



วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/edkkuj>

ดำเนินการวารสารโดย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมผนวกกับแบบจำลองเป็นฐาน Explaining Phenomena Scientifically Competencies of Grade-10 Students Learning by Socio-scientific Issue and Model-Based Learning (SIMBL)

ภควัด สองเมือง และ วรัญญา จีระวิพลวรรณ

Phakawat Songmuang and Varanya Jeeravipoonvarn

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Science Education, Graduate School, Udon Thani Rajabhat University, Thailand

Received: July 8, 2023 Revised: June 6, 2024 Accepted: June 30, 2024

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมผนวกกับแบบจำลองเป็นฐาน (socio-scientific issue and model based learning, SIMBL) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุดรธานี จำนวน 40 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL จำนวน 4 แผน รวมเวลาจำนวน 16 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดสร้างคำตอบจำนวน 10 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบไม่อิสระ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ( $\bar{X} = 13.78$  คะแนน หรือ ร้อยละ 28.70) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 2.18$  คะแนน หรือ ร้อยละ 2.28) และทุกองค์ประกอบของสมรรถนะ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

**คำสำคัญ:** สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม แบบจำลองเป็นฐาน SIMBL

## Abstract

The purpose of this research was to study and compare the explaining phenomena scientifically competencies of students before and after using socio-scientific issue and model-based learning (SIMBL). The research sample include 40 grade-10 students at large-size secondary school under the Udon Thani Secondary Educational Service Area Office, in the second semester of academic year 2022. They were selected using purposive sampling. The research instruments included 4 lesson plans that using SIMBL and explaining phenomena scientifically competencies test. Mean, percentage, standard deviation and t-test for dependent samples were used for data analysis. The result of this research was student' explaining phenomena scientifically competencies after learning ( $\bar{X} = 13.78$  or 28.70%) were higher than before ( $\bar{X} = 2.18$  or 2.28%) in all components of explaining phenomena scientifically competencies.

**Keywords:** Explaining phenomena scientifically competencies, Socio-scientific issue, Model-based learning, SIMBL

## ■ บทนำ

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explaining phenomena scientifically) เป็นหนึ่งในสมรรถนะที่ใช้ในการประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและเทคโนโลยีซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ความรู้ของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาชุดทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายให้เราเข้าใจเกี่ยวกับโลกของธรรมชาติ นอกจากนี้ องค์ความรู้เหล่านั้นยังถูกใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ในการช่วยดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การรักษาโรคต่าง ๆ และการติดต่อสื่อสารข้ามพรมแดนทั่วโลกอย่างรวดเร็ว (Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2019)

ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติตั้งแต่ PISA 2000 ถึง PISA 2018 เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2556) พบว่า ผลการประเมินไม่มีการเปลี่ยนแปลงและมีนักเรียนร้อยละ 56 ที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD มีนักเรียนประมาณร้อยละ 78 อยู่ในกลุ่มนี้ ซึ่งนักเรียนที่ระดับน้อยที่สุดสามารถรู้คำอธิบายที่ถูกต้องของปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่คุ้นเคยและสามารถใช้ความรู้ดังกล่าวเพื่อระบุประเด็นต่าง ๆ ได้ในกรณีที่ไม่ซับซ้อนว่าข้อสรุปนั้นถูกต้องตามข้อมูลที่ให้หรือไม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2564) นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2564 ของผู้วิจัย มีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถเขียนอธิบายเพื่อตอบคำถามในการทดสอบกลางภาคและปลายภาคได้ จากผลการประเมินวิทยาศาสตร์และประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังคงต้องได้รับการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมสามารถช่วยส่งเสริมการอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์และมนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีเป้าหมายทั้งมิติด้านวิทยาศาสตร์และมิติด้านสังคม แต่ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสังคมของผู้สอนในชั้นเรียนยังคงพบปัญหาที่ผู้สอนเน้นไปเพียงมิติด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น (Ke, Zangori, Sadler & Friedrichsen, 2021) จึงมีการปรับปรุงเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดย

ใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมผนวกกับแบบจำลองเป็นฐาน (socio-scientific issue and model-based learning, SIMBL) (Sadler, Friedrichsen & Zangori, 2019)

การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SIMBL เป็นกรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม ซึ่งสามารถส่งเสริมสมรรถนะของนักเรียนได้ทั้งมิติด้านวิทยาศาสตร์และมิติด้านสังคม (Ke, Zangori, Sadler & Friedrichsen, 2021) โดย Sadler, Friedrichsen & Zangori (2019) เสนอกรอบแนวคิด SIMBL ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 6 ประการ ได้แก่ 1) สืบหาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐาน 2) มีส่วนร่วมในแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 3) พิจารณาระบบพลวัตประเด็นปัญหา 4) ใช้กลยุทธ์การรู้สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 5) เปรียบเทียบหลากหลายมุมมอง และ 6) แสดงจุดยืนหรือวิธีแก้ปัญหาที่ชัดเจนของตนเอง

การใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และแบบจำลองที่หลากหลายตามการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยช่วยส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับประเด็นที่กำลังได้รับความสนใจและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบททางสังคมขนาดใหญ่ ตลอดจนสามารถส่งเสริมการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม (Ke, Sadler, Zangori, & Friedrichsen, 2021) นอกจากนี้การใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมมีการใช้การโต้แย้งซึ่งช่วยสร้างความสนใจโน้มน้าว (Zeidler & Nichols, 2009) จากการให้ผู้เรียนนำเสนอความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์และอธิบายกรอบแนวคิดเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ (วนิดา ฝาระนัด และ ประสาท เนืองเฉลิม, 2561) ตลอดจนการใช้แบบจำลองซึ่งใช้ในการอธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือเป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการหรือระบบ ที่เชื่อมโยงทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับความจริงได้ (ชาตรี ฝ่ายคำตา และ ภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมร่วมกับแบบจำลองช่วยพัฒนาความฉลาดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้

จากสภาพปัญหาเกี่ยวกับคะแนนความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยซึ่งสะท้อนถึงความจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยสนใจจึงใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด SIMBL ในรายวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับยาปฏิชีวนะและวัคซีนซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนและยังมีการถกเถียงเกิดขึ้นในสังคม

## ■ คำถามการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนรู้โดยใช้ SIMBL อย่างไร

## ■ จุดประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนรู้โดยใช้ SIMBL

## ■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมผนวกกับแบบจำลองเป็นฐาน (SIMBL) เป็นกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการบูรณาการด้านองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสังคม โดยใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม (Sadler, Friedrichsen & Zangori, 2019: 8-16; Ke, Zangori, Sadler &

Friedrichsen, 2021: 31-34) ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ตามแนวคิดของ Sadler, Friedrichsen และ Zangori (2019) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญได้ 6 ขั้นตอน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL                                                               | กิจกรรม                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. สำรวจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐาน (explore underlying scientific phenomena)           | ครูนำเสนอปรากฏการณ์ซึ่งเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม จากนั้นนักเรียนสำรวจ ศึกษา เก็บรวบรวมและบันทึกผลการศึกษาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์                                                           |
| 2. มีส่วนร่วมในแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (engage in scientific modeling)                              | นักเรียนสร้างแบบจำลองจากข้อมูลที่รวบรวมได้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือประเด็นปัญหา แล้วประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง พร้อมอธิบายสาเหตุของการปรับปรุงแบบจำลอง                                                           |
| 3. พิจารณาระบบพลวัตประเด็นปัญหา (consider issue system dynamics)                                   | นักเรียนศึกษาและวิเคราะห์ระบบพลวัตที่เกี่ยวข้องทั้งด้านวิทยาศาสตร์และด้านสังคม จากนั้นอภิปรายความสัมพันธ์และผลกระทบจากองค์ประกอบในระบบ                                                                           |
| 4. ใช้กลยุทธ์การรู้สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ (employ information and media literacy strategies) | นักเรียนสืบค้นและศึกษาข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งการเรียนรู้ที่ครูกำหนดและเตรียมไว้ให้ จากนั้นวิเคราะห์แหล่งเรียนรู้ในประเด็นสำคัญ เช่น ที่มาของสื่อ จุดประสงค์ ความน่าเชื่อถือ หรืออคติของผู้แต่งในการนำเสนอ เป็นต้น |
| 5. เปรียบเทียบหลากหลายมุมมอง (compare and contrast multiple perspectives)                          | นักเรียนศึกษาข้อมูลผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม จากนั้นร่วมกันอภิปรายในมุมมองที่หลากหลายพร้อมเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา                                                      |
| 6. แสดงจุดยืนหรือวิธีแก้ปัญหาคัดเจนของตนเอง (elucidate own position/solution)                      | นักเรียนนำเสนอและตัดสินใจเลือกจุดยืนหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม พร้อมบอกเหตุผล                                                                                       |

**2. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์**เป็นความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ความรู้ของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาชุดของทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายให้เราเข้าใจเกี่ยวกับโลกของธรรมชาติ มากไปกว่านั้นองค์ความรู้เหล่านั้นถูกใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ในการช่วยดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การรักษาโรคต่าง ๆ และการติดต่อสื่อสารข้ามพรมแดนทั่วโลกอย่างรวดเร็ว (OECD, 2019) ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การประเมินสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ตาม PISA 2018 ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล (recall and apply appropriate scientific knowledge) 2) ระบุนำ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนทางความคิดนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย (identify, use and generate explanatory models and representations) 3) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ (make and justify appropriate predictions) 4) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (offer explanatory hypothesis) และ 5) อธิบายถึงศักยภาพของ

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (explain the potential implications of scientific knowledge for society) (OECD, 2019)

## ■ วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research methodology) เป็นการทดลองแบบการทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental designs) มีการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-group pretest-posttest design) มีรายละเอียด ดังนี้

### ผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี จำนวน 5 ห้อง รวม 190 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนค่อนข้างสูงจากการสอบคัดเลือกแผนการเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และนักเรียนบางส่วนในชั้นเรียนเป็นนักเรียนที่ผ่านการคัดเลือกเพื่อรับทุนโครงการสนับสนุนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ห้องเรียนดังกล่าวเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้จัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนสมัครใจเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL จำนวน 4 แผน แผนการจัดการเรียนรู้ละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ตามแนวคิดของ Sadler, Friedrichsen และ Zangori (2019) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังตารางที่ 1 และกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมจำนวน 4 ประเด็น เพื่อใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL โดยกำหนดประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมในประเด็นยาปฏิชีวนะและวัคซีน ดังตารางที่ 2

