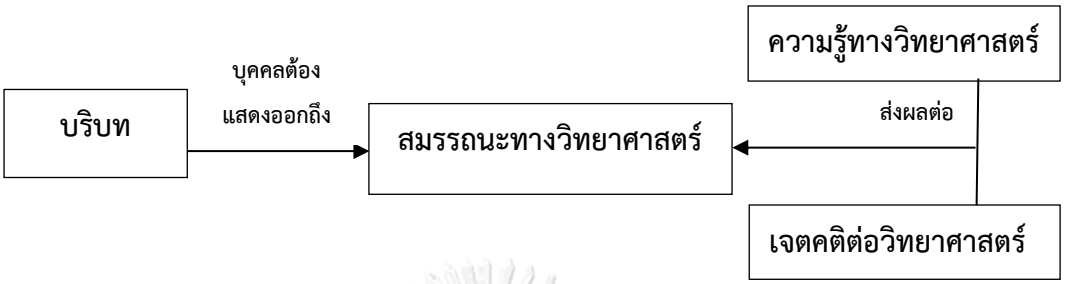
เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้เกิดความสนใจในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อตนเองโดยตรง เป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์คือการพัฒนาให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การส่งเสริม สนับสนุนวิทยาศาสตร์ หาความรู้ และใช้ความรู้อย่างเหมาะสม เพื่อประโยชน์ต่อตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ และสังคมโลก และนำไปสู่การพัฒนาการรับรู้ความสามารถในตนเองต่อไป

OECD (2016) กล่าวถึงการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ว่า ตั้งอยู่บนแนวคิดว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของคนต้องมีทั้งเจตคติ ความเชื่อแรงบันดาลใจ ความเชื่อในตนเอง การให้คุณค่า และแสดงออกด้วยการกระทำ PISA 2015 ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถาม และประเมินเจตคติในสามด้าน ได้แก่ (1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์ (2) การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และ(3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม

1.5.1.3 บริบท

สิ่งหนึ่งที่ PISA ให้ความสำคัญในการประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การใช้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ในการจัดการกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การเลือกวิธีการที่ใช้มักจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของประเด็นปัญหานั้น ปัญหาแบบเดียวกันแต่ถ้าอยู่ในสถานการณ์ที่ต่างกัน วิธีการที่เลือกใช้ก็จะต่างกัน ดังนั้นในการสร้างข้อสอบจึงมีการจัดสถานการณ์หรือจำกัดบริบทของภารกิจในการประเมิน ข้อคำถามของ PISA จะเป็นการทดสอบความรู้ความเข้าใจในแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาจากหลักสูตร เพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามเรื่องวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เช่น เกิดกับตัวเอง ครอบครัว หรือเพื่อน (บริบทระดับบุคคล) ประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อสังคม วัฒนธรรม สุขภาพ หรือชีวิตมนุษย์ (บริบทระดับสังคม) ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวในสื่อ หรือมีผลกระทบสืบเนื่องถึงสังคมโลกหรือต่อโลกอนาคต (บริบทระดับโลก) เป็นต้น บริบทรอบตัวของผู้เรียนอาจจะเป็นสถานการณ์ที่เป็นส่วนหนึ่งในโลกชีวิตจริงของผู้เรียน และไม่จำกัดอยู่เฉพาะสถานการณ์ในโรงเรียนเท่านั้น แต่จะเป็นสถานการณ์ที่อาจเกี่ยวข้องกับตัวเอง ครอบครัว ชุมชน หรือสถานการณ์ของโลกก็ได้ หรือแม้กระทั่งสถานการณ์ที่อยู่ในบริบทประวัติศาสตร์ก็สามารถนำมาใช้ประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและความก้าวหน้าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ (สสวท., 2561)

จากปัจจัยต่างๆ จะส่งผลให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สามารถพิจารณาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังรูปต่อไปนี้



ภาพที่ 3 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1.5.2 พฤติกรรมบ่งชี้ในการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จากการสังเคราะห์องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) ในหัวข้อที่ 1.2 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ นั้น พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มี 3 องค์ประกอบย่อย คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์, 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสรุปพฤติกรรมของผู้เรียนที่บ่งชี้ถึง 3 องค์ประกอบย่อยดังกล่าว สำหรับเป็นแนวทางในการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) เป็นความสามารถในการรับรู้และอธิบายความเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีได้ โดยผู้เรียนจะต้องมีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

1.1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

1.2) ระบุ ใช้ และสร้างตัวแบบ และนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย

1.3) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย

1.4) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้

1.5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) เป็นความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนจะต้องมีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

2.1) สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

2.2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหา สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

2.5) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) เป็นความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดยผู้เรียนจะต้องมีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

3.1) แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

3.2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป

3.3) ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

3.4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น

3.5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

1.5.3 ลักษณะข้อสอบในการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาข้อสอบในการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งของ PISA และแหล่งข้อมูลต่างๆพบว่า ลักษณะของข้อสอบในการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ควรเป็นลักษณะข้อสอบที่หลากหลาย มีบริบทของสถานการณ์ ซึ่งอาจจะเป็นข้อความ ตาราง กราฟ แผนภาพ หรือรูปภาพ (OECD, 2013) ซึ่งอาจจะมีคำถามมากกว่า 1 ข้อในแต่ละหน่วย โดยแต่ละหน่วยจะต้องมีการประเมินครบทุกองค์ประกอบหรือเกือบครบทุกองค์ประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะของข้อสอบในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อาจเป็นได้ 4 แบบ คือ 1) แบบเลือกตอบ (simple multiple choice) 2) แบบเลือกตอบเชิงซ้อน (complex multiple choice) 3) แบบเขียนตอบปลายปิด (closed constructed response) 4) แบบเขียนตอบปลายเปิด (open constructed response) (สสวท., 2561) โดยอาจจะเน้นไปที่ข้อสอบแบบเลือกตอบซึ่งให้ผู้เรียนเลือกตัวเลือกที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งตัวเลือกจากสี่ตัวเลือก สำหรับข้อสอบแบบเลือกตอบเชิงซ้อน ผู้เรียนต้องเลือกใช้ตัวเลือกหลายตัวประกอบกัน แบบเขียนตอบปลายปิด ผู้เรียนต้องเขียนคำตอบสั้น ๆ หรือในลักษณะของการเติมคำ และแบบเขียนตอบปลายเปิดที่ให้ผู้เรียนสามารถเขียนตอบได้อย่างอิสระ (พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์, 2556) โดยสรุปแล้วสิ่งที่จะส่งผลให้เกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และบริบทที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีลักษณะข้อสอบที่หลากหลายมีทั้งข้อสอบปรนัยและข้อสอบอัตนัย

จากการสังเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยให้ความสนใจกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากเป็นสภาพปัญหาที่พบและเป็นการแสดงถึงการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนและมีความเชื่อมโยงกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถสังเคราะห์ได้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ การมีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะและกระบวนการหาความรู้และอธิบายได้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ สามารถออกแบบกระบวนการหาความรู้และประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสมโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ คิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ใฝ่รู้และตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์, 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาพฤติกรรมบ่งชี้ตามองค์ประกอบ พบว่า ทั้ง 3 องค์ประกอบมีความสอดคล้องกันและเชื่อมโยงกัน สามารถพัฒนาไปพร้อม ๆ กันได้ โดยออกแบบเครื่องมือวัดที่มีลักษณะข้อสอบที่หลากหลายที่มีทั้งข้อสอบปรนัยและข้อสอบอัตนัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีประเด็นในการนำเสนอ 4 ประเด็น ได้แก่ 2.1 ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์, 2.2 ประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์, 2.3 แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และ 2.4 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ในแต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Stenhouse (1970) กล่าวว่าประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ (Controversial issues) แต่ไม่ใช่ทุกประเด็นที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ ต้องเป็นประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ ซึ่งมันเกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกี่ยวกับความแตกต่างทางการปฏิบัติของบุคคล

Kuhn (1991) และ Ratcliffe and Grace (2003) กล่าวถึงความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สอดคล้องกันว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่ถกเถียงกันในสังคมเนื่องมาจากความแตกต่างด้านความคิดเห็นและเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม การเมือง เศรษฐศาสตร์ จำเป็นต้องมีความพยายามหาคำตอบที่เป็นไปได้ และมีการให้เหตุผลทางค่านิยมหรือจริยธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Zeidler and Nichols (2009) กล่าวถึงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้สนทนา อภิปราย หรือโต้แย้งกัน ซึ่งจะต้องเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสังคมหรือความกังวลด้านศีลธรรม และมีข้อสรุปที่เป็นไปได้ โดยประเด็นเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่นำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการใช้เหตุผลในการตัดสินและทำความเข้าใจข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง

Sadler (2011b) กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่มีการถกเถียงกันในสังคมซึ่งประเด็นนี้จะเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นปัญหาและถูกระบุด้วยคำถามปลายเปิดโดยไม่ได้มีคำตอบหรือข้อสรุปที่ชัดเจน ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่สามารถมีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ โดยข้อสรุปหรือคำตอบของปัญหาอาจได้มาจากหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และต้องเป็นประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้อง

หรือได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางสังคม อาทิ การเมือง เศรษฐกิจ หรือศีลธรรม ซึ่งประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมอาจเป็นประเด็นที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์ วิกฤติด้านสภาพแวดล้อม เป็นต้น

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2551) กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ คือ สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังถกเถียงในสังคม อันเนื่องมาจากความแตกต่างด้านความคิดเห็นที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และมาจากความไม่สมบูรณ์ของหลักฐานและเกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม การเมือง เศรษฐศาสตร์ ศาสนา มักมีโครงสร้างไม่ชัดเจน เป็นคำถามปลายเปิด มีความซับซ้อนและประกอบด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหาต่อเนื่อง

พิชญา ศิลาม่อม (2561) กล่าวถึงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ว่าเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่มีการถกเถียงหรือให้ความสนใจในสังคม ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลทางสังคม วัฒนธรรม รวมทั้งศีลธรรมมาอธิบายหรือลงข้อสรุป ซึ่งข้อสรุปนั้นอาจไม่ได้มีเพียงคำตอบเดียว แต่มีความหลากหลายตามบริบทของสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์นี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และตัดสินใจรวมทั้งโต้แย้งอย่างมีเหตุผล

โดยสรุปคือ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ คือ สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังถกเถียงในสังคมหรือให้ความสนใจในสังคม อาจเป็นปัญหาที่สามารถมีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ โดยข้อสรุปหรือคำตอบของปัญหาอาจได้มาจากหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 ประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ การคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญ ประเด็นทางสังคมดังกล่าวจะต้องกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เป็นประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคม มีหลายมิติและเป็นที่ถกเถียงในสังคม ผู้วิจัยจึงรวบรวมข้อมูลของนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อศึกษาว่า ประเด็นใดบ้างที่นักการศึกษาคัดเลือกมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังนี้

Stenhouse (1970) กล่าวถึงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้ในชั้นเรียนเป็นประเด็นประเด็นที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ (controversial issues) อาจจะเกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกี่ยวกับความแตกต่างทางการปฏิบัติของบุคคลหรือกลุ่มคน เช่น ประเด็นการแต่งงานของเกย์ (Gay marry) ซึ่งเกี่ยวข้องกับมิติทางสังคม

Simonneaux (2001) ทำการวิจัยโดยใช้การแสดงบทบาทสมมติหรือการอภิปรายเพื่อส่งเสริมการโต้แย้งของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ คือ การดัดแปลงพันธุกรรม

Ratcliffle and Grace (2003) กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่ไม่ข้อสรุปที่ชัดเจนและเกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม การเมือง เศรษฐศาสตร์ รวมทั้งค่านิยมและการให้เหตุผลทางจริยธรรม โดยยกตัวอย่างประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ เช่น อาหารดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically modified food) พลังงานนิวเคลียร์และกากนิวเคลียร์ (Nuclear energy and nuclear waste) งานวิจัยด้านสเต็มเซลล์ (Stem cells research) การบำบัดด้วยยีน (Gene therapy) เป็นต้น

Kolsto (2006) กล่าวถึงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นประเด็นที่ขาดความสอดคล้องด้านความคิดเห็นในชุมชนทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุป เช่น ประเด็นภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นประเด็นทางสังคมที่นักวิทยาศาสตร์และคนในสังคมต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ในการอธิบาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Fowler, Zeidler, & Sadler (2009) ทำการวิจัยในการศึกษาความอ่อนไหวทางศีลธรรมในบริบทของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในนักเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ประเด็นทางสังคมเรื่อง การดัดแปลงพันธุกรรม และการโคลนนิ่ง

Zeidler, Sadler, Applebaum, & Callahan (2009) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการตัดสินใจอย่างไตร่ตรอง (reflective judgment) ในการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยประเด็นทางสังคมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ การปลูกถ่ายอวัยวะการใช้กัญชา มาตรการการเติมฟลูออไรด์ในน้ำ การวิจัยเซลล์ต้นกำเนิด การการุณยฆาต ปัญหาคุณภาพชีวิต อาหารฟาสต์ฟู้ด

Lee, Chang, Choi, Kim, & Zeidler (2012) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาคุณลักษณะและค่านิยมสำหรับพลเมืองโลก: การวิเคราะห์เหตุผลทางศีลธรรมของนิสิตที่จะเป็น

ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์โดยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งประเด็นทางสังคมที่ใช้ในการวิจัย คือ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเนื่องมาจากการพัฒนาอุตสาหกรรม การวิจัยเซลล์ต้นกำเนิด

Lee & Grace (2012) ทำการศึกษาเรื่อง การใช้เหตุผลและการตัดสินใจของผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ กรณีการเปรียบเทียบข้ามบริบท (A cross context comparison) โดยใช้ประเด็นทางสังคมในการจัดการเรียนรู้คือ การฆ่าสัตว์พาหะเพื่อป้องกันการกระจายของโรค

Lee, Yoo, Choi, Kim, Krajcik, Herman, & Zeidler (2013) ทำการศึกษาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมอุปนิสัยและคุณค่าของพลเมืองโลกของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา โดยประเด็นทางสังคมที่ใช้คือ การดัดแปลงพันธุกรรม

Presley et al. (2013) กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ว่าครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นจริยธรรมที่เกี่ยวข้อง โดยยกตัวอย่างประเด็นคือ ประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ครูควรให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับความจำเป็นที่ต้องดูแลโลก

Saunders & Rennie (2013) ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสำหรับการสืบสอบทางจริยธรรม (ethical inquiry) ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาโดยใช้ประเด็นทางสังคมในการจัดการเรียนรู้ คือ ภาวะโลกร้อน การดัดแปลงพันธุกรรม การการุณยฆาต การตรวจคัดกรองทางพันธุกรรม การปฏิสนธิเทียม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Yap (2014) ทำการศึกษา เรื่อง ความเชื่อ ค่านิยม จริยธรรม และเหตุผลทางศีลธรรมในการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ โดยใช้ประเด็นทางสังคม คือ การดัดแปลงพันธุกรรม

Berne (2014) ทำการศึกษา เรื่อง การให้เหตุผลทางจริยธรรมเมื่อกล่าวถึงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในเรื่องของเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งใช้ประเด็นทางสังคม เรื่อง โคลนนิ่ง การออกแบบทารก

Gutierez (2015) ทำการศึกษาเกี่ยวกับภาระทางปัญญา (Cognitive Load) ที่ขัดขวางการตัดสินทางศีลธรรมของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้ประเด็นทางสังคมเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพ และการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม

Karahan & Roehrig (2017) ทำการศึกษาความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้ประเด็นทางสังคม คือ การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม

Jafari & Meisert (2019) ทำการวิจัย เรื่อง การใช้แหล่งข้อมูลสำหรับการโต้แย้งของผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการให้เหตุผลและกระบวนการเจรจา (indirectly instructed reasoning and negotiation processes) ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้ประเด็นทางสังคม คือ การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม

ประสาท เนืองเฉลิม (2551) ได้สรุปประเด็นทางสังคมในสภาวะปัจจุบันที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นประเด็นที่พบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การโคลนนิ่ง เซลล์ต้นกำเนิด สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม หรือจีเอ็มโอ ภาวะโลกร้อน หรือพลังงานทางเลือก

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558) ทำการศึกษาประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำตัวอย่างหรือกรณีศึกษาประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมที่เกิดขึ้นจริงในบริบทใกล้ตัวของผู้เรียน โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมคือ กรณีศึกษาเขื่อนแม่วงก์

ณัฏฐ์พธู เสริมสุข และคณะ (2558) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หัวข้อชีวิตกับสิ่งแวดล้อมโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับชีวิตและสิ่งแวดล้อมในชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อัศวิน ธนะปัด (2558) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหน่วยงานการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เป็นข่าวเหตุการณ์ปัจจุบันในหนังสือพิมพ์ คือ “ข่าวต่อต้านการสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินที่กระบี่”

อุไรวรรณ ไชยช่วย และประยุกต์ ศรีวิไล (2558) เปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์จากการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีวิทยาศาสตร์และวิธีปัญหาเป็นฐานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน โดยประเด็นที่ใช้คือ การอุ้มบุญ การสร้างอวัยวะจากเซลล์ต้นกำเนิด และ การใช้สารเคมีในการเกษตร

กฤษฎา ทองประไพ และคณะ (2559) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยจะประเด็นทางสังคมในการถามผู้เรียนคือ “ผู้เรียนเห็นด้วยหรือไม่กับข้อความที่กล่าวว่ากินอาหารฟังก์ชันแทนอาหารหลักได้”

สุคนธา โคตรโสภา และคณะ (2559) เปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐานและวิธีวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนชีววิทยาต่างกัน โดยเลือกประเด็นในสังคม คือ “การปลูกถ่ายอวัยวะ”, “การโคลนนิ่ง” และ “การทำแท้ง”

ชรินทร์ทิพย์ ศุขศาสตร์ และคณะ (2560) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและเจตคติต่อชีววิทยา ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ในประเด็นเกี่ยวกับ “สารอินทรีย์, คาร์โบไฮเดรต,โปรตีน, ลิพิด, วิตามินและกรดนิวคลีอิก” และประเด็นทางสังคมเกี่ยวกับ “ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต”

วรวรรณ พันธุ์ปรีดา (2560) ทำการวิจัยเรื่อง ฉันจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมการลงมือปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยใช้ประเด็นทางสังคมเรื่อง “ผลกระทบของการรับประทานเนื้อสัตว์ต่อระบบนิเวศ” ในเรื่อง ระบบนิเวศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิภา อาสิงสมานันท์ และคณะ (2560) ทำการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนามโนทัศน์เรื่อง พันธุศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เรื่อง พันธุศาสตร์ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การจำลองดีเอ็นเอ มีการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมคือ “บุหรี่ไฟฟ้าก่อให้เกิดมะเร็งหรือไม่”แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ดีเอ็นเอกับการสังเคราะห์โปรตีน มีการโต้แย้งแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในประเด็นทางสังคม คือ “การใช้ยีนบำบัดโรคนั้นเหมาะสม

แล้วหรือยัง” และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม มีการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคม คือ “คิดอย่างไรกับร่าง พ.ร.บ. จีเอ็มโอ”

มยุรี คำโสภา และคณะ (2561) ทำการเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐานกับวัฏจักรการเรียนรู้7 ขั้นที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิจารณญาณของผู้เรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน โดยประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ได้แก่ “พืช GMO”, “การปลูกถ่ายอวัยวะ”, “พลังงานทางเลือก(จากมันสำปะหลัง)” และ“การทำแท้ง”

ภาวิณี รัตนคอน (2561) รายงานการวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาแบบวัดทักษะการโต้แย้งในหน่วยการเรียนรู้ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (ฝ่ายมัธยม) โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องที่ 1 “เขื่อนสร้างหรือทำลายชีวิต” เรื่องที่ 2 “คุณภาพชีวิตของประชากร” เรื่องที่ 3 “ภัยจากเทคโนโลยี”

สุรีย์วัลย์ พันธุระ และสุมาลี ชูกำแพง (2561) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเลือกใช้ประเด็นทางสังคมเรื่อง “การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ”

อรณิชา หงษ์เกิด และคณะ (2561) ทำการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ประเด็นทางสังคม เรื่อง “การทำหมันสัตว์” ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ในประเด็นที่ว่า “สัตว์ที่ทำหมันจะมีสุขภาพดีกว่าสัตว์ที่ไม่ทำหมัน” เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์และสืบค้นข้อมูลว่า ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนใดที่มีความเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำหมันสัตว์

ปัทวรรณ จำปาทอง (2562) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ โดยจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต และใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์คือ การรับประทานอาหารเจ ซึ่งตั้งประเด็นคำถามว่า “แฟชั่นอาหารเจรูปสัตว์ กินแล้วได้บุญจริงหรือไม่”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พิชญา ศิลาม่อม และฤดีรัตน์ ชุษณะโชติ (2562) ทำการศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้ประเด็นทางสังคม เรื่อง “ความจำเป็นของการรับประทานผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร” ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับสารอาหาร และใช้ประเด็นทางสังคมเรื่อง “บุหรี่ไฟฟ้า” “ยาจากเลือดของสัตว์ทดลอง” “การขายอวัยวะ (ไต)” และ “การอุ้มบุญ” เรื่อง ระบบต่างๆของมนุษย์และสัตว์

วีระชน ผดุงกิจนิรันดร์ (2562) ทำการวิจัยเพื่อการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงและวัฏจักรชีวิตของพืชดอก โดยใช้ประเด็นทางสังคม คือ “การใช้สารเคมีป้องกันศัตรูพืชที่อาจมีผลทำให้เกิดปรากฏการณ์ล่มสลายของรังผึ้ง”

ภูษณิศา สุวรรณศิลป์ และชนินันท์ พฤกษ์ประมูล (2563) ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เรื่อง บั้งไฟพญานาค โดยอาศัยเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจเรื่อง “บั้งไฟพญานาค” ซึ่งเป็นประเด็นที่ยังไม่มีข้อสรุป

จากการศึกษาประเด็นทางสังคมที่นักวิจัยและนักการศึกษานำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศนั้นพบว่าส่วนใหญ่เป็นประเด็นทางสังคมที่มีทั้งมิติทางวิทยาศาสตร์และมิติทางจริยธรรม เป็นประเด็นที่มีการถกเถียงกันในสังคมหรือสังคมให้ความสนใจ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด มีความซับซ้อน ซึ่งเป็นประเด็นที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ นักวิจัยและนักการศึกษาส่วนใหญ่จะนำประเด็นทางสังคมเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม การดัดแปลงพันธุกรรม ระบบต่าง ๆ ของมนุษย์และสัตว์ และประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับชีวิตและสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานและลักษณะของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ ซึ่งมีนักการศึกษากล่าวได้ดังนี้

แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ได้รับการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศอังกฤษ และประเทศอุตสาหกรรมต่างๆ ตั้งแต่ก่อน

ปี 1970 (Jenkins,2006) ซึ่งแนวคิดนี้มีที่มาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology, and Society, STS approach) ที่เน้นการนำประเด็นที่อยู่ในความสนใจของประชาชนมาบูรณาการด้านสังคม สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี เข้าไปในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Solomon and Thomas,1999) ต่อมาได้เกิดกระแสความตระหนักเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม นักการศึกษาจึงเพิ่มจุดเน้นด้านสิ่งแวดล้อมเข้าไปในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรียกว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology, Society and Environment , STSE approach) ซึ่งนิยมใช้อย่างแพร่หลายในแคนาดา (Aikenhead,2000) ซึ่งทั้งสองแนวคิดนี้ไม่ได้เน้นการสนทนาและโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานของการตัดสินใจและจริยธรรม จึงมีการผลักดันการนำประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชั้นเรียนโดยพัฒนาศักยภาพในการโต้แย้งและการตัดสินใจภายใต้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และหลักคุณธรรมจริยธรรม (ศศิเทพ,2558; Sadler, 2004; Zeidler et al.,2002) จึงพัฒนามาเป็นแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นว่าการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จะต้องครอบคลุมทั้งด้านองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ อีกทั้งจากการสังเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อที่ 1 พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วยังต้องมีการตัดสินใจอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ด้วย แต่ในสังคมปัจจุบันมีมุมมองที่หลากหลายทั้งสังคมและจริยธรรม ดังนั้นผู้เรียนควรมีการตัดสินใจที่มองในมิติของจริยธรรมด้วย ผู้วิจัยจึงเห็นความเหมาะสมของแนวคิด SSI ต่อการนำไปใช้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Zeidler and Schafer (1984) กล่าวถึงแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ว่า เป็นแนวคิดที่เป็นลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ทำให้ผู้เรียนมีเหตุผลเชิงจริยธรรมในการตัดสินประเด็นปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้

Stein (1998) ได้กล่าวว่าแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะการเรียนรู้ที่มีการนำการเรียนรู้ในบริบทจริงไปใช้จะเป็นชั้นเรียนที่มีการนำสถานการณ์เป็นสิ่งกระตุ้นและนำผู้เรียนไปสู่กิจกรรมการแก้ปัญหาจากสถานการณ์นั้น โดยครูจะมีการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) เพื่อให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจในสถานการณ์นั้น รวมทั้งทำให้ผู้เรียนได้รับทักษะที่จำเป็นในชั้นเรียน ซึ่งครูได้เปลี่ยนบทบาทจากผู้ถ่ายทอดเนื้อหาเป็นผู้อำนวย

ความสะดวกซึ่งทำการติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน มีการกระตุ้นการสะท้อนคิดให้เกิดขึ้น และให้ความช่วยเหลือในการทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะที่จำเป็น

Sadler (2004) กล่าวว่า แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) มีลักษณะคล้ายกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology, and Society (STS) approach) และแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (Science, Technology, Society, and Environment (STSE) approach) แต่ SSI แตกต่างตรงที่มีการศึกษาจริยธรรมในบุคคลและการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม มีกระบวนการเรียนรู้ที่คำนึงถึงมิติทางจริยธรรมของวิทยาศาสตร์ เหตุผลเชิงจริยธรรมในการตัดสินใจ

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) กล่าวว่า แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีทฤษฎีทางการศึกษาที่เป็นฐาน คือทฤษฎีการเรียนรู้ในบริบทจริง (Situated Learning) เป็นการเรียนรู้ในบริบทจริงเป็นแนวคิดทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมาโดย Jean Lave และ Etienne Wenger เมื่อช่วงทศวรรษที่ 1990 โดยมีฐานการพัฒนามาจากงานของ Dewey, Vygotsky และนักการศึกษาอื่นๆ

ณัฏฐ์พธู เสริมสุข (2558) กล่าวถึง แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นทางสังคมเป็นจุดเริ่มต้น โดยลักษณะสำคัญของประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สามารถพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

1) เป็นประเด็นข้อโต้แย้งทางสังคมที่เกิดจากการมีความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันในเรื่องของแนวคิดหรือวิธีการ

2) เป็นประเด็นที่มีความซับซ้อน มีความเกี่ยวข้องหรือส่งผลกระทบในหลายๆ ด้านทั้งในด้านวิทยาศาสตร์และด้านอื่นๆ เช่น สังคม เศรษฐกิจ การเมือง

3) เป็นประเด็นที่เป็นคำถามปลายเปิด ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน คำตอบอาจมีได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับทัศนคติ หรือความคิดเห็นส่วนตัวของผู้ตอบคำถาม

4) เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับ แต่ละคนอาจมีการตอบสนองต่อประเด็นนั้นๆ แตกต่างกันออกไป เนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิด สังคม และวัฒนธรรม

5) เป็นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม หรือการประเมินเกี่ยวกับจริยธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปได้ว่า แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการนำประเด็นปัญหาในสังคม สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังถกเถียงในสังคมหรือให้ความสนใจในสังคม ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่สามารถมีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ โดยข้อสรุปหรือคำตอบของปัญหาอาจได้มาจากหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ มาเป็นจุดเริ่มต้นทำให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อมาแสดงเหตุผลบนฐานของวิทยาศาสตร์ สังคมและจริยธรรม

2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ระบุถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ครูได้จัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อให้เห็นกระบวนการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนมากขึ้น ผู้วิจัยจึงทำการรวบรวมขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของนักการศึกษาที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายเพื่อสังเคราะห์ลักษณะของกระบวนการและหลักการของการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

Levinson (2003) สร้างโมเดลการสอนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1) ขั้นการเตรียมการ ผู้สอนควรมีการเตรียมประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่างๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ขั้นพัฒนาทักษะ ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นใช้ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล ความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การลงข้อสรุป และนำเสนอข้อมูลจำนวนมาก

3) ขั้นการอภิปราย ผู้เรียนต้องทราบรายละเอียดหรือข้อมูลต่างๆเพื่อนำไปสู่การมีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นเหล่านั้น ผู้สอนไม่ชักจูงผู้เรียน วางตัวเป็นกลาง และคอยให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

4) ขั้นประเมิน เป็นขั้นที่ผู้เรียนควรมีโอกาสในการลงความเห็น มีเหตุผลมาสนับสนุน และสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษา เพื่อหาข้อยุติแม้ว่าจะไม่มีคำตอบที่ถูกต้องก็ตาม

Eilks (2010) ได้สร้างโมเดลการสอนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นคือ

1) วิเคราะห์ปัญหา ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนได้รับการนำเสนอประเด็นที่น่าสนใจด้วยสื่อหรือยุทธวิธีอื่นๆที่นำเสนอความจริง และเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

2) ทำให้เกิดความชัดเจนด้วยวิทยาศาสตร์ ครูช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์ที่อยู่ภายใต้ประเด็นที่นำมาวิเคราะห์

3) กลับมาเน้นที่ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์อีกครั้งผู้เรียนพยายามทำความเข้าใจประเด็นและความสัมพันธ์กับปัญหาทางสังคมหรือประเด็นที่ยังหาข้อยุติไม่ได้

4) ให้งานการแสดงบทบาทสมมติ ผู้เรียนสมมติบทบาทในการมีส่วนร่วมบทบาทเหล่านี้อาจเกี่ยวกับการแบ่งฝ่ายเพื่อโต้วาที หรือสร้างสื่อเพื่อนำเสนอเกี่ยวกับประเด็นปัญหา

5) กิจกรรมสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความคิด ผู้เรียนได้รับการสนับสนุนให้สะท้อนความคิดเกี่ยวประสบการณ์ทั้งหมดเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐาน

ประสาท เนืองเฉลิม (2551) ได้ระบุขั้นตอนสำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ขั้นตอน

1) ขั้นค้นหาประเด็นปัญหา

2) ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ

3) ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา

4) ขั้นวางแผนการแก้ไขประเด็นปัญหา

5) ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้

6) ขั้นประเมินผล

พินิจ ขำวงษ์ (2551) ได้สรุปการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการเตรียมตัวก่อนการสอน ผู้สอนต้องเตรียมตัวในการสำรวจค้นคว้าจากสื่อต่างๆ สำรวจว่ามีประเด็นใดที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหา โดยผู้สอนอาจรวบรวมข้อมูลที่ได้เป็นคลังข้อมูลสำเร็จรูปหรืออาจให้เป็นแหล่งเอกสารอ้างอิงสำหรับผู้เรียนในการค้นคว้า

2) ขั้นการพัฒนาทักษะที่จำเป็น ผู้สอนควรพัฒนาทักษะที่สำคัญให้กับผู้เรียนหรือการให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทักษะที่ผู้เรียนควรได้พัฒนา เช่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การอ่านจับใจความ การวิเคราะห์ การจำแนกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็น การจำแนกสิ่งที่รู้แล้วและสิ่งที่จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติม การค้นคว้าหาแหล่งข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ การเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลหรือสรุปข้อมูลที่เหมาะสมให้อธิบายชัดเจน

3) ขั้นการอภิปรายแสดงความคิดเห็น ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่ผู้เรียนต้องกระทำในการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษาก่อนจึงจะสามารถอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นได้อย่างถูกต้อง ผู้สอนคอยชี้แนะแนวทางแก่ผู้เรียนในการค้นคว้าหาข้อมูล และแสดงบทบาทในการดูแลการอภิปรายให้เป็นไปในทางที่ให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น

4) ขั้นการประเมินผล ผู้เรียนควรมีโอกาสได้ลงความคิดเห็น ให้เหตุผลในการตัดสินใจของตนเองเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษา และไม่มีคำตอบหรือทางออกใดที่ถูกต้องหรือผิดทั้งหมด ดังนั้นผลที่สำคัญคือ คุณภาพของแหล่งข้อมูล ความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบและกระบวนการซึ่งการได้มาของคำตอบ

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปโดยการปรับปรุงโมเดลของ Levinson (2003) ไว้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการเตรียมการและนำเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนต้องมีการเตรียมประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลหรือสื่อต่างๆ เพื่อดูว่ามีประเด็นใดที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสอน และมากระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและพัฒนาทักษะ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา ข้อมูลที่รู้แล้วและข้อมูลที่ต้องสืบค้นเพิ่มเติม ซึ่งผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นใช้ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

3) ขั้นการอภิปราย ผู้เรียนต้องทราบรายละเอียดหรือข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปสู่การมีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวโดยมีหลักฐานหรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุน โดยผู้สอนคอยให้คำปรึกษาและต้องวางตัวเป็นกลางเพื่อให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

4) ขั้นประเมิน เป็นขั้นที่ผู้เรียนควรมีโอกาสในการลงความเห็น และมีเหตุผลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์มาสนับสนุนในการตัดสินใจเพื่อหาข้อยุติได้ โดยคำตอบที่ได้อาจจะถูกต้องทั้งหมดหรือไม่ก็ได้

ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ที่กล่าวไว้ข้างต้นมาสังเคราะห์ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการเรียนรู้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์	Levinson (2003)	Eilks (2010)	ประสาท (2551)	พินิจ (2551)	ศศิเทพ (2558)	ความสอดคล้อง
ขั้นการเตรียมการ	/		/	/	/	/
ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ			/			
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน		/			/	
ขั้นวิเคราะห์ปัญหา		/	/		/	
ขั้นพัฒนาทักษะ	/	/	/	/	/	/
ขั้นการอภิปราย	/	/	/	/	/	/
ขั้นประเมิน	/		/	/	/	/

จากตารางที่ 1 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย จะเห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในแต่ละรูปแบบมีความสอดคล้องกันและไปในทิศทางเดียวกัน ทุกรูปแบบจะเน้นไปที่การพัฒนาทักษะของผู้เรียนและการอภิปรายความรู้ร่วมกัน รวมทั้งการเตรียมการ ซึ่งเป็นการเตรียมประเด็นทางสังคมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้วิจัยเห็นลักษณะของการนำแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ชัดเจนขึ้น ซึ่งผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์โดยมีหลักและกระบวนการ คือ เริ่มต้นจากการเตรียมการ ซึ่งผู้สอนต้องมีการเตรียมประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลหรือสื่อต่างๆ มากระตุ้นความสนใจของ และพัฒนาทักษะของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะถูกใช้กระบวนการกลุ่มในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา ข้อมูลที่รู้แล้วและข้อมูลที่ต้องสืบค้นเพิ่มเติม

ซึ่งผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา จากนั้นเป็นการอภิปราย โดยผู้เรียนจะอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวโดยมีหลักฐานหรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุน โดยผู้สอนคอยให้คำปรึกษาและต้องวางตัวเป็นกลางเพื่อให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น และสุดท้ายคือการประเมิน โดยผู้เรียนลงความเห็น และมีเหตุผลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์มาสนับสนุนในการตัดสินใจเพื่อหาข้อยุติได้ โดยคำตอบที่ได้อาจจะถูกต้องทั้งหมดหรือไม่ถูกต้องก็ได้ เนื่องจากสิ่งสำคัญคือ ความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบหรือข้อสรุปและหลักฐานประกอบข้อสรุปนั้น และกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปนั้น โดยครูเป็นผู้เพิ่มเติมและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

จากการสังเคราะห์ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการนำประเด็นปัญหาในสังคม เหตุการณ์ที่เป็นที่สนใจหรือกำลังถกเถียงในสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน มีมุมมองที่หลากหลาย มีบริบทใกล้ตัวผู้เรียนหรือเกี่ยวข้องกับผู้เรียน มาเป็นจุดเริ่มต้นทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการแสวงหาความรู้ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อมาโต้แย้งและแสดงเหตุผลบนฐานของวิทยาศาสตร์ สังคม และจริยธรรม จนได้คำตอบที่มาจากหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ โดยหลักและกระบวนการจัดการเรียนรู้เริ่มต้นจากการเตรียมการ ซึ่งผู้สอนต้องมีการเตรียมประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จากแหล่งข้อมูลหรือสื่อต่าง ๆ มากระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและพัฒนาทักษะของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะถูกใช้กระบวนการกลุ่มในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา เช่น ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา จากนั้นผู้เรียนจะอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวโดยมีหลักฐานหรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุน โดยผู้สอนคอยให้คำปรึกษาและต้องวางตัวเป็นกลางเพื่อให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น และสุดท้ายผู้เรียนจะลงความเห็น โดยมีเหตุผลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์มาสนับสนุนในการตัดสินใจเพื่อหาข้อยุติได้ ซึ่งคำตอบที่ได้อาจจะถูกต้องทั้งหมดหรือไม่ถูกต้องก็ได้ จะให้ความสำคัญต่อความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบหรือข้อสรุปและหลักฐานประกอบข้อสรุปนั้น และกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปนั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสังเคราะห์หลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) การใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังถกเถียงหรือให้ความสนใจในสังคมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบทำให้เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

2) การรวบรวมข้อมูล โต้แย้ง หรืออภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมโดยใช้ความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์และมิติอื่น ๆ เช่น สังคม เศรษฐกิจ จริยธรรม ทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3. การมีส่วนร่วมในระหว่างการหาข้อสรุปที่อาจเป็นไปได้หลายคำตอบหรือไม่มีคำตอบที่แน่นอน โดยมุ่งเน้นถึงกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปนั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่จำเป็น ได้แก่ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการตีความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา

จากการสังเคราะห์หลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่า หลักการของแนวคิดดังกล่าวเป็นการใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนอภิปรายข้อมูลโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ และให้ความสำคัญกับกระบวนการในการหาข้อสรุปของผู้เรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อย่างมาก เนื่องจากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์คือการที่ผู้เรียนจะต้องอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ซึ่งอาจหมายถึงการอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคมหรือในชีวิตประจำวันได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนจะมีการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้นั้นจะต้องมีกระบวนการสืบค้น อภิปราย หาหลักฐานต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์และประเมินข้อมูลได้ อีกทั้งการมุ่งเน้นไปที่กระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปยังแสดงให้เห็นถึงกระบวนการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์นั้นเอง ดังนั้นจะเห็นว่าแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีความเชื่อมโยงและสอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จึงมีความเป็นไปได้ที่แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อีกทั้งผู้วิจัยได้ข้อค้นพบว่า แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นการบูรณาการเหตุการณ์จริงในสังคมกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีการสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ในชั้นเรียนเท่านั้น ยังขาดการที่ผู้เรียนจะได้นำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปต่อยอดหรือนำองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างสรรค์เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าว ซึ่งจะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้นำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดเป็นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการคัดประเด็นทางสังคมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จึงทำการสังเคราะห์เกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคมและตัวอย่างประเด็นทางสังคมแล้วนำไปดำเนินการสนทนากลุ่มกับผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นต่อไป

3. กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนซึ่งนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ จึงทำการศึกษากระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ตามกระกระบวนการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ มีทฤษฎี แนวคิด รูปแบบ วิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่หลากหลายซึ่งมีลักษณะเด่นตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงศึกษาข้อความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีประเด็นนำเสนอ 3 ประเด็น ได้แก่ 3.1 ความหมายของกระบวนการเรียนการสอน, 3.2 ลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์, 3.3 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 ความหมายของกระบวนการเรียนการสอน

ในการศึกษากระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของกระบวนการเรียนการสอนโดยทั่วไปเพื่อเป็นพื้นฐานความเข้าใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของกระบวนการเรียนการสอนในประเด็นดังกล่าวดังนี้

Good (1973) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนว่า กระบวนการเรียนการสอนหมายถึง วิธีการเรียนการสอนที่นำไปใช้เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือผลการเรียนรู้ตามที่ต้องการ

Reigluth (1983) ให้นิยามกระบวนการเรียนการสอนคือ เป็นขั้นตอนในการดำเนินการเรียนการสอนที่ครูกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้รับพัฒนาความสามารถของตนเองตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนนั้น

ทิศนา แขมมณี (2544) ให้ความหมายของกระบวนการเรียนการสอนว่า กระบวนการเรียนการสอนเป็นขั้นตอนหลักและวิธีการดำเนินการที่สนับสนุนให้บุคคลอื่นเกิดการเรียนรู้ ทั้งนี้ต้องอาศัยความรู้ ความเชื่อ เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์

อรทัย มูลคำ (2544) ให้ความหมายของกระบวนการเรียนการสอนว่า เป็นลักษณะขั้นตอนที่เป็นไปตามลำดับของรูปแบบการสอนต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมสองลักษณะ คือ กิจกรรมของครูและกิจกรรมของผู้เรียน

ชัยรัตน์ โตศิลา (2555) ให้นิยามกระบวนการเรียนการสอนว่า กระบวนการเรียนการสอนหมายถึงขั้นตอนในการดำเนินการเรียนการสอนรวมทั้งแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ตามหลักการของแนวคิดหรือทฤษฎีโดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

จากการศึกษาความหมายของกระบวนการเรียนการสอน สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอน หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนที่มีลักษณะเป็นขั้นตอนและวิธีการดำเนินการเป็นไปตามรูปแบบการสอน วิธีการสอน และเทคนิคการสอนต่างๆ

3.2 ลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากการสรุปความหมายของกระบวนการเรียนการสอนทั่วไป ผู้วิจัยจึงศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีนักการศึกษากล่าวถึงลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2545) กล่าวถึงลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่า การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาในส่วนของเนื้อหาและหลักการด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง ประกอบกับหลักการด้านจิตวิทยาพัฒนาการที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ รวมทั้งพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ในวัยต่างๆ เป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ จึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนั้นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget

2) ทฤษฎีการเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by doing) ของJohn Dewey

3) ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery learning ของ Bruner

4) การเรียนรู้อย่างมีความหมายของ Asubel

5) ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้กล่าวถึง ลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นำเอาทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้ไปใช้ว่าควรประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) การลงมือปฏิบัติการ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรง ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองจะได้ผลมากกว่าการสังเกต หรืออ่านเอกสารเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ แต่มีสิ่งที่น่าสังเกตคือ กิจกรรมปฏิบัติการไม่ใช่ว่าจะมีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายเสมอไป การทดลองปฏิบัติการแบบดั้งเดิมที่เป็นการทดลองเพื่อยืนยันข้อเท็จจริงตามแนวทางที่มีผู้กำหนดให้ ผู้เรียนไม่ได้คิดออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ผู้เรียนมักจะไม่ได้รับประสบการณ์ของภาวะไม่สมดุลเพราะผู้เรียนไม่ได้ใช้โครงสร้างทางปัญญาของตนในการคาดคะเนเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตเห็น

2) การมีส่วนร่วมในการใช้ความคิดจัดสภาพห้องเรียนให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดด้วยตนเอง กิจกรรมที่เน้นการคิด ได้แก่ การคิดแบบออกเสียง การหาคำอธิบาย การตีความหมายข้อมูล การโต้เถียงเชิงสร้างสรรค์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา การกำหนดสมมติฐานที่หลากหลาย การออกแบบ การทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน การเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้

3) การทำงานกลุ่มการจัดผู้เรียนให้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม จะช่วยกระตุ้นกิจกรรมทางความคิดระดับสูงในระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้มากกว่าการให้ฟังบรรยาย ซึ่งทำให้มีโอกาสเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา

4) การประเมินผลระดับสูงการประเมินผลที่เน้นกิจกรรมการคิดระดับสูงเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเองมากขึ้น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพยาว์ ยินดีสุข (2547) ได้อธิบายถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (process of science) คือมีลักษณะเป็นขั้นตอนที่ใช้ในการดำเนินการค้นคว้าหาความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) และจิตวิทยาศาสตร์ (scientific mind)

สุทธิดา จำรัส (2552) กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในลักษณะของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์โดยใช้เหตุและผลในการคิด ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องสะท้อนแนวคิดและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) กล่าวถึงลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย การทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูล ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นระหว่างที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนเหล่านั้นจึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อาจรวมไปถึงมีการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์โดยกล่าวถึงลักษณะของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการที่นำเอาระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนพยายามคิดค้นหาวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ลำดับขั้นตอนวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาด้วยตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กล่าวถึงลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือเป็นลักษณะการเรียนการสอนที่มีวิธีการแสวงหาความรู้หรือค้นพบความรู้ หลักการหรือข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆที่มีอยู่ในธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งได้พิสูจน์แล้ว

จรรย์สมร เหลืองสมานกุล (2557) กล่าวถึงลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และฝึกคิดด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นการดำเนินการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยตรงหรือได้ลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์

3.3 วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเห็นว่ากระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะดำเนินการผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

3.3.1 ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาข้อค้นพบใหม่ ๆ ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย นักวิชาการได้ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Good (1973) กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแก้ปัญหาอย่างเป็นแบบแผนหรือวิธีการดำเนินการในสภาวะที่บุคคลมีความลำบากยุ่งยาก สามารถทำได้โดยการตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่

Their (1973) กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาโครงสร้างความคิดอย่างเป็นระเบียบและเกิดขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยใช้การทดลองและการสังเกตเป็นพื้นฐาน

Carin and Sund (1980) ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ เป็นการดำเนินการของนักวิทยาศาสตร์เพื่อใช้แก้ปัญหา รวมทั้งค้นคว้าหาความรู้

Raj (1996) ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นวิธีการในการแสวงหาความรู้ที่เริ่มจากการสังเกตสิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ แล้วนำมาตั้งสมมติฐานจากสิ่งที่สังเกตได้ และทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลอง

Bassham et al. (2002) ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537) ให้ความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้หรือข้อค้นพบใหม่ ๆ

พิธุลาวัณย์ ศุภอุทุมพร (2545) กล่าวถึงความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ แนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสืบสอบหาความรู้อย่างมีลำดับขั้นตอน มีระบบ โดยเริ่มจากการเผชิญปัญหา กำหนดแนวทางการตอบปัญหาและปฏิบัติตามแนวทางนั้น จนในที่สุดจะทำให้สามารถค้นพบคำตอบของปัญหาหรือค้นพบความรู้ใหม่ๆเพิ่มขึ้น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2547) อธิบายความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวิธีการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาในเรื่องใดก็ต้องรวบรวมข้อมูลในเรื่องนั้นก่อนแล้วจึงนำข้อมูลมาตั้งสมมติฐานและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำสมมติฐานนั้นมาตรวจสอบ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553) ได้อธิบายความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นำเอาระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนจะพยายามคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ โดยใช้ลำดับขั้นตอนของวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาด้วยตนเอง

