

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถ
ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Implementing an Argument-Driven Inquiry Model for Enhancing Critical Thinking
and Problem-Solving Abilities for Grade 11 Students

ปาริฉัตร ปานกลิ่น* และธิติยา บงกชเพชร
Parichat Panklin* and Thitiya Bongkotphet

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Faculty of Education, Naresuan University, Thailand

ABSTRACT

Background and Objectives: Critical thinking and problem-solving abilities are important for learning in the 21st century. Regarding problems in the classroom, it was found that students lack analytical thinking and are unable to apply knowledge to solve problems in everyday life. This results in a lack of critical thinking and problem-solving abilities. The objectives of this research were to 1) study the learning management of the argument-driven inquiry model (ADI) for enhancing critical thinking and problem-solving abilities in polymer topics, and 2) to study the results on critical thinking and problem-solving ability after implementing the argument-driven inquiry model.

Methodology: The participants in the action research study were 21 eleventh-grade students in a small representative secondary school in Phitsanulok province. The research instruments consisted of three lesson plans using the argument-driven inquiry model in polymer topics, the reflective learning management form, a worksheet, and the assessment forms for critical thinking and problem-solving abilities. Data were analyzed using content analysis, mean, and percentage.

Main Results: The findings indicated that the effective ways to implement argument-driven inquiry were: 1) choose problem situations in the context of daily life, 2) avoid providing a definite answer to lead the trial or investigation, 3) the point of arguments must be explicit and bipartisan to achieve competent role-play, 4) the interim elements of a tentative argument should be clarified, and 5) the time should be increased for writing reports and generating agreement via double-blind peer review and revision. The critical thinking and problem-solving abilities of students' level had progressed after learning through the argument-driven inquiry model as a whole from 57.13% to 88.08% (low to high). There is a high level of competence in each component, including reasoning, systematic thinking, assessment, and decision, and problem-solving.

Discussions: The argument-driven inquiry model (ADI) is used for enhancing critical thinking and problem-solving abilities. Problem situations with unclear answers can be used to lead investigation and argument session in class through role-play. As a result, students are able to create arguments by showing their claim, evidence, and reasoning. In addition, students can write reports, double-blind peer reviews, and improve the quality of their own reports.

Conclusions: The argument-driven inquiry model (ADI) for enhancing critical thinking and problem-solving abilities is effective in terms of enhancing reasoning, systematic thinking, assessment and decision, as well as problem-solving ability.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 13 April 2021

Received in revised form

11 August 2021

Accepted 25 August 2021

Available online

24 May 2022

Keywords:

Argument-Driven Inquiry
Model (ADI)

(การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ
กลวิธีการโต้แย้ง),

Critical Thinking and Problem
Solving Abilities

(ความสามารถในการคิดอย่างมี

วิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา)

*ผู้เขียนที่ให้การติดต่อ

E-mail address: raymond.parichat@gmail.com

บทคัดย่อ

ที่มาและวัตถุประสงค์: ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะสำคัญสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จากปัญหาในชั้นเรียนพบว่านักเรียนขาดการคิดวิเคราะห์ได้ตรงและไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ส่งผลให้ขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ และ 2) ศึกษาผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาลงหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ระเบียบวิธีวิจัย: เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งจำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ข้อมูลทั้งวิเคราะห์เชิงเนื้อหา สถิติบรรยาย ค่าเฉลี่ย และร้อยละ

ผลการวิจัย: พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ควรใช้สถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวในชีวิตประจำวันที่ไม่มีคำตอบชัดเจนเพื่อนำไปสู่การทดลองหรือการสืบค้น ประเด็นข้อโต้แย้งต้องมีข้อขัดแย้งสองฝ่ายอย่างชัดเจนเพื่อกำหนดบทบาทสมมติในการโต้แย้ง ควรชี้แจงองค์ประกอบการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวให้ชัดเจน และควรเพิ่มเวลาในการเขียนรายงานและสร้างข้อตกลงในการตรวจสอบโดยเพื่อนและการปรับปรุงรายงานให้มากขึ้น และ 2) นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในภาพรวมสูงขึ้น จากร้อยละ 57.13 เป็น 88.08 (ระดับน้อยไปมาก) และระดับความสามารถแต่ละองค์ประกอบอยู่ในระดับมากทุกด้าน ทั้งด้านการให้เหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหา

การอภิปรายผล: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีประเด็นคำตอบไม่แน่ชัดเพื่อนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบและกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนผ่านการกำหนดบทบาทสมมติ ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ทั้งข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผล รวมทั้งสามารถเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง พร้อมปรับปรุงแก้ไขรายงานให้มีคุณภาพ

บทสรุป: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ทั้งด้านการให้เหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหา

บทนำ

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) เป็นทักษะสำคัญสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ตามแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills กล่าวว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล มีการไตร่ตรองอย่างรอบคอบเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาคลุมเครือหรือมีความขัดแย้ง สามารถวิเคราะห์ ประเมิน สรุป และเลือกใช้ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกสำหรับการแก้ไขปัญหา รวมทั้งตัดสินใจลงข้อสรุปในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะตามมาอย่างรอบด้านและเหมาะสม ประกอบด้วยด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหา (Sanrattana, 2013) โลกแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นโลกแห่งการติดต่อสื่อสารทางเทคโนโลยี ข้อมูลข่าวสารได้มีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากในปัจจุบันสามารถรับส่งข้อมูลข่าวสารได้อย่างรวดเร็วทำให้การดำรงชีวิตในยุคนี้จำเป็นต้องมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อสามารถวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ แยกแยะข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับ สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รวมทั้งสามารถให้เหตุผลในการตัดสินใจและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบัน สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตราที่ 24 ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อเป็นการฝึกกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ใช้เพื่อนำมาใช้ป้องกันและแก้ปัญหา (Office of the National Education Commission, 2010) ทั้งนี้ผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ในโครงการการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programmed for International Student Assessment หรือ PISA) เป็นการประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้กับประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคมโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงในด้านการอ่านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเพื่อตัดสินใจและการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยในปี 2009 ถึง 2015 พบว่าการประเมินทั้งสามด้านมีแนวโน้มลดลงและในปี 2018 พบว่าคะแนนด้านวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนค่าเฉลี่ยของ OECD แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับชีวิตจริงได้ ยังคงยึดติดกับเนื้อหาความรู้ที่ได้จากบทเรียนมากกว่ากระบวนการเรียนรู้ทำให้ระบบการคิดของนักเรียนไม่หลากหลายและส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014) ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา ที่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ของประเทศมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์และการคิดไตร่ตรองมีวิสัยทัศน์อยู่ในระดับต่ำ (Office of the Education Council, 2009) และสอดคล้องกับคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ที่กล่าวถึงคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนในด้านการคิดเชิงวิเคราะห์ซึ่งไม่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ ทำให้ถูกระบุเป็นสาระสำคัญในพระราชบัญญัติการศึกษา เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การจัดการเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน (Ministry of Education, 2008)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (เคมี) ปีการศึกษา 2562 ในหัวข้อเรื่อง พอลิเมอร์ จากการสังเกตการตอบคำถามในชั้นเรียนและแบบฝึกหัดของนักเรียนพบว่านักเรียนสามารถบอกและอธิบายความรู้ในเรื่องพอลิเมอร์ที่เรียนมาได้แต่ยังไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ โดยนักเรียนไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้อย่างถูกต้อง ขาดการคิดวิเคราะห์ไตร่ตรองข้อมูลซึ่งไม่สามารถแสดงหลักฐานสนับสนุนคำตอบ และไม่สามารถวิเคราะห์และประเมินตัดสินข้อมูลจากสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง จึงส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหานั้นเอง ซึ่งสาเหตุสำคัญอาจมาจากวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูที่เน้นการสอนแบบบรรยายที่ไม่ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และกิจกรรมการเรียนการสอนยังไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry Model: ADI) เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สามารถส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา โดยพัฒนามาจากนักการศึกษา คือ Enderle, Grooms, & Sampson (2012) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ต่อยอดมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการใช้การโต้แย้งร่วมเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผลจากการสร้างบริบทในการโต้แย้งในชั้นเรียนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ไตร่ตรองและเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sampson, Grooms, & Walker (2009) และ McCallie (2010) ที่พบว่าการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการใช้หลักฐานและเหตุผลของนักเรียนได้ โดยรวบรวมข้อมูลจากข้อกล่าวอ้างและข้อโต้แย้งที่หลากหลายรูปแบบมาเชื่อมโยงเข้ากับหลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Saksoong (2019) พบว่าการใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทั้งด้านการนิยาม ด้านการตัดสินข้อมูล และด้านการอ้างอิงในการแก้ปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมุ่งที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเรื่อง พอลิเมอร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย
2. เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการซ้ำต่อเนื่องกัน 3 วงจรปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis & Schmuck as cited in Kijkuakul (2014) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนในวงจรปฏิบัติการ (PAOR cycle) ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ปลายภาค 1 (เคมี) ของนักเรียนในปีการศึกษาที่ผ่านมา พบว่านักเรียนขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อวางแผนและออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล พัฒนาและปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ
2. ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยดำเนินการแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ จนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ
3. ขั้นสังเกต (Observe) ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตในชั้นเรียนทำการสังเกตการจัดกิจกรรมและบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนักเรียนทำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา
4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการทำซ้ำจนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จากนั้นนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัยในลำดับต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ศึกษาผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ ได้แก่ 1) ใบกิจกรรม 2) แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา โดยได้รับการ

ประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา (เคมี) คณะวิทยาศาสตร์ อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี (พอลิเมอร์) คณะวิทยาศาสตร์ และครูผู้เชี่ยวชาญ ที่มีประสบการณ์สอนรายวิชาเคมีไม่ต่ำกว่า 10 ปี แสดงรายละเอียดดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 4 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน (Sampson, Grooms, & Walker, 2011) ได้แก่ 1) การระบุภาระงาน (Identification of the Task) 2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (The Generation of Data) 3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument) 4) กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument Session) 5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ (Creation of a Written Investigation) 6) การตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-Blind Peer Review) และ 7) การปรับปรุงรายงาน (Revision of the Report) ทั้งนี้ผู้วิจัย แสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ดังตารางที่ 1 (Table 1)

ตารางที่ 1. แสดงรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

Table 1. Details of the argument-driven inquiry lesson plan

แผนการจัดการเรียนรู้ (Lesson plan)	เนื้อหา (Content)	สถานการณ์การโต้แย้ง (Argument situation)	เวลา (ชั่วโมง) (Time) hrs.
1	สมบัติทางกายภาพของ พอลิเมอร์ (Physical properties of polymers)	ถุงเย็นใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่ (Can a cool bag be used instead of a hot bag?)	4
2	สมบัติของพลาสติก และการนำไปใช้ประโยชน์ (Properties of plastics and their uses)	เทอร์โมพลาสติกดีกว่าพลาสติก เทอร์โมเซตจริงหรือไม่ (Is thermoplastic better than thermoset plastic?)	4
3	ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์ พอลิเมอร์และแนวทาง การป้องกัน (Effects of using polymer products and ways to prevent them)	ขยะในทะเลส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม มากกว่าขยะบนฝั่งจริงหรือไม่ (Is it true that garbage in the sea has a greater impact on living things and the environment than garbage on shore?)	4