### ตารางที่ 2

ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมและเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

| แผนที่ | ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม | จำนวนชั่วโมง |
|--------|--------------------------------------------|--------------|
| 1      | ยาปฏิชีวนะในสุกร                           | 4            |
| 2      | ยาปฏิชีวนะในมนุษย์                         | 4            |
| 3      | วัคซีนโควิด-19 กับการสวมหน้ากากอนามัย      | 4            |
| 4      | การฉีดวัคซีนโควิด-19 เข็มกระตุ้น           | 4            |
| รวม    |                                            | 16           |

หลังจากดำเนินการสร้างเครื่องมือวิจัย ผู้วิจัยได้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสม และนำผลการประเมินมาแปลผลตามเกณฑ์การประเมินแบบมาตราประมาณค่า (rating scale) ซึ่งมี 5 ระดับ พบว่าทุกแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL จำนวน 4 แผน ประกอบด้วย 4 ประเด็น ได้แก่ ยาปฏิชีวนะในสุกร ยาปฏิชีวนะในมนุษย์ วัคซีนโควิด-19 กับการสวมหน้ากากอนามัย และการฉีดวัคซีนโควิด-19 เข็มกระตุ้น ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ในประเด็นยาปฏิชีวนะในสุกร โดยใช้ SIMBL มีขั้นตอนดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ในประเด็นยาปฏิชีวนะในสุกร

| ขั้นตอนการจัด<br>การเรียนรู้โดยใช้ SIMBL            | กิจกรรม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. สำรวจปรากฏการณ์ทาง<br>วิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐาน  | <p>1. ครูนำเข้าสู่ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมเกี่ยวกับยาปฏิชีวนะโดยใช้ภาพและคำถาม เช่น "นักเรียนรับประทานยาดังกล่าวเมื่อใด" หรือ "หากมีการใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสุกร จะส่งผลกระทบต่อนักเรียนหรือไม่"</p> <p>2. จากนั้นครูนำเสนอประเด็นการใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสุกร โดยแสดงวีดิทัศน์การใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสุกรและผลกระทบจากการใช้ยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ วิเคราะห์และสรุปประเด็นต่าง ๆ ความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และความเกี่ยวข้องทางสังคม</p> <p>3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเพื่อศึกษาประเด็นต่าง ๆ จากสื่อการเรียนรู้ ได้แก่ โครงสร้างและโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย การทำงานของยาปฏิชีวนะ การคัดเลือกโดยธรรมชาติกับการดื้อยาปฏิชีวนะ และการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกร จากนั้นอภิปรายข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ร่วมกัน</p> |
| 2. มีส่วนร่วมในแบบจำลอง<br>ทางวิทยาศาสตร์           | <p>1. นักเรียนนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาสร้างแบบจำลองผลกระทบของการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกรต่อมนุษย์เพื่อตอบคำถามว่าการดื้อยาของแบคทีเรียมีผลกระทบอย่างไรต่อมนุษย์ และการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกรมีผลกระทบอย่างไรต่อมนุษย์ โดยแบบจำลองดังภาพที่ 1</p> <p>2. จากนั้นนักเรียนนำเสนอแบบจำลองและร่วมกันอภิปรายแบบจำลองที่สร้างขึ้นร่วมกัน และปรับปรุงให้ถูกต้อง</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3. พิจารณาระบบพลวัต<br>ประเด็นปัญหา                 | <p>1. พิจารณาแบบจำลองผลกระทบของการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกรต่อมนุษย์จากกิจกรรมที่</p> <p>2. จากนั้นวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องหรือผลกระทบที่เกิดขึ้นในด้านอื่น ๆ เช่น หากมีการห้ามใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสุกรจะส่งผลกระทบอย่างไรต่อการเมือง เศรษฐกิจ และสังคม</p> <p>2. นำเสนอคำตอบหน้าของตนเองหน้าชั้นเรียนและร่วมกันอภิปรายผลกระทบหรือความเกี่ยวข้องของประเด็นปัญหากับวิทยาศาสตร์และสังคม</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4. ใช้กลยุทธ์การรู้สารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ | <p>1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือมีส่วนได้ส่วนเสียกับประเด็นการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกร</p> <p>2. ครูนำอภิปรายและสรุปพร้อมกับนักเรียนเกี่ยวกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือมีส่วนได้ส่วนเสีย</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## ตารางที่ 3

ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ในประเด็นยาปฏิชีวนะในสุกร (ต่อ)

| ขั้นตอนการจัด<br>การเรียนรู้โดยใช้ SIMBL      | กิจกรรม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. เปรียบเทียบหลากหลาย<br>มุมมอง              | <p>1. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้บริโภคเนื้อหมู ผู้ผลิตยาปฏิชีวนะ และเกษตรกรผู้เลี้ยงหมู แล้วนำเสนอมติของกลุ่มเกี่ยวกับการยกเลิกการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกร พร้อมนำเสนอเหตุผล หลักฐาน และข้อมูล ประกอบการใช้แบบจำลอง</p> <p>2. ครูเปิดโอกาสให้แต่ละกลุ่มโต้แย้งกลุ่มอื่น ๆ พร้อมนำเสนอเหตุผล หลักฐาน และข้อมูล ประกอบการใช้แบบจำลองในการโต้แย้ง</p> <p>3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปการทำกิจกรรมโต้แย้ง โดยไม่มีการตัดสินในประเด็นดังกล่าว โดยบันทึกการผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยสร้างแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์</p> |
| 6. แสดงจุดยืนหรือวิธี<br>แก้ปัญหาที่ชัดเจนของ | <p>1. นักเรียนแต่ละคนตัดสินใจด้วยตนเองเกี่ยวกับการยกเลิกการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกร และเสนอวิธีแก้ไขประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น</p> <p>2. นักเรียนนำเสนอการตัดสินใจและเสนอวิธีแก้ไขประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการยกเลิกการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกร ประกอบการใช้แบบจำลอง</p>                                                                                                                                                                                                                                                                  |