อัจฉรา วิญญูกูล (2555) สรุปว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างมีระบบและขั้นตอน โดยเริ่มจากการสังเกตสิ่งต่างๆแล้วรวบรวมเป็นข้อมูลมาระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐานนั้น เพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบใหม่หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภสิทธ เมตตพันธุ์ (2556) สรุปความหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นวิธีการแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบเพื่อใช้ในการคิดแก้ปัญหา สามารถทำได้โดยการตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล จากนั้นจึงสามารถตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง

สรุปได้ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ แนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสืบสอบหาความรู้อย่างมีระบบ เป็นลำดับขั้นตอน โดยเริ่มจากการกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐานนั้น เพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบใหม่จนทำให้สามารถค้นพบคำตอบของปัญหาหรือค้นพบความรู้ใหม่

3.3.2 ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ลำดับขั้นตอนต่างๆของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

Warner (1965) ได้จัดลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) การหาปัญหาและกำหนดปัญหา

2) การตั้งสมมติฐาน

3) การรวบรวมข้อมูล

4) การวางหลักการหรือลงความเห็นที่จะสรุปตามข้อมูล

5) ซาบซึ้ง พอใจในหลักการหรือความเห็นที่วางไว้

6) นำไปใช้หรือนำไปปฏิบัติ

Kuslan and Stone (1969) ได้แบ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นระบุข้อความของปัญหา

2) ขั้นตั้งสมมติฐาน

3) ขั้นสืบเสาะหาข้อมูลหลักฐานเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4) ขั้นประเมินความเที่ยงตรงของสมมติฐาน

5) ขั้นปรับปรุงสมมติฐาน ถ้าจำเป็น

6) ขั้นนำข้อมูลไปใช้กับปัญหาที่คล้ายกัน

Bassham (2002) ได้แบ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การระบุปัญหา

2) การเก็บรวบรวมข้อมูล

3) การตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายข้อมูล

4) การทดสอบสมมติฐาน ด้วยการสังเกต หรือการทดลอง

Herreid (2010) ระบุถึงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นระบุปัญหา

2) ขั้นตั้งสมมติฐาน

3) ขั้นปฏิบัติการทดลอง

4) ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

5) ขั้นสรุปผล

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537) กล่าวถึงขั้นตอนที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์” มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) ขั้นระบุปัญหา

2) ขั้นตั้งสมมติฐาน

3) ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต หรือการทดลอง

4) ขั้นสรุปผลการสังเกตและ/หรือการทดลอง

ชุติมา วัฒนะคีรี (2541) ได้กำหนดขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ตั้งปัญหา 2) ตั้งสมมติฐาน 3) รวบรวมข้อมูล และ 4) ลงข้อสรุป

ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ (2544) ได้กำหนดขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดปัญหา ปัญหาคือคำถามที่ต้องการคำตอบเกิดจากการสังเกตสิ่งต่างๆที่อยู่รอบๆตัวที่ไม่สามารถอธิบายได้ จะทำให้กลายเป็นความอยากรู้อยากเห็นและเกิดเป็นปัญหาที่ต้องแสวงหาคำตอบขึ้นมา

2) ตั้งสมมติฐาน สมมติฐานคือคำตอบของปัญหานั้น ๆ ซึ่งอาจจะเป็นไปได้หรือเป็นไปไม่ได้ก็ได้ ก่อนจะตั้งสมมติฐานต้องสังเกตสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับปัญหาก่อนแล้วค่อยกำหนดแนวทางของคำตอบ

3) ทดสอบสมมติฐาน เป็นการกระทำเพื่อให้ได้ข้อมูลมา การทดสอบสมมติฐานทำได้โดยการทำการทดลอง ซึ่งในการทำการทดลองนั้นจะต้องมีการออกแบบการทดลองกำหนดและควบคุมตัวแปร เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือ

4) การรวบรวมข้อมูล การรวบรวมข้อมูลอาจเขียนในรูปของการอธิบาย การวาดรูปการบันทึกข้อมูลลงในตาราง เป็นต้น

5) การสรุป เมื่อได้ข้อมูลแล้ว จะต้องนำข้อมูลมาศึกษาและแปลความหมายเพื่อสรุปว่าข้อมูลเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้จำเป็นต้องตั้งสมมติฐานใหม่และทำการทดสอบสมมติฐานโดยทำการทดลองใหม่

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และสิริรัก ชาญกลราวี (2548) ได้แบ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) ระบุปัญหา 2) ตั้งสมมติฐาน 3) รวบรวมข้อมูล 4) วิเคราะห์ข้อมูล และ 5) สรุปความรู้ใหม่

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553) เสนอขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอนดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาให้กับผู้เรียนได้คิดหาคำตอบ ซึ่งปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ อยากรู้อยากเห็น เกิดความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้นั้น ควรเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนอาจจะนำเสนอได้หลายวิธี

2) ขั้นกำหนดสมมติฐาน เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาที่ได้จากความรู้และประสบการณ์เดิม รวมทั้งให้ผู้เรียนวางแผนการที่จะค้นคว้าหาข้อมูลมาจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่จะนำไปสู่คำตอบของปัญหา

3) ขั้นรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนการที่วางเอาไว้ ซึ่งอาจจะเป็นการศึกษาจากตำรา การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือทำการทดลอง จากนั้นจดบันทึกและรวบรวมข้อมูล ซึ่งในขั้นนี้จะเป็นขั้นของการทดลองและลงมือแก้ปัญหาด้วย

4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่รวบรวมไว้ได้มาทำการวิเคราะห์ วินิจฉัยว่ามีความถูกต้อง เที่ยงตรง และเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดและวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุป

5) ขั้นสรุปและประเมินผล

5.1) ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปข้อค้นพบเรียบเรียงให้เป็นหลักการ แนวทางหรือระเบียบ โดยอาจเรียบเรียงเป็นเรื่องหรือบทความเพื่อที่จะนำไปใช้

5.2) ตรวจสอบและพิจารณาว่าผลการศึกษาสอดคล้องกับสมมติฐานไว้ล่วงหน้าหรือไม่ ถ้าไม่สอดคล้องต้องแก้ไขใหม่ให้ถูกต้องต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภสิทธ เมตตพันธุ์ (2556) สรุปขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นการระบุปัญหาหรือกำหนดขอบเขตของปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นที่จะแสวงหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่ต้องหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ของปัญหา จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 3 เก็บรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นของการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้ ไม่ว่าจะเป็นการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจ สังเกต ค้นคว้าแล้วจดบันทึกรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่ต้องนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้มาวิเคราะห์ผล อธิบายความหมายข้อเท็จจริงแล้วนำไปเปรียบเทียบกับสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผล เป็นขั้นของการสรุปผลที่ได้จากการทดลอง การค้นคว้ารวบรวมข้อมูล โดยสรุปข้อค้นพบเรียบเรียงเป็นหลักการ แนวทางหรือระเบียบ เพื่อการนำไปใช้

สรุปได้ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ระบุปัญหาหรือกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ เกิดความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้นั้น

2) ขั้นกำหนดสมมติฐาน เป็นขั้นที่คาดคะเนคำตอบของปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาที่ได้จากความรู้และประสบการณ์เดิม รวมทั้งให้ผู้เรียนวางแผนการที่จะค้นคว้าหาข้อมูลมาจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

3) ขั้นรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นของการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอาจจะเป็นการศึกษาจากตำรา การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือทำการทดลอง จากนั้นจดบันทึกและรวบรวมข้อมูล

4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่รวบรวมไว้ได้มาทำการวิเคราะห์ อธิบายและวินิจฉัยเพื่อให้ได้ข้อสรุป

5) ขั้นสรุปและประเมินผล เป็นขั้นของการสรุปผลที่ได้จากการทดลองหรือการค้นคว้ารวบรวมข้อมูล โดยสรุปข้อค้นพบเรียบเรียงเป็นหลักการ แนวทางหรือระเบียบเพื่อการนำไปใช้ และตรวจสอบว่าผลการศึกษาสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

จากการสังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปสาระสำคัญได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นการดำเนินการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยตรงหรือได้ลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งดำเนินการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (process of science) ต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) และจิตวิทยาศาสตร์ (scientific mind) และเมื่อพิจารณาลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเห็นว่าเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิด ค้นคว้าหาความรู้ ฝึกสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้กระตุ้น กำกับ ให้คำชี้แนะ โดยให้ผู้เรียนตั้งปัญหา ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หาเหตุผลจนค้นพบความรู้

หรือสรุปเป็นแนวทาง หลักเกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสังเคราะห์หลักการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

1) เมื่อได้รับประสบการณ์โดยตรงหรือได้ลงมือปฏิบัติ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทำให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2) การสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการตั้งคำถาม กำหนดสมมติฐาน รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป ทำให้เกิดการเรียนรู้

3) การแสวงหาความรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ซึ่งจากการสังเคราะห์จะเห็นว่ามีหลักการและกระบวนการที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งถ้าผู้วิจัยสามารถนำหลักของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปมาบูรณาการกับหลักสำคัญและความเฉพาะของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์จะทำให้ได้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และมีกระบวนการที่ชัดเจนจนนำไปสู่การเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อไป

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

F E Wulandari and N Shofiyah (2018) ได้พัฒนาชุดการเรียนการสอนจากแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตั้งแต่ระดับทักษะการให้เหตุผลที่เป็นรูปธรรมไปจนถึงระดับทางการ ชุดการสอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ประกอบด้วยแผนการสอนและใบงาน นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาการศึกษาวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในประเทศอินโดนีเซีย ผลการวิจัยพบว่าชุดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นการสะท้อนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่สามารถนำไปใช้ได้ ผู้เรียนสามารถควบคุมทักษะการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

Parno, L. Yuliati, F. M. Hermanto และ M. Ali (2020) ศึกษาการใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (PBL-STEM) เพื่อพัฒนาสมรรถนะทาง

วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มที่เรียนด้วยแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา(PBL-STEM), กลุ่มที่เรียนด้วยแนวคิดการเรียนรูโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน(PBL) และกลุ่มควบคุม ผลการทดลองพบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มที่เรียนด้วย PBL-STEM และ PBL มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม วิเคราะห์ค่าแอลฟาคอนบราคได้ 0.88

เฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์ และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2559) ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรายวิชาชีววิทยาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานพบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พุทธริธร บูรณสถิตวงศ์และคณะ (2559) ได้ทำวิจัยโดยการสำรวจระดับสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และระดับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 4.97 จากคะแนนเต็ม 10 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ 2 คือ ผู้เรียนสามารถใช้เนื้อหา และความรู้ที่ได้รับนำมาใช้ในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันได้ในระดับต่ำ และคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 7.30 จากคะแนนเต็ม 12 จัดอยู่ในระดับ 3 คือนักเรียนสามารถการแปลงข้อมูลหรือตีความข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ความรู้ในระดับปานกลาง สามารถแปลงข้อมูลจากหลักฐานได้อย่างตรงไปตรงมา โดยแปลงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งสู่รูปแบบหนึ่งได้ โดยผลคะแนนการประเมินของประเทศไทยอยู่ในระดับที่ 2 ซึ่งเป็นระดับพื้นฐานต่ำสุดของ OECD

กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ และคณะ (2561) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) ขั้นแบ่งกลุ่มทำงาน 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา 3) ขั้นระดมสมอง ผู้เรียนเลือกปัญหาที่จะศึกษาด้วยตนเองนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้ 4) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า และ5) ขั้นสรุปประเด็นปัญหา ผู้เรียนนำเสนอผลการทดลองและสรุปแนวทางการแก้ปัญหา และผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีการพัฒนาสมรรถนะของการรู้วิทยาศาสตร์ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นาฏนลิน ภูลสวัสดิ์. (2562). ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง เซลล์และการหายใจระดับเซลล์ จากผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.35/80.33 และคะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยรวมทั้ง 4 ขั้นตอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วรรณิสา ร้อยกรอง (2562) ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ควรเน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ บูรณาการความรู้ ทำงานเป็นทีมและลงมือปฏิบัติจริง โดยเริ่มจากผู้สอนกำหนดสถานการณ์ที่ชัดเจน ใกล้ตัวผู้เรียน ให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทสมาชิกในกลุ่มและลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก และพบว่าผู้เรียนมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเมื่อศึกษาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากใบกิจกรรม ผู้เรียนมีคะแนนสูงสุดในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าผู้เรียนเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และมีการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

Lin and Mintzes (2010) ทำการวิจัยเพื่อสำรวจและพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีทักษะการโต้แย้งสูงกว่าผู้เรียนที่ไม่ได้เรียน และมีการใช้หลักฐานอ้างอิงทางวิทยาศาสตร์ได้

Lau (2013) ได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อพัฒนาสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการตระหนักเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อสะท้อนให้เห็นความสำคัญของปรากฏการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีการพัฒนา

สมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 26.63 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสมรรถนะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.46 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้

Simoes, & Coimbra (2016) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รายวิชาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่า ผู้เรียนมีความตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อม และช่วยส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทำโครงงาน และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์โดยการแปลผลการทดลองและนำเสนอในรูปแบบโครงการของโรงเรียน

Yalaki (2016) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาสมรรถนะในการศึกษาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ของผู้เรียนระดับอุดมศึกษา พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับกระบวนการทางสังคม ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์การประยุกต์ใช้ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการประเมินและออกแบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นิธิรัตน์ อาโยวงค์ (2554) เพื่อศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์เท่ากับ 30.56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.54 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตามกรอบการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2009 ในระดับมิติสัมพันธ์คือ ผู้เรียนสามารถระบุประเด็นของพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นในสังคม เลือกใช้สื่อในการหาคำตอบอย่างมีวิจารณญาณ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล มีการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ในการตีความหลักฐาน การลงข้อสรุป และสื่อสารข้อสรุป สามารถนำแนวคิดและ

หลักการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆและสะท้อนถึงนัยของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านความสนใจในวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และความรับผิดชอบต่อทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

ธนัญญา การประกอบ (2556) ได้ทำวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนผสมผสานกับรูปแบบการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน พบว่าผู้เรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการโต้แย้ง และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์ (2556) ศึกษาประสิทธิผลโดยการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้เรียนกลุ่มโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในกรุงเทพมหานคร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยทำการทดลองเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ซึ่งพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของผู้เรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ร้อยละ 60.23 และสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จิรารัตน์ แสงศร และคณะ (2560) การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนโครงการส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้ การยกสถานการณ์และรูปภาพประกอบกับการใช้คำถามช่วยกระตุ้นความสนใจ และการกำหนดให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาพื้นฐานที่จะเรียนล่วงหน้า ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของภาระงานที่ถูกมอบหมายได้ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง การสืบค้นหรือการบันทึกผลด้วยตนเอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับการอภิปรายโต้แย้งกับกลุ่มอื่นๆ ทำให้เกิดการแยกแยะข้อโต้แย้งและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการโต้แย้งครูและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลอีกครั้งและให้ผู้เรียนเขียนรายงาน ประเมินรายงานของเพื่อน และปรับปรุงรายงานตนเอง การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ส่งผลให้ผู้เรียนได้ระบุข้อสันนิษฐาน แปลงข้อมูลวิเคราะห์และแปลความข้อมูล และระบุเหตุผลนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

พิชญ์สินี จักรแก้ว และคณะ (2560) ได้ทำการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 41 คน การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการซึ่งเป็นการปฏิบัติซ้ำตามวงจร PAOR จำนวน 3 วงจร ผลการวิจัยพบว่า แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย การใช้สถานการณ์ที่มีความน่าสนใจ การใช้คำถามกระตุ้น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แยกแยะประเด็นปัญหาและเลือกปัญหาที่จะศึกษาด้วยตนเอง การลำดับขั้นตอนการทำกิจกรรมที่ชัดเจน การจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมที่เหมาะสมและบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนต้องมีความชัดเจน โดยครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้ส่งเสริมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายและสอดคล้องต่อการพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีการพัฒนาสมรรถนะดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กุลธิดา ชนามุข (2561) ทำการวิจัยโดยการศึกษาผลของแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพิจารณาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืชดอก ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 คน ผลการวิจัยพบว่า แนวทางที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้ ขั้นสร้างความสนใจ ครูควรใช้สถานการณ์ข่าวที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่ใกล้ตัวผู้เรียน ขั้นการค้นคว้า ครูควรมีการกำหนดบทบาทสมมติของบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ให้กับผู้เรียน ขั้นระดมความคิด ควรเน้นให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและให้เวลาผู้เรียนในการทำชิ้นงาน และขั้นการตัดสินใจ

ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้โต้แย้งแนวทางการแก้ไขปัญหาของกลุ่มอื่นและกำหนดประเด็นการนำเสนอที่ชัดเจน เพื่ออธิบายเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหา จนทำให้ผู้เรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดังกล่าว

สันติชัย อนุวรชัย (2561) ทำการวิจัยเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ระบบนิเวศจำลองร่วมกับการกระตุ้นด้วยการประเมินของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตามตัวบ่งชี้ 5 ประการ อยู่ในระดับดีจำนวน 1 ตัวบ่งชี้ และอยู่ในระดับพอใช้จำนวน 4 ตัวบ่งชี้

พิชญา ศิลาม่อม (2561) ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนกลุ่มที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ นักการศึกษามุ่งเน้นนำรูปแบบการเรียนการสอนหรือกระบวนการเรียนการสอนที่มีลักษณะเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหา การสืบเสาะหาความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ ดังนั้นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีลักษณะดังกล่าวจึงมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่า ผู้วิจัยสืบค้นงานวิจัยที่มีการใช้รูปแบบการเรียนการสอนหรือกระบวนการเรียนการสอนที่มีความเกี่ยวข้องหรือมีลักษณะใกล้เคียงกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่นำแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้โดยตรง เพื่อศึกษาลักษณะสำคัญและบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไปพัฒนาผู้เรียน ซึ่งพบว่า แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีความเป็นไปได้ต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสำรวจ การสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพปัญหาในเรื่องสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในปัจจุบัน และศึกษาข้อมูลจากเอกสาร บทความ แนวคิดและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังนี้

ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา ที่มุ่งพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 (R1) ศึกษาสภาพปัญหา ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนและศึกษาลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพปัญหา

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.3 ศึกษาลักษณะประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 2 (D1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1 สร้างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.2 สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 3 (R2) ศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

3.1 เตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

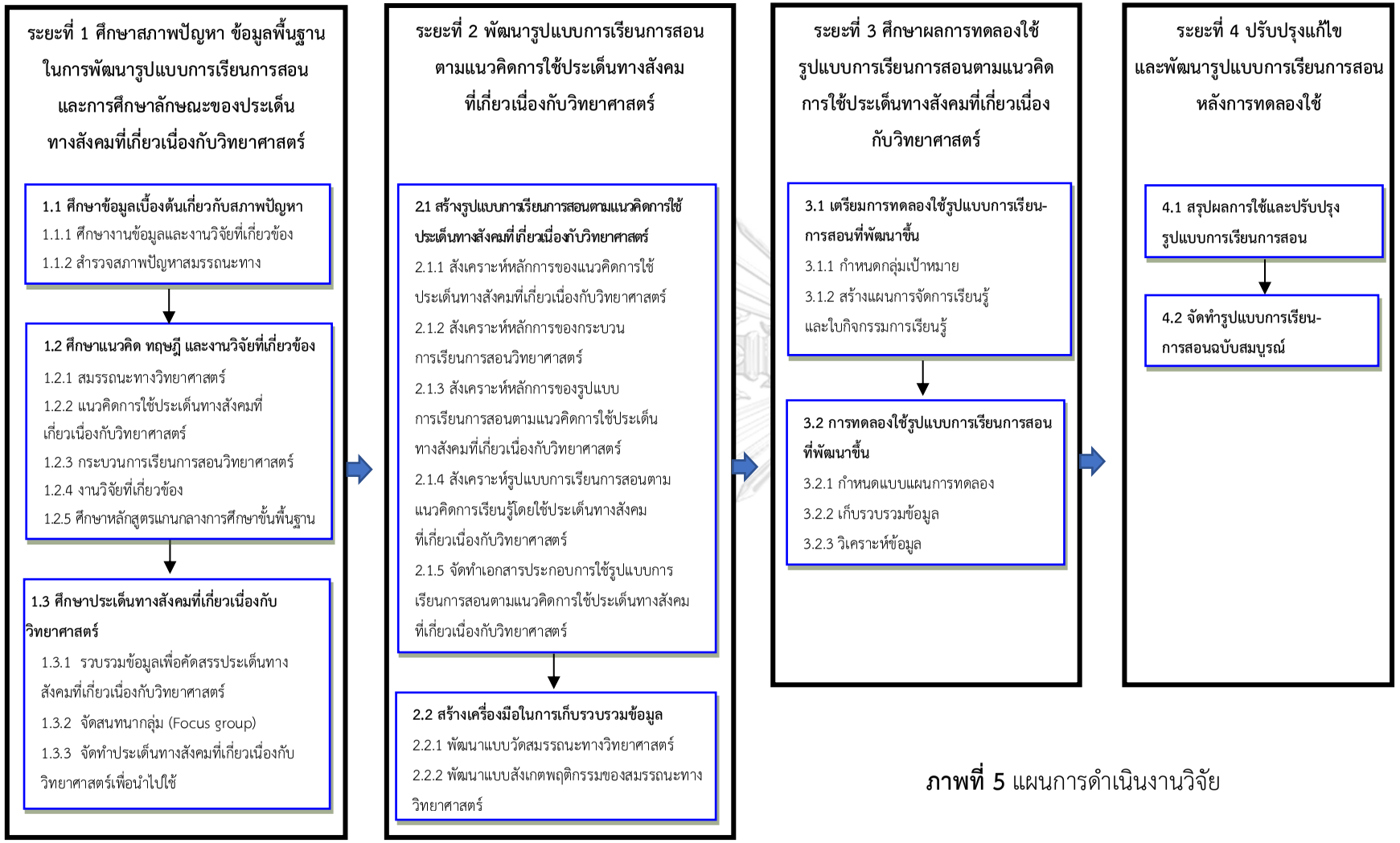
3.2 ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ระยะที่ 4 (D2) ปรับปรุงแก้ไขและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์หลังการทดลองใช้

4.1 สรุปผลการใช้และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

4.2 จัดทำรูปแบบการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์

การดำเนินการวิจัยทั้ง 4 ระยะ มีแผนการทำงานดังนี้



ภาพที่ 5 แผนการดำเนินงานวิจัย

รายละเอียดการดำเนินการในแต่ละระยะ มีดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหา ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และศึกษาลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ในระยะนี้เป็นการดำเนินการเพื่อศึกษาสภาพปัญหาเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดปัญหาในการวิจัย ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมสำหรับไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการศึกษาในระยะนี้เป็น 3 ส่วน รายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพปัญหา

1.1.1 ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในปัจจุบัน

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับสภาพปัญหาของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้แก่ ข้อมูลจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), ข้อมูลจากองค์กรเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) และงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งพบว่า การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมีการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในประเทศไทยตามโครงการ PISA ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006, 2009, 2012, 2015 และ 2018 พบว่าในประเทศไทย ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการรู้วิทยาศาสตร์เท่ากับ 421, 425, 444, 421 และ 426 ตามลำดับ (สสวท., 2563) ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่กำหนดไว้

1.1.2 สำรวจสภาพปัญหาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1) ผู้ดำเนินการวิจัยดำเนินการสำรวจสภาพปัญหาด้วยตนเอง จากการให้ผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 100 คน ทำแบบทดสอบซึ่งคัดเลือกมาจากข้อสอบ PISA จำนวน 3 ข้อ ที่มีลักษณะเป็นอัตนัยเขียนตอบปลายเปิด 2 ข้อและแบบปรนัยเลือกตอบเชิงซ้อน 1 ข้อ จากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) จากโรงเรียนในแต่ละภูมิภาคของประเทศ เพื่อสำรวจสภาพปัญหาเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนมากกว่าร้อยละ 70 ไม่สามารถตอบแบบทดสอบได้ถูกต้องทั้งหมด แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนยังต้องพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สอดคล้องกับ สสวท. (2563) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนในประเทศไทยยังขาดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และมีผลการประเมิน PISA ต่ำกว่าเกณฑ์ จึงควรได้รับการพัฒนา

2) ผู้วิจัยต้องการยืนยันข้อมูลจากครูผู้สอนในประเทศไทยเกี่ยวกับสภาพปัญหาในการสอนว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นปัญหาของผู้เรียนหรือไม่ เป็นปัญหาที่สำคัญควรแก่การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนสำหรับแก้ปัญหาดังกล่าวหรือไม่ จึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหากับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จำนวน 45 คน จากการประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในหัวข้อการประชุมเกี่ยวกับการจัดเรียนการสอนที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน จึงพบว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์พบสภาพปัญหาของผู้เรียนในพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการขาดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และครูผู้สอนยังให้ความสำคัญต่อการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และสร้างองค์ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาสอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560) กล่าวถึงตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง 2560) ที่เน้นการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดสมรรรถนะและเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาได้

3) ผู้ดำเนินการวิจัยต้องการข้อมูลจากครูผู้สอนโดยตรงเกี่ยวกับสภาพปัญหาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน จึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมโดยการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ทั่วประเทศจำนวน 10 คน จากการเลือกแบบเจาะจง โดยสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัญหาของผู้เรียนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งครูทั้ง 10 คน คัดเลือกมาจากผู้ที่ดำเนินการให้ผู้เรียนจำนวน 100 คนทำแบบทดสอบในข้อ 1.1.2 ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่พบปัญหา ซึ่งพบว่า สภาพการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายยังเกิดปัญหาหลายประการทั้งประเด็นของหลักสูตร การสอน ผู้สอน และผู้เรียน คือ กระบวนการเรียนการสอนยังยึดติดกับเนื้อหาในบทเรียน ผู้สอนยังมีข้อจำกัดด้านต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ระยะเวลา เนื้อหามีจำนวนมาก และตัวผู้เรียนเองยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ในชั้นเรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาข้อมูล เอกสาร เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร บทความ ข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1) ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2) องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

4) แนวทางการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

5) แนวทางการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

โดยสรุปได้ดังนี้

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือประเด็นปัญหา โดยมีทักษะในการหาความรู้ ออกแบบกระบวนการหาความรู้ และประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสมโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความเข้าใจและตัดสินใจเกี่ยวกับธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ และสามารถสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของแต่ละองค์ประกอบได้ดังนี้ (OECD, 2019; สสวท., 2563)

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ ได้แก่

1.1) เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม

1.2) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้อธิบายสถานการณ์

1.3) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงหรืออธิบายความเป็นไปได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.1) คัดเลือกประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.2) เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

2.3) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

3.1) แปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปได้

3.2) เลือกใช้ประจักษ์พยาน เหตุผล เพื่ออธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งในเรื่องวิทยาศาสตร์ได้

3.3) บอกความแตกต่างและประเมินข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และที่มาจากแนวคิดอื่น

การสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้จากข้อมูลพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ OECD ซึ่งเป็นที่ยอมรับเป็นสากล และ สสวท. ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในประเทศไทย รวมทั้งนักการศึกษาหลายท่าน จากนั้นสังเคราะห์ได้เป็นพฤติกรรมบ่งชี้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความครอบคลุม กระชับ และชัดเจน ดังตารางที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	**พฤติกรรมบ่งชี้** OECD (2019), สสวท.(2561), พุทธริธร บูรณสถิตวงศ์(2562), สิรินภา กิจเกื้อกูล (2557), ศุภกร สุขยิ่งและคณะ (2560)	**สังเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้** (สำหรับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย)
1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายได้อย่างเหมาะสม 2) ระบุ เลือกใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำเสนอข้อมูลประกอบคำอธิบาย 3) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย 4) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ 5) อธิบายถึงความเป็นไปได้ในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อสังคม	1) เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม 2) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้อธิบายสถานการณ์ 3) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงหรืออธิบายความเป็นไปได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1) ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ 5) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล รวมถึงคำอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นกลาง	1) คัดเลือกประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 2) เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ 3. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	1) แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป 3) ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน(หลักฐาน) และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 4) บอกความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับข้อโต้แย้งที่มาจากฐานแนวคิดอื่นๆ 5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	1) แปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปได้ 2) เลือกใช้ประจักษ์พยาน เหตุผล เพื่ออธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งในเรื่องวิทยาศาสตร์ได้ 3) บอกความแตกต่างและประเมินข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และที่มาจากฐานแนวคิดอื่น ๆ ได้

1.2.2 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์, 2) ประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้, 3) แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และ 4) ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นการนำประเด็นปัญหาในสังคมหรือเหตุการณ์ที่เป็นที่สนใจหรือกำลังถกเถียงในสังคม ทันสมัย ซับซ้อน เกี่ยวข้องหรือส่งผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน ยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน มีมุมมองที่หลากหลาย มีบริบทใกล้ตัวผู้เรียนหรือเกี่ยวข้องกับผู้เรียน มาเป็นจุดเริ่มต้นทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการแสวงหาความรู้ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อมาโต้แย้งและแสดงเหตุผลบนฐานของวิทยาศาสตร์ สังคม และจริยธรรม จนได้คำตอบที่มาจากหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

1.2.3 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ความหมายของกระบวนการเรียนการสอน, 2) ลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และ 3) วิธีการทางวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ด้วยการตั้งคำถาม กำหนดสมมติฐาน รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนสร้างคำอธิบายและข้อสรุปด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยมีจิตวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2.4 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

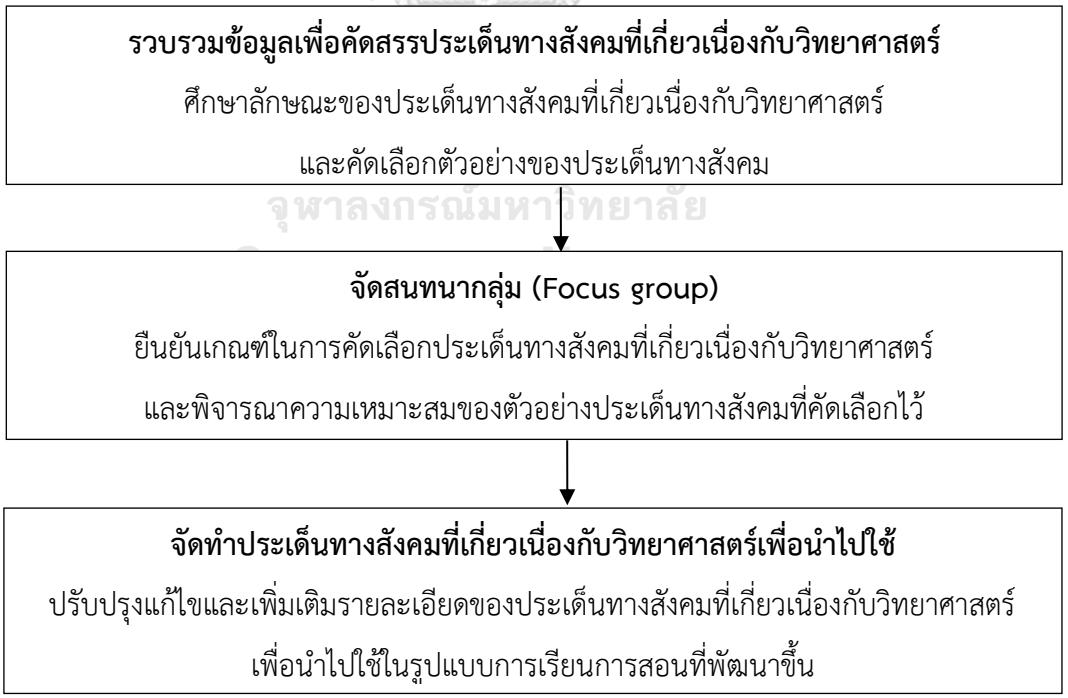
2) งานวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

1.2.5 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.3 ศึกษาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเริ่มจากผู้วิจัยทำการสังเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสอบถามผู้เรียน เพื่อศึกษาลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และคัดเลือกตัวอย่างของประเด็นทางสังคมในปัจจุบันที่จะนำไปใช้ในรูปแบบที่พัฒนาขึ้น จากนั้นขั้นตอนต่อไปคือการนำลักษณะของประเด็นทางสังคมที่สังเคราะห์ได้และตัวอย่างของประเด็นทางสังคมในปัจจุบันที่คัดเลือกไว้ไปดำเนินการจัดสนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อยืนยันเกณฑ์ในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และพิจารณาความเหมาะสมของประเด็นทางสังคมที่คัดเลือกไว้ และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์และข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่มมาปรับปรุงแก้ไขและเพิ่มเติมรายละเอียดของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การศึกษาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

กระบวนการดำเนินการแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1.3.1 รวบรวมข้อมูลเพื่อคัดสรรประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ 1.3.2 การจัดสนทนากลุ่ม (Focus group) และ 1.3.3 จัดทำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ มีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 รวบรวมข้อมูลเพื่อคัดสรรประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสอบถามผู้เรียน เพื่อศึกษาลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และคัดเลือกตัวอย่างของประเด็นทางสังคมในปัจจุบันที่จะนำไปใช้ในรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยมีกระบวนการดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ทั้งงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ โดยผู้วิจัยทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเพื่อสำรวจว่า นักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ นำประเด็นทางสังคมใดบ้างมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์การคัดเลือกประเด็นดังกล่าวเพื่อเป็นข้อมูลในการสังเคราะห์ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า ประเด็นทางสังคมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรเป็นประเด็นปัญหาหรือข้อโต้แย้งซึ่งเกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน ปรากฏในสื่อต่าง ๆ ซึ่งเป็นที่สนใจในสังคม เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน และประเด็นที่อยู่บนฐานของวิทยาศาสตร์เป็นหลัก สามารถใช้ความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อธิบายหรือหาข้อสรุปได้ มีมุมมองที่หลากหลายและมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือไม่มีคำตอบที่แน่นอน เอื้อต่อการโต้แย้งและร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) สอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

นอกจากการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์แล้วผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เรียนโดยตรงเพื่อวิเคราะห์ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่ผู้เรียนให้ความสนใจ และลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในมุมมองของผู้เรียน โดยดำเนินการจัดทำแบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ใน Google Form และนำไปใช้กับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 50 คน จากการคัดเลือกแบบสุ่ม เพื่อศึกษาลักษณะของประเด็นทางสังคมที่ผู้เรียนให้ความสนใจและลักษณะโดยทั่วไป

ของประเด็นทางสังคมที่ผู้เรียนให้ความสำคัญและมีความกระตือรือร้นในการเรียนและการศึกษาหาคำตอบ ซึ่งพบว่า 5 อันดับแรกของลักษณะประเด็นทางสังคมที่ผู้เรียนสนใจมากที่สุดคือ เป็นประเด็นที่เป็นปัจจุบัน (60%) และประเด็นที่ผู้เรียนสนใจรองลงมาคือ สังคมให้ความสนใจ (56.7%), มีมิติทางวิทยาศาสตร์ (43.3%), เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (43.3%) และเป็นกระแสในโลกโซเชียลหรือสื่อต่าง ๆ เช่น Facebook Instagram Twitter (40%) ตามลำดับ ส่วนประเด็นทางสังคมที่ผู้เรียนคิดว่าไม่ควรเลือกมาใช้ในห้องเรียน คือ ประเด็นที่มีความขัดแย้งในสังคมหรือมีผลต่อความรู้สึกที่ละเอียดอ่อน เช่น ประเด็นทางการเมือง,ประเด็นทางศาสนา วัฒนธรรม และสีผิว, ประเด็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ในครอบครัว, ประเด็นเกี่ยวกับความคิดและอุดมการณ์ของมนุษย์

3) สรุปลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ศึกษาประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาที่ผ่านมา รวมทั้งการสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่ผู้เรียนให้ความสนใจ ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดและสรุปลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการคัดเลือกมาใช้ในรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการจัดสนทนากลุ่มต่อไป คือ

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน เป็นกระแสในโลกโซเชียลหรือปรากฏในสื่อต่าง ๆ
- ประเด็นที่สังคมให้ความสนใจเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน อาจส่งผลกระทบหรือมีความเกี่ยวข้องกับบริบทในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้เรียน
- ประเด็นที่มีมิติทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก สามารถใช้ความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อธิบายหรือหาข้อสรุปได้
- ประเด็นที่มีมุมมองที่หลากหลาย เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เป็นประเด็นที่มีคำตอบได้หลายคำตอบหรือไม่มีคำตอบที่แน่นอน

1.3.2 การจัดสนทนากลุ่ม (Focus group)

ในขั้นตอนนี้เป็นการสนทนากลุ่มเพื่อให้ได้เกณฑ์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสำหรับรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และตัวอย่างของประเด็นทางสังคมที่จะนำไปใช้จริง ผู้วิจัยจึงนำกรอบลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาในข้อ 1.3.1 มาดำเนินการจัดสนทนากลุ่มเพื่อให้ได้ข้อมูลในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญและเพื่อขยายความรู้เกี่ยวกับลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยดำเนินการดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดสนทนากลุ่มและกำหนดลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัตถุประสงค์ของการจัดสนทนากลุ่มได้แก่

1.1) เพื่อพิจารณาและยืนยันเกณฑ์ในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการจัดเรียนรู้ในรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1.2) เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของประเด็นทางสังคมที่คัดเลือกไว้สำหรับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่

- ความสอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
- ความสอดคล้องกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
- ความเหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน
- ความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- ความสอดคล้องกับหลักสูตร

1.3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) คัดเลือกผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่ม

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลและกำหนดคุณสมบัติของผู้ร่วมสนทนากลุ่มและกำหนดจำนวนผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่มจำนวน 7-8 คน ซึ่งเป็นขนาดของกลุ่มที่เหมาะสมและสามารถอภิปรายกันได้ดี (Escalada & Heong, 2014; วีรสิทธิ์ สิทธิไตรย์ และโยธิน แสวงดี, 2536; อ้างใน เก็จกนก เอื้อวงศ์, 2562) ซึ่งมีผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มทั้งหมด 7 คน (รวมผู้วิจัย) ประกอบไปด้วยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ได้แก่

- ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และมีผลงานเป็นที่ยอมรับมากกว่า 2 ผลงาน จำนวน 2 ท่าน

- ผู้เชี่ยวชาญในการด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และมีผลงานเป็นที่ยอมรับมากกว่า 2 ผลงาน จำนวน 2 ท่าน

- ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและมีประสบการณ์สอนตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป จำนวน 2 ท่าน

3) กำหนดวันเวลาในการจัดสนทนากลุ่มและเชิญผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มในวันและเวลาที่กำหนด โดยผู้วิจัยกำหนดเวลาในการสนทนากลุ่มเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มไม่เหนื่อยล้าจนเกินไป (เก็จกนก เอื้อวงศ์, 2562)

4) จัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดสนทนากลุ่ม (Focus group guide) เพื่อเป็นแนวทางในการสนทนากลุ่มให้กับผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่ม ได้แก่ กำหนดการจัดสนทนากลุ่ม วัตถุประสงค์ของการสนทนากลุ่ม เอกสารที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ รวมทั้งประเด็นคำถามหรือประเด็นการอภิปรายในการสนทนากลุ่ม

5) ดำเนินการจัดการสนทนากลุ่ม โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

5.1) ผู้วิจัยเริ่มต้นโดยการแนะนำผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่มเพื่อให้เกิดบรรยากาศใกล้ชิดและเป็นกันเองและนำเข้าสู่การสนทนากลุ่ม

5.2) ผู้วิจัยดำเนินการอธิบายวัตถุประสงค์และขอบข่ายของการสนทนากลุ่ม ตลอดจนวิธีการที่จะดำเนินการสนทนากลุ่ม

5.3) ผู้วิจัยนำเสนอลักษณะและเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.4) ผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่มอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับลักษณะและเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

5.5) ผู้วิจัยนำเสนอตัวอย่างประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้

5.6) ผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่มอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับตัวอย่างประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้

5.7) เมื่อสิ้นสุดการสนทนากลุ่ม ผู้วิจัยนำเข้าสู่การสรุปการสนทนากลุ่มโดยสรุปข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสนทนากลุ่ม และกล่าวขอบคุณผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่ม

6) หลังจากดำเนินการสนทนากลุ่มเสร็จสิ้น ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและข้อสรุปที่ได้จากการสนทนากลุ่ม เพื่อสรุปลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญและครูผู้สอน

จากการสนทนากลุ่ม ผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลและสรุปผลการสนทนากลุ่มเป็น 3 หัวข้อคือ 1) สรุปผลการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับเกณฑ์ในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์, 2) สรุปผลการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับตัวอย่างประเด็นทางสังคมที่คัดเลือกไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ และ 3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการดำเนินการตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) สรุปผลการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับเกณฑ์ในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำเสนอกระบวนการสังเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และนำเสนอเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สำหรับการคัดเลือกประเด็นทางสังคมมาใช้ในรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผู้ทรงคุณวุฒิร่วมพิจารณาและแสดงความคิดเห็นดังนี้

ข้อที่ 1 “ประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน เป็นกระแสในโลกโซเชียลหรือปรากฏในสื่อต่าง ๆ” ข้อนี้มีความชัดเจนดีและทำให้เลือกประเด็นได้ง่ายและมีความทันสมัย

ข้อที่ 2 “ประเด็นที่สังคมให้ความสนใจเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน อาจส่งผลกระทบหรือมีความเกี่ยวข้องกับบริบทในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้เรียน” ข้อนี้มีความน่าสนใจและให้ความสำคัญกับประเด็นที่ใกล้ตัวผู้เรียนได้ดี แต่ต้องระบุขอบข่ายของประเด็นให้ชัดเจนในระหว่างการจัดการเรียนการสอน

ข้อที่ 3 “ประเด็นที่มีมิติทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก สามารถใช้ความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อธิบายหรือหาข้อสรุปได้” ข้อนี้ควรปรับแก้ไขเล็กน้อยเนื่องจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด SSI จะต้องเป็นประเด็นที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้หรือมีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังนั้นในส่วนของการนำวิทยาศาสตร์มาอธิบายหรือหาข้อสรุปควรปรับคำเป็นการนำวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายหรือมาร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวได้

ข้อที่ 4 “ประเด็นที่มีมุมมองที่หลากหลาย เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของชีวิตและสิ่งแวดล้อม” ข้อนี้ตรงตามหลักการของแนวคิด SSI ในส่วนที่เป็นประเด็นที่มีมุมมองที่หลากหลาย แต่อาจสับสนกับข้อที่ 3 ที่ระบุว่าเป็นประเด็นที่มีมิติทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก ดังนั้นอาจปรับข้อความหรือนำมารวมกันให้ชัดเจนว่าเป็นประเด็นที่มีมุมองที่หลากหลายแต่ยังคงมีมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนหรือเป็นหลัก และในส่วนของการระบุความชัดเจนว่า “เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของชีวิตและสิ่งแวดล้อม” อาจจะซ้ำซ้อนกับข้อที่ 2 ที่ระบุว่าเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน ซึ่งสามารถนำข้อความดังกล่าวไปรวมกับข้อที่ 2 ได้

ข้อที่ 5 “ประเด็นที่มีคำตอบได้หลายคำตอบหรือไม่มีคำตอบที่แน่นอน” ข้อนี้มีความชัดเจนตามหลักการของแนวคิด SSI แต่สามารถนำลักษณะของเกณฑ์ข้อนี้ไปรวมกับเกณฑ์ข้ออื่น ๆ ได้ แต่หากต้องการเน้นให้ชัดเจนก็ยังคงไว้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากข้อสรุปที่ได้จากผลการสนทนากลุ่มที่ผู้ทรงคุณวุฒิร่วมพิจารณาและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเกณฑ์ในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงนำมาปรับแก้ไขและสรุปเกณฑ์ในการในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์หลังจากการสนทนากลุ่มได้ดังนี้

1.1) เป็นประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน เป็นกระแสในโลกโซเชียลหรือปรากฏในสื่อต่าง ๆ

1.2) เป็นประเด็นที่สังคมให้ความสนใจ เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน อาจส่งผลกระทบหรือมีความสัมพันธ์กับบริบทในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้เรียน มีความสัมพันธ์กับชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.3) เป็นประเด็นที่มีมุมมองที่หลากหลายและมีมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน สามารถใช้ความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อธิบายหรือมีส่วนร่วมในการตัดสินใจได้

1.4) เป็นประเด็นที่มีคำตอบได้หลายคำตอบหรือไม่มีคำตอบที่แน่นอน

2) สรุปผลการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับตัวอย่างประเด็นทางสังคมที่คัดเลือกไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

หลังจากการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับเกณฑ์คัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอตัวอย่างประเด็นทางสังคมที่คัดเลือกไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 ประเด็น เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิร่วมพิจารณา แสดงความคิดเห็น และจัดลำดับประเด็นทางสังคมที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมแต่ละประเด็น แสดงดังนี้

2.1) ผลการสนทนากลุ่มประเด็นที่ 1 “บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายมากกว่ากัน”

ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่า เป็นประเด็นที่น่าสนใจ และกำลังเป็นผลกระทบต่อสังคม ประเด็นย่อยในเรื่องของส่วนประกอบและกระบวนการทำงานของบุหรี่สามารถนำไปใช้ได้ แต่ประเด็นย่อยเรื่องของกฎหมายเกี่ยวกับบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดาอาจมีคำตอบที่ชัดเจนแล้ว จึงอาจจะตัดประเด็นย่อยนี้ออกหรือนำประเด็นนี้ไปเป็นส่วนเสริมของประเด็นย่อยอื่น และการนำไปใช้ในการเรียนการสอนควรมีคำสั่งในการดำเนินกิจกรรมให้ชัดเจนและสอดแทรกในเรื่องของสุขภาพและคุณธรรมด้วย เนื่องจากอาจทำให้ผู้เรียนบางคนอยากรู้อยากลองและไปทดลองใช้บุหรี่หลังจากการเรียนรู้ได้ ดังนั้นในการกระบวนการจัดการเรียนรู้ควรเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจและตระหนักถึงปัญหาทางด้านสุขภาพของตนเองและคนรอบข้างด้วย แต่อย่างไรก็ตามประเด็นนี้เป็นประเด็นที่น่าสนใจและท้าทายสำหรับการนำไปใช้อย่างมาก