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 ซึ่งจัดว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ดังนี้ 1) ปรับสถานการณ์ให้ครอบคลุมและชัดเจนในเนื้อหาเรื่อง พอลิเมอร์ และ 2) บอกแนวทางและยกตัวอย่างวิธีการทดลองหรือวิธีการสำรวจตรวจสอบให้นักเรียนเห็นภาพมากขึ้น

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง โดยผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตในชั้นเรียนที่มีประสบการณ์การสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมากกว่า 10 ปี สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้หลังจากจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการเกี่ยวกับความเหมาะสม จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาและข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงแนวทางการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3

3. ใบกิจกรรม เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ประกอบด้วย จุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ วิธีการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ และผลการสำรวจตรวจสอบโดยเป็นข้อคำถามที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4 องค์ประกอบ (Partnership for 21st Century Skills) ได้แก่ ด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหา ทั้งนี้ผู้วิจัยแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2 (Table 2)

ตารางที่ 2. แสดงพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

Table 2. Behavior indicates the ability to critical thinking and problem solving

องค์ประกอบ (Component)	พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Behavior indicates critical thinking and problem-solving ability)
1) การมีเหตุผล (Reasoning)	ใช้รูปแบบของการให้เหตุผลที่หลากหลาย และเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของประเด็นหรือปัญหา (Use a variety of reasoning styles and find relationships between cause and effect of issues or problems)
2) การคิดอย่างเป็นระบบ (Systematic thinking)	วิเคราะห์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ โดยแสดงข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผลจากประเด็นหรือปัญหา (Analyzes the relationship between elements by showing the claim, evidence and reasoning concluded from an issue or problem)

ตารางที่ 2. (ต่อ)

Table 2. (Cont.)

องค์ประกอบ (Component)	พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Behavior indicates critical thinking and problem solving ability)
3) การประเมิน และตัดสินใจ (Assessment and decision)	วิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับประเด็นหรือปัญหา โดยสังเคราะห์และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อโต้แย้ง รวมทั้งสามารถแปลความสารสนเทศและสรุปผลจากการใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด (Effectively analyze and evaluate information about an issue or problem by synthesizing and creating connections between information and arguments, including being able to interpret information and draw conclusions from using the best analytical methods)
4) การ แก้ปัญหา (Problem- solving)	แก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ จากประเด็นหรือปัญหา โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถคิดแก้ปัญหาตามแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้ อย่างเหมาะสม (Solve problems in various ways from the issue or problem by using scientific knowledge and being able to think and solve problems according to guidelines that are appropriate and consistent with the problem situation)

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่าความสอดคล้องในด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหาเท่ากับ 1.00 0.89 0.89 และ 0.89 ตามลำดับ และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ดังนี้ 1) ปรับสถานการณ์ให้ครอบคลุมและชัดเจนในเนื้อหาเรื่องพอลิเมอร์และสอดคล้องกับข้อคำถาม และ 2) เพิ่มเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนโดยระบุแนวคำตอบให้ชัดเจน

4. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาเรื่อง พอลิเมอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหานักเรียนเป็นรายบุคคล หลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยแบบเขียนตอบอิสระจำนวน 3 สถานการณ์ ประกอบด้วย 1) พลาสติกแบบไหนเข้าไมโครเวฟได้ 2) แฉกหรือไม่ว่าภาชนะบรรจุอาหารที่ใช้ปลอดภัย และ 3) ขวดน้ำพลาสติกใช้ซ้ำได้หรือไม่ รวมทั้งหมดจำนวน 12 ข้อ ใช้เวลา 45 นาที ซึ่งแต่ละสถานการณ์มีข้อคำถามสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4 ด้าน โดยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่าความสอดคล้องในด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหาเท่ากับ 1.00 1.00 0.89 และ 1.00 ตามลำดับ

และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ดังนี้ 1) ตัดข้อมูลบางส่วนของสถานการณ์ให้มีความกระชับและเข้าใจง่าย 2) ปรับสถานการณ์ไม่ให้ซ้ำกับสถานการณ์การโต้แย้งในชั้นเรียน และ 3) เพิ่มเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนโดยระบุแนวคำตอบให้ชัดเจนมากขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สร้างความเข้าใจและอธิบายแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง พอลิเมอร์ ประกอบด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง
3. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมเป็นรายบุคคลเพื่อศึกษาผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ
4. ใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากวงจรที่ 1 มาปรับปรุงเพื่อวางแผนในวงจรที่ 2 ต่อไปจนครบ 3 วงจรปฏิบัติการ
5. หลังจากจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ เป็นรายบุคคล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมการสังเกตในชั้นเรียนโดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและตีความในประเด็นของความเหมาะสม จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือข้อมูลแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation)
2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหานักเรียนเป็นรายบุคคลในภาพรวม โดยตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินและจัดระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาจากคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ ซึ่งประยุกต์เกณฑ์มาจากบลูม (Bloom, 1971 as cited in Upienpong, 2009) ทั้งนี้ผู้วิจัยแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3 (Table 3)