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อสอบชนิดสร้างคำตอบจำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยสร้างแบบวัดตามกรอบการวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของ PISA 2018 และกำหนดกรอบเนื้อหาและบริบทที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับสังคมในประเด็นยาปฏิชีวนะและวัคซีน ดังตารางที่ 4 จากนั้นจึงดำเนินการสร้างแบบวัดโดยมีตัวอย่างข้อสอบ ดังตารางที่ 5

## ตารางที่ 4

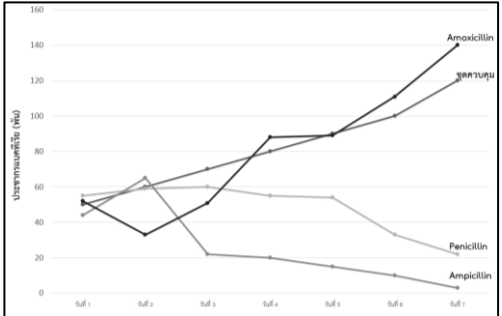
องค์ประกอบของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และลักษณะของข้อสอบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

| องค์ประกอบของสมรรถนะการอธิบาย<br>ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์                       | จำนวนข้อสอบชนิดสร้างคำตอบ           |                                 | รวม           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------|
|                                                                                    | บริบทเกี่ยวกับ<br>ประเด็นยาปฏิชีวนะ | บริบทเกี่ยวกับ<br>ประเด็นวัคซีน |               |
| 1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบาย<br>ที่สมเหตุสมผล                      | 1 (6 คะแนน)                         | 1 (6 คะแนน)                     | 2 (12 คะแนน)  |
| 2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนทาง<br>ความคิดนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย | 1 (6 คะแนน)                         | 1 (6 คะแนน)                     | 2 (12 คะแนน)  |
| 3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์<br>โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้  | 1 (6 คะแนน)                         | 1 (6 คะแนน)                     | 2 (12 คะแนน)  |
| 4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย                                                 | 1 (4 คะแนน)                         | 1 (4 คะแนน)                     | 2 (8 คะแนน)   |
| 5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์<br>ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม          | 1 (2 คะแนน)                         | 1 (2 คะแนน)                     | 2 (4 คะแนน)   |
| รวม                                                                                | 5 (24 คะแนน)                        | 5 (24 คะแนน)                    | 10 (48 คะแนน) |

แบบทดสอบกำหนดเกณฑ์การประเมินองค์ประกอบของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 องค์ประกอบ โดยแบบทดสอบได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยาจำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนจำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 1 ท่าน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence: IOC) ของแบบวัดมีค่ามากกว่า 0.67 ทุกข้อ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง การตรวจให้คะแนนมีการดำเนินการโดยผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยาจำนวน 1 คน โดยลงความเห็นตัดสินใจตามหลักเกณฑ์ตามผลการศึกษาคุณภาพเครื่องมือของแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.75 ค่าอำนาจการจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.67 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.95

#### ตารางที่ 4

ตัวอย่างข้อสอบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับยาปฏิชีวนะ

| สถานการณ์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ตัวอย่างข้อสอบ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>โรงพยาบาลแห่งหนึ่งพบคนไข้ชายเป็นแผลโดยมีอาการผิวหนังอักเสบจากการติดเชื้อแบคทีเรีย จากการตรวจสอบประวัติพบว่าผู้ป่วยเป็นเกษตรกรที่มีการใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงไก่อยู่เป็นประจำเพื่อรักษาโรคและเป็นอาหารเสริม ต่อมานำเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวไปตรวจสอบการดื้อยา โดยนำไปเลี้ยงในอาหารเพาะเชื้อ แล้วทำการทดสอบโดยใช้ยาปฏิชีวนะ 3 ชนิด ได้แก่ Amoxicillin, Penicillin และ Ampicillin และมีชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับยาปฏิชีวนะ ได้ผลดังกราฟ</p>  <p>กราฟแสดงความสัมพันธ์ของประชากรของแบคทีเรียกับชนิดยาปฏิชีวนะที่ใช้</p> | <p>1. จากข้อมูลที่กำหนดให้ เชื้อแบคทีเรียที่ชายคนดังกล่าวได้รับมีถิ่นอาศัยปฏิชีวนะชนิดใด (นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล)</p> <p>คำตอบ.....</p> <p>หลักฐาน.....</p> <p>เหตุผล.....</p> <p>2. เมื่อเจ้าหน้าที่สาธารณสุขตรวจสอบฟาร์มไก่พบว่ามีการใช้เชื้อแบคทีเรียดังกล่าวปนเปื้อนอยู่และมีลักษณะปล่อยน้ำเสียจากฟาร์มลงสู่แหล่งน้ำในชุมชน นอกจากนี้ยังพบคนที่ติดเชื้อเหมือนชายคนดังกล่าวในบริเวณชุมชนรอบ ๆ ฟาร์มไก่ของเขา จึงตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการพบการติดเชื้อแบคทีเรียในผู้ที่ไม่ได้ใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงไก่ พร้อมระบุว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถทดสอบได้อย่างไร (เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย)</p> <p>คำตอบ.....</p> <p>3. จากข้อมูล หากแพทย์เลือกใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษา จงพยากรณ์ว่าการเลือกใช้ยาปฏิชีวนะชนิดใดร่วมกัน 2 ชนิดจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะเหตุใด (พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้)</p> <p>คำตอบ.....</p> <p>4. จากข้อมูลที่กำหนดให้ หากการดื้อยาที่เกิดขึ้นจากการใช้ยาปฏิชีวนะชนิด Amoxicillin ในการเลี้ยงไก่อยู่เป็นประจำเพื่อรักษาโรคและเป็นอาหารเสริมเป็นผลมาจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ จงวาดแบบจำลองแสดงการเกิดสถานการณ์ดังกล่าว พร้อมอธิบายแบบจำลองที่วาดขึ้น (ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนทางความคิดนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย)</p> <p>กำหนดให้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ แทนด้วยแบคทีเรียที่ไม่มีถิ่นอาศัยยาปฏิชีวนะ</li> <li>● แทนด้วยแบคทีเรียที่มีถิ่นอาศัยยา Penicillin</li> <li>■ แทนด้วยแบคทีเรียที่มีถิ่นอาศัยยา Ampicillin</li> <li>▲ แทนด้วยแบคทีเรียที่มีถิ่นอาศัยยา Amoxicillin</li> </ul> <p>คำตอบ.....</p> <p>5. เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ควรจะใช้ยาปฏิชีวนะอย่างไร จึงจะไม่เกิดการดื้อยาของแบคทีเรียและปนเปื้อนลงแหล่งน้ำชุมชน (อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม)</p> <p>คำตอบ.....</p> |