2.2) ผลการสนทนากลุ่มประเด็นที่ 2 “เสรีกัญชา โอกาสหรือความเสี่ยง”

ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่า ประเด็นนี้เป็นประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจมากที่สุดและกำลังเป็นกระแสในสังคมอย่างมาก อีกทั้งยังเป็นประเด็นที่ใกล้ตัวผู้เรียนเพราะมีการนำกัญชามาใช้ในชีวิตประจำวันอย่างแพร่หลาย สำหรับประเด็นย่อยในเรื่องสารเคมีในกัญชาและนโยบายกัญชาเสรี สามารถนำไปใช้ได้แต่ควรระวังในเรื่องมุมมองของการเมืองเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย และควรเพิ่มประเด็นย่อยในเรื่องการใช้กัญชาเป็นยาเสพติดเพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงโทษของกัญชาและไม่เป็นดาบสองคมที่ทำให้ผู้เรียนไปทดลองใช้ในทางที่ผิดและมีผู้ทรงวุฒิแนะนำให้มีการเชิญผู้เชี่ยวชาญ

ด้านการใช้กัญชาหรือวิทยากรท้องถิ่นมาเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนให้ผู้เรียนได้เข้าใจทั้งประโยชน์และโทษของกัญชาในมุมมองต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น

2.3) ผลการสนทนากลุ่มประเด็นที่ 3 “ข้อสอบTGAT เจ้าปัญหา เมนูไหนทำโลกร้อนน้อยที่สุด”

ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่า เป็นประเด็นที่มีความเป็นปรนัยสูง มีตัวเลือกคำตอบให้เลือก การนำไปใช้จะต้องดำเนินกิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลและแสดงความคิดได้หลากหลาย แต่ก็ยังเป็นประเด็นนี้เป็นประเด็นที่เป็นความสนใจของผู้เรียนมากและเกิดขึ้นในผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมาย แต่หากส่วนกลางมีการเฉลยข้อคำถามดังกล่าวแล้วจะทำให้ไม่สามารถนำประเด็นนี้ไปใช้ได้ เนื่องจากมีคำตอบที่รับรองออกมาแล้ว และประเด็นนี้หากไม่ควบคุมกิจกรรมให้ชัดเจนอาจหลุดจากกรอบของ SSI

2.4) ผลการสนทนากลุ่มประเด็นที่ 4 “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือโรงไฟฟ้าถ่านหินเหมาะสมกว่ากัน”

ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่า เป็นประเด็นที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี แต่อาจมีเหตุการณ์นำเข้าสู่บทเรียนให้ชัดเจนขึ้นโดยการเพิ่มสถานการณ์เข้าไปในชื่อประเด็นหลัก เอาสถานการณ์ในปัจจุบันที่ผู้เรียนได้เคยเห็นเกี่ยวกับเรื่องนี้มาโยงเข้าสู่บทเรียนจะทำให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น สำหรับประเด็นย่อยในเรื่องของการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ การสลายตัวของสารและค่าครึ่งชีวิต สามารถนำไปใช้ได้แต่อาจปรับข้อความให้เห็นเป็นคำถามที่ชัดเจนขึ้น หรือให้ข้อมูลเพิ่มเติมให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าใกล้ตัวมากยิ่งขึ้น เช่น จากสถานการณ์ระเบิดโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์นาบิลหรือการหายไปของซีเซียม และจะต้องมีการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ใกล้บ้านผู้เรียน ผู้เรียนเห็นด้วยหรือไม่ หรือให้ผู้เรียนต้องเลือกคำตอบเลย เช่น โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือโรงไฟฟ้าถ่านหินดีกว่ากัน เพื่อโยงประเด็นนี้เข้ากับเรื่องใกล้ตัวผู้เรียนมากขึ้น จะทำให้กระบวนการจัดการเรียนรู้ง่ายยิ่งขึ้น

2.5) ผลการสนทนากลุ่มประเด็นที่ 5 “ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารทดแทนอาหารได้จริงหรือไม่”

ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่า เป็นประเด็นที่สามารถนำไปใช้ได้ เหมาะสมกับผู้เรียน แต่ลักษณะของประเด็นยังค่อนข้างแคบอาจเพิ่มเติมประเด็นย่อยให้กว้างมากยิ่งขึ้นหรือเพิ่มเงื่อนไขให้กับประเด็น และให้ระมัดระวังในเรื่องของชื่อแบรนด์หรือชื่อยี่ห้อที่ผู้เรียนมักนำมาเปรียบเทียบกัน และในกระบวนการจัดการเรียนรู้อาจเพิ่มบทบาทหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนเพื่อให้เกิดการโต้แย้งกันมากยิ่งขึ้น และหลักการของแนวคิด SSI จะมีมิติที่หลากหลาย ทั้งด้านจริยธรรม เศรษฐกิจ และอื่น ๆ ซึ่งอาจจะเพิ่มเติมเข้าไปในกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6) ผลการสนทนากลุ่มประเด็นที่ 6 “รถยนต์ไฟฟ้ากับรถยนต์น้ำมัน แบบไหนปลอดภัยและคุ้มค่ามากกว่ากัน””

จากการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับประเด็นที่ 6 “รถยนต์ไฟฟ้ากับรถยนต์น้ำมัน แบบไหนปลอดภัยและคุ้มค่ามากกว่ากัน”” ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่า เป็นประเด็นที่ทันสมัยและกำลังจะเป็นกระแสในสังคม แต่อาจเพิ่มเติมสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในสังคมที่รถไฟฟ้าระเบิดหรือการประหยัดน้ำมันเพื่อให้น่าสนใจมากขึ้น ปรับข้อความของชื่อประเด็นให้น่าสนใจหรือเป็นข้อโต้แย้งกันมากยิ่งขึ้นและเห็นมิติในเรื่องของการตัดสินใจของผู้เรียนมากยิ่งขึ้นสำหรับประเด็นย่อยในข้อแรก “รถยนต์ไฟฟ้ากับรถยนต์น้ำมัน แบบไหนปลอดภัยและคุ้มค่ามากกว่ากัน”ช่วยประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจริงหรือไม่” คำว่า“จริงหรือไม่”อาจจะทำให้หลุดจากกรอบของแนวคิด SSI อาจจะต้องปรับข้อความให้เป็นเลือกตอบและโต้แย้งได้ในหลากหลายมุมมอง และสำหรับประเด็นย่อยข้อสอง “รถยนต์ไฟฟ้ากับรถยนต์น้ำมัน แบบไหนปลอดภัยและคุ้มค่ามากกว่ากัน”กับรถยนต์ใช้น้ำมัน แบบไหนปลอดภัยและคุ้มค่ามากกว่ากัน” เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งอาจเพิ่มเติมมุมมองมิติอื่น ๆ เข้าไปด้วย เช่น คุณธรรมจริยธรรม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม

2.7) ผลการสนทนากลุ่มประเด็นที่ 7 “การใช้ผลิตภัณฑ์ Recycle หรือผลิตภัณฑ์ Reuse ดีกว่ากัน”

ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่า เป็นประเด็นที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงปัญหาของขยะหรือการจัดการขยะมากขึ้น แต่อาจจะไม่สื่อให้เห็นถึงแนวคิดของ SSI มากนัก เพราะเป็นประเด็นที่ค่อนข้างเบา และไม่เห็นมิติที่หลากหลาย การโต้แย้งของผู้เรียนจะค่อนข้างน้อย หากจะนำไปใช้อาจเพิ่มเติมประเด็นให้ท้าทายมากยิ่งขึ้นหรือเพิ่มเติมสถานการณ์ให้น่าสนใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.8) ผลการสนทนากลุ่มประเด็นที่ 8 “ดาบสองคมของโลกโซเชียล”

ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่า เป็นประเด็นที่เหมาะสมกับผู้เรียนมาก แต่จะส่งผลต่อ Scientific literacy และ Scientific Competencies ค่อนข้างน้อย แต่อาจจะส่งผลโดยตรงกับ Digital literacy มากกว่า หากนำไปใช้จะต้องปรับประเด็นย่อยที่เชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้น

จากผลการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับตัวอย่างประเด็นทางสังคมที่คัดเลือกไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 ประเด็น และจัดลำดับประเด็นทางสังคมที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า

ประเด็นที่ควรตัดออกหรือหากจะนำไปใช้ควรปรับปรุงแก้ไขให้ชัดเจนขึ้นคือประเด็นที่ 7 “ ผลิตภัณฑ์ Recycle หรือ การใช้ผลิตภัณฑ์ Reuse ดีกว่ากัน” และ ประเด็นที่ 8 “ ดาบสองคมของโลกโซเชียล” เนื่องจากเป็นประเด็นที่ไม่สื่อให้เห็นถึงแนวคิดของ SSI มากนัก มีน้ำหนักในการโต้แย้ง

ค่อนข้างเบา ไม่เห็นมิติที่หลากหลาย และอาจส่งผลต่อ Scientific literacy และ Scientific Competencies ค่อนข้างน้อย

ประเด็นที่พอใช้ได้แต่ควรปรับแก้ไขประเด็นย่อยให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ประเด็นที่ 3 “ข้อสอบTGAT เจ้าปัญหา เมนูไหนทำโลกร้อนน้อยที่สุด” และประเด็นที่ 5 “ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารสามารถทดแทนอาหารได้จริงหรือไม่ ” เนื่องจากเป็นประเด็นที่ต้องระบุสถานการณ์หรือเงื่อนไขให้ชัดเจน หากไม่ควบคุมกิจกรรมหรือกำหนดบทบาทให้ชัดเจนอาจหลุดออกจากกรอบของแนวคิด SSI

ในส่วนของประเด็นที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ ประเด็นที่ 1 “บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายมากกว่ากัน”, ประเด็นที่ 2 “เสรีกัญชา โอกาสหรือความเสี่ยง”, ประเด็นที่ 4 “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือโรงไฟฟ้าถ่านหินเหมาะสมกว่ากัน” และ ประเด็นที่ 6 “รถยนต์ไฟฟ้ากับรถยนต์น้ำมัน แบบไหนปลอดภัยและคุ้มค่ามากกว่ากัน” เนื่องจากเป็นประเด็นที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีความสอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มีความสอดคล้องกับหลักสูตร เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และช่วงวัยของผู้เรียน

ดังนั้นสามารถจัดลำดับของตัวอย่างประเด็นทางสังคมที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ จากผลการสนทนากลุ่ม โดยเรียงลำดับจากประเด็นที่เหมาะสมมากที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ประเด็น “เสรีกัญชา โอกาสหรือความเสี่ยง”
2. ประเด็น “บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายมากกว่ากัน”
3. ประเด็น “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือโรงไฟฟ้าถ่านหินเหมาะสมกว่ากัน”
4. ประเด็น “รถยนต์ไฟฟ้ากับรถยนต์น้ำมัน แบบไหนปลอดภัยและคุ้มค่ามากกว่ากัน”
5. ประเด็น “ข้อสอบTGAT เจ้าปัญหา เมนูไหนทำโลกร้อนน้อยที่สุด”
6. ประเด็น “ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารสามารถทดแทนอาหารได้จริงหรือไม่ ”
7. ประเด็น“ ผลิตภัณฑ์ Recycle หรือ การใช้ผลิตภัณฑ์ Reuse ดีกว่ากัน”
8. ประเด็น “ ดาบสองคมของโลกโซเชียล”

3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการดำเนินการตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

นอกจากการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับตัวอย่างประเด็นทางสังคมที่คัดเลือกไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ขอคำแนะนำและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการดำเนินการตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะและคำแนะนำเพิ่มเติมดังนี้

- การนำประเด็นที่คัดเลือกแล้วไปใช้ ควรพิจารณาความสัมพันธ์หรือความสอดคล้องในแต่ละประเด็น และจัดกลุ่มประเด็นที่คล้ายกันไว้ด้วยกัน เพื่อนำไปใช้การจัดการเรียนการสอนที่ต่อเนื่องกันจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

- สามารถวิเคราะห์หลักสูตรและตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรเพิ่มเติมจะทำให้ระบุประเด็นย่อยที่จะใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในประเด็นที่เลือกไว้ได้สอดคล้องกับหลักสูตรมากขึ้น

- ตัวอย่างประเด็นที่คัดเลือกได้แล้วค่อนข้างน่าสนใจ แต่ยังมีน้ำหนักในการโต้แย้งที่แตกต่างกัน และมีผลกระทบต่อตัวผู้เรียนที่ต่างกัน อาจจะเรียงลำดับประเด็นในการจัดการเรียนรู้จากประเด็นที่ค่อนข้างเบาไปสู่ประเด็นที่ค่อนข้างหนัก เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้กระบวนการก่อนที่จะได้เรียนรู้เรื่องยาก ๆ หรือประเด็นที่ใกล้ตัวผู้เรียนไปสู่ประเด็นที่ไกลตัวผู้เรียน เพื่อการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

- กระบวนการจัดการเรียนรู้จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นและโต้แย้งในมิติที่หลากหลายตามแนวคิดของการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

- ตัวอย่างประเด็นทางสังคมที่คณะผู้ทรงคุณวุฒิได้คัดเลือกไว้ 4 ประเด็นแรก เป็นเพียงแนวทางที่คณะผู้ทรงคุณวุฒิสรุปได้จากการสนทนากลุ่มเท่านั้น อีก 4 ประเด็นหลัง ผู้วิจัยสามารถนำความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิไปพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมประเด็นดังกล่าว ซึ่งประเด็นดังกล่าวก็ยังมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3.3 จัดทำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้

หลังจากการสังเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเองในข้อ 1.3.1 โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ศึกษาประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาที่ผ่านมา รวมทั้งการสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่ผู้เรียนให้ความสนใจ และการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการจัดสนทนากลุ่มในข้อ 1.3.2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญและครูผู้สอนเป็นผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่ม ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลทั้งหมดมาปรับปรุงแก้ไขและสังเคราะห์อีกครั้งให้ได้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนำประเด็นทางสังคมที่เหมาะสม ตรงตามเกณฑ์ และผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 แผน โดยเรียงลำดับประเด็นที่จะนำไปใช้โดยเริ่มจากประเด็นที่ใกล้ตัวผู้เรียน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ใช้ประเด็น “บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายมากกว่ากัน”

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ใช้ประเด็น “รถยนต์ไฟฟ้ากับรถยนต์น้ำมัน แบบไหนปลอดภัยและคุ้มค่ามากกว่ากัน”

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ใช้ประเด็น “ข้อสอบ TGAT เจ้าปัญหา เมนูไหนทำโลกร้อนน้อยที่สุด”

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ใช้ประเด็น “เสรีกัญชา โอกาสหรือความเสี่ยง”

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ใช้ประเด็น “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือโรงไฟฟ้าถ่านหินเหมาะสมกว่ากัน”

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ใช้ประเด็น “ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารสามารถทดแทนอาหารได้จริงหรือไม่”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ในระยะนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 2.1 สร้างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และ 2.2 สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

2.1 สร้างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.1.1 สังเคราะห์หลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสังเคราะห์หลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์โดยดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

1.1) ทฤษฎีที่เป็นฐานของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

1.2) หลักการและแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

1.3) ลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

1.4) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

2) สังเคราะห์หลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ รวมทั้งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์หลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

หลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

1. การใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังถกเถียงหรือให้ความสนใจในสังคมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบทำให้เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

2. การรวบรวมข้อมูล โต้แย้ง หรืออภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมโดยใช้ความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์และมิติอื่น ๆ เช่น สังคม เศรษฐกิจ จริยธรรม ทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3. การมีส่วนร่วมในระหว่างการหาข้อสรุปที่อาจเป็นไปได้หลายคำตอบหรือไม่มีคำตอบที่แน่นอน โดยมุ่งเน้นถึงกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปนั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่จำเป็น ได้แก่ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา

ภาพที่ 7 หลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.1.2 สังเคราะห์หลักการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสังเคราะห์หลักการของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นฐานของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อสังเคราะห์สาระสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จนได้เป็นหลักการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาลักษณะของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป และแก่นสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้กับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยสังเคราะห์หลักการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แสดงได้ดังนี้

สาระสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติการ
2. เกิดการเรียนรู้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
4. เกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย
    - วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method)
    - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills)
    - จิตวิทยาศาสตร์ (scientific mind)

หลักการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. เมื่อได้รับประสบการณ์โดยตรงหรือได้ลงมือปฏิบัติ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทำให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
2. การสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการตั้งคำถาม กำหนดสมมติฐาน รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป ทำให้เกิดการเรียนรู้
3. การแสวงหาความรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ภาพที่ 8 หลักการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

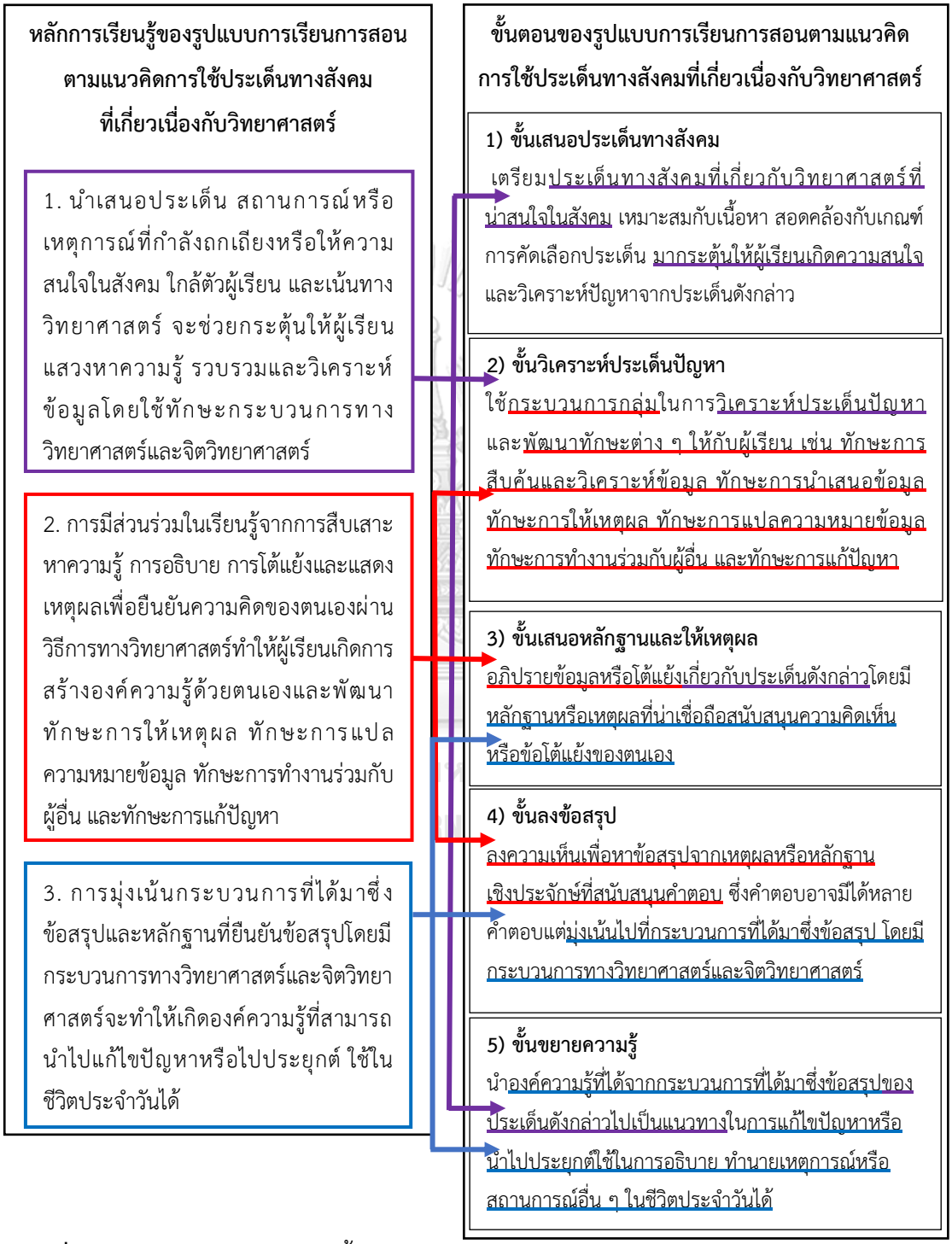
2.1.3 สังเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

เมื่อผู้วิจัยได้หลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และหลักการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แล้ว จึงได้นำมาสังเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ภาพที่ 9 แผนภาพการสังเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.1.4 สังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

นำหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนมาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนของรูปแบบ ดังนี้



ภาพที่ 10 แผนภาพการสังเคราะห์ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

หลังจากนั้น ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการสังเคราะห์บทบาทผู้เรียนและบทบาทผู้สอนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนของรูปแบบ	บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน
1) ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม	ผู้เรียนเลือกประเด็นปัญหาที่สนใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่ผู้สอนนำเสนอ แล้วทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมดังกล่าว ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมและคิดวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ	ผู้สอนคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ เหมาะสมกับเนื้อหาผู้เรียน และสอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคม จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข่าว วีดีทัศน์ หรือสื่อต่าง ๆ มากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจทำให้ผู้เรียนเกิดประเด็นปัญหาที่สนใจจะเรียนรู้
2) ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา	ผู้เรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหาด้วยตนเองและวิเคราะห์ร่วมกันโดยใช้กระบวนการกลุ่ม และได้รับการพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการนำเสนอข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา และนำเสนอข้อมูลที่สืบค้นได้ภายในกลุ่มเพื่ออภิปรายร่วมกัน	ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหา และจัดกิจกรรมพัฒนาทักษะที่สำคัญให้กับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนพูดคุยอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นปัญหา และคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม และสืบค้นข้อมูลหรือหาหลักฐานเพื่อยืนยันคำตอบ
3) ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายข้อมูลหรือโต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวโดยมีหลักฐานหรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์	ผู้สอนให้คำปรึกษาในการใช้หลักฐานหรือเหตุผลในการโต้แย้งของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม และต้องวางตัวเป็นกลางเพื่อให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่
4) ขั้นลงข้อสรุป	ผู้เรียนลงความเห็นเพื่อหาข้อสรุปจากเหตุผลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจมีได้หลายคำตอบแต่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปโดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์	ผู้สอนร่วมลงความเห็นหาข้อยุติ สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ เน้นผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์และเพิ่มเติมเนื้อหาที่ไม่สมบูรณ์
5) ขั้นขยายความรู้	ผู้เรียนเสนอการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน	ผู้สอนร่วมเชื่อมโยงองค์ความรู้ไปถึงแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2.1.5 จัดทำร่างเอกสารประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.1.5.1 จัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1) การสร้างคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นดำเนินการสร้างคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนช่วยให้การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผลดำเนินไปได้ตรงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยคู่มือดังกล่าวประกอบด้วย

1.1) แนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.2) หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.3) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1.4) ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน

1.5) บทบาทผู้เรียนและผู้สอน

1.6) การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน

1.7) แนวทางการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

2.1.5.2 การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบ การดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบ ดังนี้

1) ผู้วิจัยนำเอกสารรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และเอกสารประกอบรูปแบบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ สรุปคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาคือ ควรเขียนอธิบายหลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ให้เป็นภาษาที่ถูกต้องตามหลักการเขียนหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน และสังเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2) ผู้วิจัยนำเอกสารรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน พิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนที่ 1 ความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นการประเมินเพื่อพิจารณาความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยการการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน พบว่า รายการประเมินทั้ง 5 รายการ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบ, 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ, 3) ขั้นตอนของรูปแบบ, 4) บทบาทของผู้เรียนและผู้สอน และ 5) การวัดและประเมินผลตามรูปแบบ ผลการประเมินคือ มีความสอดคล้องทุกรายการ ซึ่งรายการที่ 1-4 มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 1.00 ส่วนรายการที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 0.80 โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่าน มีข้อเสนอแนะให้เพิ่มเติมความชัดเจนในการวัดและประเมินผล

ส่วนที่ 2 ความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นการประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความเหมาะสมต่อผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ความสอดคล้องกับหลักสูตร และความคิดเห็นด้านอื่น ๆ ของผู้ทรงคุณวุฒิ สามารถสรุปได้ดังนี้

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน สรุปความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ได้ว่า หลักการมีความชัดเจน เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในรูปแบบการเรียนการสอน แสดงให้เห็นถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ และมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ ในหลักการอาจเพิ่มเติมข้อมูลในส่วนของการที่ครูนำเสนอประเด็นทางสังคมในมิติต่าง ๆ ลงไปด้วยและเขียนอธิบายถึงการสร้างแรงจูงใจในการเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้ประเด็นทางสังคม รวมทั้งระบุจุดเด่นของรูปแบบการเรียนการสอนลงไปในหลักการให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านให้ความคิดเห็นตรงกันว่า วัตถุประสงค์มีความเหมาะสมกับธรรมชาติวิชา มีความสอดคล้องกับหลักสูตรและบทเรียนเคมีกับการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และนำไปสู่สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้มีผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน แสดงความคิดเห็นว่า อาจเพิ่มเติมข้อความเรื่องการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และอาจเพิ่มเติมทักษะในการสื่อสารของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านมีความสอดคล้องกันคือ ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนมีความชัดเจน เป็นระบบ เชื่อมโยงกับจุดประสงค์ มีความต่อเนื่องและสมบูรณ์แล้ว แต่มีผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมให้ระวังในประเด็นของความละเอียดอ่อนด้านความรู้สึกและการยอมรับในสังคมและควรสอดแทรกเรื่องคุณธรรมจริยธรรมในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย นอกจากนี้ยังมีผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่านให้ข้อสังเกตว่า การปฐมนิเทศเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอน ควรอยู่ในชั่วโมงแรกของการสอนไม่ใช่ขั้นตอนการสอน

บทบาทผู้เรียนและบทบาทผู้สอน ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่สรุปได้ว่าบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนมีความชัดเจน นำไปปฏิบัติได้จริง แต่มีผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 2 ท่านมีความคิดเห็นว่า การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ทั้งหมดควรอยู่ในขั้นที่ 4 ส่วนขั้นที่ 5 ควรเน้นส่วนของการขยายความรู้และเพิ่มเติมในส่วนของการนำความรู้ไปใช้ให้เห็นความชัดเจนมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่าน ให้ข้อเสนอแนะในการควบคุมเวลาในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน เนื่องจากบางขั้นตอนผู้เรียนจะต้องใช้เวลาในการสืบเสาะหาความรู้และอภิปรายข้อมูล

การวัดและประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็นว่าควรอธิบายลักษณะในแต่ละด้านให้ชัดเจน และการนำไปใช้ควรมีเกณฑ์ขั้นต่ำในการประเมินให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3) จากนั้นนำผลการประเมินและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น แสดงดังตารางที่ 4

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4 แสดงการปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

หัวข้อ	การปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
1. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน	เพิ่มเติมข้อมูลในส่วนของการที่ครูนำเสนอประเด็นทางสังคมในมิติต่าง ๆ และเขียนอธิบายถึงการสร้างแรงจูงใจในการเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้ประเด็นทางสังคม รวมทั้งระบุจุดเด่นของรูปแบบการเรียนการสอนลงไปในหลักการให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

หัวข้อ	การปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน	เพิ่มเติมให้สื่อถึงการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการสื่อสารของผู้เรียน
3. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน	เพิ่มเติมข้อควรระวังในประเด็นของความละเอียดอ่อนด้านความรู้สึกของผู้เรียนในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. บทบาทผู้เรียนและบทบาทผู้สอน	เน้นส่วนของการขยายความรู้ให้เห็นความชัดเจนมากขึ้นและควบคุมเวลาในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน
5. การวัดและประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน	อธิบายรายละเอียดในแต่ละด้านให้ชัดเจน และพิจารณาเกณฑ์ขั้นต่ำในการประเมินผู้เรียนของแต่ละด้านให้เหมาะสมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

4) หลังจากการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน (try out) กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากการทดลองสอน ผู้วิจัยนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน แสดงดังตารางที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5 แสดงการปรับปรุงแก้ไขจากข้อค้นพบในการทดลองสอน

หัวข้อ	การปรับปรุงตามข้อค้นพบในการทดลองสอน
ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม	ผู้สอนต้องเตรียมประเด็นปัญหาย่อยมานำเสนอต่อจากประเด็นทางสังคมที่เป็นหัวข้อ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสงสัยและเกิดปัญหาได้มากยิ่งขึ้น
ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา	การวิเคราะห์ปัญหาและพัฒนาทักษะ นอกจากการใช้กระบวนการกลุ่มแล้วการใช้เทคโนโลยียังมีส่วนช่วยอย่างมาก ผู้สอนต้องเตรียมความพร้อมในเรื่องของเทคโนโลยีและอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีได้มากยิ่งขึ้น

หัวข้อ	การปรับปรุงตามข้อค้นพบในการทดลองสอน
ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล	ผู้สอนต้องเพิ่มเติมความรู้ในการสืบค้นหาหลักฐานที่น่าเชื่อถือ แนะนำแหล่งอ้างอิงหรือฐานข้อมูลที่น่าเชื่อถือ รวมทั้งวิธีการในการแสวงหาข้อมูลที่น่าเชื่อถือ
ขั้นที่ 4 ขั้นลงข้อสรุป	ผู้สอนต้องเป็นกลาง ไม่ใช้คำพูดที่โน้มเอียงไปทางฝ่ายใด ควรระมัดระวังเรื่องความละเอียดอ่อนทางความรู้สึก และต้องควบคุมสถานการณ์ให้ได้หากผู้เรียนมีการโต้แย้งกันโดยไม่ยอมลงข้อสรุป
ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้	ให้ผู้เรียนใช้เวลาในการต่อยอดความรู้ด้วยตนเองก่อนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่ม เนื่องจากกระบวนการกลุ่มอาจทำให้ผู้เรียนโน้มเอียงไปตามความคิดของเพื่อน

4) หลังจากการปรับปรุงแก้ไขตามข้อค้นพบในการทดลองสอน ผู้วิจัยจึงเตรียมการนำไปใช้ในการทดลองจริงในระยะที่ 3 ต่อไป

2.2 สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 2.2.1 แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และ 2.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังนี้

2.2.1 แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่มีทั้งส่วนที่เป็นปรนัยและอัตนัย จำนวน 2 ฉบับ ซึ่งตามการวิเคราะห์องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยองค์ความรู้ที่ใช้ในแต่ละฉบับเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว มีมุมมองหลากหลาย และสามารถบูรณาการความรู้ได้ แบบวัดทั้ง 2 ฉบับเป็นแบบวัดคู่ขนานที่มีโครงสร้างและเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกัน สำหรับการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งภาษาไทยและต่างประเทศเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีการสร้างและการประเมินแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3) ศึกษาโครงสร้างของแบบวัดโดยอ้างอิงกรอบแนวคิดของ OECD

โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ร้อยละของแต่ละองค์ประกอบในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในข้อสอบ PISA เพื่อหาค่าเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ PISA 2018 เรียกชื่อองค์ประกอบที่ 2 ว่า การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ใน PISA 2006 และ PISA 2012 เรียกว่า การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ PISA 2006 PISA 2012 PISA 2018 และหาค่าเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบเพื่อสังเคราะห์ร้อยละของแต่ละองค์ประกอบในการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ร้อยละของแต่ละองค์ประกอบในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	**ร้อยละขององค์ประกอบ**			
	PISA 2006	**PISA 2012**	**PISA 2018**	**ค่าเฉลี่ย**
การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์	44	41	43	42.67
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	22	23	24	23.00
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์	34	36	33	34.33
รวม	**100**	**100**	**100**	**100.00**

จากการวิเคราะห์ร้อยละของแต่ละองค์ประกอบในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในข้อสอบ PISA 2006 PISA 2012 PISA 2018 และค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 6 จะเห็นว่า องค์ประกอบของสมรรถะทางวิทยาศาสตร์ที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่มีน้ำหนักรองลงมาคือ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่มีน้ำหนักน้อยที่สุด คือ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) ศึกษาชนิดของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยอ้างอิงจากกรอบแนวคิดของ OECD

ผู้วิจัยศึกษาชนิดของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วยแบบวัดทั้งปรนัยและอัตนัย ได้แก่ แบบเลือกตอบ (simple multiple-choice), แบบเลือกตอบเชิงซ้อน (complex multiple-choice), แบบเขียนตอบปลายปิด (closed constructed-response) และแบบเขียนตอบปลายเปิด (open constructed-response) เมื่อศึกษาร้อยละของชนิดของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในข้อสอบ PISA2006 PISA2012 จึงวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแบบวัดแต่ละชนิดเพื่อเป็นแนวทางการกำหนดน้ำหนักของชนิดของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 7 (OECD, 2013)

ตารางที่ 7 ร้อยละของชนิดของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ชนิดของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		**ร้อยละของคะแนน**		
		PISA 2006	**PISA 2012**	**ค่าเฉลี่ย**
ปรนัย	แบบเลือกตอบ	35	32	33.50
	แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	27	34	30.50
อัตนัย	แบบเขียนตอบปลายปิด	4	2	3.00
	แบบเขียนตอบปลายเปิด	34	32	33.00
รวม		**100**	**100**	**100.00**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 7 ร้อยละของชนิดของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ในข้อสอบ PISA 2006 PISA2012 และค่าเฉลี่ย เมื่อพิจารณาประเภทที่เป็นปรนัยและอัตนัยพบว่า ข้อสอบแบบปรนัยมีน้ำหนักมากกว่าข้อสอบแบบอัตนัย และเมื่อพิจารณาตามชนิดของแบบวัดทั้ง 4 ชนิดพบว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบปลายเปิดจะมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน แต่ข้อสอบแบบเขียนตอบปลายปิดจะให้น้ำหนักน้อยมาก

5) สร้างตารางวิเคราะห์และออกแบบแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และชนิดของแบบวัด

จากการวิเคราะห์ร้อยละของแต่ละองค์ประกอบในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของข้อสอบ PISA 2006 PISA 2012 PISA 2018 และการวิเคราะห์ร้อยละของชนิดของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สามารถสังเคราะห์ตารางวิเคราะห์แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็น

แนวทางในการกำหนดน้ำหนักคะแนนในแต่ละองค์ประกอบของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยจำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และชนิดของแบบวัด ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์และออกแบบแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และชนิดของแบบวัด

องค์ประกอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	**ประเภทข้อสอบ**						**รวม (ข้อ)**	**รวมน้ำหนักคะแนน (%)**
	ปรนัย				**อัตนัย**			
	เลือกตอบ		**เลือกตอบเชิงซ้อน**		**เขียนตอบปลายเปิด**			
	จำนวน (ข้อ)	น้ำหนักคะแนน (%)	จำนวน (ข้อ)	น้ำหนักคะแนน (%)	จำนวน (ข้อ)	น้ำหนักคะแนน (%)		
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	3	15	2	12	2	14	7	**41**
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	2	10	1	6	1	7	4	**23**
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	2	10	2	12	2	14	6	**36**
รวม	**7**	**35**	**5**	**30**	**5**	**35**	**17**	**100**

จากตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์และออกแบบแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และชนิดของแบบวัด จะเห็นว่า ผู้วิจัยให้น้ำหนักคะแนนขององค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุดคือ 41% รองลงมาคือองค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ให้น้ำหนักคะแนน 36% และให้น้ำหนักคะแนนองค์ประกอบที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์น้อยที่สุดคือ 23% โดยอ้างอิงตามการวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ OECD (ตารางที่ 6)

สำหรับน้ำหนักคะแนนตามชนิดของแบบวัด ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็นข้อสอบปรนัยและข้อสอบอัตนัย ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบปลายเปิด ซึ่งจากการวิเคราะห์ร้อยละของชนิดของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ OECD (ตารางที่ 7) จะเห็นว่า แบบเขียนตอบปลายปิดให้น้ำหนักคะแนนน้อยมากเมื่อเทียบกับแบบวัดชนิดอื่น ๆ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ได้ให้น้ำหนักคะแนนกับแบบเขียนตอบปลายปิด โดยให้น้ำหนักคะแนนของข้อสอบแบบเลือกตอบและแบบเขียนตอบปลายเปิดร้อยละ 35 และแบบเลือกตอบเชิงซ้อนร้อยละ 30 สอดคล้องกับการวิเคราะห์ร้อยละของชนิดของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ OECD (ตารางที่ 7)

เมื่อได้น้ำหนักคะแนนของแต่ละองค์ประกอบและน้ำหนักคะแนนของชนิดของแบบวัด ผู้วิจัยจึงสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำนวน 17 ข้อ ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 7 ข้อ (น้ำหนักคะแนนข้อละ 5%) แบบเลือกตอบเชิงซ้อน 5 ข้อ (น้ำหนักคะแนนข้อละ 6%) และแบบเขียนตอบปลายปิด 5 ข้อ (น้ำหนักคะแนนข้อละ 7%) ซึ่งทั้ง 17 ข้อดังกล่าว แบ่งเป็นองค์ประกอบที่ 1 จำนวน 7 ข้อ องค์ประกอบที่ 2 จำนวน 4 ข้อ และองค์ประกอบที่ 3 จำนวน 6 ข้อ

6) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อกำหนดกรอบเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกเนื้อหาของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยแบ่งเป็นกลุ่มวิทยาศาสตร์กายภาพและกลุ่มวิทยาศาสตร์ชีวภาพในอัตราส่วนเท่า ๆ กัน และพิจารณาบทเรียนจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ1 และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ซึ่งผู้วิจัยออกแบบแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามชนิดของแบบวัดตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ บทเรียน และเนื้อหาตามหลักสูตร โดยออกแบบทั้งแบบวัดก่อนการทดลองและแบบวัดหลังการทดลอง ซึ่งเป็นแบบวัดคู่ขนานกัน ดังตารางที่ 9 และตารางที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 ตารางออกแบบแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนทดลองจำแนกตามชนิดของแบบวัดในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเนื้อหาตามหลักสูตร

สาระ	เนื้อหาตามหลักสูตร	สถาน-การณ์	องค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์						องค์ประกอบที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์						องค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์						รวม (ข้อ)	รวมน้ำหนักคะแนน (%)
			ปรนัย				อัตนัย		ปรนัย				อัตนัย		ปรนัย				อัตนัย			
			เลือกตอบ		เลือกตอบเชิงซ้อน		เขียนตอบปลายเปิด		เลือกตอบ		เลือกตอบเชิงซ้อน		เขียนตอบปลายเปิด		เลือกตอบ		เลือกตอบเชิงซ้อน		เขียนตอบปลายเปิด			
			อยู่ในหลักสูตร	ไม่อยู่ในหลักสูตร	อยู่ในหลักสูตร	ไม่อยู่ในหลักสูตร	อยู่ในหลักสูตร	ไม่อยู่ในหลักสูตร	อยู่ในหลักสูตร	ไม่อยู่ในหลักสูตร	อยู่ในหลักสูตร	ไม่อยู่ในหลักสูตร	อยู่ในหลักสูตร	ไม่อยู่ในหลักสูตร	อยู่ในหลักสูตร	ไม่อยู่ในหลักสูตร	อยู่ในหลักสูตร	ไม่อยู่ในหลักสูตร	อยู่ในหลักสูตร	ไม่อยู่ในหลักสูตร		
วิทยาศาสตร์กายภาพ	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ใบมีดขึ้นสนิม	-	-	1	6	1	7	-	-	-	-	1	7	1	5	-	-	-	-	4	25
	ความเป็นกรดเบส	มะนาวเป็นกรด	1	5	-	-	-	-	-	-	1	6	-	-	-	-	1	6	1	7	4	24
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	ดุลยภาพของสารในร่างกาย	คอลลาเจน	1	5	1	6	-	-	1	5	-	-	-	-	1	5	-	-	1	7	5	28
	ระบบภูมิคุ้มกัน	ฝีดาษลิง	1	5	-	-	1	7	1	5	-	-	-	-	-	-	1	6	-	-	4	23
รวม			3	15	2	12	2	14	2	10	1	6	1	7	2	10	2	12	2	14	17	
รวมน้ำหนักคะแนน(%)			41						23						36							100

ตารางที่ 10 ตารางออกแบบแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังทดลองจำแนกตามชนิดของแบบวัดในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเนื้อหาตามหลักสูตร

สาระ	เนื้อหาตามหลักสูตร	สถานการณ์	องค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์						องค์ประกอบที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์						องค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์						รวม (ข้อ)	รวมน้ำหนักคะแนน (%)
			ปรนัย				อัตนัย		ปรนัย				อัตนัย		ปรนัย				อัตนัย			
			เลือกตอบ		เลือกตอบเชิงซ้อน		เขียนตอบปลายเปิด		เลือกตอบ		เลือกตอบเชิงซ้อน		เขียนตอบปลายเปิด		เลือกตอบ		เลือกตอบเชิงซ้อน		เขียนตอบปลายเปิด			
			อุ้มน้ำ	หนักเบา (%)	อุ้มน้ำ	หนักเบา (%)	อุ้มน้ำ	หนักเบา (%)	อุ้มน้ำ	หนักเบา (%)	อุ้มน้ำ	หนักเบา (%)	อุ้มน้ำ	หนักเบา (%)	อุ้มน้ำ	หนักเบา (%)	อุ้มน้ำ	หนักเบา (%)	อุ้มน้ำ	หนักเบา (%)		
วิทยาศาสตร์กายภาพ	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ยาลดกรด	1	5	-	-	1	7	1	5	-	-	-	-	1	5	1	6	-	-	5	28
	พอลิเมอร์และมอนอเมอร์	ไฟไหม้กิ่งแก้ว	1	5	1	6	-	-	-	-	-	-	1	7	1	5	-	-	-	-	4	23
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	ระบบภูมิคุ้มกัน	วัคซีน COVID-19	1	5	-	-	-	-	-	-	1	6	-	-	-	-	1	6	1	7	4	24
	สารอินทรีย์ในพืช	กัญชา	-	-	1	6	1	7	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7	4	25
รวม			3	15	2	12	2	14	2	10	1	6	1	7	2	10	2	12	2	14	17	
รวมน้ำหนักคะแนนตามองค์ประกอบ(%)			41						23						36							100

จากตารางที่ 9 และตารางที่ 10 เป็นการออกแบบแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามชนิดของแบบวัดในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเนื้อหาตามหลักสูตร จำนวน 17 ข้อ แบ่งเป็นสาระวิทยาศาสตร์กายภาพและสาระวิทยาศาสตร์ชีวภาพที่ให้น้ำหนักคะแนนเท่า ๆ กัน ซึ่งกำหนดสาระฯละ 2 เรื่อง เพื่อให้ได้เนื้อหาที่หลากหลายและครอบคลุมตามหลักสูตรฯ สำหรับแบบวัดที่พัฒนาขึ้นนั้นผู้วิจัยใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนเรื่องนั้น ๆ จำนวน 4 สถานการณ์ โดยผู้วิจัยออกแบบให้ในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยชนิดของแบบวัดครบทั้ง 3 แบบ คือ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบปลายเปิด รวมทั้งในแต่ละสถานการณ์จะมีการวัดทุกองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้แบบวัดมีความหลากหลายและครอบคลุมทุกองค์ประกอบ ซึ่งมีการออกแบบทั้งแบบวัดก่อนทดลองและแบบวัดหลังทดลองที่เป็นแบบวัดคู่ขนานกัน โดยสอดคล้องกับน้ำหนักคะแนนที่ได้สังเคราะห์ไว้ในตารางที่ 4

7) นำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับก่อนการทดลองและหลังการทดลองไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ร่วมพิจารณาให้คำแนะนำ และนำมาปรับปรุงแก้ไข

ผลการพิจารณาของ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คือ ให้ปรับการเขียนให้อ่านง่ายมากยิ่งขึ้น การนำบทความจากสื่อออนไลน์ไม่ควรใช้ข้อความในบทความแบบตรง ๆ แต่ควรปรับการเขียนให้อ่านง่าย ไม่ซับซ้อน และมีความกระชับมากขึ้น การเรียงลำดับตัวเลือกและเรียงลำดับข้อ ควรให้มีความสอดคล้องกัน และเป็นไปตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งในแต่ละสถานการณ์ควรมีข้อคำถามครบทุกองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงปรับแก้ไขดังนี้

- แบบทดสอบประกอบด้วย 4 สถานการณ์ และในแต่ละสถานการณ์จะมีข้อคำถามครบทั้ง 3 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

- เรียบเรียงการเขียนข้อความในสถานการณ์ให้กระชับมากขึ้น และเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน โดยเฉพาะสถานการณ์ใบมีดคัตเตอร์ขึ้นสนิม

- บทความออนไลน์และข้อมูลที่ได้จากข่าวต่าง ๆ ได้อ้างอิงแหล่งที่มาอย่างชัดเจน

- เรียงลำดับข้อ และเรียงลำดับตัวเลือก ให้สอดคล้องกัน และสอดคล้องกับองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

- ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในทุกข้อคำถาม ร่วมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8) นำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านตรวจพิจารณาในด้านต่าง ๆ ได้แก่

- ความสอดคล้องของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
- ความสอดคล้องของสถานการณ์ในแบบวัดกับองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
- ความสอดคล้องของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- ความคู่ขนานของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง
- ความเหมาะสมของโครงสร้างและน้ำหนักของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
- ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

จากผลการพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังทดลองแสดงดังภาคผนวก จ จะเห็นว่า มีความสอดคล้องสามารถนำไปใช้เกือบทุกข้อคำถาม ยกเว้นข้อคำถามที่ 1 ในสถานการณ์คอลลาเจนที่ไปไม่ถึงพฤติกรรมบ่งชี้ ซึ่งมีคำแนะนำเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ รายละเอียดดังนี้

สำหรับข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1 คือ ข้อคำถามมีความทันสมัย เข้ากับเหตุการณ์ปัจจุบัน ความคู่ขนานของแบบวัดในเชิงโครงสร้างและแนวทางการออกแบบเครื่องมือมีความชัดเจน แต่ควรปรับข้อความบางข้อ ได้แก่

- ข้อ 1.2 ในสถานการณ์ใบมีดคัดเตอร์ “ยี่ห้อของใบมีดมีผลต่อการเกิดสนิมหรือไม่” อ่านแล้วตีความได้หลายทาง ควรแก้ไขเป็นข้อความเชิงความรู้สึก เช่น ความชื่นชอบของใบมีดหรือความนิยมในยี่ห้อของใบมีดมีผลต่อการเกิดสนิมหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- ข้อ 2 ในสถานการณ์โรคฝีดาษลิง คำตอบมีความคลุมเคลือ ให้ปรับคำให้ชัดเจนตามแนวทางข้อ 1.2 ในสถานการณ์ใบมีดคัดเตอร์
- ข้อ 1.1 ในสถานการณ์ไฟไหม้โรงงานกิ่งแก้ว ให้ตรวจสอบคำตอบอีกครั้ง
- ข้อ 1 ในสถานการณ์คอลลาเจน