ตารางที่ 3. แสดงเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

Table 3. Level of critical thinking and problem-solving ability

คะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ (Average total score percentage)	ระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Level of critical thinking and problem-solving ability)
80 - 100	ระดับมาก (High)
60 - 79	ระดับปานกลาง (Medium)
0 - 59	ระดับน้อย (Low)

3. ทำการวิเคราะห์และแปลผลระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาจากคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีการ (Method Triangulation)

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระดมภาระงาน ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนและภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติโดยใช้ภาพสถานการณ์เรื่องพอลิเมอร์ใกล้ตัวและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ใช้ภาพสถานการณ์ร้านขายอาหารตามสั่งให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการใช้บรรจุภัณฑ์ในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้าโดยครูใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและเกิดการตระหนักรู้ เช่น “ถ้านักเรียนเป็นแม่ค้าจะเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดใดในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้าเพื่อนำกลับบ้าน เพราะเหตุใด” “นักเรียนคิดว่าบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุอาหารให้กับลูกค้ามีความปลอดภัยจริงหรือไม่” เพื่อนำไปสู่การสำรวจและรวบรวมข้อมูล แต่พบว่านักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจภาระงานที่ต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นผู้วิจัยได้ใช้การนำเสนอภาระงานโดยใช้ภาพอินโฟกราฟิกแสดงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการสอนเพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนมีความเข้าใจภาระงานแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มากขึ้นและเกิดความสนใจ สามารถตอบคำถามได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ใช้วิดีโอข่าวสถานการณ์ปัญหาขยะที่เกิดขึ้นจริงในประเทศไทยให้นักเรียนศึกษาผลกระทบจากการใช้พอลิเมอร์ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนเกิดความสนใจและให้ความร่วมมือในการตอบคำถามได้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คนให้นักเรียนทำกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง โดยใช้สถานการณ์ต่อเนื่องจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและเพิ่มประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนเพื่อนำไปสู่การสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยใช้ประเด็นปัญหา เช่น “แม่ค้าขายก๋วยเตี๋ยวควรใช้ถุงพลาสติกชนิดใดในการบรรจุอาหารให้ลูกค้าเพื่อนำกลับบ้านอย่างปลอดภัย” จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของถุงพลาสติกแต่ละชนิดโดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมให้ เช่น เตาไฟฟ้า หม้อ เทอร์มอมิเตอร์ กระบวย น้ำ กรรไกร หนัวยาง และถุงพลาสติกจำนวน 10 ชนิด ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนมากสามารถออกแบบการทดลองได้ แต่มีนักเรียนบางกลุ่มยังไม่เข้าใจและไม่สามารถออกแบบการทดลองด้วยตนเองได้ ดังนั้นผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างวิธีการหรือแนวทางการสำรวจตรวจสอบ

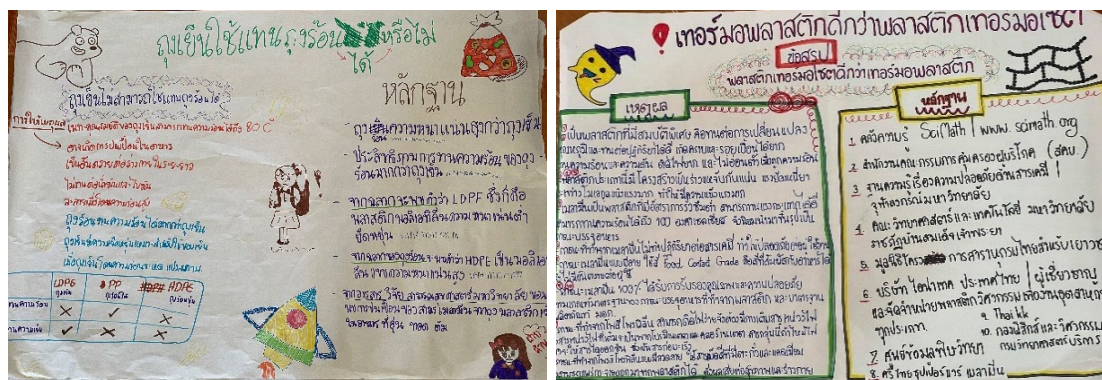
ให้กับนักเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการทำการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถออกแบบการทดลองและทำการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง แสดงดังภาพที่ 1 (Figure 1)



ภาพที่ 1 แสดงกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ เรื่อง สมบัติของพลาสติก