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ซึ่งดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มทดลอง ดังนี้

1. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ตลอดจนข้อตกลงในการเรียนการสอน จากนั้นดำเนินการทดสอบผู้เรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นยาปฏิชีวนะและวัคซีน
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL กับกลุ่มทดลอง จำนวน 4 แผน รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง
3. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว ผู้วิจัยจึงดำเนินการเก็บข้อมูลหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นยาปฏิชีวนะและวัคซีน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมี 5 องค์ประกอบ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ และเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ (t-test for dependent)

## ■ ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

### ผลการวิจัย

#### 1. ผลการศึกษสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนรู้โดยใช้ SIMBL

ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ โดยข้อสอบเกี่ยวกับประเด็นยาปฏิชีวนะ 24 คะแนน และข้อสอบเกี่ยวกับประเด็นวัคซีน 24 คะแนน รวมคะแนนทั้งหมด 48 คะแนน ได้ผลดังตารางที่ 6

#### ตารางที่ 6

ผลการศึกษสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (n = 40) ก่อนและหลังเรียนรู้โดยใช้ SIMBL (คะแนนเต็ม 48)

| การทดสอบ  | $\bar{X}$ | $\bar{X}_{ร้อยละ}$ | SD   |
|-----------|-----------|--------------------|------|
| ก่อนเรียน | 2.18      | 4.53               | 2.28 |
| หลังเรียน | 13.78     | 28.70              | 4.62 |

จากตารางที่ 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนรู้โดยใช้ SIMBL มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 4.53 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 13.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.70

หลังจากนั้นดำเนินการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ของแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7

ผลการศึกษาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนรู้โดยใช้ SIMBL

| องค์ประกอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์                          | ก่อนเรียน |      | หลังเรียน |      |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|-----------|------|
|                                                                                | $\bar{x}$ | $SD$ | $\bar{x}$ | $SD$ |
| 1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล                      | 0.75      | 1.39 | 5.15      | 2.40 |
| 2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนทางความคิดนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย | 0.08      | 0.27 | 2.43      | 1.93 |
| 3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้  | 0.65      | 1.08 | 1.98      | 1.25 |
| 4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย                                             | 0.40      | 0.84 | 2.88      | 2.13 |
| 5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม          | 0.30      | 0.56 | 1.35      | 0.80 |

จากตารางที่ 7 พบว่าคะแนนเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ดังนี้

- 1) คะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล ก่อนเรียนเท่ากับ 0.75 คะแนน (ร้อยละ 6.25) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 5.15 คะแนน (ร้อยละ 42.92)
- 2) คะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านการระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนทางความคิดนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย ก่อนเรียนเท่ากับ 0.08 คะแนน (ร้อยละ 0.67) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 2.43 คะแนน (ร้อยละ 20.25)
- 3) คะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ ก่อนเรียนเท่ากับ 0.65 คะแนน (ร้อยละ 5.42) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 1.98 คะแนน (ร้อยละ 16.50)
- 4) คะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านการเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบายก่อนเรียนเท่ากับ 0.40 คะแนน (ร้อยละ 5.00) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 2.88 คะแนน (ร้อยละ 36.00)
- 5) คะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม ก่อนเรียน เท่ากับ 0.30 คะแนน (ร้อยละ 7.50) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 1.35 คะแนน (ร้อยละ 33.75)

## 2. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนรู้โดยใช้ SIMBL

การเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนรู้โดยใช้ SIMBL

| การทดสอบ  | $n$ | $\bar{x}$ | $SD$ | $t$   | $df$ | $p$  |
|-----------|-----|-----------|------|-------|------|------|
| ก่อนเรียน | 40  | 2.18      | 2.28 | 12.34 | 39   | .00* |
| หลังเรียน | 40  | 13.78     | 4.62 |       |      |      |