สำหรับข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 2 คือ สถานการณ์มีความน่าสนใจมาก แต่สถานการณ์เรื่องคอลลาเจนค่อนข้างยาวและยากกว่าสถานการณ์อื่น ควรปรับให้กระชับขึ้น ในภาพรวมแบบวัดทั้งสองฉบับนำไปใช้ได้แต่หากต้องการตรวจสอบความคู่ขนานของแบบทดสอบเพิ่มเติมแนะนำพิจารณาการใช้สถิติเพิ่มเติม และคำแนะนำในบางข้อคำถาม ได้แก่

- ข้อ 1.3 ในสถานการณ์ใบมีดคัตเตอร์ควรปรับข้อความให้เป็นไปแนวทางเดียวกับ ข้อ 1.1 กับ 1.2

- ข้อ 4 ในสถานการณ์ใบมีดคัตเตอร์ให้ทบทวนการใช้คำเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน

- ข้อ 1 ในสถานการณ์มะนาวเป็นกรดหรือเบส คำถามชี้นำคำตอบ ให้ปรับคำถามเป็นตรวจสอบได้หรือไม่ อย่างไร

- ข้อ 1 ในสถานการณ์คอลลาเจน ข้อคำถามอาจไปไม่ถึงพฤติกรรมบ่งชี้ให้ปรับแก้ไขให้ชัดเจน

- ข้อ 2 ในสถานการณ์คอลลาเจน เกณฑ์การให้คะแนน 1 คะแนนให้เพิ่มเติม “อธิบายแต่ไม่สอดคล้องหรือไม่ตรงประเด็น”

- ข้อ 2 ในสถานการณ์โรคฝีดาษลิง คำตอบมีความคลุมเคลือ

- ควรเรียงความยาวของตัวเลือกในแต่ละข้อคำถาม

- เกณฑ์การให้คะแนน 1 คะแนน ในการตอบถูกบางส่วนควรเพิ่มเติมหรือยกตัวอย่างว่าบางส่วนหมายถึงอะไรได้บ้าง

สำหรับข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 3 คือ สถานการณ์มีการดึงดูดความสนใจและผู้เรียนพบเจอในสังคมได้จริง มีความน่าสนใจ แต่ข้อคำถามอาจปรับเพิ่มเติมให้ชัดเจน โดยให้รายละเอียดในภาพรวมดังนี้

- ข้อ 1 ในสถานการณ์ยาลดกรด ปรับข้อความให้ชัดเจนมากขึ้น

- ข้อ 4 ในสถานการณ์กัญชา ให้พิจารณาความหมายของพฤติกรรมบ่งชี้

- ในทุก ๆ สถานการณ์เสนอให้พิจารณาลำดับของพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละองค์ประกอบว่าควรเรียงลำดับก่อนหลังหรือไม่ หากเรียงลำดับจะมีความชัดเจนมากขึ้นหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงปรับแก้ไขดังนี้

- ปรับคำถามข้อ 1.2 ในสถานการณ์ใบมีดคัตเตอร์ขึ้นสนิมเป็น “ยี่ห้อของใบมีดที่ได้รับความนิยมมีผลต่อการเกิดสนิมหรือไม่”

- ปรับคำถามข้อ 4.1 ในสถานการณ์ใบมีดคัตเตอร์ขึ้นสนิมเป็น “การเคลือบน้ำมันบนใบมีดเป็นการลดปัจจัยในการเกิดสนิมส่งผลให้ใบมีดเกิดสนิมน้อยลง”

- ปรับคำตอบของคำถามที่ 1 ในสถานการณ์คอลลาเจน ให้มีความชัดเจนมากขึ้น คือ

ก. นายไอ ซื้อคอลลาเจนมารับประทานเพื่อช่วยลดการอักเสบจากโรคข้อเข่าเสื่อม โดยสืบค้นผลงานวิจัยของ University of Tuebingen เกี่ยวกับผู้ที่มีปัญหาจากโรคข้อเสื่อมที่ได้รับคอลลาเจน

ข. นางสาวซี ซื้อคอลลาเจนมารับประทานเพื่อช่วยทำให้มีผิวพรรณขาวกระจ่างใส เนื่องจากได้รับคำแนะนำจากตัวแทนจำหน่ายคอลลาเจนชื่อดังที่มียอดขายสูงมาก

ค. นางสาวซี ซื้อคอลลาเจนมารับประทานเพื่อช่วยให้ผิวหนังมีความยืดหยุ่นมากขึ้น ริ้วรอยลดเรือนลง เพราะได้ศึกษาข้อมูลของสถาบันผิวหนังประเทศญี่ปุ่น

ง. นายไอ ซื้อคอลลาเจนเพื่อช่วยเพิ่มความชุ่มชื่นให้แก่ผิว เนื่องจากได้สำรวจความพึงพอใจของผู้ที่รับประทานคอลลาเจนเป็นประจำและสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านผิวหนัง

- ปรับเกณฑ์การให้คะแนนของคำถามที่ 2 ในสถานการณ์คอลลาเจนเป็น “1 คะแนน = ตอบไม่เห็นด้วย แต่ไม่อธิบายเหตุผล หรืออธิบายแต่ไม่สอดคล้อง/ไม่ตรงประเด็น”

- ปรับข้อความในตัวเลือกของคำถามข้อ 2 ในสถานการณ์ฝีดาษลิงเป็น “ความชื่นชอบในการเลี้ยงสัตว์ส่งผลต่อการติดเชื้อโรคฝีดาษลิงหรือไม่”

- ปรับเกณฑ์การให้คะแนนของคำถามที่ 4 ในสถานการณ์ฝีดาษลิงเป็น “1 คะแนน = ตอบบางส่วน เช่น อธิบายถึงการฉีดวัคซีนเป็นการนำเชื้อโรคที่ตายแล้วเข้าสู่ร่างกายแต่ไม่ได้อธิบายถึงการสร้างแอนติบอดี, อธิบายถึงการสร้างแอนติบอดี แต่ไม่ได้อธิบายถึงการนำเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย”

- ปรับเกณฑ์การให้คะแนนของคำถามที่ 1 ในสถานการณ์ยาลดกรดเป็น “1 คะแนน = ตอบถูกบางส่วนแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ได้อยู่ในรูปของสมมติฐาน เช่น การเกิดปฏิกิริยาเคมียาลดกรดแตกต่างกัน, ลักษณะของยาลดกรดทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาแตกต่างกัน”

- ปรับเกณฑ์การให้คะแนนของคำถามที่ 1 ในสถานการณ์วัคซีน COVID-19 เป็น “1 คะแนน คือ บอกถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมแต่ไม่อธิบายรายละเอียดในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพหรือการหาข้อมูล”

- ปรับข้อความในตัวเลือกของคำถามข้อ 1 ในสถานการณ์กัญชาเป็น “วิธีการนำกัญชาไปใช้ที่ทางกฎหมายถือว่าเป็นยาเสพติด”

- เรียงความยาวของตัวเลือกในข้อคำถามทุกข้อ

9) นำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทำการวิเคราะห์ความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยพบว่า ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปทุกข้อ รวมทั้งสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับความชัดเจนของภาษา นอกจากนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ยังยืนยันความคู่ขนานของแบบวัดทั้งสองฉบับโดยพิจารณาข้อคำถามของทั้งสองฉบับที่วัดในสิ่งเดียวกัน ลักษณะเดียวกัน ซึ่งพบว่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกใกล้เคียงกัน

10) นำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อสังเกตพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่างในระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน มีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรม

2) วิเคราะห์องค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างรายการแสดงพฤติกรรมของผู้เรียน

3) กำหนดพฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างเรียน โดยวิเคราะห์จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอนในชั้นเรียนและพฤติกรรมดังกล่าวสะท้อนถึงพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

หลังจากการที่ผู้วิจัยวิเคราะห์องค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้แนวทางในการสร้างรายการแสดงพฤติกรรมของผู้เรียน จากนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดพฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างเรียน โดยวิเคราะห์จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอนในชั้นเรียน ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวจะสะท้อนถึงพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การสังเคราะห์พฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างเรียน

พฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	**พฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างเรียน**
องค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	
1) เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม	1.1) เขียนหรือพูดในเรื่องต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
	1.2) อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นโดยเลือกใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาประกอบอย่างเหมาะสม
2) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้	2.1) ออกแบบสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง

พฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	**พฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างเรียน**
อธิบายสถานการณ์	2.2) เสนอสมมติฐานในประเด็นที่ต้องการหาคำตอบ
3) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงหรืออธิบายความเป็นไปได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3.1) คาดเดาคำตอบอย่างมีเหตุผลและเป็นไปได้
	3.2) อธิบายถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้
องค์ประกอบที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	
4) คัดเลือกประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	4.1) ตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้เพื่อแสวงหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ศึกษา
	4.2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
5) เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	5.1) สืบค้นหรือซักถามข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบปัญหา
	5.2) บรรยายวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์
6) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล	6.1) ซักถามเหตุผลในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น
	6.2) ตรวจสอบหลักฐานในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น
องค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	
7) แปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปได้	7.1) เข้าใจและแปลงข้อมูลในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
	7.2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อลงข้อสรุป
8) เลือกใช้ประจักษ์พยานเหตุผล เพื่ออธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งในเรื่องวิทยาศาสตร์ได้	8.1) ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในการอธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้ง
	8.2) อภิปรายหรือโต้แย้งด้วยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ
9) บอกความแตกต่างและ	9.1) อภิปรายหรือซักถามเพื่อนหรือครูเกี่ยวกับข้อโต้แย้งหรือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างเรียน
ประเมินข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และที่มาจากฐานแนวคิดอื่น ๆ ได้	ผลการสำรวจตรวจสอบที่มาจากหลักฐาน
	9.2) ใช้หนังสือแบบเรียน คู่มือ ใบกิจกรรม เอกสารข้อมูลต่าง ๆ หรือแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ในการตรวจสอบข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน

จากการสังเคราะห์พฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างการทดลอง ผู้วิจัยจึงออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตระหนักถึงการแสดงพฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างการทดลองที่จะแสดงให้เห็นถึงการมีพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยสังเคราะห์ข้อมูลได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และพฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างการทดลอง

ขั้นตอนของรูปแบบ	บทบาทผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างการทดลอง
1) ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม	ผู้เรียนเลือกประเด็นปัญหาที่สนใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่ผู้สอนนำเสนอ แล้วทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมดังกล่าว ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมและคิดวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ	- แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ - ออกแบบสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง - ตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้เพื่อแสวงหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ศึกษา - คาดเดาคำตอบอย่างมีเหตุผลและเป็นไปได้ - เสนอสมมติฐานในประเด็นที่ต้องการหาคำตอบ
2) ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา	ผู้เรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหาด้วยตนเองและวิเคราะห์ร่วมกันโดยใช้กระบวนการกลุ่มและรับการพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการสืบค้นและวิเคราะห์	- สืบค้นหรือซักถามข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบปัญหา - บรรยายวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ - เข้าใจและแปลงข้อมูลในรูปแบบรูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนของรูปแบบ	บทบาทผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างการทดลอง
	ข้อมูล ทักษะการนำเสนอข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา และนำเสนอข้อมูลที่สืบค้นได้ภายในกลุ่มเพื่ออภิปรายร่วมกัน	หนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น - ใช้หนังสือแบบเรียน คู่มือ ใบกิจกรรม เอกสารข้อมูลต่าง ๆ หรือแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ในการตรวจสอบข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน - อภิปรายหรือซักถามเพื่อนหรือครูเกี่ยวกับข้อโต้แย้งหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่มาจากหลักฐาน
3) ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายข้อมูลหรือโต้แย้งเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวโดยมีหลักฐานหรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองโดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์	- ตรวจสอบหลักฐานในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น - แสดงความคิดเห็นโดยเลือกใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ - อภิปรายหรือโต้แย้งด้วยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ - ซักถามเหตุผลในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น
4) ขั้นลงข้อสรุป	ผู้เรียนลงความเห็นเพื่อหาข้อสรุปจากเหตุผลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจมีได้หลายคำตอบแต่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปโดยใช้หลักคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์และตัดสินใจด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์	- วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อลงข้อสรุป - ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในการอธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนของรูปแบบ	บทบาทผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้	พฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างการทดลอง
5) ขั้นขยายความรู้	ผู้เรียนเสนอการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบาย ทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิต-ประจำวัน	- อธิบายถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ - อธิบายในเรื่องต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยบันทึกการสังเกตพฤติกรรม โดยกำหนดการตรวจสอบพฤติกรรม คือ ปฏิบัติ หมายถึง ผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออก และ ไม่ปฏิบัติ หมายถึง ผู้เรียนไม่มีพฤติกรรมการแสดงออก และบันทึกการสังเกตพฤติกรรมด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ

หลังจากนั้นผู้วิจัยเรียงลำดับของพฤติกรรมที่ใช้สังเกตให้เป็นไปตามขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ง่ายต่อการสังเกต ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การสังเคราะห์กลุ่มพฤติกรรมและลำดับพฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกต

กลุ่มพฤติกรรม	ลำดับพฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกต
กลุ่มที่ 1 การสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	1. ตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้เพื่อแสวงหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ศึกษา
	2. คาดเดาคำตอบอย่างมีเหตุผลและเป็นไปได้
	3. เสนอสมมติฐานในประเด็นที่ต้องการหาคำตอบ
	4. ใช้หนังสือแบบเรียน คู่มือ ใบกิจกรรม เอกสารข้อมูลต่าง ๆ หรือแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ในการตรวจสอบข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน
	5. อภิปรายหรือซักถามเพื่อนหรือครูเกี่ยวกับข้อโต้แย้งหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่มาจากหลักฐาน
	6. อภิปรายหรือโต้แย้งด้วยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ
	7. ซักถามเหตุผลในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น

กลุ่มพฤติกรรม	ลำดับพฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกต
	8. ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในการอธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้ง
	9. ตรวจสอบหลักฐานในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น
	10. อธิบายในเรื่องต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มที่ 2 การสังเกตร่องรอยพฤติกรรม	1. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
	2. ออกแบบสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง
	3. บรรยายวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์
	4. สืบค้นหรือซักถามข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบปัญหา
	5. แสดงความคิดเห็นโดยเลือกใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
	6. เข้าใจและแปลงข้อมูลในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น
	7. ตรวจสอบหลักฐานในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น
	8. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อลงข้อสรุป
	9. อธิบายถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5) นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ร่วมพิจารณาความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมที่ใช้สังเกตกับพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนวิธีการสังเกตและความชัดเจนของภาษา ผลการพิจารณาทำให้ได้ข้อเสนอแนะ คือ พฤติกรรมที่จะสังเกตต้องสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงออกถึงพฤติกรรมดังกล่าว ภาษาที่ใช้ต้องเข้าใจง่ายและบ่งบอกถึงการกระทำที่มองเห็นเป็นรูปธรรม

6) นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกตกับพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ความเหมาะสมของวิธีการและพฤติกรรมที่ใช้สังเกต ความชัดเจนของภาษา ผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า ทุกรายการในแบบสังเกตพฤติกรรมมีความ

สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และมีข้อเสนอแนะในความชัดเจนของภาษา โดยให้ปรับข้อความดังนี้

- ส่วนที่ 1 รายการที่ 1 ตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้เพื่อแสวงหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ศึกษา ปรับข้อความเป็น “ระบุปัญหาหรือตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้เกี่ยวกับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ศึกษา”

- ส่วนที่ 1 รายการที่ 4 เขียนหรือพูดในเรื่องต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มเติมข้อความเป็น “เขียนหรือพูดในเรื่องต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือการเปลี่ยนแปลง”

- ส่วนที่ 1 รายการที่ 3 สืบค้นหรือซักถามข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบปัญหา ปรับข้อความเป็น “สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบ”

- ส่วนที่ 1 รายการที่ 9 ใช้หนังสือแบบเรียน คู่มือ ใบกิจกรรม เอกสารข้อมูลต่าง ๆ หรือแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ในการตรวจสอบข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน ปรับข้อความเป็น “ตรวจสอบข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือแบบเรียน คู่มือ ใบกิจกรรม หรือเอกสารต่าง ๆ”

- ส่วนที่ 2 รายการที่ 1 แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ปรับข้อความเป็น “วิเคราะห์และจำแนกปัญหาหรือคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์”

- ส่วนที่ 2 รายการที่ 6 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นโดยเลือกใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมข้อความเป็น “อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นโดยเลือกใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ประกอบอย่างถูกต้องเหมาะสม”

7) ปรับปรุงแก้ไขแบบสังเกตพฤติกรรมตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำแบบสังเกตพฤติกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

3.1 เตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

3.1.1 การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

1) กำหนดกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สายการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ในประเทศไทยที่มีปัญหาหรือต้องการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2) การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

2.1) เลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง โดยการใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากสถานศึกษาสนับสนุนให้ผู้วิจัยใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นและกลุ่มตัวอย่างมีปัญหาหรือต้องการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2.2) เลือกระดับชั้น คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความรู้พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมาเกือบครบตามหลักสูตร ซึ่งสอดคล้องกับเครื่องมือวิจัยที่พัฒนา

2.3) การสุ่มห้องทดลอง คือ ดำเนินการสุ่มเลือกห้องทดลองจำนวน 1 ห้อง จากผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมด 12 ห้อง โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ด้วยวิธีจับสลาก เนื่องจากทั้ง 12 ห้องเป็นผู้เรียนสายการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่มีความรู้ใกล้เคียงกันและเป็นผู้มีปัญหาหรือต้องการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนเป็นส่วนหนึ่งในการสำรวจสภาพปัญหาในระยะที่ 1 ที่กระจายอยู่ในแต่ละห้อง ดังนั้นผู้เรียน 1 ห้องที่จับฉลากได้จึงเป็นตัวแทนของผู้เรียนที่มีปัญหาหรือต้องการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งหลังจากการสุ่มแล้วผู้วิจัยจะสอบถามความต้องการในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนห้องนั้นอีกครั้งเพื่อยืนยันข้อมูล ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 42 คน

2.4) กำหนดเกณฑ์การคัดเข้าคัดออกของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

2.4.1) เกณฑ์การคัดเข้า คือ ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องเป็นกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการสุ่มไว้และต้องมีส่วนร่วมในการวิจัย 80% ขึ้นไป

2.4.2) เกณฑ์การคัดออก คือ ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าร่วมการทดลองน้อยกว่า 80% ซึ่งหมายถึง การมาเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการทดลองหรือให้ข้อมูลทุก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือวัดไม่ถึง 80% และหากผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างขอถอนตัวออกจากการวิจัย โดยผู้วิจัยจะไม่นำข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์เหล่านี้มาวิเคราะห์ร่วมกับกลุ่มตัวอย่าง

2.5) การเตรียมกลุ่มตัวอย่าง

ก่อนทำการทดลอง ผู้วิจัยจะดำเนินการติดต่อผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างและผู้ปกครองได้รับทราบถึงการเรียนการสอนที่จะใช้ในการทดลองและรวมทั้งข้อมูลต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ในการวิจัย รวมทั้งขอความยินยอมในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ระหว่างการทดลอง ผู้วิจัยจะดำเนินการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจากการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นจำนวน 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังการทดลอง โดยในระหว่างทดลองใช้รูปแบบจะกำกับติดตามผู้เรียนเป็นรายบุคคล บันทึกภาพเคลื่อนไหว สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างจะนำเสนอในภาพรวมหรือใช้นามสมมติเท่านั้น และข้อมูลที่ได้ระหว่างการทดลองจะไม่มีผลต่อคะแนนและผลการเรียนของผู้เรียนแต่อย่างใด

หลังการทดลอง ผู้วิจัยจะศึกษาข้อมูลที่ได้และวิเคราะห์ผลการทดลองในภาพรวม ไม่ระบุตัวตนของกลุ่มตัวอย่าง และจะทำลายข้อมูลทั้งหมดหลังจากการวิจัยเสร็จสิ้น ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ผลเป็นภาพรวมและมีเกณฑ์การคัดเข้าคัดเข้าที่ชัดเจน หากมีตัวอย่างประสงค์ออกจากการทดลองทำให้จำนวนตัวอย่างลดลงจึงไม่กระทบกับการวิจัย ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีสิทธิ์จะถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) การขอเสนอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนและการขออนุญาตทดลองสอน

เนื่องด้วยการได้มาของข้อมูลในงานวิจัยนี้ต้องติดต่อปฏิสัมพันธ์กับคนซึ่งเป็นเยาวชนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยจึงทำการเสนอขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนเพื่อปกป้องบุคคลจากความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย โดยขอเสนอรับการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยเพื่อเสนอขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนกลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อได้รับการอนุมัติแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ทำหนังสือถึงผู้อำนวยการสถานศึกษาที่ทดลองสอนและเก็บข้อมูลการวิจัย และเมื่อได้รับการอนุมัติแล้วจึงดำเนินการตามแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.1.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมการเรียนรู้

1) ผู้วิจัยดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย วัตถุประสงค์, เนื้อหา/สาระ, กิจกรรมการจัดการเรียนการสอน, สื่อการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล เพื่อให้ผู้ที่นำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ได้ทราบถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยวางแผนการจัดการเรียนการสอนเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ โดยมีการวางแผนกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนครบทั้ง 5 ขั้นตอน จำนวน 6 แผน ซึ่งแสดงโครงสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนแสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 โครงสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในการทดลอง

สัปดาห์ที่	หัวข้อ	จำนวนคาบเรียน
1	ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)	2
2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 “บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายมากกว่ากัน”	2
3	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 “บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายมากกว่ากัน” (ต่อ)	2
4	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 “รถยนต์ไฟฟ้ากับรถยนต์น้ำมัน แบบไหนปลอดภัยและคุ้มค่ามากกว่ากัน”	2
5	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 “รถยนต์ไฟฟ้ากับรถยนต์น้ำมัน แบบไหนปลอดภัยและคุ้มค่ามากกว่ากัน” (ต่อ)	2
6	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 “ข้อสอบ TGAT เจ้าปัญหา เมนูไหนทำโลกร้อนน้อยที่สุด”	3
7	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 “เสรีกัญชา โอกาสหรือความเสี่ยง”	3
8	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือโรงไฟฟ้าถ่านหินเหมาะสมมากกว่ากัน”	3
9	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 “ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารสามารถทดแทนอาหารได้จริงหรือไม่”	3
10	ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Post-Test)	2

2) ผู้วิจัยดำเนินการสร้างใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้และกระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีใบกิจกรรมการเรียนรู้ 1 ฉบับที่แสดงร่องรอยการแสดงพฤติกรรมตามการออกแบบแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการทดลอง

3) นำแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมพิจารณา ให้คำแนะนำ และนำมาปรับปรุงแก้ไข

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน พิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ

สำหรับผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการประเมินเพื่อพิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ โดยการการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยผลการพิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน พบว่า รายการประเมินทั้ง 5 รายการได้แก่ 1. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2. เนื้อหาสาระ 3. กิจกรรมการเรียนรู้ 4. สื่อการเรียนรู้ 5. การวัดและประเมินผลผลการประเมินคือมีความสอดคล้องทุกรายการ ซึ่งรายการที่ 1-4 มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 1.00 ส่วนรายการที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 0.80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 2 ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ความเหมาะสมต่อผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ความสอดคล้องกับหลักสูตร และความคิดเห็นด้านอื่น ๆ ของผู้ทรงคุณวุฒิ สามารถสรุปได้ดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านมีความคิดเห็นตรงกันว่า จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน เหมาะสม ครอบคลุมผลการเรียนรู้ และครบถ้วนทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะ นอกจากนี้มีผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่านมีข้อสังเกตเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากประเด็นทางสังคมว่าเป็นประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนกำหนดเอง หรือผู้สอนเป็นผู้กำหนดหรือผู้สอนยกตัวอย่างเท่านั้น และมีผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่านมีข้อเสนอแนะให้เน้นย้ำ

ในด้านคุณลักษณะให้ผู้เรียนตระหนักถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือวิชาเคมีมาใช้ในการอธิบายสถานการณ์

เนื้อหาสาระ ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า เนื้อหาสาระมีความหลากหลายน่าสนใจ และเป็นประเด็นใกล้ตัวผู้เรียน สามารถเชื่อมโยงกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ได้ แต่มีผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่านให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ในส่วนของสาระการเรียนรู้ควรเพิ่มเติมว่า ประเด็นปัญหาในสังคม ข่าวเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ประโยชน์หรือแก้ไขปัญหาได้โดยอาศัยกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบ สามารถแสดงความคิดเห็นและนำเสนอหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

กิจกรรมการเรียนรู้ ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจทั้ง 5 ขั้นตอนมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- กิจกรรมเป็นลักษณะของ Active Learning แต่ควรระวังในเรื่องการจัดกลุ่มผู้เรียนให้เหมาะสมตามความสามารถพื้นฐาน เช่น กิจกรรมที่มีการโต้แย้งหรือนำเสนอ หากผู้เรียนบางกลุ่มไม่กล้านำเสนอหรือไม่กล้าโต้แย้งจะเกิดการเสียเปรียบในการปฏิบัติกิจกรรม และหากมีเวลามากพออาจเพิ่มเติม การทดลองที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เช่น ปฏิกิริยาของสารเคมีในบุหรี่

- การเขียนอธิบายกิจกรรมการเรียนรู้ควรเขียนให้เน้นเป็นบทบาทของผู้เรียนแทนการเขียนเป็นบทบาทของครู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- ในช่วงของการสะท้อนคิดอาจเพิ่มเติมให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นใส่กระดาษโน้ตปิดผนึกหรือการส่งข้อมูลเป็นส่วนตัวให้กับผู้สอน เพื่อให้ได้ข้อมูลบางส่วนที่ผู้เรียนไม่อยากให้เป็นสาธารณะ จะทำให้ได้ข้อมูลทั้งเชิงบวกและเชิงลบ

- องค์ความรู้ที่ได้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องหาข้อสรุปหรือไม่ อาจต้องมีข้อสรุปของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมดังกล่าว และในขั้นที่ 5 การต่อยอดความรู้ของผู้เรียนผู้สอนอาจจะกำหนดประเด็นการต่อยอดไว้ก่อนและพยายามกระตุ้นผู้เรียนให้ไปถึงประเด็นการต่อยอดนั้น

สื่อการเรียนรู้ ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจหลากหลาย เหมาะสมต่อช่วงวัยและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี แต่มีผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่าน มีข้อเสนอแนะว่า อาจเพิ่มเติมสื่อเอกสารความรู้จากหน่วยงาน เช่น พ.ร.บ. กฎหมาย เอกสาร กระทรวงสาธารณสุข เป็นต้น และผู้ทรงคุณวุฒิอีก 1 ท่านให้คำแนะนำเพิ่มเติมว่าควรออกแบบรูปแบบใบงานให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น การวัดและประเมินผล ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่า การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และมีความเหมาะสมกับแผนการจัดการเรียนรู้ แต่อาจปรับให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นและระบุแนวทางในการตอบและการให้คะแนนให้ชัดเจนมากขึ้น และมีผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่านเสนอให้น้ำหนักด้านทักษะและด้านคุณลักษณะมากกว่าด้านความรู้

สำหรับผลการประเมินใบกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า ทุกรายการการประเมินมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเกี่ยวกับใบกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้ทรงคุณวุฒิ สามารถสรุปได้ดังนี้

- ใบกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดีมาก
- มีการออกแบบโครงสร้างของใบกิจกรรมได้ดีมากและสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ แต่อาจจะเพิ่มเติมเป็นคำถามย่อย หากต้องการให้ผู้เรียนตอบตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น
- มีความเหมาะสมต่อผู้เรียน และมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า หลักฐานเชิงประจักษ์อาจได้มาจากการทดสอบของผู้เรียน เช่น การปฏิบัติการทดลอง ซึ่งอาจทำให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น
- มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเรื่องการออกแบบใบกิจกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และรวบรวมเป็นชุดใบกิจกรรมที่มีหลากหลายประเด็นต่อเนื่องกันตลอดการเก็บข้อมูล โดยแต่ใบกิจกรรมอาจใช้คำถามที่น่าสนใจชวนให้ตอบในประเด็นทางสังคมนั้นและตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้เพื่อลดความเบื่อหน่ายในการตอบใบกิจกรรมของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5) จากนั้นนำผลการประเมินและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขตามแผนการจัดการเรียนรู้ แสดงดังตารางที่ 15

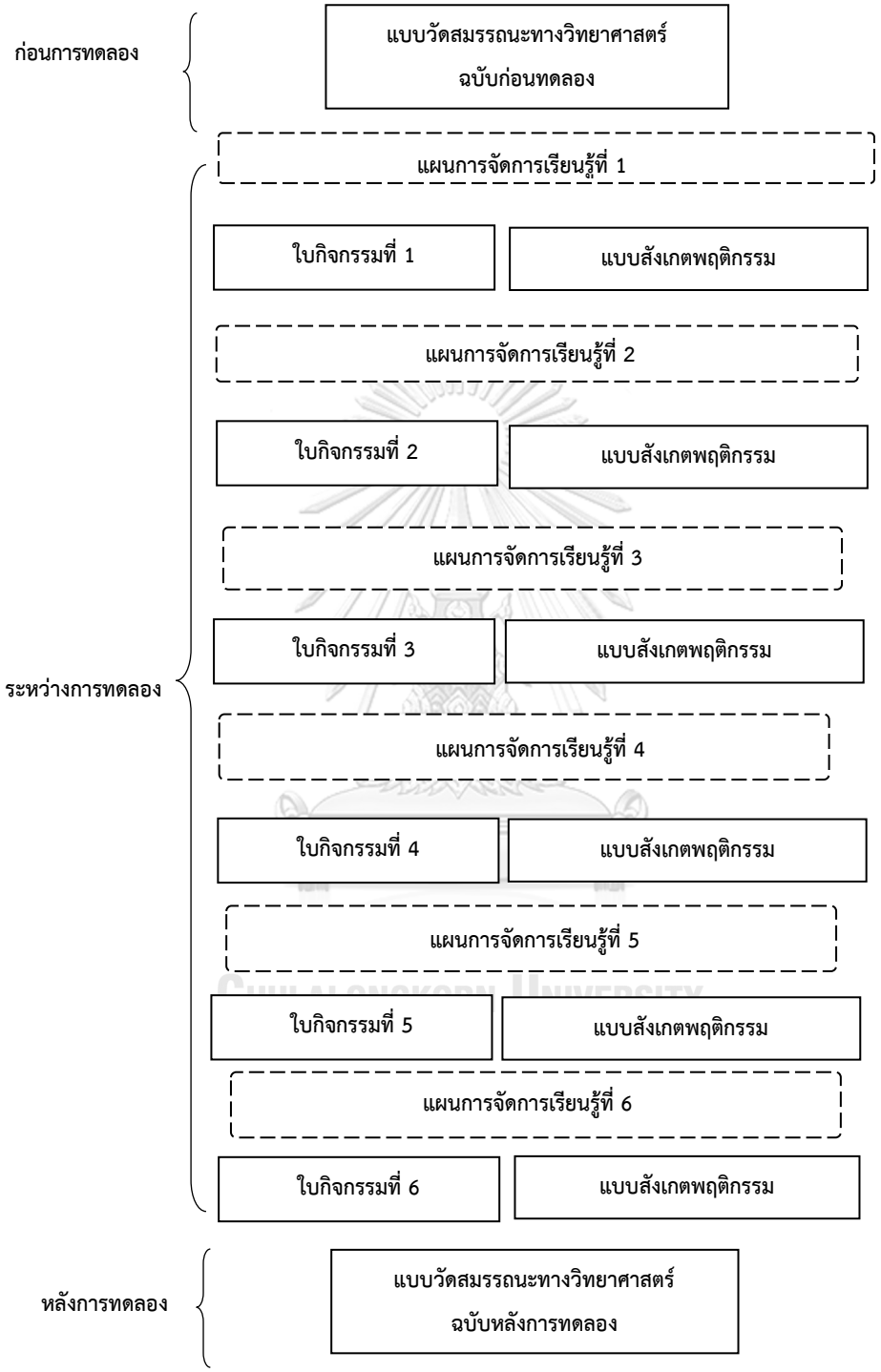
ตารางที่ 15 แสดงการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้

หัวข้อ	**การปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ**
1. จุดประสงค์การเรียนรู้	เพิ่มเติมด้านคุณลักษณะให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
2. เนื้อหาสาระ	พิจารณาขอบข่ายของเนื้อหาสาระให้ครอบคลุมกับหลักสูตร โดยผู้สอนมีการจัดเตรียมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้หลากหลายและครอบคลุม
3. กิจกรรมการเรียนรู้	เพิ่มเติมในขั้นที่ 5 การต่อยอดความรู้ของผู้เรียน ผู้สอนมีการกำหนดประเด็นไว้เบื้องต้นก่อนและกระตุ้นผู้เรียนให้ไปถึงประเด็นการต่อยอดนั้น
4. สื่อการเรียนรู้	เพิ่มเติมสื่อความรู้จากหน่วยงานต่าง ๆ เช่น พ.ร.บ. กฎหมายสาธารณสุข ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สื่อที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น
5. การวัดและประเมินผล	ระบุแนวทางการให้คะแนนให้ชัดเจนมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6) ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปใช้ในการทดลองจริงเพื่อประเมินประสิทธิผลต่อไป

ในการทดลอง ผู้วิจัยได้ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้



ภาพที่ 11 การใช้เครื่องมือในกระบวนการวิจัย

จากภาพการใช้เครื่องมือในกระบวนการวิจัยเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลจะเห็นว่า ผู้วิจัยได้วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทดลองใช้ทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งหลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละแผน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงรายละเอียดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้จนทำให้ได้รายละเอียดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

3.2 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

สำหรับการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยมีแบบแผนการทดลองและขั้นตอนการดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

3.2.1 กำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้การวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (The One- Group Pretest-Posttest Time-Series Design) ซึ่งวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นก่อนและหลังการทดลองเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาพัฒนาการโดยการใช้อนุกรมเวลาในงานวิจัยของเกียรติยศ กุลเดชชัยชาญ (2555) ที่ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาในการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการของการคิด และ Ritter and Moore (2012) เป็นการศึกษาพัฒนาการที่มีการเก็บข้อมูลทุกสัปดาห์เช่นกัน โดยในการวิจัยครั้งนี้มีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 “บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายมากกว่ากัน”

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 “รถยนต์ไฟฟ้ากับรถยนต์น้ำมัน แบบไหนปลอดภัยและคุ้มค่ามากกว่ากัน”

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 “ข้อสอบTGAT เจ้าปัญหา เมนูไหนทำโลกร้อนน้อยที่สุด”

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 “เสรีกัญชา โอกาสหรือความเสี่ยง”

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 “โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือโรงไฟฟ้าถ่านหินเหมาะสมกว่ากัน”

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 “ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารเหมาะสมกับสังคมปัจจุบันหรือไม่”

3.2.2 เก็บรวบรวมข้อมูล สามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นเตรียมการและเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

1.1) แนะนำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งแจ้งวัตถุประสงค์ในการเรียนและเงื่อนไขในการเรียนให้กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง

1.2) ทำการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำนวน 17 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 45 นาที

2) ขั้นดำเนินการทดลองสอนและการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง

2.1) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เวลาในการเรียนทั้งสิ้น 10 สัปดาห์

2.2) เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลองโดยการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และใบกิจกรรมการเรียนรู้

2.2.1) ผู้เรียนจะได้รับการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้และได้รับการสังเกตเพิ่มเติมจากบันทึกวีดีโอภาพและเสียงที่เห็นภาพรวมทั้งหมดอย่างชัดเจน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างที่ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหา สืบค้นข้อมูลและหลักฐาน นำเสนอ โต้แย้ง อภิปราย และลงข้อสรุปของข้อมูลในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมดังกล่าวโดยการใช้คำถามและข้อกำหนดในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนแสดงพฤติกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.2) ผู้เรียนจะได้รับการตรวจใบกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 6 ใบกิจกรรม โดยการตอบคำถามในใบกิจกรรมจะแสดงให้เห็นถึงร่องรอยพฤติกรรมบ่งชี้ที่แสดงถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจด้วยตนเอง 1 รอบ เป็นผู้ทานด้วยตนเอง 1 รอบ และครูผู้สอนวิชาเคมีที่มีประสบการณ์เป็นผู้ทานอีก 1 รอบ

3) ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

3.1) หลังจากดำเนินการสอนครบตามที่กำหนดแล้วดำเนินการทดสอบผู้เรียนโดยใช้แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ฉบับคู่ขนานกับที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง จำนวน 17 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 45 นาที

3.2) นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1) เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ โดยรวบรวมคะแนนแต่ละองค์ประกอบของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

2) เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยกับคะแนนมาตรฐานที่กำหนดคือร้อยละ 70 ซึ่งเทียบเคียงจากการวัดประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับดีขึ้นไปตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

3) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระหว่างการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสังเกตพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และใบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

3.1) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม เพื่อดูพัฒนาการของผู้เรียนในทุกองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน

3.2) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ถึงการพัฒนาของผู้เรียนในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 4 การปรับปรุงแก้ไขและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นหลังการทดลองใช้

การดำเนินการในระยะนี้เป็นการนำผลการดำเนินการในระยะที่ 3 มาวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ให้สมบูรณ์ตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 การสรุปผลการใช้และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง สรุปผลที่ได้จากการทดลอง ทั้งข้อมูลในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนขณะทดลอง และข้อมูลการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนมาปรับปรุงแก้ไข พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถสรุปประเด็นการปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนได้ดังนี้

4.1.1 เพิ่มเติมรายละเอียดของการนำเสนอประเด็นทางสังคมในขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นทางสังคมจากเดิมผู้สอนนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกประเด็นปัญหาที่สงสัยในประเด็นทางสังคมดังกล่าวมาเป็นผู้สอนนำเสนอประเด็นทางสังคมและประเด็นปัญหาย่อยที่เกิดขึ้นจากประเด็นทางสังคมดังกล่าว เพื่อกำหนดขอบเขตในการสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายข้อมูลได้ตรงกรอบของเนื้อหามากยิ่งขึ้น

4.1.2 การสืบค้นข้อมูลในขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา จากเดิมให้ผู้เรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหาเพื่อหาแนวทางของคำตอบของตนเอง และจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มโดยพิจารณาจากแนวทางคำตอบที่ใกล้เคียงกันให้อยู่กลุ่มเดียวกัน เพิ่มเติมเป็นจัดกลุ่มผู้เรียนก่อนให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลและโต้แย้งกันภายในกลุ่มให้เสร็จสิ้นก่อน และถ้าได้ข้อสรุปของกลุ่มจึงเตรียมตัวอภิปรายกับกลุ่มอื่น ๆ ต่อไป แต่หากไม่สามารถได้ข้อสรุปในกลุ่มจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถย้ายกลุ่มไปอยู่ในกลุ่มที่มีความคิดเห็นตรงกันได้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลและทำให้กเกิดการโต้แย้งมากขึ้น

4.1.3 การนำเสนอข้อมูลและหลักฐานเชิงประจักษ์ระหว่างกลุ่มของผู้เรียนในขั้นที่ 3 ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล จากเดิมให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปเหตุผลของแนวคำตอบในกลุ่มและเตรียมข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานเพื่ออภิปรายกับกลุ่มอื่น ๆ เพิ่มเติมรายละเอียดการโต้แย้งและอภิปรายระหว่างกลุ่มโดยจับคู่กลุ่มที่มีความคิดเห็นตรงข้ามกันเป็นคู่โต้แย้งกัน ทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเสนอหลักฐานและโต้แย้งมากยิ่งขึ้น

4.1.4 เพิ่มเติมรายละเอียดในขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ จากเดิมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างสรรค์แนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้ก่อนแล้วจึงให้ผู้เรียนแต่ละคนเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบาย ทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเอง เปลี่ยนเป็นให้ผู้เรียนต่อยอดองค์ความรู้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือการประยุกต์ใช้เป็นรายบุคคลก่อนแล้วจึงนำมาแชร์และแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม เนื่องจากแบบเดิมที่ช่วยกันคิดภายในกลุ่มทำให้ผู้เรียนบางคนไม่ได้ต่อยอดองค์ความรู้ของตนเองแต่โน้มเอียงไปตามความคิดของเพื่อนในกลุ่มจึงต้องปรับขั้นตอนให้ผู้เรียนได้คิดด้วยตนเองก่อนแล้วจึงแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน เพื่อทำให้ขั้นตอนนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

4.2 การจัดทำรูปแบบการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์

ผู้วิจัยจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์ให้มีความถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ ปรากฏอยู่ในบทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

1.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

1.3 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน และบทบาทผู้เรียน บทบาทผู้สอน

1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.1 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2.2 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.3.1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม

2.3.2 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2.3.2.1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

2.3.2.2 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.3.2.3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และตามข้อค้นพบได้จากการทดลองสอนจริง ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า รูปแบบการเรียนการเรียนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน 1.3 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน และบทบาทผู้เรียน บทบาทผู้สอน และ 1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอน มีรายละเอียดดังนี้

1.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มี 3 ประการ ได้แก่

1) การเสนอประเด็น สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังถกเถียงหรือให้ความสนใจในสังคม ใกล้ตัวผู้เรียน และเน้นทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์

2) การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้จากการสืบเสาะหาความรู้ การอธิบาย การโต้แย้งและแสดงเหตุผลเพื่อยืนยันความคิดของตนเองผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและพัฒนาทักษะการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการนำเสนอข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการตีความหมายทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา

3) การมุ่งเน้นกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปและหลักฐานที่ยืนยันข้อสรุปโดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์จะทำให้เกิดองค์ความรู้ที่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาหรือไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน และบทบาทของผู้สอน ผู้เรียน

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นทางสังคมมาทำให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปและหลักฐานที่ยืนยันข้อสรุปด้วยมุมมองที่หลากหลายทั้งบนฐานของวิทยาศาสตร์ สังคมและจริยธรรม ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม

เป็นขั้นของการนำประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลหรือสื่อต่าง ๆ มากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและวิเคราะห์ปัญหาจากประเด็นดังกล่าว โดยเริ่มจากการที่ผู้สอนคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจ เหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้ ตัวผู้เรียน และสอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคม มานำมาเสนอและพูดคุยกับผู้เรียน

โดยเกณฑ์ในการในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์คือ

1.ประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน เป็นกระแสในโลกโซเชียลหรือปรากฏในสื่อต่าง ๆ

2. ประเด็นที่สังคมให้ความสนใจ เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน อาจส่งผลกระทบหรือมีความสัมพันธ์กับบริบทในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้เรียน มีความสัมพันธ์กับชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3. ประเด็นที่มีมุมมองที่หลากหลายและมีมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน สามารถใช้ความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อธิบายหรือมีส่วนร่วมในการตัดสินใจได้

4. ประเด็นที่มีคำตอบได้หลายคำตอบหรือไม่มีคำตอบที่แน่นอน

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียน

1) เกิดข้อสงสัยหรือประเด็นคำถามจนเกิดการคิดและวิเคราะห์เกี่ยวกับข้อสงสัยนั้น

2) เกิดความสนใจในการแสวงหาความรู้ รวบรวมข้อมูล และหาวิธีการหาคำตอบ

3) เชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมกับความรู้หรือข้อมูลที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม

บทบาทของผู้เรียน

1) รับฟังการนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์จากผู้สอน

2) วิเคราะห์และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นทางสังคม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมและคิดวิเคราะห์ถึงประเด็นคำถามที่ต้องการหาคำตอบ

บทบาทของผู้สอน

1) คัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหา ตัวผู้เรียน และสอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคม จากแหล่งข้อมูล เช่น รูปภาพ ข่าว วีดีทัศน์ หรือสื่อต่าง ๆ

2) ผู้สอนนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ

3) ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดคำถามโดยการเสนอประเด็นปัญหาย่อยหรือข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากประเด็นทางสังคมดังกล่าว

4) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมดังกล่าว

5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมและคิดวิเคราะห์ถึงประเด็นคำถามที่ต้องการหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา

เป็นขั้นที่ใช้กระบวนการกลุ่มในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและสืบค้นข้อมูลหรือหาประจักษ์พยานเพื่อยืนยันคำตอบและพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียน เช่น ทักษะการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการนำเสนอข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียน

1) วิเคราะห์ประเด็นปัญหาเพื่อหาแนวทางของคำตอบ

2) สืบค้นข้อมูลหรือหาประจักษ์พยานเพื่อเป็นหลักฐานหรือสิ่งที่ยืนยันคำตอบ

3) ได้เรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จากการอภิปรายข้อมูลในกระบวนการกลุ่ม เช่น ทักษะการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการนำเสนอข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา

บทบาทของผู้เรียน

1) วิเคราะห์ประเด็นปัญหาและหาแนวทางคำตอบของตนเอง

2) พูดคุย อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นปัญหา

3) สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมหรือหาประจักษ์พยานเพื่อเป็นหลักฐานหรือสิ่งที่ยืนยันคำตอบ

4) นำเสนอข้อมูลที่หาได้ภายในกลุ่ม ตีความหมายของข้อมูล และให้เหตุผลเพื่อยืนยันคำตอบ รวมทั้งแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการอภิปรายภายในกลุ่ม

บทบาทของผู้สอน

1) กระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหาเพื่อหาแนวทางของคำตอบของตนเอง โดยการใช้คำถามหรือใช้สื่อและแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข่าว สื่อโซเชียล เกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากประเด็นทางสังคมดังกล่าวมาช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและวิเคราะห์ปัญหานั้น

2) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนจัดกลุ่มตามความสมัครใจของตนเอง

3) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนพูดคุย อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นปัญหา

4) อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมหรือหาประจักษ์พยานเพื่อเป็นหลักฐานหรือสิ่งที่ยืนยันคำตอบ

5) คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มและสืบค้นข้อมูลหรือหาหลักฐานเพื่อยืนยันคำตอบของตนเอง

6) ให้ผู้เรียนโต้แย้งกันภายในกลุ่มจนได้แนวทางคำตอบของกลุ่มตนเอง แต่หากไม่สามารถได้ข้อสรุปของกลุ่มจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถย้ายกลุ่มไปอยู่ในกลุ่มที่มีความคิดเห็นตรงกันได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล

เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่สืบค้นและนำเสนอภายในกลุ่มมาอภิปรายหรือโต้แย้งกับกลุ่มอื่น ๆ โดยมีหลักฐานหรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสืบค้นข้อมูลและหลักฐาน รวมทั้งนำเสนอหรืออภิปรายข้อมูลและตัดสินใจด้วยเหตุผลและหลักการทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียน

1) เกิดการเรียนรู้จากการอภิปรายข้อมูลและโต้แย้งเกี่ยวกับคำตอบของประเด็นปัญหา

2) เลือกใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานเพื่อยืนยันคำตอบได้อย่างเหมาะสม

3) รับฟังความคิดเห็น วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและหลักฐาน

บทบาทของผู้เรียน

1) สรุปเหตุผลของแนวคำตอบในกลุ่ม และเตรียมข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน เพื่ออภิปรายกับกลุ่มอื่น ๆ

2) นำเสนอแนวคำตอบของกลุ่มตนเองพร้อมแสดงเหตุผลต่อกลุ่มอื่น ๆ

3) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคำตอบของกลุ่มอื่น ๆ

4) โต้แย้งและอภิปรายร่วมกันโดยใช้ข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน ที่เตรียมไว้

5) รับฟังความคิดเห็น วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลและความน่าเชื่อถือของหลักฐาน โดยใช้หลักคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์และตัดสินใจด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1) กระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปเหตุผลของแนวคำตอบในกลุ่ม และเตรียมข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานเพื่ออภิปรายกับกลุ่มอื่น ๆ โดยมีจิตวิทยาศาสตร์ในการแสดงเหตุผล

2) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคำตอบของกลุ่มตนเองพร้อมแสดงเหตุผล

3) จับคู่กลุ่มที่มีความคิดเห็นตรงข้ามกันให้อภิปรายและโต้แย้งกันตามข้อมูลและหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่แต่ละกลุ่มสืบค้นมา

4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคำตอบของกลุ่มเพื่อน

5) ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการโต้แย้งและอภิปรายร่วมกันจากข้อมูล/หลักฐาน

6) คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม

7) วางตัวเป็นกลาง บทบาทเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 4 ขั้นลงข้อสรุป

เป็นขั้นที่มีการลงความเห็นเพื่อหาข้อสรุปจากเหตุผลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจมีได้หลายคำตอบแต่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปโดยใช้หลักคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์และตัดสินใจด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียน

1) ตัดสินใจเกี่ยวกับข้อสรุปของประเด็นปัญหา

2) ให้เหตุผลและหลักฐานประกอบการตัดสินใจของตนเอง

3) วิเคราะห์วิธีการหรือกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุป

บทบาทของผู้เรียน

1) หาข้อสรุปของประเด็นปัญหา

2) ให้เหตุผลและหลักฐานประกอบการตัดสินใจของตนเอง

3) ทำความเข้าใจเนื้อหาและข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น

4) ร่วมลงความเห็นหาข้อยุติและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

บทบาทของผู้สอน

1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนหาข้อสรุปของประเด็นปัญหา

2) กระตุ้นให้ผู้เรียนให้เหตุผลและหลักฐานประกอบการตัดสินใจของตนเอง

3) เพิ่มเติมเนื้อหาที่ไม่สมบูรณ์และข้อมูลเพิ่มเติมที่ทำให้เกิดความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้นมากยิ่งขึ้น

4) ร่วมลงความเห็นหาข้อยุติและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้

เป็นขั้นที่สะท้อนความคิดและนำองค์ความรู้ที่ได้ไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบาย ทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียน

1) สะท้อนความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องการเรียนรู้ในประเด็นปัญหา

2) สร้างสรรค์องค์ความรู้ที่ได้นำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทบาทของผู้เรียน

1) สะท้อนความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องการเรียนรู้ในประเด็นปัญหา

2) ทำความเข้าใจเนื้อหาและข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น

3) สร้างสรรค์องค์ความรู้ในการนำไปใช้ต่อยอดในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ด้วยตนเอง

4) ใช้กระบวนการกลุ่มในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ความรู้

5) เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบาย ทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

บทบาทของผู้สอน

1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้

2) กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างสรรค์องค์ความรู้ในการนำไปใช้ต่อยอดในประเด็นอื่น ๆ

3) เพิ่มเติมเนื้อหาที่ไม่สมบูรณ์และข้อมูลเพิ่มเติมที่ช่วยเสริมเสร้างการต่อยอดความรู้

4) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้เป็นรายบุคคล

5) มอบหมายให้ผู้เรียนใช้กระบวนการกลุ่มในแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเกี่ยวกับการนำองค์ความรู้ไปสร้างสรรค์แนวทางในการแก้ไขปัญหา

1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการเรียนการสอน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ประเมินผลรอบด้านทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งดำเนินการวัดและประเมินตามสภาพจริง ด้วยเครื่องมือที่หลากหลายเพื่อให้สามารถรวบรวมข้อมูลตามสภาพจริงที่นำไปสู่การตัดสินผู้เรียนได้ โดยเน้นการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การวัดผลด้านความรู้ ใช้วิธีการทดสอบ โดยการใช้คำถาม ใบงาน และแบบทดสอบที่แสดงถึงการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือประเด็นปัญหา

2) การวัดผลทางด้านทักษะและกระบวนการ ใช้วิธีการประเมินจากกระบวนการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมหรือแบบประเมินใบงานที่แสดงถึงทักษะในการหาความรู้ออกแบบกระบวนการหาความรู้ และวิธีการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งกระบวนการวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสมโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

3) การวัดผลทางด้านคุณลักษณะของผู้เรียน ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้และร่องรอยการตอบคำถามในใบงาน โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและการเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันบนหลักของวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

การศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

จากการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งในภาพรวมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test) ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คะแนนหลังทดลอง (n = 42)				t	p
	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 70	$\bar{x}$	S.D.		
1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	9	6.30	7.17	1.34	4.185	0.000*
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	3.50	4.21	0.65	7.174	0.000*
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	8	5.60	5.88	0.99	1.834	0.037*
รวม	22	15.40	17.26	2.04	5.924	0.000*

*p < .05

จากตารางที่ 16 เมื่อพิจารณาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม พบว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการ

ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 17.26 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.04 และผลการทดสอบค่าที (t-test) เท่ากับ 5.924 สรุปได้ว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังจากผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ทุกองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test) ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (จำนวนผู้เรียน 42 คน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (n = 42)	คะแนนเต็ม	ก่อนทดลอง $\bar{X}$	ก่อนทดลอง S.D.	หลังทดลอง $\bar{X}$	หลังทดลอง S.D.	t	p
1.การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	9	4.62	1.51	7.17	1.34	7.870	0.000*
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	3.21	0.78	4.21	0.65	6.732	0.000*
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	8	3.21	1.44	5.88	0.99	9.884	0.000*
รวม	22	11.05	2.80	17.26	2.04	11.881	0.000*

*p < .05

จากตารางที่ 17 จะเห็นว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมเฉลี่ยเท่ากับ 17.26 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.04 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.05 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.80 และผลการทดสอบค่าที (t-test) เท่ากับ 11.881 สรุปได้ว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในทุกองค์ประกอบสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ผลการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและจำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังนี้

2.3.1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม

การนำเสนอผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลจากการสังเกตพฤติกรรม ใบกิจกรรม แบบทดสอบ และกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยนำเสนอการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นช่วงเวลาในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นตามการใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน โดยแบ่งช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงก่อนการทดลอง, ช่วงสัปดาห์ที่ 2-3, ช่วงสัปดาห์ที่ 4-5, ช่วงสัปดาห์ที่ 6, ช่วงสัปดาห์ที่ 7, ช่วงสัปดาห์ที่ 8, ช่วงสัปดาห์ที่ 9 และช่วงหลังการทดลอง รายละเอียด ดังนี้

ช่วงก่อนการทดลอง ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน การอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมไม่ได้ยึดบนหลักการของวิทยาศาสตร์ และไม่สืบค้นหรือแสดงหลักฐานเพื่อยืนยันความคิดเห็นในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การให้เหตุผลและแปลความหมายข้อมูลยังเกิดความสับสน อภิปรายและให้เหตุผลตามความรู้สึกโดยไม่มีหลักฐานอ้างอิงเท่าที่ควร

สัปดาห์ที่ 2-3 พบว่า ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แต่ยังค่อนข้างน้อย ผู้เรียนส่วนใหญ่มีการระบุวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่ได้ระบุแหล่งข้อมูล เช่น หาข้อมูลเกี่ยวกับความอันตรายของบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดา แต่ไม่ระบุว่าให้ชัดเจนว่าหาข้อมูลอย่างไรและจากแหล่งข้อมูลใด การตอบคำถามส่วนใหญ่เป็นการตอบแบบระบุข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายในกลุ่ม แต่ไม่ระบุเหตุผลของข้อสรุปนั้น ๆ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าการที่ผู้เรียนอภิปรายเหตุผลในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อโต้แย้งหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่มาจากหลักฐาน เป็นการซักถามในลักษณะของการส่งตัวแทนกลุ่มออกมาอภิปรายและนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มจากข้อมูลที่ได้ในกระดาษปรู๊ฟของกลุ่ม ซึ่งมีแนวโน้มมาจากความคิดของตัวแทนกลุ่มเป็นส่วนใหญ่ ไม่ได้ตกผลึกมาจากทุกความคิดของทุกคนในกลุ่ม ผู้วิจัยจึงปรับเวลาให้ผู้เรียนทุกคนได้คิดด้วยตนเองก่อนและเพิ่มเวลาให้โต้แย้งและอภิปรายกันในกลุ่มมากขึ้น เพื่อให้เกิดการโต้แย้งในกลุ่มก่อนและได้ข้อสรุปในหลาย ๆ มุมมองไปโต้แย้งกับกลุ่มอื่น ๆ ได้มากขึ้น ทำให้ตัวแทนกลุ่มที่นำเสนอและโต้แย้งได้ใช้ข้อมูลจากการอภิปรายกันภายในกลุ่มมากยิ่งขึ้น

สัปดาห์ที่ 4-5 พบว่า ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงของสมรรนะทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากผู้เรียนมีการระบุเรื่องที่ต้องการตรวจสอบปัญหาและระบุรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการตรวจสอบอย่างชัดเจน เช่น มีการระบุหัวข้อที่ต้องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความแตกต่างของรถยนต์ไฟฟ้าและรถยนต์น้ำมันอย่างชัดเจน ได้แก่ แหล่งพลังงานและหลักการทำงานของรถยนต์ทั้งสองประเภท แต่ในภาพรวมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีผู้เรียนที่แสดงพฤติกรรมเพียงบางส่วนนั้น นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่า การดำเนินกิจกรรมโดยการสรุปข้อมูลเขียนลงในกระดาษปรู๊ฟทำให้ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลได้ไม่เต็มที่ เนื่องจากข้อมูลบางส่วนผู้เรียนสืบค้นทางอินเตอร์เน็ตและแหล่งข้อมูลออนไลน์ เช่น งานวิจัย กราฟ รูปภาพ ซึ่งไม่สามารถวาดลงในกระดาษปรู๊ฟได้ อีกทั้งในระหว่างการนำเสนอ การโต้แย้ง และการอภิปราย ผู้เรียนได้ใช้ข้อมูลที่สืบค้นไว้ในสมาร์ทโฟนหรือ iPad เนื่องจากผู้เรียนทุกกลุ่มมี iPad และสามารถแชร์หน้าจอได้อย่างสะดวกผ่าน Apple TV ของห้องเรียน ผู้วิจัยจึงปรับรายละเอียดของกิจกรรมให้ใช้แอพพลิเคชันใน iPad ในการสรุปข้อมูลและใช้ iPad แชร์ข้อมูลในการนำเสนอ ซึ่งเป็นการเพิ่มช่องทางให้ผู้เรียนนำเสนอหลักฐานและอภิปรายได้สะดวกมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สัปดาห์ที่ 6 จะเห็นว่า ผู้เรียนมีการแสดงพฤติกรรมให้เห็นถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากเดิมค่อนข้างมาก เนื่องจากผู้เรียนสามารถแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในการอธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งได้มากขึ้น และมีข้อมูลในการนำเสนอที่ชัดเจนมากขึ้น เช่น กราฟ รูปภาพ คลิปวิดีโอ งานวิจัย ทำให้เกิดการโต้แย้งและอภิปรายกันมากขึ้น นอกจากนี้ผู้เรียนมีการแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้เรียนสามารถตั้งประเด็นปัญหาในเรื่องที่ต้องการตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้โดยระบุประเด็นย่อยที่ต้องการตรวจสอบได้อย่างชัดเจน เช่น “ปริมาณคาร์บอนที่เกิดจากการทำอาหารต่าง ๆ”หรือ “ในการทำอาหารแต่ละชนิด เมนูใดมีปริมาณ carbon footprint ที่ปล่อยออกมาน้อยที่สุด” ผู้เรียนมีการนำการคำนวณและเปิดแผนภาพและงานวิจัยเปรียบเทียบเมนูอาหารต่าง ๆ นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีการบรรยายวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการที่ผู้เรียนสามารถบอกวิธีการตรวจสอบสมมติฐานและระบุแหล่งข้อมูลได้อย่างชัดเจน และมีแนวทางการตอบเป็นการบอกวิธีการตรวจสอบ เช่น ระบุวิธีการตรวจสอบว่า “สืบค้นข้อมูลเพื่อคำนวณปริมาณคาร์บอนและนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน” โดยมีการระบุแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ เช่น เว็บไซต์ของหน่วยงานต่าง ๆ งานวิจัย และสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ

สัปดาห์ที่ 7 จะเห็นว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรมที่สังเกตได้ต่าง ๆ ที่บ่งชี้ถึงการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งผู้วิจัยค้นพบในระหว่างการจัดการเรียนรู้ว่า หากผู้เรียนมีข้อมูลหรือประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมมาก่อนจะทำให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลและอภิปรายข้อมูลได้มากขึ้น ซึ่งมากกว่าการหาข้อมูลในเวลาที่จำกัดในชั้นเรียน ทำให้ผู้วิจัยได้ปรับให้ผู้เรียนทราบล่วงหน้าว่า ประเด็นทางสังคมที่จะใช้ในสัปดาห์ที่ 7 คือประเด็นเกี่ยวกับเรื่องอะไร เพื่อให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลหรือหาข้อมูลจากผู้มีประสบการณ์มาก่อนเข้าร่วมกิจกรรม แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยได้บอกเพียงแค่ชื่อเรื่องที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมดังกล่าวแต่ไม่ได้บอกหัวข้อในการโต้แย้งให้กับผู้เรียนล่วงหน้า เพื่อให้เกิดความเท่าเทียมในระหว่างดำเนินกิจกรรม และได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอประเด็นย่อยที่จะโต้แย้งกันเองเพิ่มเติมนอกเหนือจากประเด็นที่ผู้วิจัยกำหนด เพื่อเปิดโอกาสให้ได้แสดงความคิดเห็นและหลักฐานข้อมูลที่สืบค้นมามากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีกระบวนการสืบค้นข้อมูล อภิปรายข้อมูลโต้แย้งและแสดงหลักฐานได้อย่างชัดเจนมากขึ้น เช่น ผู้เรียนมีการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของสารอินทรีย์ในกัญชาที่มีประโยชน์และมีโทษจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ มีการสอบถามและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์และผู้ที่ได้รับโทษจากการใช้กัญชา มีกระบวนการทดสอบและศึกษาการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการออกฤทธิ์ของกัญชา

ช่วงสัปดาห์ที่ 8 นอกจากเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแล้ว ยังเป็นช่วงที่ศึกษาผลของการพัฒนารายละเอียดการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดในระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนมีกระบวนการในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีระบบ อภิปรายและตอบคำถามได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น มีการเตรียมคำถามคำตอบเพื่อโต้แย้งกับกลุ่มที่มีความคิดเห็นต่างกัน เช่น มีการสืบค้นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในโลกเกี่ยวกับภัยที่เกิดจากโรงไฟฟ้าถ่านหินและโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ย้อนหลังเพื่อดูสถิติและความอันตรายเปรียบเทียบกัน มีการเตรียมข้อมูลและหลักฐานเพื่อตอบคำถามอย่างชัดเจน และสำหรับการจัดดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีระบบ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ช่วงสัปดาห์ที่ 9 เป็นช่วงยืนยันผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ผู้เรียนมีการแสดงพฤติกรรมได้อย่างชัดเจน ผู้เรียนมีกระบวนการในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้รวดเร็ว ให้เหตุผลในการอภิปรายได้ชัดเจนและเข้าใจเทคนิควิธีการในการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาโต้แย้งกันมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการคิดต่อยอดหรือระบุองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นด้วยตนเองได้มากขึ้น เช่น นำกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปของประเด็นผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหาร ประกอบกับ องค์ความรู้ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลเรื่องผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารมาสร้างเป็นโปรแกรมดูแลผู้ป่วยโรคต่าง ๆ และสร้างแผนการควบคุมน้ำหนัก

ช่วงหลังการทดลอง พบว่า ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมได้ชัดเจนมากขึ้น มีการตอบคำถามที่ถูกต้องชัดเจนตามเกณฑ์การแสดงพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถามมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังมีการคิดต่อยอดหรือระบุองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น มีพัฒนาการเกี่ยวกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีจิตวิทยาศาสตร์ในการให้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไปในทางที่ดีขึ้น

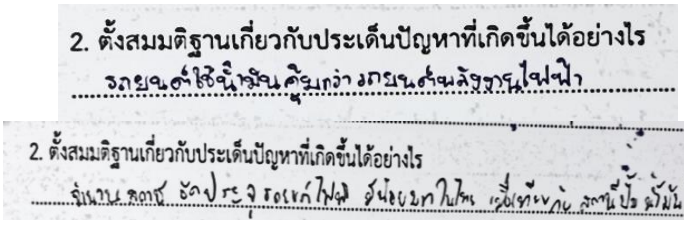
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.2 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากตอบคำถามในใบกิจกรรมของผู้เรียน และการสังเกตพฤติกรรมจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยนำเสนอการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นช่วงเวลาในการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ ช่วงต้นของการทดลอง เป็นช่วงของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2, ช่วงกลางของการทดลอง เป็นช่วงของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4 และช่วงท้ายของการทดลอง เป็นช่วงของการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-6 มีรายละเอียดดังนี้

2.3.2.1) ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

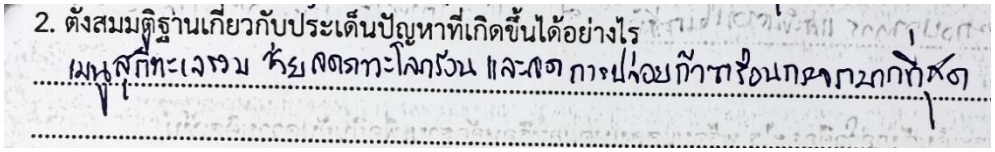
ช่วงต้นของการทดลอง พบว่า ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์และประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมในมุมมองของวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจนหรือเลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้ไม่ชัดเจน และขาดการเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายสถานการณ์ดังกล่าว ผู้เรียนสามารถออกแบบสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงได้ แต่ส่วนใหญ่เป็นการนำหัวข้อประเด็นทางสังคมมาตั้งสมมติฐาน ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาย่อยที่ต้องการตรวจสอบ ดังการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รถยนต์ไฟฟ้าหรือรถยนต์น้ำมันคุ้มค่ากว่ากัน ผู้เรียนระบุสมมติฐานตามชื่อหัวข้อว่า “รถยนต์ใช้น้ำมันคุ้มค่ากว่ารถยนต์ไฟฟ้า หรือตั้งสมมติฐานว่า “จำนวนสถานีอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้ามีน้อยมากในไทย เมื่อเทียบกับสถานีปั๊มน้ำมัน” ซึ่งเมื่อพิจารณาจากกิจกรรมในชั้นเรียน สมมติฐานดังกล่าวไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนอภิปราย ดังตัวอย่าง



นักเรียนคนที่ 5 และ นักเรียนคนที่ 11

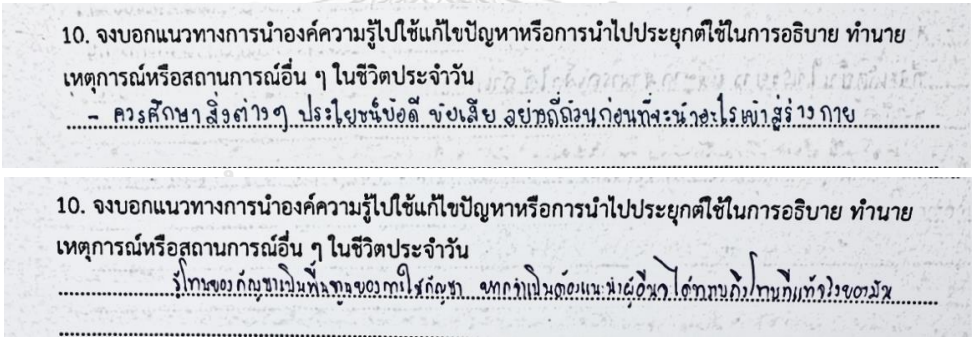
สำหรับช่วงกลางของการทดลอง พบว่า หลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 ไปแล้ว สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ข้อสอบ TGAT ที่กล่าวถึงเมนูอาหารใดทำโลกร้อนน้อยสุด ผู้เรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้และสอดคล้องกับ

ประเด็นปัญหาที่ต้องการตรวจสอบมากขึ้น เช่น ผู้เรียนระบุว่า “เมนูสุกี้ทะเลรวมช่วยลดภาวะโลกร้อนและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด” ซึ่งเป็นการตั้งสมมติฐานที่ชัดเจนและสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนต้องการตรวจสอบ คือ อาหารชนิดใดช่วยลดภาวะโลกร้อนและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด ดังตัวอย่าง



นักเรียนคนที่ 10

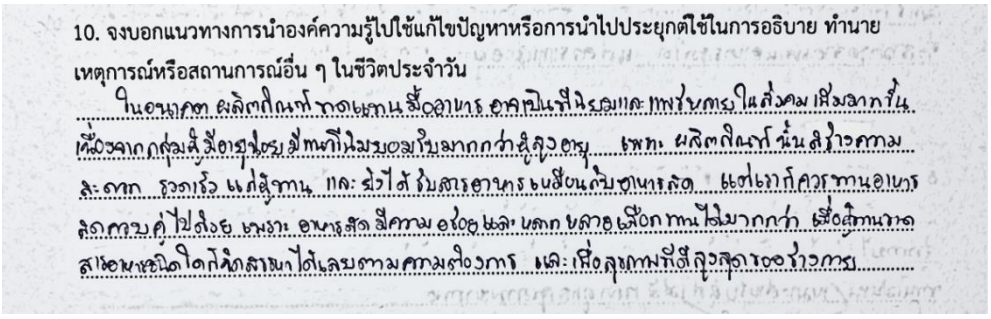
นอกจากนี้ในช่วงกลางของการทดลองยังพบว่า ผู้เรียนสามารถอธิบายการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ได้ แต่ส่วนใหญ่ไม่บอกวิธีการในการนำความรู้ไปใช้หรือการนำความรู้ไปแก้ไขปัญหา ดังการตอบคำถามในใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เสรีกัญชา โอกาสหรือความเสี่ยง เช่น “ควรศึกษาสิ่งต่างๆ ประโยชน์ ข้อดี ข้อเสียอย่างถี่ถ้วนก่อนจะเอาอะไรเข้าร่างกาย” “รู้โทษของกัญชาเป็นพื้นฐานของการใช้กัญชา” ซึ่งเป็นการอธิบายถึงความรู้ที่ได้รับแต่ไม่ได้บอกถึงการนำความรู้ไปใช้ต่อยอดที่ชัดเจน ดังตัวอย่าง



นักเรียนคนที่ 21 และนักเรียนคนที่ 30

ในช่วงท้ายของการทดลอง พบว่า ผู้เรียนมีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้และระบุวิธีการใช้ประโยชน์จากความรู้ที่ได้รับ เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารสามารถทดแทนอาหารได้จริงหรือไม่ ผู้เรียนกล่าวถึงการใช้ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารควบคู่กับการรับประทานอาหารปกติ ซึ่งเป็นการปรับการใช้ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้อ

อาหารให้เข้ากับการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของผู้เรียนที่มีการระบุวิธีการนำความรู้ไปใช้หรือต่อยอดองค์ความรู้ที่ได้มากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่าง

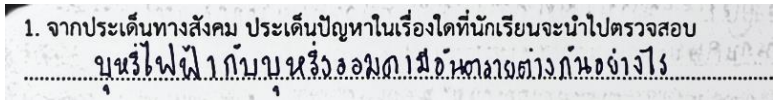

10. จงบอกแนวทางการนำองค์ความรู้ไปใช้แก้ไขปัญหาหรือการนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบาย ทำนาย เหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

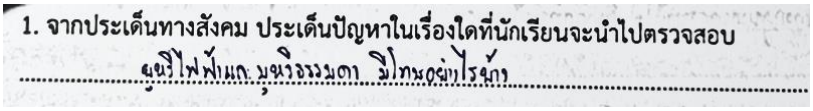
ในอนาคต ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ อาจเป็นที่นิยมและแพร่หลายในสังคมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากผู้คนมีอายุยืนขึ้น มีแนวโน้มบริโภคเนื้อสัตว์น้อยลง เช่น ผลิตภัณฑ์นั่นสำหรับคนสะดวก รวดเร็ว แต่ผู้บริโภค และยังได้รับสารอาหารในปริมาณที่เหมาะสม แต่เราก็ควรทานอาหารสดควบคู่ไปด้วย เช่น อาหารสด มีความอร่อย และหลากหลายเมื่อทานไปนานๆ เพื่อสุขภาพ สามารถนำไปดัดแปลงได้ตามความต้องการ เช่น เพื่อสุขภาพที่ดีและสุดสะดวกสบาย

นักเรียนคนที่ 35

2.3.2.2) ผลการศึกษาการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ในช่วงต้นของการทดลอง พบว่า ผู้เรียนบางส่วนยังไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาจากประเด็นทางสังคมในชีวิตประจำวันได้ ยังสับสนในการคัดเลือกว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เรียนส่วนใหญ่ที่สามารถระบุประเด็นทางสังคมที่สามารถหาคำตอบจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้แต่ก็ยังไม่มีการระบุประเด็นย่อยของประเด็นทางสังคมที่ต้องการตรวจสอบ เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องบุหรี่ไฟฟ้ากับบุหรี่ธรรมดา แบบไหนอันตรายกว่ากัน ผู้เรียนระบุประเด็นปัญหาแค่ว่า บุหรี่ไฟฟ้ากับบุหรี่ธรรมดามีอันตรายต่างกันอย่างไร ซึ่งเป็นการระบุประเด็นคำถามเหมือนชื่อหัวข้อเท่านั้นไม่ได้ระบุจากประเด็นปัญหาย่อยที่เกิดขึ้นหรือที่ต้องการตรวจสอบของประเด็นทางสังคมดังกล่าว ดังตัวอย่าง

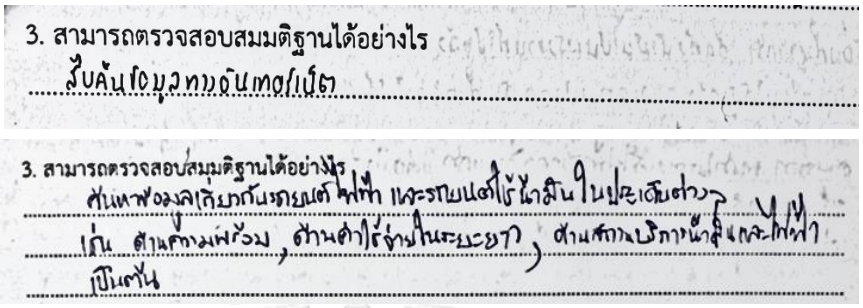

1. จากประเด็นทางสังคม ประเด็นปัญหาในเรื่องใดที่นักเรียนจะนำไปตรวจสอบ
บุหรี่ไฟฟ้ากับบุหรี่ธรรมดามีอันตรายต่างกันอย่างไร


1. จากประเด็นทางสังคม ประเด็นปัญหาในเรื่องใดที่นักเรียนจะนำไปตรวจสอบ
บุหรี่ไฟฟ้ากับบุหรี่ธรรมดา มีโทษต่างกันอย่างไร

นักเรียนคนที่ 40 และนักเรียนคนที่ 31

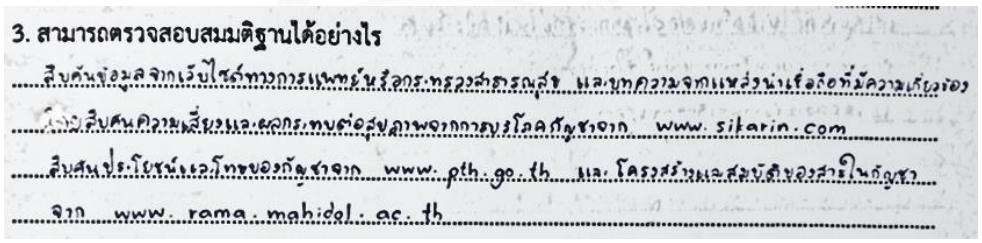
นอกจากนี้ในช่วงต้น เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับการระบุวิธีการตรวจสอบสมมติฐานของผู้เรียน ผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนสามารถบรรยายวิธีการตรวจสอบปัญหาได้แต่ยังไม่ระบุแหล่งที่มาของข้อมูล และมีการสืบค้นข้อมูลโดยมีการระบุเรื่องที่ต้องการตรวจสอบแต่ไม่ได้ระบุถึงรายละเอียดของ

เรื่องที่ต้องการตรวจสอบที่ชัดเจน เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้เรียนระบุว่า “ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้าและรถยนต์ธรรมดา” ซึ่งไม่ได้ระบุแหล่งที่มาของข้อมูลหรือวิธีการหาข้อมูล และผู้เรียนระบุว่า “สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต” โดยบอกแต่วิธีการ ซึ่งไม่ได้ระบุรายละเอียดของเรื่องที่ต้องการสืบค้นและแหล่งข้อมูลอ้างอิง ดังตัวอย่าง



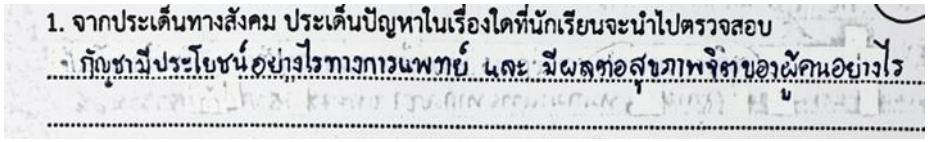
นักเรียนคนที่ 9 และนักเรียนคนที่ 20

ในช่วงกลางของการทดลอง พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการมากขึ้นโดยมีการระบุแหล่งที่มาของข้อมูลและระบุรายละเอียดที่ต้องการตรวจสอบอย่างชัดเจน เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เสรีกัญชา โอกาสหรือความเสี่ยง ผู้เรียนมีการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกัญชาจากเว็บไซต์ทางการแพทย์หรือกระทรวงสาธารณสุข โดยมีการระบุเว็บไซต์ที่ค้นหาอย่างชัดเจน หรือหาข้อมูลเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของกัญชาจากเว็บไซต์ต่างๆ เช่น เว็บไซต์ของโรงพยาบาล ดังตัวอย่าง



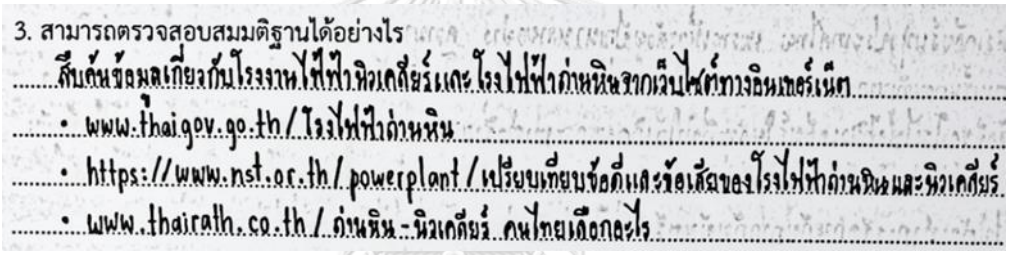
นักเรียนคนที่ 32

นอกจากนี้ในช่วงกลางของการทดลอง ผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการในมีการตอบคำถามโดยการระบุประเด็นย่อยของประเด็นทางสังคมที่ต้องการตรวจสอบ เช่น “การเปิดให้ใช้กัญชาเป็นเสรีจะทำให้เกิดอันตรายต่อประชาชนและเยาวชนมากกว่าการให้กัญชาเป็นสารเสพติดหรือไม่” ,“กัญชามีประโยชน์อย่างไรทางการแพทย์และมีผลต่อสุขภาพจิตของผู้คนอย่างไร” ดังตัวอย่าง



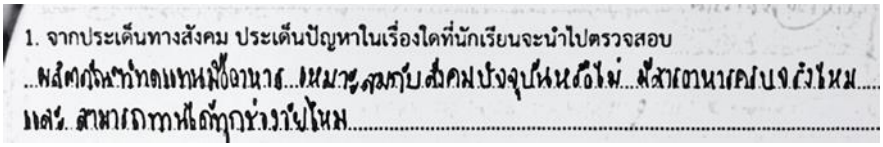
นักเรียนคนที่ 41

ในช่วงท้ายของการทดลอง ผู้เรียนมีการระบุแหล่งที่มาของข้อมูลน่าเชื่อถือมากขึ้น และนำข้อมูลที่ได้แหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกันและอภิปรายร่วมกันดังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือโรงไฟฟ้าถ่านหินอันตรายกว่ากัน พบว่า ผู้เรียนมีการสืบค้นข้อมูลที่หลากหลายและระบุแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เช่น สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าถ่านหินจากงานวิจัยต่าง ๆ ดังตัวอย่าง



นักเรียนคนที่ 34

และในช่วงท้ายของการทดลองยังพบว่า ผู้เรียนตั้งประเด็นปัญหาย่อยที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนมากขึ้น ดังตัวอย่างในแผนการเรียนรู้ที่ 6 ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหาร ทดแทนอาหารได้จริงหรือไม่ ผู้เรียนระบุประเด็นปัญหา เช่น ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารมีสารอาหารครบถ้วนและเหมาะสมกับทุกช่วงวัยหรือไม่ เหมาะสมกับสังคมปัจจุบันหรือไม่ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมองเห็นถึงประเด็นปัญหาย่อยหรือเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหาร ได้แก่ ช่วงวัย สารอาหาร การใช้ชีวิตในสังคมปัจจุบัน ดังตัวอย่าง

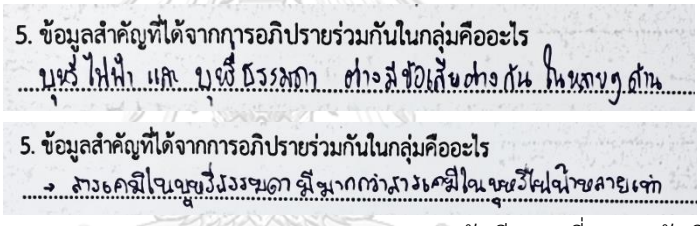


นักเรียนคนที่ 28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.2.3) ผลการศึกษาการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

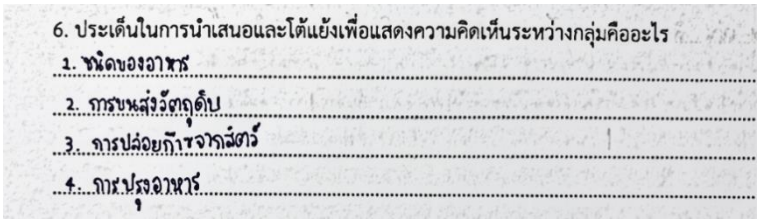
ช่วงต้นของการทดลอง พบว่า ผู้เรียนแปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปได้ไม่ชัดเจน ไม่มีเหตุผลหรือหลักฐานของข้อสรุปนั้น เป็นลักษณะของการอธิบายคำตอบตามความคิดของตนเอง โดยผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนสามารถระบุประเด็นในการนำเสนอระหว่างกลุ่มแต่ไม่สามารถยกตัวอย่างที่ได้จากการแปลงข้อมูล สำหรับการแปลความหมายและลงข้อสรุป ส่วนใหญ่เป็นการระบุข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายภายในกลุ่มซึ่งไม่มีรายละเอียดหรือเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปที่ระบุมา ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายกว่ากัน ผู้เรียนระบุข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายในกลุ่มว่า “บุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดาต่างมีข้อเสียต่างกันในหลาย ๆ ด้าน”, “สารเคมีในบุหรี่ธรรมดามีมากกว่าในบุหรี่ไฟฟ้าหลายเท่า” แต่ยังไม่มีรายละเอียดหรือเหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปนั้น ดังตัวอย่าง

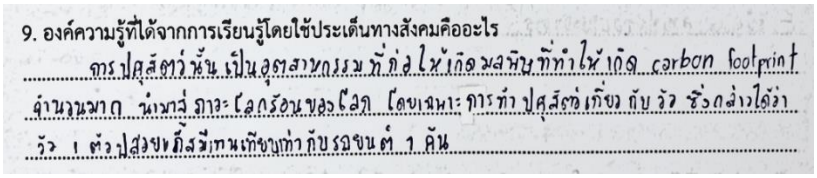


นักเรียนคนที่ 4 และนักเรียนคนที่ 13

ในช่วงกลางของการทดลอง ผู้เรียนสามารถระบุข้อสรุปจากกิจกรรมได้แต่ระบุเหตุผลหรือหลักฐานของข้อสรุปยังไม่ชัดเจนและยังพบว่าผู้เรียนสามารถระบุองค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำใบกิจกรรมได้แต่ไม่มีการระบุรายละเอียดขององค์ความรู้นั้น ๆ ดังตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เมนูใดทำให้โลกร้อนน้อยที่สุด จะเห็นว่า ผู้เรียนมีการระบุเรื่องชนิดของอาหาร การขนส่ง วัตถุดิบ การปล่อยก๊าซจากสัตว์ การปรุงอาหาร และการปล่อยแก๊ส CO_2 ในแต่ละชนิด แต่ไม่ได้อธิบายรายละเอียดอย่างชัดเจน ดังตัวอย่าง

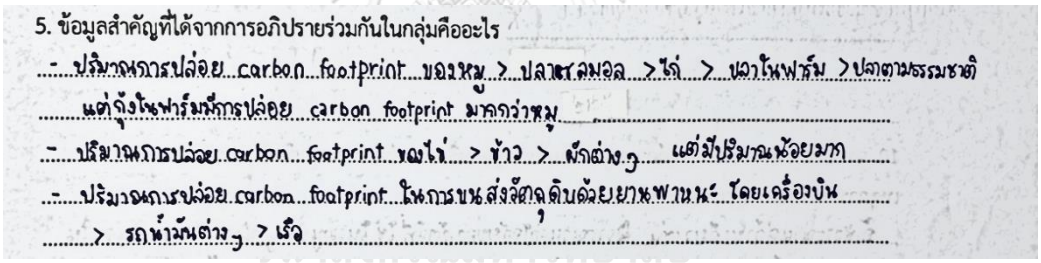
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


6. ประเด็นในการนำเสนอและโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นระหว่างกลุ่มคืออะไร
1. ชนิดของอาหาร
2. การขนส่งวัตถุดิบ
3. การปล่อยก๊าซจากฟาร์ม
4. การปรุงอาหาร


9. องค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมคืออะไร
การปศุสัตว์นั้น เป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษที่ทำให้เกิด carbon footprint
จำนวนมาก นำมาสู่ ภาวะโลกร้อนของโลก โดยเฉพาะ การทำปศุสัตว์เทียบ กับ วัว ซึ่งกล่าวได้ว่า
วัว 1 ตัว ปล่อยพลังงานเทียบเท่ากับรถขนส่ง 1 คัน

นักเรียนคนที่ 32 และนักเรียนคนที่ 38

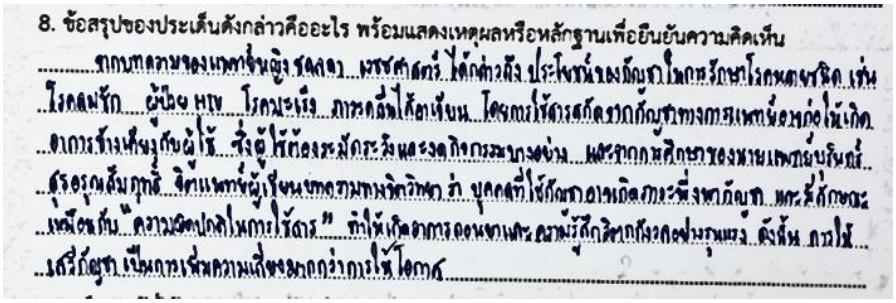
และยังพบว่า ผู้เรียนมีการระบุข้อสรุปของประเด็นที่ศึกษาชัดเจนมากขึ้น รวมถึงมีการระบุเหตุผลของข้อสรุปนั้น ๆ ดังจะเห็นว่าผู้เรียนมีพัฒนาการในการแปลงข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลเพื่อไปวิเคราะห์และลงข้อสรุปได้ เช่น ผู้เรียนมีการสรุปและเปรียบเทียบการปล่อย carbon footprint ที่ได้จากอาหารเมนูต่างๆ และให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจเลือกว่าเมนูไหนส่งผลให้โลกร้อนน้อยที่สุด ดังตัวอย่าง


5. ข้อมูลสำคัญที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในกลุ่มคืออะไร
- ปริมาณการปล่อย carbon footprint ของหมู > ปลาแซลมอล > ไก่ > ปลาโนฟาร์ม > ปลาตามธรรมชาติ
แต่กุ้งโนฟาร์มมีการปล่อย carbon footprint มากกว่าหมู
- ปริมาณการปล่อย carbon footprint ของไก่ > ข้าว > ผักต่างๆ แต่มีปริมาณน้อยมาก
- ปริมาณการปล่อย carbon footprint ในการขนส่งวัตถุดิบด้วยยานพาหนะ โดยเครื่องบิน
> รถน้ำมันต่างๆ > เรือ

นักเรียนคนที่ 32

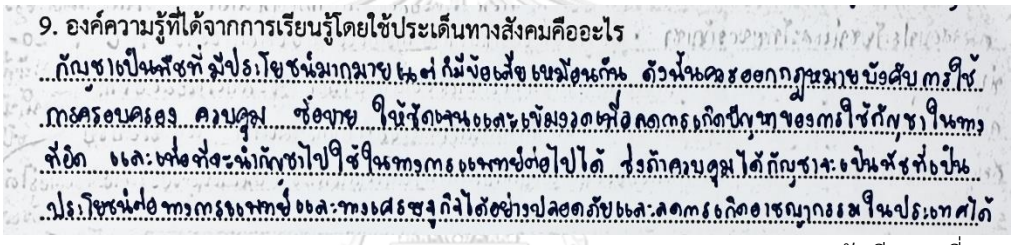
นอกจากนี้ในช่วงกลางของการทดลอง ดังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เสรีกัญชา โอกาสหรือความเสี่ยง พบว่า ผู้เรียนสามารถลงข้อสรุปพร้อมทั้งแสดงหลักฐานเพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อสรุปได้ เช่น ผู้เรียนสามารถลงข้อสรุปว่าการเปิดเสรีกัญชาเป็นการเพิ่มความเสี่ยงให้กับคนไทย พร้อมอธิบายเหตุผลได้มากขึ้น แต่ยังไม่มีหลักฐานที่ชัดเจน ดังตัวอย่าง

Chulalongkorn University


8. ข้อสรุปของประเด็นดังกล่าวคืออะไร พร้อมแสดงเหตุผลหรือหลักฐานเพื่อยืนยันความคิดเห็น
จากบทความของเภสัชกรชุมชน เภสัชศาสตร์ ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของกัญชาในการรักษาโรคหลายชนิด เช่น โรคลมชัก ผู้ป่วย HIV โรคมะเร็ง ภาวะอื่นได้อีกเช่น โดยการใช้สารสกัดจากกัญชาทางการแพทย์จะทำให้เกิดอาการข้างเคียงกับผู้ใช้ ซึ่งผู้ใช้ต้องระมัดระวังและงดกิจกรรมบางอย่าง และจากงานศึกษาของนายแพทย์บุรินทร์ สุรอรุณสัมฤทธิ์ จิตแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิชาการ ว่า บุคคลที่ใช้กัญชาอาจเกิดภาวะพึ่งพากัญชา และมีลักษณะเหมือนกับ "ความผิดปกติในการใช้สาร" ทำให้เกิดอาการถอนยาและความรู้สึกอยากกลับไปเสพซ้ำอย่างรุนแรง ดังนั้น การใช้สารกัญชาเป็นการเพิ่มความเสี่ยงมากกว่าการใช้โดยทั่วไป

นักเรียนคนที่ 27

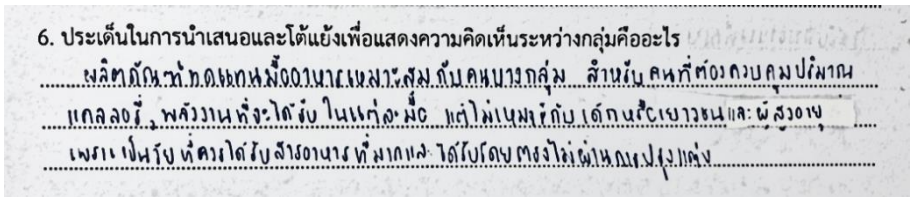
ผู้เรียนเริ่มระบุการนำองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปต่อยอดได้ชัดเจนมากขึ้น เช่น การแก้ไขปัญหากัญชาเสรี โดยการเสนอให้ออกกฎหมายควบคุมการใช้กัญชาเพื่อลดปัญหาของการนำกัญชาไปใช้ในทางที่ผิด ดังตัวอย่าง


9. องค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมคืออะไร
กัญชาเป็นพืชที่มีประโยชน์มากมาย แต่ก็มีข้อเสียเช่นกัน ดังนั้นควรออกกฎหมายบังคับการใช้การครอบครอง ควบคุม ซื้อขาย ให้ชัดเจนและเข้มงวดเพื่อลดการเกิดปัญหาของการใช้กัญชาในทางที่ผิด และเพื่อที่จะนำกัญชาไปใช้ในทางการแพทย์ต่อไปได้ ถ้าควบคุมได้กัญชาจะเป็นพืชที่เป็นประโยชน์ต่อทางการแพทย์ และทางเศรษฐกิจได้อย่างปลอดภัย และลดการเกิดอาชญากรรมในประเทศได้