Figure 1 Investigation activities on the properties of plastics

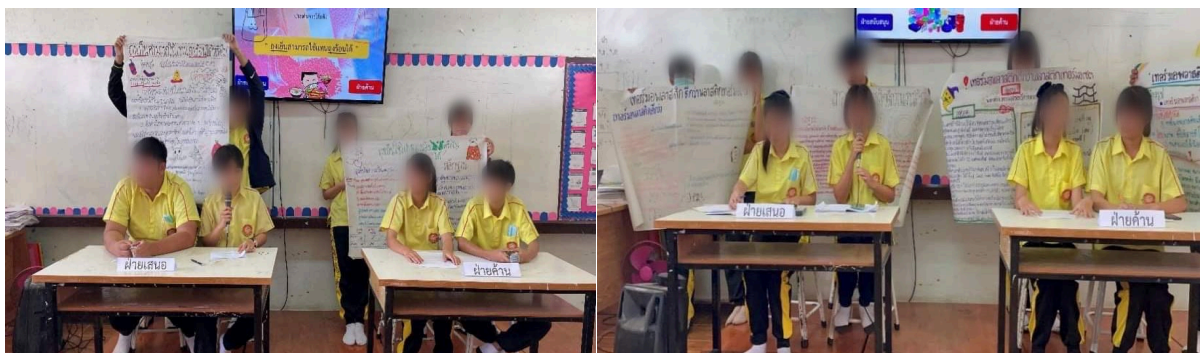
ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ในกระดาษฟลิปชาร์ตโดยกำหนดประเด็นการโต้แย้งจากสถานการณ์และกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียน โดยแบ่งเป็นสองฝ่าย คือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้าน เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งกันได้อย่างชัดเจน จากนั้นชี้แจงการเขียนข้อโต้แย้งในแต่ละองค์ประกอบทั้งข้อสรุป การให้เหตุผลและหลักฐาน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นการโต้แย้ง คือ “ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่” และกำหนดบทบาทนักเรียนเป็นฝ่ายสนับสนุน (แม่ค้า) และฝ่ายค้าน (นักสาธารณสุข) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวในกลุ่มย่อยได้ตามบทบาทที่ได้รับ แต่มีนักเรียนบางกลุ่มยังไม่เข้าใจการเขียนในแต่ละองค์ประกอบของข้อโต้แย้งชั่วคราวทำให้ไม่สามารถเขียนข้อสรุป การให้เหตุผลและหลักฐานได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยได้มีการยกตัวอย่างและอธิบายการเขียนแต่ละองค์ประกอบให้ละเอียดและมีความชัดเจนมากขึ้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวแต่ละองค์ประกอบได้อย่างถูกต้อง โดยแสดงทั้งข้อสรุป การให้เหตุผลและหลักฐานได้อย่างถูกต้อง แสดงดังภาพที่ 2 (Figure 2)



ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวของนักเรียน

Figure 2 The example of students constructing a temporary argument

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งหน้าชั้นเรียนโดยใช้ข้อโต้แย้งชั่วคราวที่ได้สร้างไว้ในกระดาษฟลิปชาร์ตและมีการกำหนดบทบาทเป็นสองฝ่ายต่อเนื่องจากการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้าน เพื่อให้กิจกรรมการโต้แย้งมีความน่าสนใจ และไม่น่าเบื่อ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนนำเสนอข้อโต้แย้งหน้าชั้นเรียนในประเด็นการโต้แย้ง คือ “ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนได้หรือไม่” ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถแสดงการโต้แย้งได้ดีในบางกลุ่ม มีนักเรียนบางกลุ่มยังไม่เข้าใจวิธีการโต้แย้งทำให้แสดงการโต้แย้งได้ไม่ครบตามองค์ประกอบ บางกลุ่มมีการใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้งทำให้ไม่อยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งระยะเวลาในการโต้แย้งไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ ดังนั้นผู้วิจัยได้นำวิดีโอตัวอย่างกิจกรรมการแข่งขันการโต้แย้งมาให้นักเรียนรับชมก่อนการโต้แย้งจริงเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพการโต้แย้งได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และคอยเน้นย้ำแต่ละองค์ประกอบของการโต้แย้งอยู่เสมอ โดยต้องอยู่บนหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีการใช้กริ่งและนาฬิกาจับเวลาแสดงผลบนหน้าจอทีวีบริเวณหน้าห้องเรียน เพื่อช่วยควบคุมเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนด ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนสามารถแสดงการโต้แย้งได้ดีขึ้น องค์ประกอบครบถ้วนทั้งข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผลโดยไม่ใช้อารมณ์ร่วมในการโต้แย้ง รวมทั้งมีความมั่นใจและกล้าแสดงออกมากขึ้น แสดงดังภาพที่ 3 (Figure 3)



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างกิจกรรมการโต้แย้งหน้าชั้นเรียน

Figure 3 Example of the argument activity in front of the class

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคล โดยชี้แจงการเขียนรายงานในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ จุดประสงค์การสำรวจตรวจสอบ วิธีการสำรวจตรวจสอบ ผลการสำรวจตรวจสอบและข้อคำถามที่แสดงถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาทั้ง 4 องค์ประกอบย่อย ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนสามารถเขียนรายงานได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ โดยส่วนใหญ่แสดงการให้เหตุผลและหลักฐานได้แต่ไม่ครบถ้วนและไม่แสดงแหล่งอ้างอิงของหลักฐาน รวมทั้งใช้เวลามากกว่าที่กำหนด ดังนั้นผู้วิจัยได้มีการยกตัวอย่างการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้นักเรียนเข้าใจตรงกันก่อนการเขียนรายงานจริงและเน้นย้ำการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนโดยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการเขียนรายงาน รวมทั้งเพิ่มเวลาในการเขียนรายงานมากขึ้นซึ่งใช้เวลาเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนร่วมด้วย ในวงจร

ปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนสามารถเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบได้ถูกต้องและครบถ้วนตามองค์ประกอบ

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน ผู้วิจัยให้นักเรียนตรวจสอบรายงานของเพื่อน โดยทำการสุ่มตรวจซึ่งไม่ใช่กลุ่มเดียวกัน จากนั้นแจกแบบประเมินและเกณฑ์การประเมินการตรวจรายงานให้กับนักเรียนทุกคนเพื่อใช้ในการตรวจสอบรายงานของเพื่อน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนสามารถตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ แต่มีนักเรียนบางคนไม่สามารถตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อนได้เนื่องจากเกณฑ์การประเมินยังไม่ครอบคลุมคำตอบของนักเรียนและนักเรียนส่วนมากไม่มีการเขียนสะท้อนกลับให้เพื่อน ดังนั้นผู้วิจัยได้ปรับเกณฑ์การประเมินให้ครอบคลุมกับคำตอบของนักเรียนมากขึ้นโดยแสดงรายละเอียดสอดคล้องกับข้อคำถามและสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้ทุกคนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบรายงานของเพื่อน รวมทั้งเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการประเมินรายงานในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนสามารถตรวจประเมินรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนได้ดีขึ้น มีความถูกต้องและใช้เวลาประเมินรายงานได้รวดเร็วมากขึ้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตที่กล่าวว่า