หมายเหตุ : \* $p < .05$

จากตารางที่ 8 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้ SIMBL มีคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังจากนั้นผู้วิจัยดำเนินการเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ ได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9

ผลการเปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนรู้โดยใช้ SIMBL

| องค์ประกอบ                                                                     | การทดสอบ  | n  | $\bar{X}$ | SD   | t     | df | p    |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|----|-----------|------|-------|----|------|
| 1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล                      | ก่อนเรียน | 40 | 0.75      | 1.39 | 10.47 | 39 | .00* |
|                                                                                | หลังเรียน | 40 | 5.15      | 2.40 |       |    |      |
| 2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนทางความคิดนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย | ก่อนเรียน | 40 | 0.40      | 0.84 | 7.63  | 39 | .00* |
|                                                                                | หลังเรียน | 40 | 2.88      | 2.13 |       |    |      |
| 3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้  | ก่อนเรียน | 40 | 0.65      | 1.08 | 5.02  | 39 | .00* |
|                                                                                | หลังเรียน | 40 | 1.98      | 1.25 |       |    |      |
| 4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย                                             | ก่อนเรียน | 40 | 0.08      | 0.27 | 7.87  | 39 | .00* |
|                                                                                | หลังเรียน | 40 | 2.43      | 1.93 |       |    |      |
| 5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม          | ก่อนเรียน | 40 | 0.30      | 0.56 | 6.57  | 39 | .00* |
|                                                                                | หลังเรียน | 40 | 1.35      | 0.80 |       |    |      |

หมายเหตุ : \* $p < .05$

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้ SIMBL มีคะแนนเฉลี่ยในทุกองค์ประกอบของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

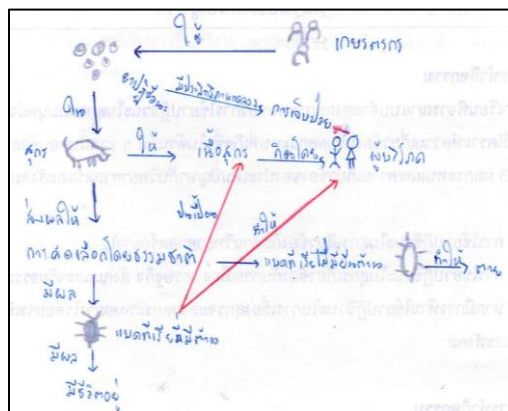
#### อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ( $\bar{X} = 13.78$  คะแนน หรือ ร้อยละ 28.70) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 2.18$  คะแนน หรือ ร้อยละ 2.28) โดยมีทุกองค์ประกอบของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลหลายประการ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมตามกรอบแนวคิด SIMBL เพื่อพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.1 การพัฒนาองค์ประกอบด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลได้ จากการให้นักเรียนศึกษาและสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์จากแหล่งการเรียนรู้เพื่อนำไปสร้างและใช้แบบจำลอง หลังจากนั้นสืบค้นข้อมูลมีส่วนได้ส่วนเสียแล้วนำมาเปรียบเทียบหลากหลายมุมและสรุปหรือแสดงจุดยืนหรือวิธีแก้ปัญหาที่ชัดเจนของตนเอง การเปรียบเทียบหลากหลายมุมในขั้นตอนที่ 5 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสวมบทบาทเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียซึ่งใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้และแบบจำลองร่วมกับการระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผล เช่น การจัดการเรียนรู้ในประเด็นยาปฏิชีวนะในที่แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้บริโภคเนื้อสุกร ผู้ผลิตยาปฏิชีวนะ และเกษตรกรผู้เลี้ยงหมู ซึ่งแต่ละกลุ่มจะต้อง

นำเสนอข้อคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็น “เราควรยกเลิกการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกรหรือไม่” นอกจากนี้ในการสรุปหรือแสดงจุดยืนหรือวิธีแก้ปัญหาที่ชัดเจนของตนเองในขั้นตอนที่ 6 ผู้วิจัยยังออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุปของตนเองโดยมีการระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐานสนับสนุน และการให้เหตุผลด้วยเช่นกัน

1.2 การพัฒนาองค์ประกอบด้านระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนทางความคิดนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายได้ โดยผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 ที่ให้ผู้เรียนสร้างแบบจำลองจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ในขั้นตอนที่ 1 เช่น การสร้างแบบจำลองเชิงกลไกผลกระทบของการดื้อยาของแบคทีเรียต่อมนุษย์และแบบจำลองเชิงกลไกผลกระทบการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกรต่อมนุษย์ดังภาพที่ 1 โดยใช้ข้อมูลโครงสร้างแบคทีเรีย โรคที่เกิดจากแบคทีเรีย การกลไกทำงานของยาปฏิชีวนะ การคัดเลือกโดยธรรมชาติ การดื้อยา และการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกร แล้วนำแบบจำลองมาใช้ในการอธิบายและพิจารณาพลวัตในขั้นตอนต่อมา ซึ่งสอดคล้องกับ Peel, Zangori, Friedrichsen, Hayes และ Sadler (2019) ที่ศึกษาการอธิบายโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของของนักเรียนในประเด็นเกี่ยวกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติและการดื้อยาปฏิชีวนะพบว่านักเรียนมีการอธิบายโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในประเด็นเกี่ยวกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติที่เพิ่มมากขึ้น และนิโบล หลักหาญ, ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ และ ภัทธกร ชัยประเสริฐ (2564) ที่ศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน



ภาพที่ 1. ตัวอย่างแบบจำลองผลกระทบของการดื้อยาปฏิชีวนะในสุกรต่อมนุษย์

1.3 การพัฒนาองค์ประกอบด้านการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลที่เป็นไปได้ โดยผู้วิจัยออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ในขั้นตอนที่ 3 การพิจารณาระบบพลวัตประเด็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนพิจารณาระบบที่เกี่ยวข้องกับประเด็นวิทยาศาสตร์และสังคม โดยผู้เรียนเป็นส่วนหนึ่งที่มีปฏิสัมพันธ์ และได้รับผลหรือส่งผลกระทบต่อระบบนั้น (Sadler, Friedrichsen & Zangori, 2019) และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนพยากรณ์ว่าหลังจากฉีดวัคซีนแล้ว แต่ไม่มีการฉีดวัคซีนเข็มกระตุ้น จะส่งผลให้โอกาสในการติดเชื้อลดลงหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยอาศัยข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งมีการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม พร้อมระบุเหตุผลของคำตอบที่นักเรียนพยากรณ์

1.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL สามารถพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์องค์ประกอบด้านการเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบายได้ เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนสำรวจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์รวมถึงประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม (Sadler, Friedrichsen & Zangori, 2019) และตั้งสมมติฐานถึงสาเหตุของประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมซึ่งกำลังเป็นปัญหาอยู่จากข้อมูลที่สืบค้นได้ เช่น การจัดการเรียนรู้ในประเด็นการฉีดวัคซีนโควิด-19 เข็มกระตุ้นที่ให้นักเรียนศึกษา วิเคราะห์

ทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับระดับภูมิคุ้มกันและการฉีดวัคซีน และกราฟแสดงระดับภูมิคุ้มกันหลังติดเชื้อ แล้วให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากปัญหา “ระยะเวลาหลังจากฉีดวัคซีนมีผลต่อระดับภูมิคุ้มกันหรือไม่” พร้อมระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น “ตัวแปรต้น คือ ความถี่ในการใช้ยา ตัวแปรตาม คือ การเกิดการดื้อยา สมมติฐาน คือ ถ้าความถี่ในการใช้ยามีผลต่อการเกิดการดื้อยา ดังนั้นความถี่ในการใช้ยาอาจส่งผลให้เกิดการดื้อยามาก”

1.5 การพัฒนาองค์ประกอบด้านการอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคมได้ โดยผู้วิจัยออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ขั้นตอนที่ 5 การเปรียบเทียบหลากหลายมุมมอง และขั้นตอนที่ 6 การแสดงจุดยืนหรือวิธีแก้ปัญหาที่ชัดเจนของตนเอง ซึ่งให้นักเรียนมีการโต้แย้งของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็นในหลากหลายมุมมอง แล้วนักเรียนตัดสินใจด้วยตนเองเกี่ยวกับคำตอบ จุดยืน หรือวิธีการแก้ไขปัญหามองของตนเองในประเด็นนั้น (Sadler, Friedrichsen & Zangori, 2019) โดยใช้ข้อมูล หลักฐานและให้เหตุผลที่เหมาะสมเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของตนเองโดยที่ครูไม่ตัดสินคำตอบของนักเรียน เช่น การจัดการเรียนรู้ประเด็นการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกรที่ให้นักเรียนได้ถกเถียงและเสนอความคิดเห็นต่อประเด็นปัญหา “เราควรยกเลิกการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกรหรือไม่” ซึ่งนักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลายทั้งด้านทางเศรษฐกิจ สังคมและจริยธรรม ประกอบกับการนำเสนอหลักฐานและการให้เหตุผล

2. ผลการศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ถึงแม้ว่านักเรียนจะมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่มีการเพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ยเพียง 11.6 คะแนน (ร้อยละ 26.42) เท่านั้น ซึ่งอาจเป็นเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นไปที่การใช้ข้อมูลและหลักฐานมาใช้ในการโต้แย้งและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นที่สนใจ ซึ่งแตกต่างจากการวัดและประเมินผลตามแนว PISA ที่มุ่งเน้นการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน (สสวท., 2564) ทำให้คะแนนองค์ประกอบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นไม่มากนัก โดยเฉพาะการอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

## ■ บทสรุปจากการวิจัย

การศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ( $\bar{X}$  = 13.78 คะแนน หรือ ร้อยละ 28.70) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X}$  = 2.18 คะแนน หรือ ร้อยละ 2.28) และทุกองค์ประกอบของสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## ■ ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL สามารถช่วยส่งเสริมความเข้าใจในทัศนคติและสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ควรคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ในขั้นตอนที่ 2 นักเรียนใช้เวลามาก เนื่องจากในชั้นเรียนปกตินักเรียนอาจไม่มีประสบการณ์ในการสร้างแบบจำลองและยังไม่มีความรู้เกี่ยวกับแบบจำลอง ครูอาจกำหนดหรือยกตัวอย่างและฝึกให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเอง หรือการกำหนดสัญลักษณ์บางส่วนสำหรับสร้างแบบจำลอง