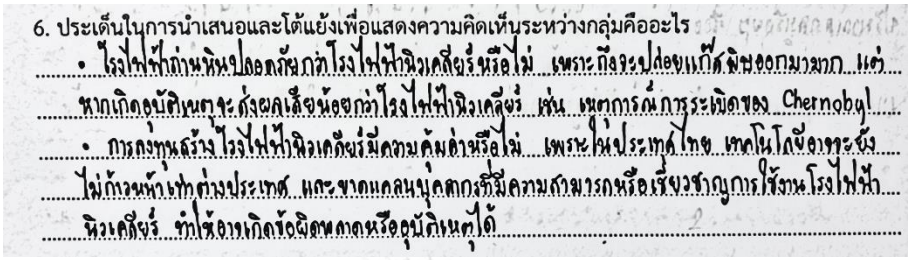
นักเรียนคนที่ 23

ในช่วงท้ายของการทดลอง พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการมากขึ้น โดยผู้เรียนสามารถระบุประเด็นในการนำเสนอระหว่างกลุ่มและสามารถยกตัวอย่างจากการแปลงข้อมูลได้ ดังแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องโรงไฟฟ้านิวเคลียร์กับโรงไฟฟ้าถ่านหิน ผู้เรียนมีการยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่ทำให้สรุปได้ว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีความอันตรายมากกว่าโรงไฟฟ้าถ่านหิน และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหาร ผู้เรียนมีการระบุประเด็นเกี่ยวกับการโต้แย้งเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารและบอกได้ว่าเหมาะสมกับบุคคลใด ดังตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


6. ประเด็นในการนำเสนอและโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นระหว่างกลุ่มคืออะไร

ผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้อดาษเหมาะสมกับคนบางกลุ่ม สำหรับคนที่ต้องควบคุมปริมาณแคลลอรี่ พลังงานที่จะได้รับในแต่ละมื้อ แต่ไม่เหมาะกับเด็กและเยาวชน และผู้สูงอายุ เพราะเป็นวัยที่ควรได้รับสารอาหารที่มากและได้รับโดยตรงไม่ผ่านกระบวนการต่าง

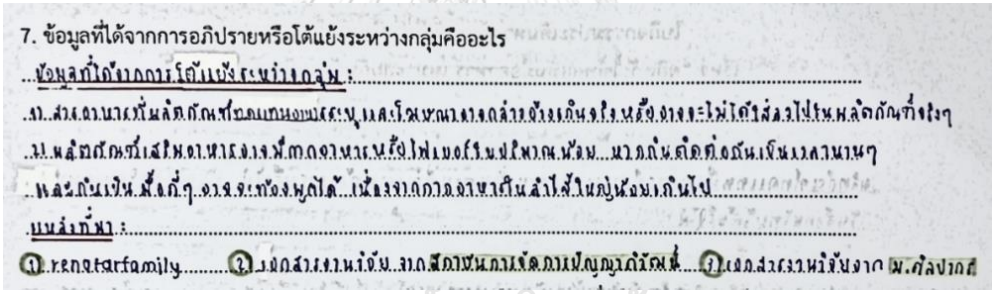

6. ประเด็นในการนำเสนอและโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นระหว่างกลุ่มคืออะไร

• โรงไฟฟ้าถ่านหินปลอดภัยกว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือไม่ เพราะถึงจะปล่อยแก๊สพิษออกมามาก แต่หากเกิดอุบัติเหตุจะส่งผลเสียน้อยกว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เช่น เหตุการณ์การระเบิดของ Chernobyl

• การลงทุนสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีความคุ้มค่าหรือไม่ เพราะในประเทศไทย เทคโนโลยีอาจยังไม่ก้าวหน้าเท่าต่างประเทศ และขาดแคลนบุคลากรที่มีความสามารถหรือเชี่ยวชาญการใช้งานโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ทำให้อาจเกิดข้อผิดพลาดหรืออุบัติเหตุได้

นักเรียนคนที่ 17 และนักเรียนคนที่ 24

นอกจากนี้ผู้เรียนมีการระบุแหล่งข้อมูลของข้อมูลที่นำมาอภิปรายระหว่างกลุ่มมากขึ้นเพื่อแสดงถึงความแตกต่างของข้อโต้แย้งและประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ที่มาจากฐานแนวคิดต่าง ๆ ดังตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6


7. ข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายหรือโต้แย้งระหว่างกลุ่มคืออะไร

ข้อมูลที่ได้จากการโต้แย้งระหว่างกลุ่ม :

ก. ส่วนผสมที่ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ระบุ เช่น โซเดียมสูง ไขมันอิ่มตัวสูง ซึ่งอาจจะไม่ได้ส่งผลไปในผลิตภัณฑ์อื่นๆ

ข. ผลิตภัณฑ์ที่เสริมอาหารบางชนิดอาจมีน้ำตาลสูงด้วย ทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น เบาหวาน

ผลกระทบที่ตามมาจากการบริโภคผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหาร

แหล่งที่มา :

① ครอบครัว ② อินเทอร์เน็ต จากเว็บไซต์ต่างๆ ③ หนังสือ จาก ม.ต้น ม.ปลาย

นักเรียนคนที่ 42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์, ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นทุกองค์ประกอบ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีสาระสำคัญดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังการทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระหว่างการทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะได้แก่ ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาและข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนและการศึกษาลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในรูปแบบที่พัฒนาขึ้น, ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และการจัดทำร่างเอกสารประกอบการใช้รูปแบบ, ระยะที่ 3 ศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และระยะที่ 4 ปรับปรุงแก้ไขและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนหลังการทดลองใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่ 1.1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และ 1.2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

1) การเสนอประเด็นหรือสถานการณ์ที่สังคมให้ความสนใจ ใกล้ตัวผู้เรียนและเน้นทางวิทยาศาสตร์ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์

2) การมีส่วนร่วมในเรียนรู้จากการสืบเสาะหาความรู้ การอธิบาย การโต้แย้งและแสดงเหตุผลเพื่อยืนยันความคิดของตนเองผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้และพัฒนาทักษะต่าง ๆ

3) การมุ่งเน้นกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปและหลักฐานที่ยืนยันข้อสรุปโดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์จะทำให้เกิดองค์ความรู้ที่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาหรือไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม เป็นขั้นของการนำประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจจากแหล่งข้อมูลหรือสื่อต่าง ๆ มากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและวิเคราะห์ปัญหาจากประเด็นดังกล่าว โดยเริ่มจากผู้สอนคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจ เหมาะสมกับเนื้อหา ตัวผู้เรียน และสอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคม นำมาเสนอและพูดคุยกับผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา เป็นขั้นที่ใช้กระบวนการกลุ่มในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและสืบค้นข้อมูลหรือหาประจักษ์พยานเพื่อยืนยันคำตอบและพัฒนาทักษะต่าง ๆ ให้กับผู้เรียน เช่น ทักษะการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการนำเสนอข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่สืบค้นและนำเสนอภายในกลุ่มมาอภิปรายหรือโต้แย้งกับกลุ่มอื่น ๆ โดยมีหลักฐานหรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเองโดยใช้หลักคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์และตัดสินใจด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 4 ขั้นลงข้อสรุป เป็นขั้นที่มีการลงความเห็นเพื่อหาข้อสรุปจากเหตุผลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจมีได้หลายคำตอบแต่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปโดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่สะท้อนความคิดและนำองค์ความรู้ที่ได้ไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบาย ทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

การวัดและประเมินผลรูปแบบการเรียนการเรียนการสอน

ดำเนินการวัดและประเมินตามสภาพจริง มีการวัดผลด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะของผู้เรียน โดยผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50

1.2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจากการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ได้ข้อสรุปดังนี้

1) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

3) ในระหว่างการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไปในทิศทางที่ดีขึ้นทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2. อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 2.1 การอภิปรายผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และ 2.2 การอภิปรายผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น รายละเอียดการอภิปรายดังนี้

2.1 การอภิปรายผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยอภิปรายเกี่ยวกับผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นสำคัญ 3 ประเด็น ได้แก่ 2.1.1 จุดเด่น, 2.1.2 ข้อจำกัด และ 2.1.3 โอกาสในการนำไปใช้ รายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 จุดเด่นของรูปแบบการเรียนการสอน

เมื่อพิจารณาลักษณะสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ในภาพรวม พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีจุดเด่น ได้แก่

1) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีการสังเคราะห์เกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคม

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นได้สังเคราะห์มาจากแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะสำคัญของแนวคิด-การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์คือการนำประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในสังคมมาใช้การจัดการเรียนรู้ (Zeidler and Nichols, 2009) ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นได้นำลักษณะสำคัญดังกล่าวมาสังเคราะห์และเพิ่มจุดเด่นที่แตกต่างจากรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป คือ งานวิจัยนี้มีการสังเคราะห์เกณฑ์ในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่จะนำไปใช้พร้อมคัดเลือกประเด็นทางสังคมไปใช้ในรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยมีกระบวนการที่ชัดเจนคือ มีการสังเคราะห์จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ มีการสอบถามและสัมภาษณ์ผู้เรียน และมีการจัดสนทนากลุ่มเพื่อยืนยันเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งเกณฑ์ในการในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. ประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน เป็นกระแสในโลกโซเชียลหรือปรากฏในสื่อต่าง ๆ, 2. ประเด็นที่สังคมให้ความสนใจ เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ของผู้เรียน อาจส่งผลกระทบหรือมีความสัมพันธ์กับบริบทในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้เรียน มีความสัมพันธ์กับชีวิตและสิ่งแวดล้อม, 3. ประเด็นที่มีมุมมองที่หลากหลายและมีมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน สามารถใช้ความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อธิบายหรือมีส่วนร่วมในการตัดสินใจได้ และ 4. ประเด็นที่มีคำตอบได้หลายคำตอบหรือไม่มีคำตอบที่แน่นอน ทำให้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้มีความชัดเจนต่อการนำไปใช้และมีรายละเอียดของการคัดเลือกประเด็นทางสังคมมาใช้อย่างชัดเจนแตกต่างจากรูปแบบการเรียนการสอนอื่น ๆ

2) รูปแบบการเรียนการสอนเป็นรูปแบบที่ตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบที่เริ่มจากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจากผลการประเมินระดับนานาชาติ (PISA) ตั้งแต่ปี 2006 เป็นต้นมา ที่ยังพบว่าในประเทศไทย ผู้เรียนยังคงมีผลการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของนานาชาติอยู่เสมอ แสดงให้เห็นถึงปัญหาของการศึกษาไทยที่ยังไม่เข้มแข็งเทียบเท่านานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) รวมถึงการศึกษางานวิจัยและสอบถามสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ยังพบปัญหาถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในสังคมปัจจุบันมีปัญหาเกี่ยวกับเยาวชนจำนวนมากและมีภัยอันตรายจากสิ่งต่าง ๆ รอบตัว การทำให้เยาวชนสามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ รอบตัวในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายข้อมูลและใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ จะทำให้เยาวชนสามารถดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบันอย่างผู้มีความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนนี้พัฒนาขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งเป็นช่วงวัยที่เตรียมพร้อมออกสู่โลกภายนอกในมหาวิทยาลัยเตรียมพร้อมต่อการเป็นผู้ใหญ่ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากที่จะต้องมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้เรียนต้องรู้จักการใช้หลักฐานอ้างอิงหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ของชีวิตจริง (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551) และที่สำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนนี้คือเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่สังเคราะห์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในสังคมจึงใกล้ตัวผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้จากสิ่งที่พบเจอในชีวิตประจำวัน และมีความสนใจเพราะเป็นกระแสสังคมปัจจุบัน อีกทั้งยังเพิ่มความรู้เท่าทันเหตุการณ์ปัจจุบันและประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้ (Lin and Mintzes, 2010) ซึ่งถือได้ว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นนวัตกรรมทางการศึกษา (educational innovation) ที่เป็นไปนิยามของนวัตกรรมทางการศึกษา คือ รูปแบบ วิธีการ กระบวนการ เทคนิคที่ได้มีการศึกษาและพัฒนาขึ้นใหม่เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้สำหรับพัฒนาผู้เรียน โดยอาจเป็นส่งใหม่ทั้งหมดหรือเพียงบางส่วนหรือเป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการเรียนรู้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2559)

3) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนการขยายความรู้ซึ่งแตกต่างจาก SSI โดยทั่วไป

จากการสังเคราะห์แนวคิด หลักการ และขั้นตอนการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ (SSI) ทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ของนักวิชาการหรือนักการศึกษามีความสอดคล้องกันและไปในทิศทางเดียวกันคือเน้นที่การพัฒนาทักษะของผู้เรียนและการอภิปรายความรู้เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมในชั้นเรียน ประกอบด้วย ขั้นการเตรียมการ ขั้นพัฒนาทักษะ ขั้นการอภิปราย และขั้นประเมิน สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ (Levinson, 2003) และ (พินิจ ขำวงษ์, 2551) ซึ่งมีเพียงการสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ในชั้นเรียนเท่านั้น ผู้วิจัยจึงมองเห็นช่องว่างในการที่ผู้เรียนจะได้นำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ต่อ กล่าวคือรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้มีขั้นตอนที่ 5 ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นตอนของรูปแบบในส่วนของการขยายความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปต่อยอด หลังจากการเรียนรู้โดยการใช้แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนแล้ว กระบวนการไม่เพียงแค่จบลงโดยการสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากกระบวนการในห้องเรียนเท่านั้น แต่ผู้เรียนมีการคิดต่อยอด นำองค์ความรู้ดังกล่าวไปดำเนินการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ผู้เรียนอาจมีการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างสรรค์เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าวหรือไปมีส่วนร่วมเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าว สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์โดยควรเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนพยายามคิดค้นหาวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้มีลำดับขั้นตอนของวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความชัดเจนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นที่มุ่งเน้นเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2 ข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนการสอน

การนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนรู้มีข้อจำกัดหรืออุปสรรคสำคัญคือ

1) การเตรียมข้อมูลของผู้สอนเกี่ยวกับประเด็นทางสังคม เนื่องจากขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และโต้แย้งอย่างเต็มที่ ทำให้ขอบข่ายของเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมค่อนข้างกว้าง ดังนั้นผู้สอนต้องเตรียมตัวอย่างดีเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมดังกล่าว ให้รู้รอบด้านเพื่อทำให้พูดคุยกับผู้เรียนได้อย่างหลายมุมมอง และมีไหวพริบในการควบคุมขอบข่ายการอภิปราย โต้แย้ง และแสดงหลักฐานของผู้เรียน

2) การจัดสรรเวลาในรูปแบบการเรียนการสอน เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาข้อมูล หาหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาอภิปรายหรือโต้แย้งกัน ซึ่งในการอภิปรายและโต้แย้งกันอยู่หลักฐานอาจทำให้ระยะเวลาไม่เป็นไปตามที่กำหนด เนื่องจากบางประเด็นปัญหาผู้เรียนมีข้อมูลในการโต้แย้งและอภิปรายจำนวนมากจึงทำให้ไม่เป็นไปตามเวลาที่กำหนด ผู้สอนไม่สามารถควบคุมเวลาได้ชัดเจนเนื่องจากผู้เรียนอยู่ในช่วงของการสังเคราะห์ความรู้และแสดงหลักฐานโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนรู้ ผู้สอนจึงต้องให้เวลากับผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมต่อไป แต่อย่างไรก็ตามก็ยังต้องควบคุมกิจกรรมให้กระชับและเป็นไปตามขั้นตอนพร้อมกับจัดสรรเวลากับขั้นตอนอื่น ๆ ให้เหมาะสม

2.1.3 โอกาสในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ด้วยในสังคมปัจจุบัน เยาวชนให้ความสำคัญกับสิ่งที่เกิดขึ้นในสังคมหรือเป็นกระแสในสังคมอย่างมากเนื่องจากมีสื่อโซเชียลที่เข้าถึงได้ง่ายขึ้น สถานศึกษาจึงต้องมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการใช้ชีวิตของผู้เรียนในสังคม เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจวิทยาศาสตร์รอบตัวและใช้ชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นสิ่งหนึ่งที่สังคมโลกให้ความสนใจ ดังนั้นโอกาสที่ผู้สอนจะนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปได้สูงและมีความเป็นไปได้เนื่องจากขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้สอนมีความเข้าใจและสามารถนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ได้ อีกทั้งรูปแบบการเรียนการสอนนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายสาขาวิชาของวิทยาศาสตร์ทั้งเคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา ดาราศาสตร์ เนื่องจากทุกสาขาวิชาของวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นต่าง ๆ ที่อยู่ในสังคมและใกล้ตัวผู้เรียน อีกทั้งประเด็นทางสังคมยังมีมุมมอง

ที่หลากหลายทั้งสังคม เศรษฐกิจ คุณธรรม จริยธรรม ผู้สอนสามารถนำไปปรับใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ได้ โดยการปรับเปลี่ยนมุมมองปัญหาของประเด็นทางสังคมให้สอดคล้องกับรายวิชาดังกล่าว และใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับช่วงวัยและบริบทของผู้เรียนได้

2.2 การอภิปรายผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

จากผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนยังมีการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไปในทางที่ดีขึ้นแสดงให้เห็นว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้จริงเนื่องด้วยเหตุผลที่สามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

2.2.1 ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นช่วยเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้จริงจนทำให้ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 ซึ่งในช่วงแรก ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน การอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมไม่ได้ยึดหลักการของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากไม่ได้ถูกกระตุ้นให้สืบค้นหรือแสดงหลักฐานเพื่อยืนยันความคิดเห็นในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้เรียนแสดงเหตุผลตามความรู้สึกโดยไม่มีหลักฐานอ้างอิงเท่าที่ควร เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่ผู้เรียนสนใจและได้เรียนรู้ผ่านการดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนได้อธิบายเหตุผลโดยการใช้หลักฐานที่สืบค้น และซักถามเหตุผลในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อโต้แย้งหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่มาจากหลักฐาน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการสืบค้น หาหลักฐาน เพื่อโต้แย้งในประเด็นปัญหา ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นจนนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2551) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการใช้ประเด็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้โต้แย้งกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น ทำให้ในช่วงกลางทดลองผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งในสัปดาห์ที่ 7-8 จะเห็นว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 50 ทุกองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งผู้วิจัยค้นพบในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในสัปดาห์ที่ 6 ว่า หากผู้เรียนมีข้อมูลหรือประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมมาก่อนจะทำให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลและอภิปรายข้อมูลได้มากขึ้น ซึ่งการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมหรือการมีองค์ความรู้เดิมทำให้เสริมต่อการเรียนรู้ใหม่ได้ดี (ทิศนา แขมมณี, 2550) แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยได้บอกเพียงแค่ชื่อเรื่องที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมดังกล่าวแต่ไม่ได้บอกหัวข้อในการโต้แย้งให้กับผู้เรียนล่วงหน้า เพื่อให้เกิดความเท่าเทียมในระหว่างดำเนินกิจกรรม และได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอประเด็นย่อยที่จะโต้แย้งกันเองเพิ่มเติมนอกเหนือจากประเด็นที่ผู้วิจัยกำหนด เพื่อเปิดโอกาสให้ได้แสดงความคิดเห็นและหลักฐานข้อมูลที่สืบค้นมามากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีกระบวนการสืบค้นข้อมูล อภิปรายข้อมูล โต้แย้งและแสดงหลักฐานได้มากขึ้นอย่างชัดเจน ในช่วงท้ายของการทดลองจะเห็นว่ามีผู้เรียนแสดงพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 70 ซึ่งผู้เรียนมีกระบวนการในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีระบบ อภิปรายและตอบคำถามได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ให้เหตุผลในการอภิปรายได้ชัดเจนและเข้าใจเทคนิควิธีการในการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาโต้แย้งกันมากยิ่งขึ้น มีการเตรียมคำถามคำตอบเพื่อโต้แย้งกับกลุ่มที่มีความคิดเห็นต่างกัน นอกจากนี้ยังมีการคิดต่อยอดหรือระบุองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นด้วยตนเองได้ ส่งผลให้หลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมเฉลี่ยเท่ากับ 17.26 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.04 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.05 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.80 และผลการทดสอบค่าที (t-test) เท่ากับ 11.881 จึงสรุปได้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง เนื่องมาจากกระบวนการและขั้นตอนของ

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการวิจัยแบบวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องทุกแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการปรับปรุงและพัฒนาในทุกขั้นตอนของรูปแบบตามข้อค้นพบที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง

ในช่วงแรกของการทดลองพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่เริ่มมีการระบุวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่ได้ระบุแหล่งข้อมูล การตอบคำถามส่วนใหญ่เป็นการตอบแบบระบุข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายในกลุ่มแต่ไม่ระบุเหตุผลของข้อสรุปนั้น ๆ และเป็นการส่งตัวแทนกลุ่มออกมาอภิปรายและนำเสนอข้อสรุปมีแนวโน้มมาจากความคิดของตัวแทนกลุ่มเป็นส่วนใหญ่ ไม่ได้ตกผลึกมาจากทุกความคิดของทุกคนในกลุ่ม ผู้วิจัยจึงปรับเวลาให้ผู้เรียนทุกคนได้คิดด้วยตนเองก่อนและเพิ่มเวลาให้โต้แย้งและอภิปรายกันในกลุ่มมาก สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์และพเยาว์ ยินดีสุข (2551) ที่กล่าวถึงเทคนิค Think-Pair-Share เริ่มจากสมาชิกแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อนแล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่หรือเพื่อนในกลุ่มจะทำให้การเกิดเรียนรู้ที่ดีขึ้น ส่งผลให้ในระยะต่อมาร้อยละของผู้เรียนที่แสดงพฤติกรรมบ่งชี้ดังกล่าวมีมากขึ้นเรื่อย ๆ

ในช่วงกลางของการทดลอง ผู้เรียนมีการแสดงพฤติกรรมให้เห็นถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากเดิมค่อนข้างมาก เนื่องจากผู้เรียนสามารถแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในการอธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งได้มากขึ้น และมีข้อมูลในการนำเสนอที่ชัดเจนมากขึ้น เช่น กราฟ รูปภาพ คลิปวิดีโอ งานวิจัย ทำให้เกิดการโต้แย้งและอภิปรายกันมากขึ้น นอกจากนี้ผู้เรียนมีการแยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้เรียนสามารถตั้งประเด็นปัญหาในเรื่องที่ต้องการตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้โดยระบุประเด็นย่อยที่ต้องการตรวจสอบได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีการบรรยายวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการที่ผู้เรียนสามารถบอกวิธีการตรวจสอบสมมติฐานและระบุแหล่งข้อมูลได้อย่างชัดเจน โดยผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นทั้งการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล เนื่องจากการทำกิจกรรมโดยการสรุปข้อมูลเขียนลงในกระดาษปรู๊ฟทำให้ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลได้ไม่เต็มที่ เพราะข้อมูลบางส่วนผู้เรียนสืบค้นทางอินเตอร์เน็ตและแหล่งข้อมูลออนไลน์ เช่น งานวิจัย กราฟ รูปภาพ ซึ่งไม่สามารถวาดลงในกระดาษปรู๊ฟได้ อีกทั้งในระหว่างการนำเสนอ การโต้แย้ง และการอภิปราย ผู้เรียนได้ใช้ข้อมูลที่สืบค้นไว้ในสมาร์ทโฟนหรือ iPad และเนื่องจากผู้เรียนทุกกลุ่มมี iPad และสามารถแชร์หน้าจอได้อย่างสะดวกผ่าน Apple TV ของห้องเรียนได้ ผู้วิจัยจึงปรับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายละเอียดของกิจกรรมให้ใช้ iPad หรือสมาร์ทโฟนในการสรุปข้อมูลและนำเสนอข้อมูลได้ ทำให้ร้อยละของผู้เรียนที่แสดงพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบเพิ่มขึ้นจากเดิมค่อนข้างมาก เนื่องจากผู้เรียนสามารถแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในการอธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งได้มากขึ้น และมีข้อมูลในการนำเสนอที่ชัดเจนมากขึ้น เช่น กราฟ รูปภาพ คลิปวิดีโอ ที่มาจากการใช้เทคโนโลยีช่วยอำนวยความสะดวก ทำให้เกิดการโต้แย้งและอภิปรายกันมากขึ้น เพราะการเรียนการสอนในยุคใหม่ผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นและเข้าใจง่ายขึ้นด้วยการใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาช่วย (พัชราภรณ์ ดวงชื่น, 2563)

ในช่วงหลังการทดลอง ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ทั้งมีการตอบคำถามได้ถูกต้องชัดเจนตามเกณฑ์การแสดงพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถามมากยิ่งขึ้น และยังคิดต่อยอดหรือระบุองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้องและเห็นความเป็นรูปธรรมมากขึ้น เนื่องจากผู้เรียนได้รับการพัฒนาจากการปฏิบัติกิจกรรมตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะครบทุกขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน ทำให้มีการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ครบวงจรหลาย ๆ ครั้ง ผู้เรียนจึงเกิดการเรียนรู้และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับ วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่มีการดำเนินกิจกรรมที่หลากหลายและดำเนินการกิจกรรมซ้ำ ๆ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

2.2.3 ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไปในทางที่ดีขึ้น

จากผลการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการทดลองมีทิศทางไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งพิจารณาจากแบบสังเกตพฤติกรรมที่ผู้วิจัยได้สังเกตในภาพรวมจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน กระดาษปรู๊ฟหรือไฟล์ข้อมูลที่ผู้เรียนสรุปข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลในขณะปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งการสังเกตเพิ่มเติมอย่างละเอียดในวีดีโอบันทึกภาพและเสียงในระหว่างการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยจัดลำดับการอธิบายเหตุผลสนับสนุนผลการทดลองดังกล่าวตามขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม

ในขั้นนี้เป็นการนำประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจจากแหล่งข้อมูลหรือสื่อต่าง ๆ มากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและวิเคราะห์ปัญหาจากประเด็นดังกล่าว โดยเริ่มจากการที่ผู้สอนคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ ผู้เรียน และเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคม นำมาเสนอและพูดคุยกับผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการแสวงหาความรู้ รวบรวมข้อมูล และหาวิธีการหาคำตอบ และเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมกับความรู้หรือข้อมูลที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม จะเห็นว่าสิ่งสำคัญของขั้นตอนนี้คือการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เหมาะสมและจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้จริง ซึ่งในงานวิจัยนี้มีการสังเคราะห์เกณฑ์ในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่จะนำมาใช้ในรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ทำให้ประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้มีความถูกต้องเหมาะสมและทำให้ผู้เรียนเกิดคำถามและความสนใจในการเรียนรู้ได้จริง สอดคล้องกับ Zeidler and Nichols (2009) ที่กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ต้องทำให้ผู้เรียนได้สนทนา อภิปราย หรือโต้แย้งกัน และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการใช้เหตุผลในการตัดสินและทำความเข้าใจข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ดังนั้นประเด็นทางสังคมที่คัดเลือกมาใช้เป็นสิ่งสำคัญของขั้นตอนนี้ นอกจากผู้วิจัยจะได้สังเคราะห์เกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่ผ่านกระบวนการสนทนากลุ่ม (Focus group) แล้วผู้วิจัยยังใช้กระบวนการสนทนากลุ่ม (Focus group) ของผู้ทรงคุณวุฒิในคัดเลือกตัวอย่างประเด็นทางสังคมที่ผู้วิจัยที่เตรียมไว้และแก้ไขปรับปรุงประเด็นทางสังคมต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเรียงลำดับประเด็นทางสังคมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยเริ่มจากประเด็นทางสังคมที่ใกล้ตัวผู้เรียนหรือกระทบต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียนมากที่สุดไปยังประเด็นทางสังคมที่กว้างขึ้นและหลากหลายมุมมองมากขึ้น เนื่องจากการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากเรื่องที่ใกล้ตัวจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบริบทต่าง ๆ มากขึ้นและเชื่อมโยงความรู้ได้ง่ายขึ้นสอดคล้องกับประสาท เนืองเฉลิม (2551) ที่กล่าวว่า ประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะต้องเป็นประเด็นที่ผู้เรียนพบได้ในชีวิตประจำวัน มีความสัมพันธ์กัน โดยเริ่มจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวผู้เรียน ดังนั้นการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนนี้จึงเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไปในทางที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ เพราะมีการใช้ประเด็นทางสังคมที่หลากหลายทุกแผนการจัดการเรียนรู้และเป็นประเด็นทางสังคมที่ถูกคัดสรรผ่านกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา

ขั้นนี้เป็นการใช้กระบวนการกลุ่มในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและสืบค้นข้อมูลหรือหาประจักษ์พยานเพื่อยืนยันคำตอบ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จากการอภิปรายข้อมูลในกระบวนการกลุ่ม เช่น ทักษะการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการนำเสนอข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมหรือหาประจักษ์พยานเพื่อเป็นหลักฐานหรือสิ่งที่ยืนยันคำตอบ จะเห็นว่าในขั้นตอนนี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ สืบค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งมีการใช้กระบวนการกลุ่มทำให้เกิดการอภิปรายและสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง มีเพื่อนที่คอยซักถามทำให้เกิดการตรวจสอบวิธีการหาข้อมูลของตนเอง ซึ่งเป็นแก่นสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพยาว์ ยินดีสุข (2547) ที่กล่าวว่าลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรง ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองจะได้ผลมากกว่าการสังเกต มีส่วนร่วมในการใช้ความคิดและอภิปรายข้อมูลหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ในขั้นตอนนี้สังเกตเห็นพัฒนาการของผู้เรียนได้จากในช่วงแรกผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ระบุวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน รวมถึงไม่ได้ระบุแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา เช่น มีการหาข้อมูลเกี่ยวกับความอันตรายของบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดา แต่ไม่ระบุว่าให้ชัดเจนว่าหาข้อมูลอย่างไรและมาจากแหล่งข้อมูลใด ในช่วงต่อมาผู้เรียนสามารถบอกวิธีการตรวจสอบและระบุแหล่งข้อมูลได้อย่างชัดเจนและมีแนวทางการสืบค้นข้อมูลจากการวิเคราะห์ปัญหา เช่น สืบค้นข้อมูลเพื่อคำนวณปริมาณคาร์บอนและนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน โดยระบุแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ เช่น เว็บไซต์ของหน่วยงานต่าง ๆ งานวิจัย และสอบถามผู้เชี่ยวชาญ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไปในทิศทางที่ดีขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล

ในขั้นนี้ผู้เรียนนำข้อมูลที่สืบค้นและนำเสนอภายในกลุ่มมาอภิปรายหรือโต้แย้งกับกลุ่มอื่น ๆ โดยมีหลักฐานหรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการอภิปรายข้อมูลและโต้แย้งเกี่ยวกับคำตอบของประเด็นปัญหา ในขั้นตอนนี้ผู้สอนต้องคอยกระตุ้นให้เกิดการโต้แย้ง ทำให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้จับคู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มที่มีความคิดเห็นตรงข้ามกันให้อภิปรายและโต้แย้งกันตามข้อมูลและหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่แต่ละกลุ่มสืบค้นมา จึงทำให้เกิดการโต้แย้งกันอย่างมากสอดคล้องกับ พินิจ ขำวงษ์ (2551) ที่ได้สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ขั้นตอนการอภิปรายแสดงความคิดเห็นทำให้เกิดการโต้แย้งเป็นสิ่งที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าว และควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น สังเกตได้จากในช่วงแรกผู้เรียนอภิปรายโดยใช้เหตุผลที่มีทั้งมาจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และเหตุผลที่มาจากฐานความคิดอื่น และในช่วงกลาง ผู้เรียนมีการให้เหตุผลในการอภิปรายด้วยการใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานเชิงประจักษ์มากขึ้นแต่ยังไม่ได้พิจารณาถึงความน่าเชื่อถือของหลักฐาน จนในช่วงท้ายของการทดลองผู้เรียนอภิปรายพร้อมเสนอหลักฐานและให้เหตุผลได้อย่างชัดเจน โดยพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่แสดงหลักฐานมากยิ่งขึ้น มีการโต้แย้งกันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและแหล่งอ้างอิง ส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนตามองค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นลงข้อสรุป

ในขั้นนี้มีการลงความเห็นเพื่อหาข้อสรุปจากเหตุผลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจมีได้หลายคำตอบและมุ่งเน้นไปที่กระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปนั้น ทำให้ผู้เรียนให้เหตุผลและหลักฐานประกอบการตัดสินใจของตนเอง รวมทั้งวิเคราะห์วิธีการหรือกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุป สอดคล้องกับ Levinson (2003) ที่ได้สร้างโมเดลการสอนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์โดยระบุว่าในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ควรมีขั้นของการสรุปและประเมินข้อมูลที่ตัดสินใจ จะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสในการลงความเห็นพร้อมหาเหตุผลมาสนับสนุน ทำให้ตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษา แม้ว่าจะไม่มีคำตอบที่ถูกต้องก็ตาม แต่ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ตัดสินใจ สังเกตได้ในช่วงแรกผู้เรียนบอกข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม แต่ยังระบุเหตุผลของข้อสรุปที่ได้ไม่ชัดเจนหรือยังขาดรายละเอียดที่สนับสนุนข้อสรุปดังกล่าว เช่น เสรีกัญชาเป็นความเสี่ยงแต่ไม่ได้อธิบายว่ามีความเสี่ยงในด้านใดและใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อธิบายได้อย่างไร แต่ในช่วงหลังจะเห็นว่าผู้เรียนลงข้อสรุปด้วยเหตุผลและหลักฐานเชิงประจักษ์พร้อมกับเปรียบเทียบที่ชัดเจน เช่น ผู้เรียนลงข้อสรุปในเรื่องผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารว่าสามารถทดแทนอาหารปกติได้แต่มีเงื่อนไขที่เหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต่อคนบางกลุ่มพร้อมเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียและคุณค่าทางโภชนาการโดยใช้หลักฐานและแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ จึงทำให้เห็นถึงพัฒนาการทางสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้

ขั้นนี้เป็นการสะท้อนความคิดและนำองค์ความรู้ที่ได้ไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบาย ทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนสร้างสรรค์องค์ความรู้ไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือไปประยุกต์ใช้ นำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่จะช่วยส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2558) ที่กล่าวว่าการขยายความรู้ทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ ทำให้เกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา นำไปสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองและแก้ไขปัญหาได้ สำหรับขั้นนี้ในช่วงแรก ผู้เรียนเสนอแนวทางการแก้ไขปัญญาและการต่อยอดความรู้จากข้อสรุปของกลุ่มซึ่งมาจากแนวคิดของเพื่อนในกลุ่มเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากผู้วิจัยให้ผู้เรียนช่วยกันคิดในกลุ่มก่อนแล้วจึงให้ขยายความคิดของตนเอง จึงได้แนวทางการต่อยอดความรู้ไปทางในเดียวกันทั้งกลุ่ม ผู้วิจัยจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้เป็นรายบุคคล ก่อนแล้วจึงมอบหมายให้ผู้เรียนใช้กระบวนการกลุ่มในแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเกี่ยวกับการนำองค์ความรู้ไปสร้างสรรค์แนวทางในการแก้ไขปัญหาทีหลัง จึงทำให้เห็นว่าในช่วงหลังของการทดลอง ผู้เรียนมีแนวทางการต่อยอดความรู้ที่หลากหลายและเป็นรูปธรรมมากขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอข้อเสนอแนะดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอข้อเสนอแนะเพื่อการนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ดังนี้

1) การจัดการเรียนการสอนในขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม สิ่งสำคัญคือ การคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่จะนำไปใช้ในรูปแบบการเรียนการสอนนั้น นอกจากผู้สอนจะต้องพิจารณาจากเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่สังเคราะห์ไว้ในงานวิจัยนี้แล้วผู้สอนควรคำนึงถึงความเหมาะสมและความพร้อมของผู้เรียน ความยากง่ายและซับซ้อนของเนื้อหาความรู้ที่ต้องใช้ในการศึกษาประเด็นดังกล่าว และควรระมัดระวังในการคัดเลือกประเด็นที่ละเอียดอ่อนต่อความรู้สึกของผู้เรียน ประเด็นทางการเมือง ศาสนา หรือความแตกแยกในสังคม

2) ประเด็นทางสังคมที่จะนำไปใช้ในรูปแบบการเรียนการสอน นอกจากผู้สอนจะต้องพิจารณาจากเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคมและคำนึงถึงความเหมาะสมต่าง ๆ แล้ว ผู้สอนควรศึกษาและหาข้อมูล ความรู้ และเอกสารที่เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมดังกล่าวไว้เป็นฐานข้อมูลของผู้สอนด้วย เนื่องจากในการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนจะมีอิสระอย่างมากในการหาข้อมูลและการเลือกข้อมูลมานำเสนอ ดังนั้นผู้สอนจึงต้องรู้เท่าทันผู้เรียนเพื่อจำกัดกรอบของข้อมูลในการดำเนินกิจกรรมได้ชัดเจนและไม่ออกนอกประเด็น

3) การจัดการเรียนการสอนในขั้นที่ 4 ขั้นลงข้อสรุป ผู้เรียนจะมีการลงความเห็นเพื่อหาข้อสรุปจากเหตุผลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจมีได้หลายคำตอบ ผู้สอนควรระวังในเรื่องการลงข้อสรุปร่วมกัน ไม่ให้เป็นการชี้นำถึงข้อสรุปของคำตอบและไม่เอนเอียงไปในข้อสรุปของผู้เรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง แต่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุป วิธีการในการตรวจสอบปัญหา และความน่าเชื่อถือของข้อมูล

4) จากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว พบว่า การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต้องอาศัยเวลาในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ และต้องมีพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์พอสมควร ดังนั้นรูปแบบการเรียนการสอนนี้จึงเหมาะสมกับหลักสูตรรายวิชาที่ระยะมากกว่า 4 สัปดาห์ขึ้นไป และเป็นรายวิชาที่สามารถประยุกต์เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ปัจจุบันได้ อีกทั้งยังเหมาะกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผ่านการเรียนรู้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาพอสมควรและมีวุฒิภาวะเพียงพอที่จะนำประเด็นทางสังคมมาโต้แย้งกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5) ก่อนการใช้รูปแบบการเรียนการสอนนี้ ผู้สอนควรศึกษารายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนให้ถี่ถ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทบาทสำคัญของผู้เรียนและผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่มีการโต้แย้งและอภิปรายข้อมูลอย่างอิสระและจะต้องควบคุมชั้นเรียนให้อยู่ในทิศทางที่เหมาะสมพร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายและแสดงหลักฐานได้อย่างเต็มความสามารถ

3.2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1) ควรวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษาในบริบทของช่วงวัย เพื่อต่อยอดรูปแบบการเรียนการสอนที่มีระบบและกว้างขวางยิ่งขึ้น

2) ควรวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนหรือเทคนิคการสอนที่นำประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันไปประยุกต์ใช้กับสาขาอื่น ๆ เช่น สังคม จริยธรรม สิ่งแวดล้อม หน้าที่พลเมือง เศรษฐศาสตร์ การเมืองการปกครอง การแพทย์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้มากยิ่งขึ้น

3) นำหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ไปต่อยอดหรือประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎี แนวคิด หรือหลักการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนและแก้ไขปัญหาด้านอื่น ๆ ของผู้เรียนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Aikenhead, G. S. (2000). *STS in Canada: From policy to student evaluation. In D. D. Kumar and D.E. Chubin (Eds.), Science, Technology, and Society: A Sourcebook on Research and Practice* (pp.49-89). Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Arends, S. R. K., L. N. . (2001). *Learning to Teach*. New York McGraw-Hill.

Barman, C. a. M. K. (1989). The Learning Cycle. *Science and Children*, 26(7), 30-32.

Barrett, S. E. a. M. N. (2010). Teaching about ethics through socioscientific issues in physics and chemistry: Teacher candidates' beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 380-401.

Bassham; et al. (2002). *Critical thinking*. The McGraw-Hill companies, Inc.

Berne, B. (2014). Progression in ethical reasoning when addressing socio-scientific issues in biotechnology. *International Journal of Science Education*, 36(17), 2958–2977.

Beyer, B. K. (1971). *Inquiry in the social studies classroom: A strategy for teaching*. Charles E. Merrill.

Bybee, R., & Landes, N. M. (1990). Science for life and living: An elementary school science program from Biological Sciences Improvement Study (BSCS). *The American Biology Teacher*, 52(2), 92-98.

Bybee., T. a. (1996). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy* (6 ed.). Prentice – Hall, Inc. A Simon & Schuster Company.

Carin, A. A. A. S., R. E.,. (1975). *Teaching Modern Science* (2 ed.). MerrilPublishing Company.

Carin, A. A. S., Robert B.,. (1980). *Teaching Science Through Discovery*. Charles E. Merril.

Chun-Yen Tsai. (2018). The effect of online argumentation of socio-scientific issues on students' scientific competencies and sustainability attitudes. *International Journal of Computers & Education*, 116(2018), 4-27.

Clark, L. H. (1973). *Teaching Social Studies in A Handbook Secondary schools*. Macmillan.

Dolan, T. J., B. H. Nichols, and D. L. Zeidler.,. (2009). Using socioscientific issues in primary classrooms. *Journal of Elementary Science Education*, 21(3), 1-12.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Eastwood, J. L., T. D. Sadler, R. Sherwood, and W. M. Schlegel,. (2012). *Students' participation in an interdisciplinary, socioscientific issues based undergraduate human biology major and their understanding of scientific inquiry. Research in Science Education*. (pp.1051-1078).

Eilks, l. (2010). *Making chemistry teaching relevant and promoting scientific literacy by focusing on authentic and controversial socio-scientific issues*. Presentation at the annual meeting of the society for didactics in chemistry and physics, Potsdam, Germany.

Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model: A Proposed 7E Model Emphasizes Transferring Learning and the Importance of Eliciting Prior Understanding. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.

Escalada, M. H., K.L., . (2014). *Focus group discussion*. https://www.researchgate.net/plublication/242589494

Evagorou, M. (2011). *Discussing a socioscientific issue in a primary school classroom: The case of using a technology supported environment in formal and nonformal settings. In T. D. Sadler (Ed.), Socio-scientific issues in science classrooms: Teaching, learning and research*. (pp.133-159). Springer.

F E Wulandari and N Shofiyah. (2018a). Problem-based learning: effects on student's scientific reasoning skills in science. *Journal of Physics: Conf. Series* 1006 012029.

F E Wulandari and N Shofiyah. (2018b). Problem-based learning: effects on student's scientific reasoning skills in science. *Journal of Physics: Conf. Series* 1006

Fowler, S. R., Zeidler, D. L.,and Sadler,T. D.,. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279–296.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education* (3, Ed.). McGraw-Hill Book.

Gutierez, S. B. (2015). *Integrating socio-scientific issues to enhance the bioethical decision-making skills of high school students*. International Education Studies (pp.142-151).

Harlen, W. (2012). *Inquiry in Science Education, Background resources for implementing inquiry in science and mathematics at school* (5 ed.). Lokaliseret d.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Herried, C. F. (2010). The Scientific Method Ain't What It Used to Be. *Journal of College Science Teaching*, 68-72.

Jacobson, D., Eggen, P., Kauchak, D., and Dulaney, C.,. (1985). *Methods for teaching: a skills approach* (2 ed.). Merrill.

Jafari, M., & Meisert, A., . (2019). *Activating students' argumentative resources on socioscientific issues by indirectly instructed reasoning and negotiation processes. Research in Science Education (Advance online publication).* https://doi.org/10.1007/s11165-019-09869-x

Jenkins, E. W. (2006). School science and citizenship: whose science and whose citizenship ? *The Curriculum Journal*, 28(11), 1267–1287.

Karahan, E., & Roehrig, G., . (2017). Secondary school students' understanding of science and their socioscientific reasoning. *Research in Science Education*, 47(1), 755-782.

Katinka J A H Prince, P. W. L. J. v. E., Patrick W L J van Eijs, Cees Van der Vleuten and Albert J J A Scherpbier.,. (2005). General competencies of problem-based learning (PBL) and non-PBL graduates. *Journal of Medical Education*, 39(4), 394-401.

Klieme, E., Hartig, J., & Rauch, D., . (2008). *The concept of competence in educational contexts. In J. Hartig, E. Klieme, & D. Leutner (Eds.), Assessment of competencies in educational Contexts (pp.* 3–22). Hogrefe.

Klosterman, M. L. a. T. D. S. (2010). Muti-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socioscientific issues based instruction. *International Journal of Science Education*, 32, 1017-1043.

Klosterman, T. D. S., and J. Brown.,. (2012). Viral news: Media literacy for the 21st century. *Science Scope*, 34(9), 61-69.

Kolsto, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socio-scientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.

Kolsto, S. D. (2006). Patterns in students argumentation confronted with a risk-focused socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716.

Kreger, C. (1998). *Problem-based Learning*.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

http://www.cotf.edu/ete/teacher/tprob/trob.html

Krell, M., Redman, C., Mathesius, S., Krüger, D., & van Driel, J., . (2018a). Assessing pre-service science teachers' scientific reasoning competencies. *Research in Science Education*. https://doi.org/10.1007/s11165-018-9780-1

Krell, M., Redman, C., Mathesius, S., Krüger, D., & van Driel, J., . (2018b). *Assessing pre-service science teachers' scientific reasoning competencies*.

Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge University Press.

Kusland, L. T., & Stone, A.H.,. (1969). *Teaching children science: An inquiry approach*. Wadsworth Publishing Company.

Lau, K. (2013). Impacts of a STSE high school biology course on the scientific literacy of Hong Kong students. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 14(1), 1-25.

Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Wadsworth.

Lee, H., Chang, H., Choi, K., Kim, S.W., & Zeidler, D. L.,. (2012). Developing character an values for global citizens: Analysis of pre-service science teachers' moral reasoning on socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 34(6), 925–953.

Lee, H., Yoo, J., Choi, K., Kim, S.-W., Krajcik, K., Herman, B. C., & Zeidler, D. L.,. (2013). Socioscientific issues as a vehicle for promoting character and values for global citizens. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2079–2113.

Lee, H. a. K. G. W. (2009). Science teachers' inspiration for teaching socioscientific issues: Disconnection with reform efforts. *International Journal of Science Education*, 31, 931-960.

Lee, Y. C., & Grace, M.,. (2012). Students' reasoning and decision making about a socioscientific issue: A crosscontext comparison. *Science Education*, 96(5), 787-807.

Levison. (2003). *Teaching ethics to young people. In R. Levinson and M. Reiss (Eds.), Key issue in bioethics (pp.* 3-13). Routledge Falmer.

Lewis, J., and Leach, J.,. (2006). Discussion of socioscientific issues: The role of science education. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1267–1287.

Lin, S., and Mintzes, J. J.,. (2010). "Learning Argumentation Skills through Instruction in

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Socioscientific Issues: The effect of ability level". *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017.

Liu, X. (2009). Beyond science literacy: Science and the public. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 301-311.