“...นักเรียนตรวจให้คะแนนรายงานของเพื่อนตามเกณฑ์การประเมินดีขึ้น แต่มีบางคนไม่แสดงการสะท้อนกลับให้เพื่อน ครูควรเดินตรวจสอบนักเรียนอย่างใกล้ชิด”

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ 2, 5 กุมภาพันธ์ 2564)

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน ผู้วิจัยให้นักเรียนพิจารณาผลการประเมินรายงานจากเพื่อนและปรับปรุงแก้ไขรายงานตามคำแนะนำของเพื่อน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนสามารถปรับปรุงและแก้ไขรายงานจากผลการประเมินและคำแนะนำของเพื่อนได้ แต่มีนักเรียนบางคนไม่แสดงการปรับปรุงรายงานของตนเองทำให้รายงานผลการสำรวจตรวจสอบไม่สมบูรณ์ ดังนั้นผู้วิจัยได้สร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเกี่ยวกับการปรับปรุงรายงานของตนเอง โดยเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีคุณภาพสูงสุด รวมทั้งครูได้ตรวจประเมินรายงานอีกครั้งเพื่อความถูกต้อง ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น รายงานมีคุณภาพและใช้เวลาในการปรับปรุงได้รวดเร็วมากขึ้น สอดคล้องกับผลการสะท้อนของครูผู้ร่วมการสังเกตที่กล่าวว่า

“...นักเรียนสามารถปรับปรุงและแก้ไขรายงานการตรวจสอบของเพื่อนได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น และรายงานมีคุณภาพ”

(ครูผู้ร่วมการสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ 3, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ในภาพรวมของระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการจากใบกิจกรรมและหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ แสดงดังตารางที่ 4 (Table 4)

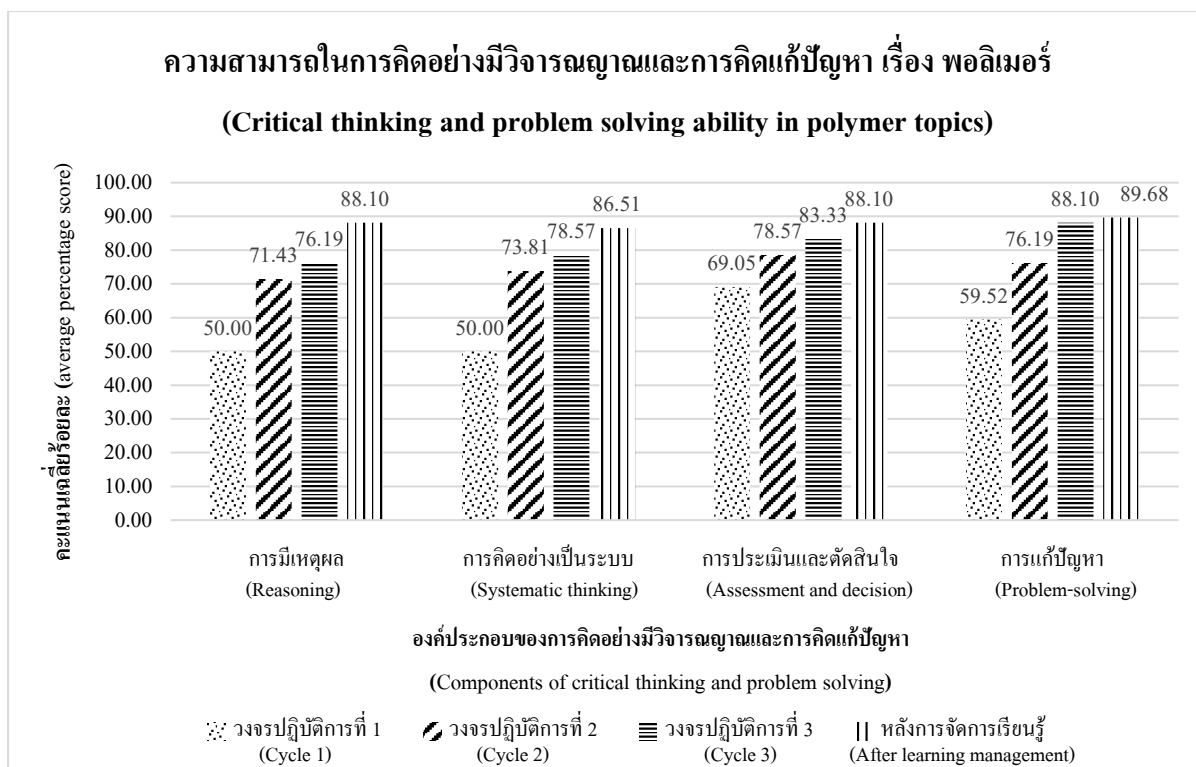
ตารางที่ 4. แสดงภาพรวมของระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา

Table 4. An overview of the level of critical thinking and problem solving ability