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ในขั้นตอนที่ 3 การพิจารณาระบบพลวัตประเด็นปัญหา นักเรียนบางส่วนอาจไม่มีประสบการณ์ในการตั้งสมมติฐานหรือยังไม่มีสมาธิในการตั้งสมมติฐาน ครูสามารถฝึกให้นักเรียนระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามก่อนสร้างสมมติฐาน กำหนดรูปแบบการเขียนหรือให้ตัวอย่างสมมติฐานที่ถูกต้องและเหมาะสมในช่วงแรก

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ในขั้นตอนที่ 5 การเปรียบเทียบหลากหลายมุมมอง นักเรียนบางส่วนมักนำเสนอข้อกล่าวอ้างหรือความเห็นโดยไม่มีหลักฐานและการให้เหตุผล เนื่องจากไม่เข้าใจคำว่าข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล ครูอาจอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลในช่วงแรกของการทำกิจกรรมการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยผู้วิจัยพบประเด็นที่น่าสนใจและข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณซึ่งมีการอธิบายด้วยการทดสอบทางสถิติ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เท่านั้น การวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการสัมภาษณ์หรือการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม

2. การศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนเท่านั้น การวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะของนักเรียนทั้งในภาพรวมและองค์ประกอบต่าง ๆ ก่อนและหลังเรียน

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL มีขั้นตอนที่สำคัญซึ่งอาจส่งเสริมความสามารถหรือทักษะอื่น การวิจัยในครั้งต่อไปอาจศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ SIMBL ต่อความสามารถหรือทักษะ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 5 เปรียบเทียบหลากหลายมุมมองซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอและโต้แย้งในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม เช่น การโต้แย้งของนักเรียนที่ได้รับบทบาทผู้เป็นผู้บริโภคเนื้อสุกร ผู้ผลิตยาปฏิชีวนะ และเกษตรกรผู้ขายยาปฏิชีวนะซึ่งมีส่วนได้ส่วนเสียในประเด็น “เราควรยกเลิกการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกรหรือไม่” นักเรียนที่ได้รับบทบาทต่าง ๆ จะนำเสนอมุมมอง ข้อสรุป หรือข้อโต้แย้งของตนเองต่อประเด็นปัญหาร่วมกับการใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้และแบบจำลองที่สร้างขึ้น การนำเสนอข้อโต้แย้งประกอบกับการใช้หลักฐานและการให้เหตุผลในขั้นตอนดังกล่าวมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของการโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง เหตุผลสนับสนุน หลักฐานสนับสนุนเหตุผล ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และการใช้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Lin & Mintzes, 2010)

3.2 ความคิดสร้างสรรค์จากการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบจำลองจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีการสร้างแบบจำลองผลกระทบของการดื้อยาปฏิชีวนะในสุกรต่อมนุษย์ที่แตกต่างกันไป เช่น นักเรียนมีการใช้สัญลักษณ์ภาพในแบบจำลอง หรือมีการเชื่อมโยงผลกระทบจากการดื้อยาปฏิชีวนะที่เหมือนและแตกต่างกัน

3.3 ทักษะการรู้เท่าทันสื่อจากการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 3 ใช้กลยุทธ์การรู้สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและเจตนาของผู้นำเสนอข้อมูล เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในประเด็น “เราควรยกเลิกการใช้ยาปฏิชีวนะในสุกรหรือไม่” ซึ่งนักเรียนจะต้องวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและเจตนาในการนำเสนอข้อมูลของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ผู้บริโภคเนื้อสุกร ผู้ผลิตยาปฏิชีวนะ และเกษตรกรผู้ขายยาปฏิชีวนะ

## References

- ชาตรี ฝ้ายคำตา และ ภรติพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 29(3), 86-99.
- นิโลบล หลักหาญ, ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ และ ภัทรกร ชัยป ระเสริฐ. (2564). การศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(3), 144-145.
- วนิดา พารณัด และ ประสาท เนืองเฉลิม. (2561). การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล: ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสารคาม*, 37(2), 174-181.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). IMD 2015 จัดอันดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย. *มองสถิติและตัวชี้วัดทางการศึกษา*, 2(1), 1-8.
- Ke, L., Sadler, T. D., Zangori, L., & Friedrichsen, P. J. (2021). Developing And Using Multiple Models to Promote Scientific Literacy in The Context of Socio-Scientific Issues. *Science & Education*, 30(3), 589–607.
- Ke, L., Zangori, L. A., Sadler, T. D., & Friedrichsen, P. J. (2020). Integrating Scientific Modeling and Socio-Scientific Reasoning to Promote Scientific Literacy. In *Sociocentric Issues-Based Instruction for Scientific Literacy Development* (pp. 31-54). IGI Global.
- Lin, S. S., & Mintzes, J. J. (2010). Learning Argumentation Skills Through Instruction In Sociocentric Issues: The Effect of Ability Level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 993-1017.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Science Framework in PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD.
- Peel, A., Zangori, L., Friedrichsen, P., Hayes, E., & Sadler, T. (2019). Students' Model-Based Explanations About Natural Selection and Antibiotic Resistance Through Socio-Scientific Issues-Based Learning. *International Journal of Science Education*, 41(4), 510–532.
- Sadler, T. D., Friedrichsen, P., & Zangori, L. (2019). A Framework For Teaching For Socio-Scientific Issue And Model Based Learning (SIMBL). *Educação e Fronteiras/Education and Borders*, 9(25), 8–26.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58.