Mierson, S., & Parikh, A.A., . (2000). *Problem-based learning from a teacher's and a student's perspective*. http://www.udel.edu/pbl/

Ministry of Education. (2012). *Basic Education Core Curriculum B.E.* 2551. Agriculture Cooperative of Thailand Printing.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education strandards: A guide for teaching and learning*. National Academy Press.

OECD. (2003). *The PISA* 2003 *Assessment Framework-Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*.

OECD. (2009). *PISA* 2009 *Assessment Framework Key competencies in reading, mathematics and science*.

OECD. (2013). *PISA 2012 Results: What Makes Schools Successful? Resources, Policies and Practices* .

OECD. (2014b). *Indicator C3 How many students are expected to enter tertiary education?, in Education at a Glance* 2014: *OECD Indicators*.

OECD. (2016a). *PISA* 2015 *Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*.

OECD. (2016b). *PISA* 2015 *Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools*.

OECD. (2019). *PISA* 2018 *Science Framework : PISA* 2018 *Assessment and Analytical Framework*.

OECD. (2023). *PISA Science Framework, in PISA* 2022 *Assessment and Analytical Framework*.

Parno, L. Y., F. M. Hermanto and M. Ali. (2020). A case study on comparison of high school students' of high school students' scientific literacy competencies domain in physics with different methods: PBL-STEM education, PBL and conventional learning. *Journal Pendidikan IPA Indonesia (JPII)*, 9(2), 159-168.

Presley M. L., A. J. S., N. Muslu, D. M. Johnson, S. B. Witzig, K. Lzci and T. D. Sadler.,. (2013). A Framework for Socio-scientific Issues Based Education. *Science*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Education, 22(1), 25-32.

Raj, M. (1996). *Encyclopaedic Dictionary of Psychology and Education*. Anmol Company.

Ratcliffe, M. a. M. G. (2003). *Science Education for Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues*. Open University Press.

Reigeluth, M. C. (1983). *Instructional-design theories and model: An overview of their current status*. Lawrence Erbaum Associates, Inc.

Rohani Ahmad Tarmizi and Sahar Bayat. (2010). Effects of Problem-based Learning Approach in Learning of Statistics among University Students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 384-392.

Sadler (Ed.). (2011b). *Socio-scientific Issues- Based Education: What We Know About Science Education in the Context of SSI*. Springer.

Sadler, T. D. (2004). Moral and Ethical Dimensions of Socioscientific Decision Making as Integral Components of Scientific Literacy. *Science Education*, 13(1), 39-48.

Sadler, T. D. (2009). Situated Learning in Science Education: Socio-Scientific Issue as Contexts for Practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.

Saunders, K. J., & Rennie, L. J.,. (2013). A pedagogical model for ethical inquiry into socioscientific issues in science. *Research in Science Education*, 43(1), 253-274.

Schwab. J. J. (1962). *The Teaching of Science: The Teaching of Science as Enquiry*. Harvard University Press.

Simones, C. M., & Coimbra, M. N. C.T.,. (2016). Chemistry Teaching in a STSE Perspective A School Project. *American Journal of Educational Research*, 4(10), 731-735.

Simonneaux, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and argumentation and animal transgenesis. *International Journal of Science Education*, 23(9), 903-927.

Sjoberg, S. a. C. S. (2005). How do learners in different cultures relate to science and technology? *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(2), 1-17.

Solomon, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society*. Open University Press.

Solomon, J. a. J. T. (1999). Science education for the public understanding of science. *Studies in Science Education*, 33(1), 61-89.

Stenhouse, L. (1970). *Controversial value issues in the classroom. In W.G. Carr (Ed.), Values and the Curriculum*. National Education Center for the Study of

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Instruction.

Suchman, R. J. (1966). *Inquiry: Inquiry in curriculum*. The Instructor. 75 (5 January): 24.

Sund, R. B. a. T., L. W.,. (1973). *Teaching Science by Inquiry in secondary school* (2 ed.). Ohio.

Tai-Chu Huang. (2018). The Relationship Between Adult Self-Efficacy and Scientific Competencies: the Moderating Effect of Gender. *International Journal of Science & Mathematics Education*, 16(1), 91-106.

Tali, T., Y Kali, S. Magid, and J. Madhok, . (2011). *Enhancing the authenticity of a web-based module for teaching simple inheritance. In T. D. Sadler (Ed.).Socioscientific issues in the classroom: Teaching, learning and research (pp.* 11-38). Springer.

Their, H. D. (1973). *Teaching elementary school science: A Laboratory Approach*. Sterling.

Toulmin, S. (2003). *The Uses of Argument*. Cambridge University Press.

Véliz, F., S. G., Díaz, R. T., & Rodríguez, R., M. T.,. (2015). The formation of scientific investigative competitions for the environmental sustainability in the agricultural engineer. *REFCalE*, 2(3), 59-70.

Warner, R. H. (1965). *Elementary School Teaching Practices*. Prentice-Hall of India (Private) Ltd.

Weisz, P. B. (1965). *Element of Biology* (2 ed.). Mc Grew-Hill.

Yalaki, Y. (2016). Improving university students's science-technology-society-environment competencies. *International Journal of Progressive Education*, 12(1), 90-98.

Yap, S. F. (2014). Beliefs, values, ethics and moral reasoning in socio-scientific education. *Issues in Educational Research*, 24(3), 299-319.

Zeidler, D. L., & Nichols, B. H.,. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practices. *Journal of mentary Science Education*, 21(2), 49-58.

Zeidler, D. L., K. A. Walker, W. A. Ackett, and M. L. Simmons.,. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., & Callahan, B. E. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Teaching, 46(1), 74-101.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., and Howes, E. V.,. (2004). Beyond STS: A research-based framework for Socioscientific issues education. *Science Education*, 357–377.

กนิษฐกานต์ เบญจพลาภรณ์ และคณะ. (2561). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, *22*(3), 12-24.

กมลรัตน์ ฉิมพาลี. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การรู้วิทยาศาสตร์และเหตุผลเชิงจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมและการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น มหาวิทยาลัยมหาสารคาม].

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, *26*(2), 1-9.

กรมวิชาการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.

กรมวิชาการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กฤษฎา ทองประไพ. (2559). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].

กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช. (2550). สุดยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่..การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่. อักษรเจริญทัศน์.

กุลธิดา ชนามุข. (2561). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร].

เก็จกนก เอื้อวงศ์. (2562). การสนทนากลุ่ม: เทคนิคการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีประสิทธิภาพ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 12(1), 17-30.

เครือวัลย์ ยศเมธากุล. (2558). ผลการสอนโดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ 7*E* ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.].

จรรย์สมร เหลืองสมานกุล. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มหาวิทยาลัยศิลปากร].

จรรยา โท๊ะนาบุตร. (2560). รูปแบบการเรียนด้วยยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5*E* ในศตวรรษที่ 21. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์ศึกษานอกที่ตั้ง ลำปาง.

จิรารัตน์ แสงศร และคณะ. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 28(3), 14-26.

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2556). การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชสาขาวิชาศึกษาศาสตร์, ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ (หน่วยที่ 1-5). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เฉลิมชัย กาญจนคเชนทร์ และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2559). การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรายวิชาชีววิทยาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วารสารการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 1 การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่นสู่ประชาคมอาเซียน: ทิศทางใหม่ในศตวรรษที่ 21, 379-387.

ชรินทร์ทิพย์ ศุขศาสตร์ และคณะ. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและเจตคติต่อชีววิทยา. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 1 “นวัตกรรมสร้างสรรค์ ศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ไทยแลนด์ 4.0", ร้อยเอ็ด, ประเทศไทย.

ชัยรัตน์ โตศิลา. (2555). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการทางประวัติศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดทางประวัติศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

ชุติมา วัฒนะคีรี. (2541). กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ณัฏฐ์พธู เสริมสุข. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].

ทศพร ทับวงษ์. (2560). การพัฒนารูปแบบการศึกษานอกสถานที่เสมือนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

ทิศนา แขมมณี. (2544). วิทยาการด้านการคิด. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ทิศนา แขมมณี. (2547). 14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้ เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (2 ed.). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2551). รูปแบบการเรียนการสอน. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2556). ศาสตร์การสอน (17, Ed.). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2563). การบรรยาย เรื่อง สมรรถนะ:หัวใจของการฉลาดรู้. สำนักธรรมศาสตร์และการเมือง ราชบัณฑิตยสภา ร่วมกับ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. Retrieved 25 เมษายน from https://drive.google.com/file/d/1i4dNWdvgD7g0ApN8EgUWNa-HXFlZLMJb/view

ธนพล กลิ่นเมือง. (2550). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน *5E* ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการทำโครงงานและเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย].

ธนัญญา การประกอบ. (2556). การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับการใช้

วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนผสมผสานกับรูปแบบการเรียนปกติที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม, 4(8), 42-52.

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 26(3), 66-76.

นันทกา คันธิยงค์. (2547). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5*E's BSCS* ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี].

นาฏนลิน ภูลสวัสดิ์. (2562). การจัดการเรียนรู้เรื่อง เซลล์และการหายใจระดับเซลล์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม].

นิติกร อ่อนโยน. (2551). ผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

นิธิรัตน์ อาโยวงค์. (2554). การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสังคม. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 5(4), 21-28.

นุรไอซา ดิง. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านราษฎร์ประสานจิต อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี].

บุญนำ อินทนนท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ].

ประสาท เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ขั้น. วารสารวิชาการ, 10(4), 24-30.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2551). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Socioscientific. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2(3), 99-105.

ปริศนา ประชุมพันธุ์. (2553). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน *7E* ที่มีต่อความสามารถในการใช้ภาษาไทยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

ปรียาภรณ์ ดำพะธิก และคณะ. (2558). การสร้างแบบประเมินวินิจฉัยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดการประเมินวินิจฉัยทางปัญญา. วารสารรมยสาร มหาวิทยาลัยบูรพา, 13(3), 261-271.

ปัทวรรณ จำปาทอง. (2562). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร].

พนิดา เชนส้ม. (2546). แนวทางการพัฒนาสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้น 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

พฤกษ์ โปร่งสำโรง. (2549). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน *7E* ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. โอเดียนสโตร์.

พิชญ์สินี จักรแก้ว และคณะ. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, *28*(2), 48-66.

พิชญา ศิลาม่อม. (2561). ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

พิชญา ศิลาม่อม และฤดีรัตน์ ชุษณะโชติ. (2562). ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 10(3), 101-111.

พิธุลาวัณย์ ศุภอุทุมพร. (2545). การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

พินิจ ขำวงษ์. (2551). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวนื่องกับวิทยาศาสตร์ เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรให้สอดคล้องกับบริบท ชุมชนเมือง,

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน1. เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2547). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป: เอกสารคำสอบวิชา 2704307. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และสิริรัก ชาญกลราวี. (2548). การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบหลากหลาย. บริษัทอัลฟ่า มิเล็นเนียม จำกัด.

พุทธริธร บูรณสถิตวงศ์ และคณะ. (2562). การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 21(2), 212-224.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. ไทยวัฒนาพานิชย์.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (3 ed.). ไทยวัฒนาพานิชย์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภสิทธ เมตตพันธุ์. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้นอกห้องเรียนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมทักษะการสังเกตและทักษะการจำแนกประเภทของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

ภูษณิศา สุวรรณศิลป์ และชนินันท์ พฤกษ์ประมูล. (2563). การศึกษาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง บั้งไฟพญานาค. วารสารวิจัยราชภัฏกรุงเก่า, 7(1), 49-56.

มนตรี จันตะมะ. (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีมเรื่องการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มหาวิทยาลัยนเรศวร].

มนัส สุวรรณ. (2548). ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์และ มนุษยศาสตร์. สำนักพิมพ์โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮาส์.

มยุรี คำโสภา และคณะ. (2561). การเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐานกับวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิจารณญาณของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน. วารสารรมยสาร, 16(พิเศษ), 75-92.

ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ. (2544). สอนวิทยาศาสตร์แบบมืออาชีพ. มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2553). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร *M-Z*.

เลิศพร อุดมพงษ์. (2555). โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน: การวิจัยและพัฒนาแบบผสมวิธี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณิสา ร้อยกรอง. (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วรวรรณ พันธุ์ปรีดา และคณะ. (2560). ฉันจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมการลงมือปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,33-40.

วิภา อาสิงสมานันท์ และคณะ. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนามโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 12(35), 87-100.

วิวัฒน์ ผลประเสริฐ. (2549). ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับการสืบค้นบนเว็บที่มีต่อความสามารถในการสืบค้นข้อมูล การใช้แผนที่ดาว และมโนทัศน์ในวิชาดาราศาสตร์ ของนักเรียนโรงเรียนเตรียมทหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีรสิทธิ์ สิทธิไตรย์ และโยธิน แสวงดี. (2536). การสนทนากลุ่ม: เทคนิคการวิจัยเชิงคุณภาพ. สมาคมวิจัยเชิงคุณภาพแห่งประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระชน ผดุงกิจนิรันดร์. (2562). พัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม].

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. บริษัท เนว่าเอ็ด ดูเคชั่น จำกัด.

ศุภกร สุขยิ่งและคณะ. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อเรื่อง สภาพสมดุลเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(2), 31-44.

สกุล มูลแสดง. (2554). สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2542). การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. โรงพิมพ์สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา (สกสค.) ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546a). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรขั้นพื้นฐาน.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546b). คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). ผลการประเมิน *PISA* 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). ผลการประเมิน *PISA* 2009 การอ่าน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). ผลการประเมิน *PISA* 2012 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน *PISA* 2015 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). นิยามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์(*Scientific Literacy)*. Retrieved 30 พฤศจิกายน from https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/scientific-literacy/

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2546). เอกสารคำสอนวิชา กว517. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมศักดิ์ สินธุรเวชญ์. (2544). กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนระดับประถมศึกษา. วัฒนาพานิช.

สันติชัย อนุวรชัย. (2561). การส่งเสริมความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ระบบนิเวศจำลองร่วมกับการกระตุ้นด้วยการประเมิน. วารสารศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2(1), 56-68.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550ข). รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถของเด็กในการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียน และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.

สาริญา และสุม. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์].

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และ ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(สวทช.). (2556). รู้จัก *AEC* ในมุมมองด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี.

สำนักวิจัยมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย. (2553). สังเคราะห์ขั้นตอนการใช้ปัญหาเป็นฐาน. มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย.

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

สุคนธา โคตรโสภา และคณะ. (2559). การเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐานและวิธีวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนชีววิทยาต่างกัน. วารสารช่อพะยอม 27(2), 113-126.

สุธิดา จำรัส และคณะ. (2552). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิจัย มข., 14(4), 360-374.

สุนิสา ช้างพาลี. (2560). การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยใช้ชุดปฏิบัติการเคมีแบบย่อส่วนเพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์].

สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ. (2551). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้ : *PISA* 2006. เซเว่นพริ้นติ้งกรุ๊ป.

สุพัตรา จันทรโฆษิต. (2552). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

สุภามาส เทียนทอง. (2553). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มหาวิทยาลัยศิลปากร].

สุรีย์วัลย์ พันธุระ และสุมาลี ชูกำแพง. (2561). การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารมหาวิทยามหาสารคาม, 12(3), 196-206.

สุวัฒน์ นิยมค้า. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 1-2. เจเนอรัลบุคส์เซเตอร์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2550). 19 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2553). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (9, Ed.). ภาคพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2543). เรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ. ที.พี.พรินท์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (2 ed.). ภาพพิมพ์.

อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. (2555). สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง *Science, Technology, Engineering, and*

Mathematics Education: Preparing students for the 21st Century. Retrieved 25 พฤศจิกายน 2561 from http://designtechnology.ipst.ac.th/uploads/STEMeducation.pdf

อรณิชา หงษ์เกิด และคณะ. (2561). แนวปฏิบัติที่ดีในการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 9(2), 211-226.

อรทัย มูลคำ และคณะ. (2544). การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. ภาคพิมพ์.

อัจฉรา วิญญูกุล. (2555). การพัฒนาวิธีประเมินความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย].

อรุณวดี ทองบุญ. (2558). การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาปัญหาสุขภาพและการป้องกัน. วารสารการจัดการความรู้ภายในองค์กรประจำปีการศึกษา 2558, 12-16.

อัศวิน ธะนะปัด. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). หลักการสอน ฉบับปรับปรุง (4 ed.). โอเดียนสโตร์.

อินทิรา บุณยาทร. (2542). หลักการสอน. โปรแกรมวิชาการประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบันบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

อุไรวรรณ ไชยช่วย. (2558). การเปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและการคิดเชิงวิจารณ์จากการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีวิทยาศาสตร์และวิธีปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม].

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน
คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ และใบกิจกรรมการเรียนรู้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ดร.กมลรัตน์ ฉิมพาลี	โรงเรียนถนนหักพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์
3. ดร.เธียรดนัย เสริมบุญไพศาล	นักวิชาการอิสระ
4. นายรณภณ เนตรสว่าง	โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี
5. นายสถาพร สู่สุข	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร

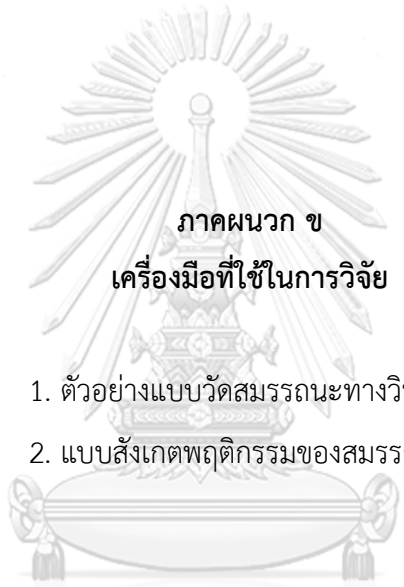
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
และแบบสังเกตพฤติกรรม

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ดร.พิรุณ ศิริศักดิ์	โรงเรียนราชินีบน กรุงเทพมหานคร

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการสนทนากลุ่ม (Focus group)
เกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
4. ดร.กมลรัตน์ ฉิมพาลี	โรงเรียนถนนหักพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์
5. นายรณภณ เนตรสว่าง	โรงเรียนสงวนหญิง จังหวัดสุพรรณบุรี
6. นายสถาพร สู่สุข	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนทดลอง)

คำชี้แจงในการทำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1. การทำแบบวัดในครั้งนี้ไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียน แต่จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินงานวิจัย

ดังนั้นขอให้นักเรียนทำแบบวัดอย่างเต็มความสามารถ อ่านคำถามทุกข้ออย่างละเอียดรอบคอบ ตอบคำถามให้ครบทุกข้อ โดยตอบคำถามให้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

2. แบบวัดนี้ประกอบด้วย 4 สถานการณ์ จำนวนข้อสอบทั้งหมด 17 ข้อ รวมทั้งหมด 22 คะแนน

3. เวลาที่ใช้ในการสอบทั้งหมด 45 นาที

4. แบบวัดมี 3 ลักษณะ คือ

1) แบบเลือกตอบ จำนวน 7 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

2) แบบเลือกตอบเชิงซ้อน จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

3) แบบเขียนตอบปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน

คำชี้แจงในการตอบคำถาม

แบบเลือกตอบ

ข้อคำถามจะมีคำตอบให้เลือกสี่คำตอบ แต่ละคำตอบจะมีตัวอักษร ก. ข. ค. และ ง. แสดงอยู่ด้านหน้า คำถามประเภทนี้ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบตัวอักษรที่อยู่หน้าคำตอบที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบเลือกตอบเชิงซ้อน

ข้อคำถามจะมีคำถามย่อยหลายคำถาม นักเรียนจึงต้องตอบหลายคำตอบ คำถามประเภทนี้ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบคำตอบเดียวในแต่ละคำถามย่อย และนักเรียนต้องตอบให้ถูกทุกคำถามย่อยจึงจะได้คะแนนในข้อนี้

แบบเขียนตอบปลายเปิด

ข้อคำถามจะให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบหรือให้เหตุผลประกอบคำตอบของนักเรียนโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ให้มาในสถานการณ์ที่กำหนดและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะได้คะแนนจากวิธีที่นักเรียนแสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจเรื่องราวเหล่านั้นและวิธีการคิดที่นักเรียนแสดงออกมา โดยเขียนคำตอบของนักเรียนบนเส้นบรรทัดที่กำหนดไว้ให้

สถานการณ์ที่ 1 ใบมีดคัตเตอร์ขึ้นสนิม

ที่มา : https://pantip.com/topic/30425860

บนโลกโซเชียลมีผู้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการเกิดสนิมของใบมีดคัตเตอร์ที่พกติดตัวทุกวันโดยการใช้งานไม่ได้สัมผัสกับน้ำและความชื้นโดยตรง ใช้ตัดเพียงเล็กน้อยเท่านั้นแต่ใบมีดก็ยังเกิดสนิมขึ้น ชาวเน็ตจึงแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดสนิมและยี่ห้อของใบมีด รวมทั้งวิธีทำความสะอาดและการดูแลรักษาที่ทำให้เกิดสนิมช้าที่สุด เช่น การทาด้วยน้ำมัน

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

คำถามที่ 1 นักเรียนคิดว่า ประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า ได้ หรือ ไม่ได้

ประเด็นปัญหา	ได้ หรือ ไม่ได้
1.1 สาเหตุของการเกิดสนิมของใบมีดคืออะไร	ได้ / ไม่ได้
1.2 ยี่ห้อของใบมีดที่ได้รับความนิยมมีผลต่อการเกิดสนิมหรือไม่	ได้ / ไม่ได้
1.3 วิธีการดูแลรักษาใบมีดส่งผลต่อการเกิดสนิมหรือไม่	ได้ / ไม่ได้

เกณฑ์การให้คะแนน: 1 คะแนน = เมื่อตอบได้ ไม่ได้ และได้ ตามลำดับ

0 คะแนน = คำตอบอื่นๆ/ไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 1 : คัดเลือกประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน

คำถามที่ 2 จากข้อมูลระบุว่า “การใช้งานไม่ได้สัมผัสกับน้ำและความชื้นโดยตรง ใช้ตัดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ใบมีดก็ยังเกิดสนิมขึ้น” ให้นักเรียนวิเคราะห์และอธิบายเกี่ยวกับการเกิดสนิมของใบมีดคัตเตอร์

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน: 2 คะแนน = มีการอ้างถึงการตัดเล็กน้อยนั้นอาจเป็นการตัดมีดคัตเตอร์สัมผัสความชื้นและไม่ได้เก็บรักษาในซองหรือกล่องที่ปราศจากการสัมผัสกับแก๊สออกซิเจน ซึ่งอาจทำให้เกิดสนิมได้ เนื่องจากปัจจัยที่ทำให้เกิดสนิมมี 2 ปัจจัยคือ ความชื้นและแก๊สออกซิเจน

1 คะแนน = ตอบถูกบางส่วน หรือตอบเพียง 1 ปัจจัย

0 คะแนน = คำตอบอื่นๆ หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 1 : เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม

ชนิดของแบบวัด : แบบเขียนตอบปลายเปิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ 3 หากนายเอและนายบี ต้องการทดสอบว่า การทาน้ำมันช่วยป้องกันการเกิดสนิมของมีดคัตเตอร์ได้หรือไม่ จึงทำการทดลอง ดังนี้

- เตรียมมีดคัตเตอร์ที่มียี่ห้อเดียวกัน ลักษณะเหมือนกัน และไม่ผ่านการใช้งานใด ๆ จำนวน 2 อัน
- นำมีดคัตเตอร์อันที่ 1 ไปเคลือบด้วยน้ำมัน ทิ้งไว้ให้แห้ง และนำไปใช้งานตามปกติ
- สำหรับมีดคัตเตอร์อันที่ 2 ไม่เคลือบน้ำมันหรือกระทำใด ๆ และนำไปใช้งานตามปกติ

เมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือน นายเอ และนายบี จึงสังเกตการเกิดสนิมของมีดคัตเตอร์ทั้ง 2 อัน พบว่ามีดคัตเตอร์ทั้ง 2 อัน มีสนิมเกิดขึ้น แต่มีดคัตเตอร์ที่ผ่านการเคลือบด้วยน้ำมันเกิดสนิมน้อยกว่ามีดคัตเตอร์ที่ไม่ผ่านการเคลือบ

จากการทดลองดังกล่าว นายเอและนายบี มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการทดลองไม่ตรงกัน นักเรียนคิดว่า ข้อโต้แย้งของใครมาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

ก. นายบี ให้ความเห็นว่า การทดลองถูกต้อง เนื่องจากมีการเปรียบเทียบมีดคัตเตอร์ที่เคลือบน้ำมันและมีดคัตเตอร์ที่ไม่เคลือบน้ำมัน

ข. นายบี ให้ความเห็นว่า การทดลองคลาดเคลื่อน เนื่องจากมีดคัตเตอร์ทั้งสองอันเกิดสนิม

ค. นายเอ ให้ความเห็นว่า การทดลองถูกต้อง เนื่องจากใช้ใบมีดคัตเตอร์ที่มียี่ห้อเดียวกัน

ง. นายเอ ให้ความเห็นว่า การทดลองคลาดเคลื่อน เนื่องจากการทดลองไม่ได้ควบคุมการใช้งานของมีดคัตเตอร์ซึ่งเป็นตัวแปรควบคุม

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = ตอบ ง

0 คะแนน = คำตอบอื่นๆ หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 2 : เลือกใช้ประจักษ์พยานเพื่ออธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งในเรื่องวิทยาศาสตร์ได้

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ 4 จากคำถามที่ 3 นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าเป็นสมมติฐานได้หรือไม่และเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า ได้ หรือ ไม่ได้

ข้อความ	ได้หรือ ไม่ได้
4.1 การเคลือบน้ำมันบนใบมีดเป็นการลดปัจจัยการเกิดสนิมส่งผลให้ใบมีดเกิดสนิมน้อยลง	ได้ / ไม่ได้
4.2 ลักษณะการใช้งานของใบมีดที่แตกต่างกันส่งผลต่อการเกิดสนิมของใบมีด	ได้ / ไม่ได้
4.3 การที่ผิวของใบมีดสัมผัสกับอากาศทำให้ใบมีดเกิดสนิม	ได้ / ไม่ได้

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = เมื่อตอบ ได้ ไม่ได้และได้ ตามลำดับ

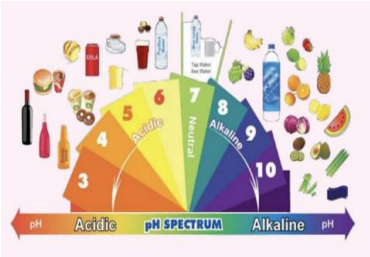
0 คะแนน =คำตอบอื่นๆหรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 2 : ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน

สถานการณ์ที่ 2 มะนาวเป็นกรดหรือเป็นเบส



ที่มา : https://pantip.com/topic/41205548

จากประเด็นที่นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องความเป็นกรดเบสของมะนาว เนื่องจากมีนักเรียนคนหนึ่งพบรูปภาพแสดงความเป็นกรดเบสในหนังสือแล้วเกิดความสับสนว่า มะนาวกับผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวมีฤทธิ์เป็นกรดจริงหรือไม่ จึงมีการตั้งคำถามและอภิปรายในประเด็นดังกล่าว รวมทั้งสอบถามวิธีการทดสอบความเป็นกรดเบสของมะนาว

จากข้อมูลข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

คำถามที่ 1 นักเรียนคิดว่าความเป็นกรดเบสของมะนาวสามารถตรวจสอบได้ด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ หากตรวจสอบได้ สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการใด จงอธิบาย

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน : 2 คะแนน = ตอบ ตรวจสอบได้ โดยอ้างถึงวิธีการตรวจสอบความเป็นกรดเบสอย่างน้อยหนึ่งวิธี เช่น กระดาษลิตมัส ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ เครื่องวัดค่า pH การไทเทรต และอธิบายรายละเอียดของวิธีการตรวจสอบ

1 คะแนน = ตอบ ตรวจสอบได้ บอกวิธีการตรวจสอบแต่ไม่อธิบายรายละเอียดในการตรวจสอบ หรือไม่บอกวิธีการตรวจสอบที่ชัดเจน

0 คะแนน = ตอบ ตรวจสอบไม่ได้ คำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 2 : เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

ชนิดของแบบวัด : แบบเขียนตอบปลายเปิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ 2 หากนักเรียนทำการทดสอบความเป็นกรดเบสของมะนาว โดยนำน้ำมะนาวมาไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผลการทดลองพบว่า ค่า pH ที่ได้จากการไทเทรตระหว่างน้ำมะนาวเข้มข้น 0.1M ปริมาตร 25.00 ml กับ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.10M ที่ปริมาตรต่าง ๆ แสดงดังนี้

ปริมาตร NaOH (ml)	ค่า pH	ปริมาตร NaOH (ml)	ค่า pH	ปริมาตร NaOH (ml)	ค่า pH
0.00	2.87	24.00	6.12	25.50	11.00
1.00	3.36	24.50	6.43	26.00	11.29
5.00	4.14	24.90	7.14	30.00	11.96
10.00	4.57	24.99	8.14	35.00	12.22
12.50	4.74	25.00	8.72	40.00	12.36
15.00	4.92	25.01	9.30	45.00	12.46
20.00	5.35	25.10	10.30	50.00	12.52

ที่มา : https://web.rmutp.ac.th/woravith/upload/AnalChem/ppt-acidbasetitration.pdf

เมื่อพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการไทเทรตในตาราง ให้นักเรียนวิเคราะห์และแปลผลการทดลองแล้วเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า ถูกต้อง หรือ ไม่ถูกต้อง

ข้อความ	ถูกต้อง หรือ ไม่ถูกต้อง
2.1 เมื่อใช้ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้น ค่า pH จะสูงขึ้น	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง
2.2 เมื่อเติมปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะทำให้สารละลายเป็นกรดมากขึ้น	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง
2.3 จุดสมมูลของการไทเทรตจะอยู่ในช่วง pH 8.14-9.30	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = ตอบ ถูกต้อง ไม่ถูกต้อง และถูกต้อง ตามลำดับ

0 คะแนน = ตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 1 : แปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปได้

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน

คำถามที่ 3 จากคำถามที่ 2 หากนักเรียนพบว่า จุดสมมูลของการไทเทรตมีค่าเท่ากับ 8.72 นักเรียนจะต้องเลือกอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตดังกล่าวโดยพิจารณาจากตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงอินดิเคเตอร์กับช่วง pH ของการเปลี่ยนสี

อินดิเคเตอร์	**ช่วง pH ของการเปลี่ยนสี**	**สีที่เปลี่ยน**
เมทิลออเรนจ์	3.2-4.4	แดง-เหลือง
เมทิลเรด	4.2-6.3	แดง-เหลือง
บรอมไทมอลบลู	6.0-7.6	เหลือง-น้ำเงิน
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3-10.0	ไม่มีสี-ชมพู
ไทมอลบลู	1.2-2.8	แดง-เหลือง
โบรโมฟีนอลเรด	4.8-6.8	เหลือง-ชมพู
ครีซอลเรด	0.2-1.8	แดง-เหลือง
คองโกเรด	3.0-5.0	น้ำเงิน-แดง

ที่มา : https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/7193-2017-06-08-15-20-55

เมื่อพิจารณาตารางแสดงอินดิเคเตอร์กับช่วง pH นักเรียนควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใดในการไทเทรต

ก. ไทมอลบลู เนื่องจากมีค่า pH ใกล้เคียงกับน้ำมะนาว

ข. บรอมไทมอลบลู เนื่องจากมีค่า pH อยู่ในช่วงที่น้อยกว่าจุดสมมูล

ค. ฟีนอล์ฟทาลีน เนื่องจากมีค่า pH อยู่ในช่วงของจุดสมมูล

ง. เมทิลออเรนจ์ เนื่องจากมีค่า pH อยู่ในช่วงของความเป็นกรด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = ค. ฟีนอล์ฟทาลีน (เนื่องจากมีค่า pH อยู่ในช่วงของจุดสมมูล)

0 คะแนน = คำตอบอื่นๆ หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 3 : พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงหรืออธิบายความเป็นไปได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบ

คำถามที่ 4 ถ้านักเรียนนำสารตัวอย่างชนิดหนึ่งไปทดสอบหาค่าpH โดยการหยดด้วยอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ของการเปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน	สีที่ได้
เมทิลออเรนจ์	3.2-4.4	แดง-เหลือง	เหลือง
เมทิลเรด	4.2-6.3	แดง-เหลือง	เหลือง
ลิตมัส	5.0-8.0	แดง-น้ำเงิน	ม่วง
บรอมไทมอลบลู	6.0-7.6	เหลือง-น้ำเงิน	น้ำเงิน
ฟีนอลเรด	6.8-8.4	เหลือง-แดง	ส้ม
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3-10.0	ไม่มีสี-ชมพู	ไม่มีสี
ไทมอลบลู	1.2-2.8	แดง-เหลือง	เหลือง
คองโกเรด	3.0-5.0	น้ำเงิน-แดง	แดง

จากผลการทดลองให้นักเรียนพิจารณาสีที่ได้ของสารตัวอย่างเมื่อหยดอินดิเคเตอร์ต่าง ๆ และวิเคราะห์ค่า pH ของสารตัวอย่างแล้วเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า ถูกต้อง หรือ ไม่ถูกต้อง

ข้อความ	ถูกต้อง หรือ ไม่ถูกต้อง
4.1 สารตัวอย่างมีค่า pH น้อยกว่า 6.3	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง
4.2 สารตัวอย่างมีค่า pH มากกว่า 8.3	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง
4.3 สารตัวอย่างมีค่า pH อยู่ในช่วงระหว่าง 7.6-8.0	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = เมื่อตอบ ไม่ถูกต้อง ไม่ถูกต้อง และถูกต้อง ตามลำดับ

0 คะแนน = คำตอบอื่นๆ หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 1: แปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปได้

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน

สถานการณ์ที่ 3 คอลลาเจน

จากบทความของมหาวิทยาลัยมหิดล เรื่อง “รู้ลึกชัดกับคอลลาเจน” มีรายละเอียดดังนี้

รู้ลึกชัดกับคอลลาเจน

ในยุคนี้หลายคนคงคุ้นเคยและชินหูกับคำว่า “คอลลาเจน” (Collagen) ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เครื่องดื่ม หรือแม้กระทั่งขนมขบเคี้ยว ยกตัวอย่างเช่น น้ำผลไม้ผสมคอลลาเจน ลูกอมผสมคอลลาเจน หรือเยลลี่ผสมคอลลาเจน เป็นต้น คอลลาเจนคือโปรตีน ที่ร่างกายมนุษย์ทุกคนสามารถสร้างขึ้นเองได้ตามธรรมชาติ ทำหน้าที่เพิ่มความแข็งแรงและเพิ่มความยืดหยุ่นให้แก่อวัยวะต่างๆ ภายในร่างกาย โดยเฉพาะในกระดูก หลอดเลือด ข้อกระดูก กระดูกอ่อน เส้นเอ็น รวมถึงผิวหนัง โดยร่างกายจะสามารถผลิตคอลลาเจนได้มากในขณะที่เรามีอายุน้อยและจะลดปริมาณการผลิตคอลลาเจนลงเมื่ออายุมากขึ้นนั่นเอง

จากการศึกษาของ University of Tuebingen ประเทศเยอรมนี ในประชากรที่มีภาวะข้อเสื่อม จำนวน 2,000 คน พบว่าผู้ที่มีปัญหาจากโรคข้อเสื่อมที่ได้รับคอลลาเจน (Collagen Hydrolysate) ในปริมาณ 5 กรัมต่อวัน ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่าคอลลาเจนสามารถช่วยลดการอักเสบและอาการเจ็บปวด จากการเคลื่อนไหวในบริเวณเซลล์กระดูกอ่อนได้

ผลงานวิจัยของสถาบันผิวหนังประเทศญี่ปุ่น ในผู้หญิงอายุระหว่าง 35-55 ปี จำนวน 47 คน โดยให้รับประทานคอลลาเจนในลักษณะเครื่องดื่มปริมาณ 10 กรัมต่อวัน เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่าผิวหนังมีความยืดหยุ่นมากขึ้น ริ้วรอยลดเรือนลง แผลเป็นดูจางลงและมีความชุ่มชื่นเพิ่มมากขึ้น

โดยทั่วไปแล้ว เรายังสามารถพบคอลลาเจนได้ในอาหารจำพวก ปลาทะเล เนื้อสัตว์ต่างๆ ถั่วหลากสี พืชผักใบเขียว เห็ดชนิดต่างๆ ผักผลไม้สีแดงส้ม เอ็นหมู เอ็นวัว และกระดูกอ่อน ฯลฯ ปัจจุบันยังมีคอลลาเจนในรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมจำนวนหลากหลายชนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3 วิธีรับประทานคอลลาเจนให้ได้ประโยชน์สูงสุด คือ

1) ดื่มน้ำมากๆ : คอลลาเจนนั้นต้องการสารละลายในการดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย หากร่างกายได้รับน้ำในปริมาณที่ไม่เพียงพอ ร่างกายก็จะไม่สามารถดูดซึมคอลลาเจนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

2) รับประทานวิตามินซี : วิตามินซีมีส่วนช่วยในการดูดซึมคอลลาเจนเข้าสู่ร่างกาย ดังนั้น เพื่อได้รับประโยชน์สูงสุด เราจึงควรรับประทานคอลลาเจนควบคู่ไปกับอาหารที่มีวิตามินซีสูง

3) รับประทานขณะท้องว่าง : มีงานวิจัยระบุไว้ว่า ควรรับประทานตอนเช้าขณะท้องว่าง หรือก่อนรับประทานอาหารเช้า 30 นาที เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมคอลลาเจนที่ดียิ่งขึ้น

ที่มา : https://www.rama.mahidol.ac.th/atrama/sites/default/files/public/pdf/column/@Rama5_E09.pdf

จากบทความข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

คำถามที่ 1 นางสาวซี และนายไอ ต้องการซื้อคอลลาเจนมารับประทาน โดยมีความคิดเห็นในการเลือกซื้อที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเหตุผลของนางสาวซีและนายไอ เหตุผลใดต่อไปนี้มีความน่าเชื่อถือน้อยที่สุดตามหลักฐานและข้อมูลที่ได้จากบทความดังกล่าว

ก. นายไอ ซื้อคอลลาเจนมารับประทานเพื่อช่วยลดการอักเสบจากโรคข้อเข่าเสื่อม โดยสืบค้นผลงานวิจัยของ University of Tuebingen เกี่ยวกับผู้ที่มีปัญหาจากโรคข้อเสื่อมที่ได้รับคอลลาเจน

ข. นางสาวซี ซื้อคอลลาเจนมารับประทานเพื่อช่วยทำให้มีผิวพรรณขาวกระจ่างใส เนื่องจากได้รับคำแนะนำจากตัวแทนจำหน่ายคอลลาเจนชื่อดังที่มียอดขายสูงมาก

ค. นางสาวซี ซื้อคอลลาเจนมารับประทานเพื่อช่วยให้ผิวหนังมีความยืดหยุ่นมากขึ้น ริ้วรอยลดเรือนลง เพราะได้ศึกษาข้อมูลของสถาบันผิวหนังประเทศญี่ปุ่น

ง. นายไอ ซื้อคอลลาเจนเพื่อช่วยเพิ่มความชุ่มชื่นให้แก่ผิว เนื่องจากได้สำรวจความพึงพอใจของผู้ที่รับประทานคอลลาเจนเป็นประจำและสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านผิวหนัง

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = ตอบข้อ ข

0 คะแนน = คำตอบอื่นๆ หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 3 : ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบ

คำถามที่ 2 พิจารณาตามข้อมูลในบทความ นักเรียนเห็นด้วยกับความคิดเห็นที่ว่า “คอลลาเจนจะช่วยทำให้มีผิวพรรณขาวกระจ่างใสได้” หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน: 2 คะแนน = ตอบไม่เห็นด้วย และมีการอ้างถึงข้อมูลจากบทความเกี่ยวกับประโยชน์ของคอลลาเจนในเรื่องของผิวพรรณ คือ ผิวหนังมีความยืดหยุ่นมากขึ้น ริ้วรอยลดเรือนลง แผลเป็นดูจางลงและมีความชุ่มชื้นเพิ่มมากขึ้น ซึ่งไม่มีข้อมูลที่กล่าวถึงความขาวกระจ่างใสที่ชัดเจน

1 คะแนน = ตอบไม่เห็นด้วย แต่ไม่อธิบายเหตุผล หรืออธิบายแต่ไม่สอดคล้อง/ไม่ตรงประเด็น

0 คะแนน = ตอบเห็นด้วย หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ 2 : เลือกใช้ประจักษ์พยาน เหตุผล เพื่ออธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งในเรื่องวิทยาศาสตร์

ชนิดของแบบวัด : แบบเขียนตอบปลายเปิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ 3 หากเพื่อนของนักเรียนต้องการเสริมสร้างคอลลาเจนภายในร่างกาย จึงซื้อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่มีคอลลาเจนมารับประทานครั้งละ 10,000 มิลลิกรัม วันละ 3-4 ครั้ง และดื่มน้ำวันละ 8-9 ลิตร จากคำแนะนำในบทความ นักเรียนคิดว่า การกระทำดังกล่าวเหมาะสมหรือไม่ และส่งผลต่อการทำงานของอวัยวะใดในร่างกาย

ก. ไม่เหมาะสม เพราะ ดื่มน้ำปริมาณมากเกินไป ส่งผลต่อการทำงานของไต

ข. เหมาะสม เพราะ ดื่มน้ำปริมาณมากๆทำให้ดูดซึมคอลลาเจนได้ดี ส่งผลต่อการทำงานของลำไส้เล็ก

ค. ไม่เหมาะสม เพราะ ทานคอลลาเจนและดื่มน้ำปริมาณมากเกินไป ส่งผลต่อการทำงานของลำไส้เล็ก

ง. เหมาะสม เพราะทานคอลลาเจนปริมาณเหมาะสมและดื่มน้ำปริมาณมาก ส่งผลต่อการทำงานของไต

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = ตอบ ก

0 คะแนน = ตอบผิด หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 3 : พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงหรืออธิบายความเป็นไปได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบ

คำถามที่ 4 จากคำแนะนำในบทความเกี่ยวกับวิธีรับประทานคอลลาเจนให้ได้ประโยชน์สูงสุด ข้อความต่อไปนี้ให้เหตุผลในการอธิบายได้ถูกต้องหรือไม่ ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบคำว่า ถูกต้อง หรือ ไม่ถูกต้อง

ข้อความ	ถูกต้อง หรือ ไม่ถูกต้อง
4.1 หากร่างกายได้รับน้ำในปริมาณที่ไม่เพียงพอก็จะไม่สามารถดูดซึมคอลลาเจนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เพราะ ร่างกายมีการควบคุมปริมาณน้ำให้อยู่ในภาวะสมดุลโดยสมองส่วนไฮโพทาลามัสทำหน้าที่ควบคุมการหลังฮอร์โมนที่กระตุ้นการดูดกลับน้ำที่ท่อหน่วยไต	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง
4.2 วิตามินซีมีส่วนช่วยในการดูดซึมคอลลาเจนเข้าสู่ร่างกาย เราจึงควรรับประทานคอลลาเจนควบคู่ไปกับอาหารที่มีวิตามินซีสูง เพราะวิตามินซีละลายได้ทั้งในน้ำและในไขมันทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมของคอลลาเจน	ถูกต้อง / ไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = เมื่อตอบถูกต้องและไม่ถูกต้อง ตามลำดับ

0 คะแนน = คำตอบอื่นๆ หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 1: เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ 5 นางสาวเจ ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปริมาณคอลลาเจนในช่วงวัยต่างๆ ได้ข้อมูลดังรูป

ที่มา:
https://sites.google.com/site/ilovercollagen/bukhkhl-di-khwr-rab-prathan-khx-l-la-cen-collagen

เมื่อพิจารณาจากภาพ ความคิดเห็นใดไม่สอดคล้องกับข้อมูลในงานวิจัยนี้

ก. เมื่ออายุ 25 ปีขึ้นไปควรเสริมสร้างคอลลาเจนให้มากขึ้น

ข. ปริมาณคอลลาเจนในร่างกายของผู้หญิงจะลดลงเมื่ออายุมากขึ้น

ค. เมื่ออายุ 20 ปี ผู้หญิงจะมีปริมาณคอลลาเจนลดลงครึ่งหนึ่งจากวัยเด็ก

ง. หลังจากอายุ 30 ปีขึ้นไป ปริมาณคอลลาเจนในร่างกายจะลดลงอย่างต่อเนื่อง

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = ตอบ ข้อ ค 0 คะแนน = ตอบผิด หรือ ไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 3 : บอกความแตกต่างและประเมินข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สถานการณ์ที่ 4 โรคฝีดาษลิง

ปัจจุบันมีโรคระบาดเกิดขึ้นซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากลิง มีรายละเอียดดังนี้

ที่มา :
https://www.bangpakok8.com/care_blog/view/52

จากภาพข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

คำถามที่ 1 นายไทยชอบเข้าป่าล่าสัตว์เพียงลำพัง วันหนึ่งนายไทยออกมาจากการเข้าป่าล่าสัตว์และพบว่าตนเองติดเชื้อฝีดาษลิง หากนักเรียนต้องให้ข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับการที่นายไทยติดเชื้อฝีดาษลิง สมมติฐานข้อใดไม่สอดคล้องกับข้อมูลในภาพ

ก. นายไทยเข้าป่าล่าสัตว์เพียงลำพังทำให้นายไทยติดเชื้อฝีดาษลิง

ข. นายไทยสัมผัสเลือดของสัตว์ที่ป่วยทำให้นายไทยติดเชื้อฝีดาษลิง

ค. นายไทยนำสัตว์ที่ป่วยมาเลี้ยงแล้วถูกข่วนทำให้นายไทยติดเชื้อฝีดาษลิง

ง. นายไทยกินเนื้อสัตว์ที่ติดเชื้อแบบสุก ๆ ดิบ ๆ ทำให้นายไทยติดเชื้อฝีดาษลิง

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = ก. นายไทยเข้าป่าล่าสัตว์เพียงลำพังทำให้นายไทยติดเชื้อฝีดาษลิง

0 คะแนน = ตอบผิด หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ 2 : ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบ

คำถามที่ 2 นักเรียนคิดว่า ประเด็นปัญหาใดไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ก. โรคฝีดาษลิงสามารถติดต่อจากสัตว์สู่คนได้หรือไม่

ข. อาการที่รุนแรงของโรคฝีดาษลิงมักพบในช่วงวัยใด

ค. การฉีดวัคซีนไข้ทรพิษสามารถป้องกันฝีดาษลิงได้หรือไม่

ง. ความชื่นชอบในการเลี้ยงสัตว์ส่งผลต่อการติดเชื้อโรคฝีดาษลิงหรือไม่

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = ตอบ ง.

0 คะแนน = ตอบผิด หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ 1 : คัดเลือกประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามที่ 3 จากภาพให้ข้อมูลว่า การฉีดวัคซีนไข้ทรพิษสามารถป้องกันโรคฝีดาษลิงได้ 85% ทำให้เกิดข้อโต้แย้งต่อการฉีดวัคซีน นักเรียนคิดว่าข้อโต้แย้งใดมาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และมีความถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “เห็นด้วย” หรือ “ไม่เห็นด้วย”

ข้อความ	เห็นด้วย หรือ ไม่เห็นด้วย
3.1 การฉีดวัคซีนมีประโยชน์เพราะเป็นการสร้างขวัญกำลังใจในการดูแลตัวเอง	เห็นด้วย / ไม่เห็นด้วย
3.2 การฉีดวัคซีนมีประโยชน์เพราะทำให้ร่างกายสร้างแอนติบอดีในการป้องกันฝีดาษลิงได้	เห็นด้วย / ไม่เห็นด้วย
3.3 การฉีดวัคซีนไม่มีประโยชน์ ควรฉีดเซรุ่มแทน เพราะการฉีดเซรุ่มสร้างแอนติบอดีในการดักจับเชื้อโรคได้ยาวนานกว่า	เห็นด้วย / ไม่เห็นด้วย

เกณฑ์การให้คะแนน : 1 คะแนน = ไม่เห็นด้วย เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยตามลำดับ

0 คะแนน = คำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ 3 : บอกความแตกต่างและประเมินข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และที่มาจากฐานแนวคิดอื่น ๆ ได้

ชนิดของแบบวัด : แบบเลือกตอบเชิงซ้อน

คำถามที่ 4 จากข้อมูลที่ว่าการฉีดวัคซีนไข้ทรพิษสามารถป้องกันโรคฝีดาษลิงได้ 85% นักเรียนคิดว่าการฉีดวัคซีนสามารถป้องกันการเกิดโรคต่าง ๆ ได้อย่างไร จงอธิบายโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การให้คะแนน : 2 คะแนน = การฉีดวัคซีนเป็นการนำเชื้อโรคที่ตายแล้วหรือเชื้อโรคที่อ่อนกำลังลงหรือสารพิษของเชื้อโรคที่หมดสภาพความเป็นพิษแต่ยังคงมีความสามารถในการทำหน้าที่เป็นแอนติเจนเข้าไปในร่างกายเพื่อกระตุ้นภูมิคุ้นกันให้ร่างกายสร้างแอนติบอดีที่จะต่อต้านเชื้อโรคดังกล่าว การฉีดวัคซีนจึงเป็นการเตรียมความพร้อมที่จะตอบสนองเมื่อได้รับเชื้อโรค

1 คะแนน = ตอบบางส่วน เช่น อธิบายถึงการฉีดวัคซีนเป็นการนำเชื้อโรคที่ตายแล้วเข้าสู่ร่างกายแต่ไม่ได้อธิบายถึงการสร้างแอนติบอดี, อธิบายถึงการสร้างแอนติบอดีแต่ไม่ได้อธิบายถึงการนำเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย/การทำหน้าที่เป็นแอนติเจน

0 คะแนน = คำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ 1 : เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม

ชนิดของแบบวัด : แบบเขียนตอบปลายเปิ

แบบสังเกตพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 1 สังเกตพฤติกรรมนักเรียนในชั้นเรียน

พฤติกรรมที่สังเกต	ผลการสังเกต		ผลการสังเกตเพิ่มเติม
	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ	
1. ตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้เพื่อแสวงหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ศึกษา			
2. คาดเดาคำตอบอย่างมีเหตุผลและเป็นไปได้			
3. เสนอสมมติฐานในประเด็นที่ต้องการหาคำตอบ			
4. ใช้หนังสือแบบเรียน คู่มือ ใบกิจกรรม เอกสารข้อมูลต่าง ๆ หรือแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือในการตรวจสอบข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน			
5. อภิปรายหรือซักถามเพื่อนหรือครูเกี่ยวกับข้อโต้แย้งหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่มาจากหลักฐาน			
6. อภิปรายหรือโต้แย้งด้วยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ			
7. ซักถามเหตุผลในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น			
8. ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในการอธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้ง			
9.ตรวจสอบหลักฐานในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น			
10. อธิบายในเรื่องต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์			

ส่วนที่ 2 สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียนในใบกิจกรรม

พฤติกรรมที่สังเกต	ผลการสังเกต		ผลการสังเกตเพิ่มเติม
	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ	
1.แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์			
2. ออกแบบสมมติฐานเพื่ออธิบายสถานการณ์			
3. บรรยายวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์			
4. สืบค้นหรือซักถามข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบปัญหา			
5. แสดงความคิดเห็นโดยเลือกใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์			
6. เข้าใจและแปลงข้อมูลในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น			
7. ตรวจสอบหลักฐานในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น			
8. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อลงข้อสรุป			
9. อธิบายถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จัดทำขึ้นเพื่ออธิบายรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ผู้สอนเข้าใจรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วยสาระสำคัญ ดังนี้

1. แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน
2. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน
3. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน
4. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน
5. บทบาทของผู้เรียนและผู้สอน
6. การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน
7. แนวทางการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้าง สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยอาศัยแนวคิดและหลักการเรียนรู้พื้นฐาน ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) **แนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์**

เป็นแนวคิดหลักของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยการนำประเด็นปัญหาในสังคมหรือเหตุการณ์ที่น่าสนใจและกำลังถกเถียงในสังคม หรือเป็นประเด็นที่ทันสมัย มีความซับซ้อน มีความเกี่ยวข้องหรือส่งผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน มีมุมมองหลากหลาย และยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน ซึ่งมีบริบทใกล้ตัวผู้เรียนมาเป็นจุดเริ่มต้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการแสวงหาความรู้ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อมาโต้แย้งและแสดงเหตุผลบนฐานของวิทยาศาสตร์ สังคมและจริยธรรม จนได้คำตอบที่มาจากหลักการ ทฤษฎี และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลักการที่สำคัญดังนี้

1.1) การใช้สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังถกเถียงหรือให้ความสนใจในสังคมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาคำตอบทำให้เกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

1.2) การรวบรวมข้อมูล โต้แย้ง หรืออภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมโดยใช้ความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์และมิติอื่น ๆ เช่น สังคม เศรษฐกิจ จริยธรรม ทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

1.3) การมีส่วนร่วมในระหว่างการหาข้อสรุปที่อาจเป็นไปได้หลายคำตอบหรือไม่มีคำตอบที่แน่นอน โดยมุ่งเน้นถึงกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปนั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่จำเป็น ได้แก่ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการตีความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา

2) หลักการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

หลักการและสาระสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อแก่นสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้กับแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติการ เกิดการเรียนรู้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) และจิตวิทยาศาสตร์ (scientific mind) ซึ่งมีหลักการเรียนรู้ที่สำคัญดังนี้

2.1) เมื่อได้รับประสบการณ์โดยตรงหรือได้ลงมือปฏิบัติ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทำให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2) การสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการตั้งคำถาม กำหนดสมมติฐาน รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุป ทำให้เกิดการเรียนรู้

2.3) การแสวงหาความรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้จากการสังเคราะห์หลักการของแนวคิดที่นำมาเป็นพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ หลักการของแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และหลักการของกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นำมาสังเคราะห์เป็นหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

1) การเสนอประเด็น สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังถกเถียงหรือให้ความสนใจในสังคม ใกล้ตัวผู้เรียน และเน้นทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์

2) การมีส่วนร่วมในเรียนรู้จากการสืบเสาะหาความรู้ การอธิบาย การโต้แย้งและแสดงเหตุผลเพื่อยืนยันความคิดของตนเองผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและพัฒนาทักษะการให้เหตุผล ทักษะการตีความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา

3) การมุ่งเน้นกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปและหลักฐานที่ยืนยันข้อสรุปโดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์จะทำให้เกิดองค์ความรู้ที่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาหรือไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนภายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ คือ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน และบทบาทของผู้สอน ผู้เรียน

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ประเด็นทางสังคมมาทำให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปและหลักฐานที่ยืนยัน

ข้อสรุปด้วยมุมมองที่หลากหลายทั้งบนฐานของวิทยาศาสตร์ สังคมและจริยธรรม ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม

เป็นขั้นของการนำประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลหรือสื่อต่าง ๆ มากระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและวิเคราะห์ปัญหาจากประเด็นดังกล่าว โดยเริ่มจากการที่ผู้สอนคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่น่าสนใจ เหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้ ตัวผู้เรียน และสอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคม มานำมาเสนอและพูดคุยกับผู้เรียน

โดยเกณฑ์ในการในการคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์คือ

1.ประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน เป็นกระแสในโลกโซเชียลหรือปรากฏในสื่อต่าง ๆ

2. ประเด็นที่สังคมให้ความสนใจ เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน อาจส่งผลกระทบหรือมีความสัมพันธ์กับบริบทในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้เรียน มีความสัมพันธ์กับชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3. ประเด็นที่มีมุมมองที่หลากหลายและมีมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน สามารถใช้ความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อธิบายหรือมีส่วนร่วมในการตัดสินใจได้

4. ประเด็นที่มีคำตอบได้หลายคำตอบหรือไม่มีคำตอบที่แน่นอน

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียน

1) เกิดข้อสงสัยหรือประเด็นคำถามจนเกิดการคิดและวิเคราะห์เกี่ยวกับข้อสงสัยนั้น

2) เกิดความสนใจในการแสวงหาความรู้ รวบรวมข้อมูล และหาวิธีการหาคำตอบ

3) เชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมกับความรู้หรือข้อมูลที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทบาทของผู้เรียน

1) รับฟังการนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์จากผู้สอน

2) วิเคราะห์และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นทางสังคม

3) ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมและคิดวิเคราะห์ถึงประเด็นคำถามที่ต้องการหาคำตอบ

บทบาทของผู้สอน

1) คัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหา ตัวผู้เรียน และสอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคม จากแหล่งข้อมูล เช่น รูปภาพ ข่าว วีดีทัศน์ หรือสื่อต่าง ๆ

2) ผู้สอนนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ

3) ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดคำถามโดยการเสนอประเด็นปัญหาย่อยหรือข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากประเด็นทางสังคมดังกล่าว

4) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมดังกล่าว

5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมและคิดวิเคราะห์ถึงประเด็นคำถามที่ต้องการหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา

เป็นขั้นที่ใช้กระบวนการกลุ่มในการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและสืบค้นข้อมูลหรือหาประจักษ์พยานเพื่อยืนยันคำตอบและพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียน เช่น ทักษะการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการนำเสนอข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียน

1) วิเคราะห์ประเด็นปัญหาเพื่อหาแนวทางของคำตอบ

2) สืบค้นข้อมูลหรือหาประจักษ์พยานเพื่อเป็นหลักฐานหรือสิ่งที่ยืนยันคำตอบ

3) ได้เรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จากการอภิปรายข้อมูลในกระบวนการกลุ่ม เช่น ทักษะการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการนำเสนอข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแปลความหมายข้อมูล ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการแก้ปัญหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทบาทของผู้เรียน

1) วิเคราะห์ประเด็นปัญหาและหาแนวทางคำตอบของตนเอง

2) พูดคุย อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นปัญหา

3) สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมหรือหาประจักษ์พยานเพื่อเป็นหลักฐานหรือสิ่งที่ยืนยันคำตอบ

4) นำเสนอข้อมูลที่หาได้ภายในกลุ่ม ตีความหมายของข้อมูล และให้เหตุผลเพื่อยืนยันคำตอบ รวมทั้งแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการอภิปรายภายในกลุ่ม

บทบาทของผู้สอน

1) กระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหาเพื่อหาแนวทางของคำตอบของตนเอง โดยการใช้คำถามหรือใช้สื่อและแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข่าว สื่อโซเชียล เกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากประเด็นทางสังคมดังกล่าวมาช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและวิเคราะห์ปัญหานั้น

2) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนจัดกลุ่มตามความสมัครใจของตนเอง

3) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนพูดคุย อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นปัญหา

4) อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมหรือหาประจักษ์พยานเพื่อเป็นหลักฐานหรือสิ่งที่ยืนยันคำตอบ

5) คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มและสืบค้นข้อมูลหรือหาหลักฐานเพื่อยืนยันคำตอบของตนเอง

6) ให้ผู้เรียนโต้แย้งกันภายในกลุ่มจนได้แนวทางคำตอบของกลุ่มตนเอง แต่หากไม่สามารถได้ข้อสรุปของกลุ่มจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถย้ายกลุ่มไปอยู่ในกลุ่มที่มีความคิดเห็นตรงกันได้

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล

เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่สืบค้นและนำเสนอภายในกลุ่มมาอภิปรายหรือโต้แย้งกับกลุ่มอื่น ๆ โดยมีหลักฐานหรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือสนับสนุนความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสืบค้นข้อมูลและหลักฐาน รวมทั้งนำเสนอหรืออภิปรายข้อมูลและตัดสินใจด้วยเหตุผลและหลักการทางวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียน

1) เกิดการเรียนรู้จากการอภิปรายข้อมูลและโต้แย้งเกี่ยวกับคำตอบของประเด็นปัญหา

2) เลือกใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานเพื่อยืนยันคำตอบได้อย่างเหมาะสม

3) รับฟังความคิดเห็น วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและหลักฐาน

บทบาทของผู้เรียน

1) สรุปเหตุผลของแนวคำตอบในกลุ่ม และเตรียมข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยานเพื่ออภิปรายกับกลุ่มอื่น ๆ

2) นำเสนอแนวคำตอบของกลุ่มตนเองพร้อมแสดงเหตุผลต่อกลุ่มอื่น ๆ

3) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคำตอบของกลุ่มอื่น ๆ

4) โต้แย้งและอภิปรายร่วมกันโดยใช้ข้อมูล หลักฐาน ประจักษ์พยาน ที่เตรียมไว้

5) รับฟังความคิดเห็น วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลและความน่าเชื่อถือของหลักฐาน โดยใช้หลักคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์และตัดสินใจด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1) กระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปเหตุผลของแนวคำตอบในกลุ่ม และเตรียมข้อมูลหลักฐาน ประจักษ์พยานเพื่ออภิปรายกับกลุ่มอื่น ๆ โดยมีจิตวิทยาศาสตร์ในการแสดงเหตุผล

2) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคำตอบของกลุ่มตนเองพร้อมแสดงเหตุผล

3) จับคู่กลุ่มที่มีความคิดเห็นตรงข้ามกันให้อภิปรายและโต้แย้งกันตามข้อมูลและหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่แต่ละกลุ่มสืบค้นมา

4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคำตอบของกลุ่มเพื่อน

5) ใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการโต้แย้งและอภิปรายร่วมกันจากข้อมูล/หลักฐาน

6) คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม

7) วางตัวเป็นกลาง บทบาทเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 4 ขั้นลงข้อสรุป

เป็นขั้นที่มีการลงความเห็นเพื่อหาข้อสรุปจากเหตุผลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจมีได้หลายคำตอบแต่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุปโดยใช้หลักคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์และตัดสินใจด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียน

1) ตัดสินใจเกี่ยวกับข้อสรุปของประเด็นปัญหา

2) ให้เหตุผลและหลักฐานประกอบการตัดสินใจของตนเอง

3) วิเคราะห์วิธีการหรือกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อสรุป

บทบาทของผู้เรียน

1) หาข้อสรุปของประเด็นปัญหา

2) ให้เหตุผลและหลักฐานประกอบการตัดสินใจของตนเอง

3) ทำความเข้าใจเนื้อหาและข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น

4) ร่วมลงความเห็นหาข้อยุติและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

บทบาทของผู้สอน

1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนหาข้อสรุปของประเด็นปัญหา

2) กระตุ้นให้ผู้เรียนให้เหตุผลและหลักฐานประกอบการตัดสินใจของตนเอง

3) เพิ่มเติมเนื้อหาที่ไม่สมบูรณ์และข้อมูลเพิ่มเติมที่ทำให้เกิดความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้นมากยิ่งขึ้น

4) ร่วมลงความเห็นหาข้อยุติและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้

เป็นขั้นที่สะท้อนความคิดและนำองค์ความรู้ที่ได้ไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบาย ทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียน

1) สะท้อนความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องการเรียนรู้ในประเด็นปัญหา

2) สร้างสรรค์องค์ความรู้ที่ได้นำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้

บทบาทของผู้เรียน

1) สะท้อนความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องการเรียนรู้ในประเด็นปัญหา

2) ทำความเข้าใจเนื้อหาและข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น

3) สร้างสรรค์องค์ความรู้ในการนำไปใช้ต่อยอดในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ด้วยตนเอง

4) ใช้กระบวนการกลุ่มในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5) เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบาย ทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

บทบาทของผู้สอน

1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้

2) กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างสรรค์องค์ความรู้ในการนำไปใช้ต่อยอดในประเด็นอื่น ๆ

3) เพิ่มเติมเนื้อหาที่ไม่สมบูรณ์และข้อมูลเพิ่มเติมที่ช่วยเสริมเสร้างการต่อยอดความรู้

4) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำไปประยุกต์ใช้เป็นรายบุคคล

5) มอบหมายให้ผู้เรียนใช้กระบวนการกลุ่มในแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเกี่ยวกับการนำองค์ความรู้ไปสร้างสรรค์แนวทางในการแก้ไขปัญหา

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการเรียนการสอน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ประเมินผลรอบด้านทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งดำเนินการวัดและประเมินตามสภาพจริง ด้วยเครื่องมือที่หลากหลายเพื่อให้สามารถรวบรวมข้อมูลตามสภาพจริงที่นำไปสู่การตัดสินผู้เรียนได้ โดยเน้นการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การวัดผลด้านความรู้ ใช้วิธีการทดสอบ โดยการใช้คำถาม ใบงาน และแบบทดสอบที่แสดงถึงการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือประเด็นปัญหา

2) การวัดผลทางด้านทักษะและกระบวนการ ใช้วิธีการประเมินจากกระบวนการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมหรือแบบประเมินใบงานที่แสดงถึงทักษะในการหาความรู้ออกแบบกระบวนการหาความรู้ และวิธีการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งกระบวนการวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสมโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

3) การวัดผลทางด้านคุณลักษณะของผู้เรียน ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้และร่องรอยการตอบคำถามในใบงาน โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและการเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันบนหลักของวิทยาศาสตร์

แนวทางการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ผู้สอนควรดำเนินการดังนี้

1) ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้สอนควรทำความเข้าใจรายละเอียดทุกองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอน บทบาทผู้เรียน บทบาทผู้สอน การวัดและประเมินผล เพื่อทราบแนวทางในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

2) ศึกษารายละเอียดของรายวิชาที่สอน

ในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ไม่ได้อิงกรอบของเนื้อหาสาระเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

แต่เป็นเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้เรียนมาแล้ว ตามกรอบของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน รายวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้สอนต้องศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของรายวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งจัดการเวลาให้เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน วิเคราะห์จุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชา เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาสาระที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

3**) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้**

ผู้สอนควรวางแผนการจัดการเรียนรู้และเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตรและรายวิชา รวมทั้งคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่จะนำมาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้โดยเตรียมรายละเอียดของประเด็นดังกล่าวให้ชัดเจน ผู้สอนควรใช้เทคนิคการสอนที่หลากหลาย สื่อการสอนที่ทันสมัย น่าสนใจ เพื่อส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้

4) เตรียมความพร้อมผู้สอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบที่ผู้สอนต้องให้ความสำคัญกับรายละเอียดในขั้นตอนต่าง ๆ เป็นอย่างมาก ตั้งแต่ขั้นตอนแรก ผู้สอนต้องนำประเด็นทางสังคมมาเป็นจุดเริ่มต้น ซึ่งประเด็นทางสังคมที่คัดเลือกมาต้องตรงตามเกณฑ์การคัดเลือกและมีความเหมาะสมกับบริบทต่าง ๆ ของผู้เรียน ซึ่งเกณฑ์การคัดเลือกประเด็นทางสังคมที่สังเคราะห์ได้ มีดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.1) ประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน เป็นกระแสในโลกโซเชียลหรือปรากฏในสื่อต่าง ๆ

4.2) ประเด็นที่สังคมให้ความสนใจ เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน อาจส่งผลกระทบหรือมีความสัมพันธ์กับบริบทในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้เรียน มีความสัมพันธ์กับชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.3) เป็นประเด็นที่มีมุมมองที่หลากหลายและมีมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน สามารถใช้ความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์อธิบายหรือมีส่วนร่วมในการตัดสินใจได้

4.4) เป็นประเด็นที่มีคำตอบได้หลายคำตอบหรือไม่มีคำตอบที่แน่นอน

นอกจากนี้ในขั้นตอนอื่น ๆ ของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นต้องมีการจัดเตรียมเนื้อหาอย่างเป็นระบบ และแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนต้องมีความหลากหลายในเรื่องของเนื้อหาสาระตามประเด็นทางสังคมที่นำมาใช้ ดังนั้นผู้สอนควรเตรียมความพร้อมของตนเองในทุกด้าน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5) เตรียมวิธีการสอนและเทคนิคการสอน

การจัดการเรียนรู้ที่ดี ผู้สอนควรใช้วิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียน เนื้อหา โอกาส และบริบทต่าง ๆ ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6) เตรียมสื่อการเรียนรู้

สำหรับรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ สื่อการเรียนรู้นับเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยเฉพาะในขั้นตอนของการนำเสนอประเด็นทางสังคม เพราะจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วมและเกิดประเด็นปัญหาที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ได้ดี ผู้สอนควรจะเตรียมสื่อให้พร้อมและเป็นสื่อที่น่าสนใจ มีความหลากหลาย มีความทันสมัย นอกจากนี้ผู้สอนอาจอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนในด้านสื่อการนำเสนอ โต้แย้ง และแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายยิ่งขึ้น

7) เตรียมแบบประเมินผู้เรียน

ดำเนินการวัดและประเมินตามสภาพจริง ด้วยเครื่องมือที่หลากหลายเพื่อให้สามารถรวบรวมข้อมูลตามสภาพจริงที่นำไปสู่การตัดสินผู้เรียนได้ โดยเน้นการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

7.1) การวัดผลด้านความรู้ ใช้วิธีการทดสอบ โดยการใช้คำถาม ใบงาน และแบบทดสอบที่แสดงถึงการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือประเด็นปัญหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

7.2) การวัดผลทางด้านทักษะและกระบวนการ ใช้วิธีการประเมินจากกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมหรือแบบประเมินใบงานที่แสดงถึงทักษะในการหาความรู้ ออกแบบกระบวนการหาความรู้ และวิธีการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งกระบวนการวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสมโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

7.3) การวัดผลทางด้านคุณลักษณะของผู้เรียน ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้และร่องรอยการตอบคำถามในใบงาน โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาและการเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันบนหลักของวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ เคมีกับการแก้ปัญหา
เรื่อง การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหาและการบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหา
ในหัวข้อ “บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายมากกว่ากัน”
รายวิชา เคมี6 รหัสวิชา ว33326 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ผู้สอน นางสาวอาภาภรณ์ ปานมี เวลา 4 คาบ (220 นาที)

.....

สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระเคมี

เข้าใจหลักการทางเคมีรวมทั้งบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ไขปัญหาทางเคมี

ผลการเรียนรู้

ม.6/1 กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพหรืออุตสาหกรรม

ม.6/2 แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมี รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ

ม.6/3 นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบแล้วนักเรียนสามารถ

1. ด้านความรู้

1.1 อธิบายประเด็นปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่สนใจโดยใช้หลักความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

1.2 วิเคราะห์ แปลความหมาย และแสดงหลักฐานเพื่ออธิบายข้อมูลในการแก้ไขปัญหาได้

1.3 อธิบายถึงการนำความรู้ทางเคมีไปแก้ไขปัญหาหรือไปประยุกต์ใช้

2. ด้านทักษะกระบวนการ

2.1 ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 แสดงความคิดเห็นและนำเสนอหลักฐานโดยเลือกใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้

2.3 นำเสนอแนวทางการนำความรู้ทางเคมีไปแก้ไขปัญหาหรือไปประยุกต์ใช้

3. ด้านคุณลักษณะ

3.1 สนใจใฝ่เรียนรู้และกระตือรือร้นในการเรียน

3.2 มีส่วนร่วมในชั้นเรียนและร่วมตอบคำถามในกิจกรรม

สาระสำคัญ

ประเด็นปัญหาต่าง ๆ ในสังคม ข่าวเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือสถานการณ์บางสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้ โดยอาศัยกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบ

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นปัญหา (20 นาที)

1) ครูนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์โดยการเปิดคลิปข่าวออนไลน์เกี่ยวกับนักท่องเที่ยวจีนโดนตำรวจจับเรื่องการครอบครองบุหรี่ไฟฟ้า และโพสต์การแสดงความคิดเห็นบนโลกโซเชียลเกี่ยวกับบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดา เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน (คลิปข่าวที่มีข้อโต้แย้งว่าทำไมบุหรี่ไฟฟ้าผิดกฎหมายและบุหรี่ธรรมดาไม่ผิดกฎหมาย มีความแตกต่างกันในมุมมองใดบ้าง เวลาประมาณ 4-5 นาที)

2) ครูนำเสนอบทความและคลิปวีดีโอของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโทษของบุหรี่ และผลที่เกิดขึ้นจากการใช้บุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดา เพื่อกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในมุมมองต่าง ๆ และให้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับบุหรี่ ดังนี้

2.1) ให้นักเรียนดูคลิปวีดีโอของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากการสูบบุหรี่ (กระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงโทษของบุหรี่ทั้งสองประเภทในมุมมองต่าง ๆ)

2.2) ให้นักเรียนอ่านบทความเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดา (ให้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบุหรี่ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ในมุมมองทางวิทยาศาสตร์)

3) ครูร่วมพูดคุยกับนักเรียนในประเด็นเรื่อง “บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายมากกว่ากัน” และถามคำถามดังนี้

3.1) นักเรียนเคยมีประสบการณ์ที่พบเห็นคนใกล้ตัวสูบบุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาหรือไม่ นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร (นักเรียนตอบตามประสบการณ์เดิมของนักเรียน)

3.2) จากคลิปข่าว บทความ และคลิปวีดีโอเกี่ยวกับการใช้บุหรี่ นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร (นักเรียนตอบตามการคิดวิเคราะห์และการรับข้อมูลเพิ่มเติมจากสิ่งที่ผู้สอนกระตุ้น)

3.3) นักเรียนคิดว่า บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดา มีอันตรายกว่ากัน (นักเรียนตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน)

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประเด็นปัญหา (55 นาที)

1) ครูใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมและกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ และสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของสารในบุหรี่ สมบัติของสาร การออกฤทธิ์ของสาร และกระบวนการทำงานของบุหรี่ ดังนี้

1.1) นักเรียนคิดว่าสารเคมีที่อยู่ในบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดาแตกต่างกันหรือไม่ ทำไมบุหรี่ธรรมดามีกลิ่นรุนแรง แต่บุหรี่ไฟฟ้าไม่มีกลิ่นรุนแรง (กระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีในบุหรี่ ได้แก่ สารละลายนิโคติน โพรไพลีนไกลคอล กลีเซอรีน)

1.2) นักเรียนคิดว่ากระบวนการทำงานของบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดาแตกต่างกันหรือไม่ (นักเรียนคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับเคมีไฟฟ้าในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมีของบุหรี่ไฟฟ้าและปฏิกิริยาการเผาไหม้ในการสูบบุหรี่ธรรมดา)

1.3) นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับกฎหมายเกี่ยวกับบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดา (กระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ในมุมมองที่หลากหลายมากขึ้น เช่น กฎหมาย เศรษฐกิจ คุณธรรมจริยธรรม)

2) ให้นักเรียนแต่ละคนวิเคราะห์ประเด็นปัญหาเพื่อหาแนวทางของคำตอบของตนเองเกี่ยวกับประเด็นประเด็นที่ว่า บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายมากกว่ากัน และมีเหตุผลอย่างไร และแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนคนละ 1 แผ่น เพื่อบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรม

3) ครูจัดนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คน โดยพิจารณาจากนักเรียนที่มีแนวทางคำตอบที่ใกล้เคียงกันให้อยู่กลุ่มเดียวกัน (แบ่งเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ บุหรี่ไฟฟ้า 3 กลุ่ม บุหรี่ธรรมดา 3 กลุ่ม หรือตามความเหมาะสม)

4) ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนพูดคุย อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นปัญหา และแจกกระดาษปรู๊ฟ ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น เพื่อบันทึกข้อมูลของกลุ่ม

5) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าว และร่วมกันออกแบบวิธีการแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6) นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม หาหลักฐาน หรือสิ่งที่จะยืนยันสมมติฐานตามที่ออกแบบไว้จากสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น หนังสือเรียน บทความ ข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต เป็นต้น โดยให้นักเรียนแสวงหาข้อมูลที่มุ่งเน้นข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ และครอบคลุมถึงด้านสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ และจริยธรรม ซึ่งต้องประกอบด้วยประเด็นสำคัญเกี่ยวกับบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดาดังนี้

6.1) ส่วนประกอบแตกต่างกันอย่างไร (สารเคมีในบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดา เช่น สารละลายนิโคติน โพรไพลีนไกลคอล กลีเซอรีน)

6.2) กระบวนการทำงานแตกต่างกันอย่างไร (การเปลี่ยนสถานะสาร, กระบวนการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนของบุหรี่ไฟฟ้าและปฏิกิริยาการเผาไหม้ของบุหรี่ธรรมดา)

6.3) ความอันตรายของบุหรี่ไฟฟ้ากับบุหรี่ธรรมดา (ความอันตรายของสารละลายนิโคติน โพรไพลีนไกลคอล กลีเซอรีน เมื่อถูกเปลี่ยนเป็นไอในบุหรี่ไฟฟ้า, การเผาไหม้โดยตรงทำให้เกิดสารพิษอื่น ๆ ของบุหรี่ธรรมดา, อันตรายจากควันบุหรี่, สารเสพติด)

6.4) กฎหมายเกี่ยวกับบุหรี่ไฟฟ้ากับบุหรี่ธรรมดา

7) ให้นักเรียนบันทึกผลการสืบค้นข้อมูลลงในใบกิจกรรมและตอบคำถามในใบกิจกรรมของตน

8) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปข้อมูลของกลุ่มตนเองลงในกระดาษปรู๊ฟ รวมทั้งเตรียมข้อมูล หลักฐาน และการนำเสนอ เพื่ออภิปรายกับกลุ่มอื่น ๆ

ขั้นที่ 3 เสนอหลักฐานและให้เหตุผล (55 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคำตอบของกลุ่มตนเองเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่กลุ่มตนเองได้สรุปลงในกระดาษปรู๊ฟที่หน้าชั้นเรียน (นำเสนอกลุ่มละ 3-5 นาที)

2) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคำตอบของกลุ่มที่นำเสนอ โดยให้นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอสอบถามหรือแสดงความคิดเห็นต่อกลุ่มที่นำเสนอ (ครูจะวางบทบาทให้แต่ละกลุ่มจะต้องมีทั้งการนำเสนอและการสอบถาม โดยการจับคู่กลุ่มที่มีความเห็นต่างกันเพื่อกระตุ้นให้เกิดการโต้แย้ง)

3) ครูนำอภิปรายและให้นักเรียนร่วมกันโต้แย้งและอภิปรายร่วมกันถึงเหตุผลของคำตอบ ข้อมูลหรือหลักฐานที่ยืนยันคำตอบ แหล่งที่มาของข้อมูล วิธีแสวงหาข้อมูล ความน่าเชื่อถือของข้อมูล รวมถึงบทบาทและความสำคัญของข้อมูล ในประเด็นดังนี้

3.1) ส่วนประกอบที่แตกต่างกันของบุหรี่ทั้งสองประเภท

3.2) กระบวนการทำงานและปฏิกิริยาที่แตกต่างกัน

3.3) ความอันตรายของบุหรี่ไฟฟ้ากับบุหรี่ธรรมดาต่อตนเอง คนรอบข้าง และสิ่งแวดล้อม

3.4) กฎหมาย เศรษฐกิจ ที่เกี่ยวกับบุหรี่ไฟฟ้ากับบุหรี่ธรรมดา

4) เมื่อกลุ่มแรกนำเสนอเสร็จ นักเรียนกลุ่มต่อไปดำเนินการเช่นเดียวกันจนครบทุกกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ลงข้อสรุป (35 นาที)

1) นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายลงใบกิจกรรมของตนเอง

2) ครูนำสรุปข้อมูลและคำตอบที่ได้จากการอภิปรายร่วมกัน ซึ่งอาจมีคำตอบได้หลายคำตอบและไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน โดยมุ่งเน้นถึงกระบวนการของแต่ละกลุ่มที่ได้มาซึ่งคำตอบนั้น รวมทั้งเพิ่มเติมเนื้อหาที่ไม่สมบูรณ์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้นมากยิ่งขึ้น (ครูสรุปโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงโทษของบุหรี่ทั้งสองประเภทที่เกิดขึ้นต่อผู้ใช้ คนรอบข้าง และสิ่งแวดล้อม และสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับบุหรี่ทั้งสองประเภท ซึ่งไม่ว่าผู้เรียนจะตัดสินว่าบุหรี่ประเภทใดอันตรายกว่ากันแต่ผู้เรียนจะต้องได้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและกระบวนการได้มาซึ่งคำตอบของตนเอง)

3) นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมลงในใบกิจกรรมของตนเอง

ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (55 นาที)

1) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละเท่า ๆ กัน โดยไม่ซ้ำกับกลุ่มเดิม โดยให้ทุกกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มาจากตัวแทนของทุกกลุ่มในกิจกรรมแรก เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มมีมุมมองที่หลากหลาย

2) ให้นักเรียนแต่ละคนต่อยอดความรู้ สร้างสรรค์แนวทางในการแก้ไขปัญหา หรือแนวทางการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และเขียนลงในใบกิจกรรมของตนเอง

3) ครูแจกกระดาษปรู๊ฟ ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเกี่ยวกับแนวทางการต่อยอดองค์ความรู้ในหลาย ๆ มุมมอง และช่วยกันสร้างสรรค์แนวทางในการแก้ไขปัญหา หรือการนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ และชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแนวทางการต่อยอดความรู้ลงในกระดาษปรู๊ฟ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการอธิบาย ทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

5) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมทั้งหมด และให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมให้ครบ และครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 1-2 คน กล่าวสะท้อนคิดและสรุปสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรม

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1) คลิปข่าวออนไลน์เกี่ยวกับนักท่องเที่ยวจีนโดนตำรวจจับเรื่องการครอบครองบุหรี่ไฟฟ้า

2) กระทู้หรือโพสต์การแสดงความคิดเห็นบนโลกโซเชียลเกี่ยวกับบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดา

3) คลิปวีดีโอของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากการสูบบุหรี่

4) บทความเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของบุหรี่ไฟฟ้าและบุหรี่ธรรมดา

5) ใบกิจกรรมประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

6) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม **6** สสวท.

7) ห้องสมุด แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ ช่องทางต่าง ๆ ในการสืบค้นข้อมูล

การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การประเมินผล
1.1 อธิบายประเด็นปัญหาจากประเด็นทางสังคมที่สนใจโดยใช้หลักความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ 1.2 วิเคราะห์ แปลความหมาย และแสดงหลักฐานเพื่ออธิบายข้อมูลในการแก้ไขปัญหาได้ 1.3 อธิบายถึงการนำความรู้ทางเคมีไปแก้ไขปัญหาหรือไปประยุกต์ใช้	- ใบกิจกรรม - แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ	นักเรียนบันทึกข้อมูลและนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องมากกว่าร้อยละ 70
2.1 ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ 2.2 แสดงความคิดเห็นและนำเสนอหลักฐานโดยเลือกใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ 2.3 นำเสนอแนวทางการนำความรู้ทางเคมีไปแก้ไขปัญหาหรือไปประยุกต์ใช้	- ใบกิจกรรม - แบบประเมินผลงานและการนำเสนอ	นักเรียนบันทึกข้อมูลและนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องมากกว่าร้อยละ 70
3.1 สนใจใฝ่เรียนรู้และกระตือรือร้นในการเรียน 3.2 มีส่วนร่วมในชั้นเรียนและร่วมตอบคำถามในกิจกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	นักเรียนมีส่วนร่วมตลอดกิจกรรมจึงจะผ่านเกณฑ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบกิจกรรมประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

เรื่อง “บุหรี่ไฟฟ้าหรือบุหรี่ธรรมดาอันตรายมากกว่ากัน””

1. จากประเด็นทางสังคม ประเด็นปัญหาในเรื่องใดที่นักเรียนจะนำไปตรวจสอบ

.....

.....

2. ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

3. สามารถตรวจสอบสมมติฐานได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. ต้องสืบค้นข้อมูลในเรื่องใดบ้างเพื่อยืนยันสมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ข้อมูลสำคัญที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในกลุ่มคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

6. ประเด็นในการนำเสนอและโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นระหว่างกลุ่มคืออะไร

.....

.....

.....

.....

7. ข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายหรือโต้แย้งระหว่างกลุ่มคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. ข้อสรุปของประเด็นดังกล่าวคืออะไร พร้อมแสดงเหตุผลหรือหลักฐานเพื่อยืนยันความคิดเห็น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. องค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10. จงบอกแนวทางการนำองค์ความรู้ไปใช้แก้ไขปัญหาหรือการนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบายทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์ผลคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ผลประเมินความสอดคล้องของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนทดลอง

องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ /พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
สถานการณ์ที่ 1 ใบมีดคัตเตอร์ขึ้นสนิม						
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ /คัดเลือกประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	คำถามที่ 1	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ /เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม	คำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ /เลือกใช้ประจักษ์พยาน เหตุผล เพื่ออธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งในเรื่องวิทยาศาสตร์ได้	คำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ /ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง	คำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 2 มะนาวเป็นกรดหรือเป็นเบส						
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ /เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	คำถามที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ /แปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุป	คำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ /พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงหรืออธิบายความเป็นไปได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	คำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ /แปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุป	คำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ /พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
สถานการณ์ที่ 3 คอลลาเจน						
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ /ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล	คำถามที่ 1	0	0	+1	0.33	ไม่สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ /เลือกใช้ประจักษ์พยาน เหตุผล เพื่ออธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งในเรื่องวิทยาศาสตร์	คำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ /พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงหรืออธิบายความเป็นไปได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	คำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ /เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม	คำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ /บอกความแตกต่างและประเมินข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	คำถามที่ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 4 โรคฝีดาษลิง						
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ /ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง	คำถามที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ /คัดเลือกประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	คำถามที่ 2	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ /บอกความแตกต่างและประเมินข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และที่มาจากฐานแนวคิดอื่น ๆ ได้	คำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ /เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม	คำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ฉบับหลังทดลอง

องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ /พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
สถานการณ์ที่ 1 ยาลดกรด						
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ /ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง	คำถามที่ 1	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ /พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงหรืออธิบายความเป็นไปได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	คำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ /ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล	คำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ /แปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปได้	คำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ /เลือกใช้ประจักษ์พยาน เหตุผล เพื่ออธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งในเรื่องวิทยาศาสตร์ได้	คำถามที่ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 2 ไฟไหม้โรงงานกิ่งแก้ว						
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ /คัดเลือกประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	คำถามที่ 1	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ /เลือกใช้ประจักษ์พยาน เหตุผล เพื่ออธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งในเรื่องวิทยาศาสตร์ได้	คำถามที่ 2	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ /เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม	คำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ /แปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุป	คำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ /พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
สถานการณ์ที่ 3 วัคซีน COVID-19						
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ /ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง	คำถามที่ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ /เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม	คำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ /เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	คำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ /บอกความแตกต่างและประเมินข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และที่มาจากฐานแนวคิดอื่น ๆ ได้	คำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 4 กัญชา						
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ /คัดเลือกประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	คำถามที่ 1	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ /บอกความแตกต่างและประเมินข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และที่มาจากฐานแนวคิดอื่น ๆ ได้	คำถามที่ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ /พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงหรืออธิบายความเป็นไปได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	คำถามที่ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ /เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม	คำถามที่ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ผลการทดลองใช้เครื่องมือ (try out)

ค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 ข้อ ของแบบทดสอบชุดที่ 1 (ฉบับก่อนทดลอง)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
1	0.60	0.33
2	0.52	0.67
3	0.60	0.24
4	0.33	0.29
5	0.85	0.19
6	0.71	0.28
7	0.85	0.28
8	0.80	0.29
9	0.80	0.29
10	0.78	0.24
11	0.36	0.24
12	0.43	0.29
13	0.74	0.24
14	0.74	0.24
15	0.80	0.38
16	0.76	0.38
17	0.28	0.19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คะแนนเฉลี่ย = 11

ค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค = 0.651

ค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 ข้อ ของแบบทดสอบชุดที่ 2 (ฉบับหลังทดลอง)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
1	0.21	0.38
2	0.50	0.24
3	0.21	0.28
4	0.45	0.24
5	0.40	0.38
6	0.21	0.19
7	0.21	0.33
8	0.33	0.33
9	0.42	0.24
10	0.48	0.24
11	0.38	0.28
12	0.19	0.23
13	0.19	0.19
14	0.50	0.24
15	0.50	0.24
16	0.24	0.38
17	0.36	0.24

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คะแนนเฉลี่ย = 9

ค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค = 0.653

3. **ผลประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน**

ผลประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน

รายการประเมิน	**คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**					**IOC**	**ผลการประเมิน**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
1. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน							
ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 4 ขั้นลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. บทบาทผู้เรียนและบทบาทผู้สอน							
ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอประเด็นทางสังคม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอหลักฐานและให้เหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 4 ขั้นลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5.การวัดและประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการแบบประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	**คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**					**IOC**	**ผลการประเมิน**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. เนื้อหาสาระ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. สื่อการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. การวัดและประเมินผล	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง

ผลการแบบประเมินความสอดคล้องของใบกิจกรรมการเรียนรู้กับองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้ตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	รายการการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5		
แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่ 1 จากประเด็นทางสังคมประเด็นปัญหาในเรื่องใดที่ผู้เรียนจะนำไปตรวจสอบ	1	1	0	1	1	0.80	สอดคล้อง
ออกแบบสมมติฐานเพื่ออธิบายสถานการณ์	ข้อที่ 2 ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร	1	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
บรรยายวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่ 3 สามารถตรวจสอบสมมติฐานได้อย่างไร	1	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
สืบค้นหรือซักถามข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบปัญหา	ข้อที่ 4 ต้องสืบค้นข้อมูลในเรื่องใดบ้างเพื่อยืนยันสมมติฐาน	1	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
แสดงความคิดเห็นโดยเลือกใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่ 5 ข้อมูลสำคัญที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันในกลุ่มคืออะไร	1	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
เข้าใจและแปลงข้อมูลในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	ข้อที่ 6 ประเด็นในการนำเสนอและโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นระหว่างกลุ่มคืออะไร	1	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ตรวจสอบหลักฐานในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น	ข้อที่ 7 ข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายหรือโต้แย้งระหว่างกลุ่มคืออะไร	1	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อลงข้อสรุป	ข้อที่ 8 ข้อสรุปของประเด็นดังกล่าวคืออะไร พร้อมแสดงเหตุผลหรือหลักฐานเพื่อยืนยันความคิดเห็น	1	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อลงข้อสรุป	ข้อที่ 9 องค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมคืออะไร	1	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
อธิบายถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้	ข้อที่ 10 จงบอกแนวทางการนำองค์ความรู้ไปใช้แก้ไขปัญหาหรือการนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบายทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน	1	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการประเมินความสอดคล้องของพฤติกรรมที่สังเกตของแบบสังเกตพฤติกรรมของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมบ่งชี้ตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	**พฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างเรียน**	**คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**			**IOC**	**ผลการประเมิน**
		1	**2**	**3**		
องค์ประกอบที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์						
1) เลือกใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ได้อย่างเหมาะสม	1.1) เขียนหรือพูดในเรื่องต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**0**	1	1	0.80	สอดคล้อง
	1.2) อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นโดยเลือกใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาประกอบอย่างเหมาะสม	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2) ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลง	2.1) ออกแบบสมมติฐานเพื่ออธิบายสถานการณ์	**1**	0	1	0.80	สอดคล้อง
	2.2) เสนอสมมติฐานในประเด็นที่ต้องการหาคำตอบ	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงหรืออธิบายความเป็นไปได้โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3.1) คาดเดาคำตอบอย่างมีเหตุผลและเป็นไปได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	3.2) อธิบายถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
องค์ประกอบที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์						
4) คัดเลือกประเด็นปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	4.1) ตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้เพื่อแสวงหาคำตอบของประเด็นปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ศึกษา	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	4.2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5) เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้	5.1) สืบค้นหรือซักถามข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบปัญหา	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	5.2) บรรยายวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทาง	6.1) ซักถามเหตุผลในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	พฤติกรรมที่ใช้สังเกตระหว่างเรียน	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3		
วิทยาศาสตร์และวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล	6.2) ตรวจสอบหลักฐานในประเด็นที่เพื่อนอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
องค์ประกอบที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์						
7) แปลงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และแปลความหมายไปวิเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปได้	7.1) เข้าใจและแปลงข้อมูลในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น	1	1	0	0.80	สอดคล้อง
	7.2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อลงข้อสรุป	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8) เลือกใช้ประจักษ์พยานเหตุผล เพื่ออธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้งในเรื่องวิทยาศาสตร์ได้	8.1) ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในการอธิบายข้อสันนิษฐานหรือข้อโต้แย้ง	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	8.2) อภิปรายหรือโต้แย้งด้วยการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9) บอกความแตกต่างและประเมินข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์และที่มาจากฐานแนวคิดอื่น ๆ ได้	9.1) อภิปรายหรือซักถามเพื่อนหรือครูเกี่ยวกับข้อโต้แย้งหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่มาจากหลักฐาน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	9.2) ใช้หนังสือแบบเรียน คู่มือ ใบกิจกรรม เอกสารข้อมูลต่าง ๆ หรือแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ในการตรวจสอบข้อโต้แย้งและประจักษ์พยาน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวอาภาภรณ์ ปานมี
วัน เดือน ปี เกิด	18 พฤศจิกายน 2533
สถานที่เกิด	จังหวัดพิจิตร
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยรังสิต โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) Premium รุ่นที่ 1
ที่อยู่ปัจจุบัน	อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University