การจัดการเรียนรู้ (Learning management)	คะแนนรวมเฉลี่ย (Average total score)	ร้อยละ (Percentage)	ระดับความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา (Level of critical thinking and problem solving ability)
ระหว่างการจัดการเรียนรู้ (During learning management)			
วงจรที่ 1 (Cycle 1)	4.57	57.13	ระดับน้อย (Low)
วงจรที่ 2 (Cycle 2)	6.00	75.00	ระดับปานกลาง (Medium)
วงจรที่ 3 (Cycle 3)	6.52	81.51	ระดับมาก (High)
หลังการจัดการเรียนรู้ (After learning management)			
	21.14	88.08	ระดับมาก (High)

จากตารางที่ 4 พบว่าในระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ 57.13 75.00 และ 81.51 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อย ปานกลาง และมากตามลำดับ และหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้น โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ 88.08 ซึ่งจัดอยู่ในระดับมากเช่นกัน

ระดับความสามารถแต่ละองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาองค์ประกอบย่อยทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และด้านการแก้ปัญหา จากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา โดยพิจารณาคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4 (Figure 4)



ภาพที่ 4 แสดงระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในแต่ละองค์ประกอบ

Figure 4 The level of ability for critical thinking and problem-solving in each component

จากภาพที่ 4 พบว่าระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหานักเรียนแต่ละองค์ประกอบในแต่ละวงจรปฏิบัติการสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในด้านการมีเหตุผลมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ 50.00 71.43 และ 76.19 ซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อย ปานกลาง และปานกลาง ตามลำดับ ด้านการคิดอย่างเป็นระบบมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ 50.00 73.81 และ 78.57 ซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อย ปานกลาง และปานกลาง ตามลำดับ ด้านการประเมินและตัดสินใจมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ 69.05 78.57 และ 83.33 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง ปานกลาง และมาก ตามลำดับ และด้านการแก้ปัญหามีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ 59.52 76.19 และ 88.10 ซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อย ปานกลาง และมาก ตามลำดับ ทั้งนี้หลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นและจัดอยู่ในระดับมากทุกองค์ประกอบ ทั้งด้านการมีเหตุผล ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ด้านการประเมินและตัดสินใจ และการแก้ปัญหา โดยมีคะแนนรวมเฉลี่ยร้อยละ 88.10 86.51 88.10 และ 89.68 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ไบบิกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ซึ่งแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

ด้านการมีเหตุผล นักเรียนแสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของประเด็นหรือปัญหาได้อย่างน้อย 2 ประเด็น จากไบบิกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 พบว่านักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผล ซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อยและระดับปานกลาง ตามลำดับโดยแสดง

การให้เหตุผลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้แต่ไม่ครบถ้วนตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งส่วนมากแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้เพียง 1 ประเด็นเท่านั้น ดังตัวอย่างคำตอบนักเรียน เช่น

“...ถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนในการบรรจุถ้วยเดียวได้ เพราะคุณสมบัติของถุงเย็นสามารถทนความร้อนได้ไม่เกิน 80 °C จึงสามารถบรรจุถ้วยเดียวที่มีอุณหภูมิไม่ถึง 100 °C ได้”

(S2, ใบกิจกรรมเรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์, 29 มกราคม 2564)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาพบว่านักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลางและระดับมาก ตามลำดับ โดยแสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลายและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของประเด็นหรือปัญหาได้อย่างน้อย 2 ประเด็น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“...ขยะในทะเลส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมมากกว่าขยะบนฝั่ง เพราะทำให้ 1) สัตว์ทะเลจำนวนมากตายจากการกินขยะ เช่น พะยูน เต่า เป็นต้น 2) ขยะพลาสติกในทะเลสลายตัวกลายเป็นไมโครพลาสติกซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบนิเวศ 3) บดบังความงามของพื้นที่การท่องเที่ยวตามธรรมชาติ 4) แนวปะการังได้รับผลกระทบเป็นอย่างมาก”

(S15, ใบกิจกรรม เรื่อง ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์, 12 กุมภาพันธ์ 2564)

ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ นักเรียนวิเคราะห์และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผลจากประเด็นหรือปัญหาได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 พบว่านักเรียนสามารถแสดงการคิดอย่างเป็นระบบซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อยและระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยวิเคราะห์และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผลจากประเด็นหรือปัญหาได้แต่ไม่ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่งส่วนมากขาดองค์ประกอบของหลักฐานและแหล่งอ้างอิงที่มีความน่าเชื่อถือ แสดงดังภาพที่ 5 (Figure 5)

3. จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าถุงเย็นสามารถใช้แทนถุงร้อนในการบรรจุถ้วยเดียวได้หรือไม่ เพราะเหตุใด จงแสดงเหตุผลประกอบให้มากที่สุด และแสดงหลักฐานอ้างอิง (การมีเหตุผล/การคิดอย่างเป็นระบบ)		
ข้อสรุป สามารถใช้ถุงเย็นแทนถุงร้อน บรรจุถ้วยได้	เหตุผล เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ 80°C สามารถทนความร้อนได้ 100°C สามารถบรรจุถ้วยเดียวได้ เนื่องจาก น้ำร้อนที่ 80°C ไม่เกิน 100°C - 80°C	หลักฐาน เครื่องใช้พลาสติกทนความร้อนได้ 100°C น้ำร้อนที่ 80°C ไม่เกิน 100°C น้ำร้อนที่ 80°C ไม่เกิน 100°C

ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านการคิดอย่างเป็นระบบ

Figure 5 Examples of student answers in systematic thinking

(S2, ใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์, 29 มกราคม 2564)

(S2, Worksheet on physical properties of polymers, 29 January 2021)

ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านการคิดอย่างเป็นระบบ

(S20, แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา)

ด้านการประเมินและตัดสินใจ นักเรียนแสดงการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับประเด็นหรือปัญหา มีการสังเคราะห์และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อโต้แย้ง สามารถแปลความสารสนเทศและสรุปผลจากการใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ดีที่สุดได้ จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 พบว่านักเรียนสามารถแสดงการประเมินและตัดสินใจจัดอยู่ในระดับน้อยและระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยแสดงการวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่ยังแสดงการให้เหตุผลประกอบที่ไม่ชัดเจนและไม่เชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแสดงดังภาพที่ 7 (Figure 7)

ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านการประเมินและตัดสินใจ

(S19, ใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์, 29 มกราคม 2564)

17

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาพบว่านักเรียนสามารถแสดงการประเมินและตัดสินใจอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน โดยแสดงการวิเคราะห์และประเมินเพื่อตัดสินใจในประเด็นหรือปัญหาได้อย่างเหมาะสมและแสดงการให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้องและชัดเจน รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แสดงดังภาพที่ 8 (Figure 8)

3.3 หากนักเรียนเป็นนายปี นักเรียนจะเลือกใช้ขวดพลาสติกที่ใช้แล้วมาใส่น้ำดื่มหรือไม่ เพราะเหตุใด
(การประเมินและตัดสินใจ)

ไม่ เหตุที่ไม่ปลอดภัย เช่นอันตรายที่เกิดจากพลาสติกเคลือบสารเคมีปนเปื้อนในน้ำได้
ผลเสียที่กินเข้าไปสะสมในร่างกายก่อให้เกิดอันตรายจากเคมีได้มีสารเคมีได้
ทำให้น้ำดื่มสกปรกปนเปื้อนโรคและพิษมาตามนม

2

ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านการประเมินและตัดสินใจ

Figure 8 Examples of student answers in assessment and decision

(S15, แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา)

(S15, The assessment forms for critical thinking and problem solving abilities)

ด้านการแก้ปัญหา นักเรียนแสดงการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับประเด็นหรือปัญหา มีการสังเคราะห์และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อโต้แย้ง สามารถแปลความสารสนเทศและสรุปผลจากการใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ดีที่สุดได้ จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 พบว่านักเรียนสามารถแสดงการแก้ปัญหาจัดอยู่ในระดับน้อยและระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยแสดงการคิดแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ได้ แต่มีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อธิบายเหตุผลประกอบได้แต่ยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา แสดงดังภาพที่ 9 (Figure 9)

5. นักเรียนจะมีข้อเสนอแนะให้กับแม่ค้าเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างไรบ้าง จงอธิบาย (การแก้ปัญหา)

1. แม่ค้าควรรู้ข้อมูลสารเคมี

2. แม่ค้าควรใส่ถุงพลาสติกทุกครั้ง

3. ขวดน้ำดื่มขวดพลาสติกควรทำความสะอาดก่อนดื่ม

4. ใช้น้ำดื่มที่สะอาด ถ้าไม่สะดวก ให้นำน้ำไปต้มแล้วดื่ม

ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านการแก้ปัญหา

Figure 9 Examples of student answers in problem-solving

(S7, ใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์, 29 มกราคม 2564)

(S7, Worksheet on physical properties of polymers, 29 January 2021)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาพบว่านักเรียนสามารถแสดงการแก้ปัญหาจัดอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน โดยแสดงการคิดแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ได้โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและอธิบายเหตุผลประกอบได้อย่างถูกต้อง แสดงดังภาพที่ 10 (Figure 10)

2.4 จงยกตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ ในการใช้ภาชนะบรรจุอาหารให้มีความปลอดภัยต่อตนเอง

อธิบายโดยสังเขป (การแก้ปัญหา)

1. เลือกใช้ภาชนะประเภทแก้วใส หรือ ประเภทอลูมิเนียม PP ในบรรจุอาหาร
2. เลือกใช้ภาชนะที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ สามารถย่อยสลายได้
3. ใช้โฟมโกลในการบรรจุอาหาร
4. ไม่ควรใส่อาหารที่ร้อนจัดลงในภาชนะ เพราะจะทำให้สารเคมีละลายปนเปื้อนกับอาหารได้

ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนด้านการแก้ปัญหา

Figure 10 Examples of student answers in problem-solving

(S18, แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา)

(S18, The assessment forms for critical thinking and problem solving abilities)

อภิปรายผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พอลิเมอร์ แสดงการอภิปราย ดังนี้

ขั้นการระดมภาระงาน การใช้ภาพสถานการณ์หรือวิดีโอข่าวที่มีความน่าสนใจและเป็นเรื่องใกล้ตัวในชีวิตประจำวันของนักเรียนทำให้เชื่อมโยงถึงเนื้อหาพอลิเมอร์ได้ โดยประเด็นปัญหาคือยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจนเพื่อนำไปสู่กระบวนการสำรวจตรวจสอบต่อไป ทั้งนี้ครูควรใช้คำถามร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองได้ สอดคล้องกับ Walker & Sampson (2013) ที่กล่าวว่าคนที่ผู้สอนใช้คำถามที่ดีจะช่วยให้เด็กเกิดการสืบเสาะเพื่อหาหลักฐานและนำไปสู่การสรุปที่เหมาะสมได้ นอกจากนี้ควรชี้แจงภาระงานที่นักเรียนต้องปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการสอนโดยใช้ภาพอินโฟกราฟิกในการอธิบายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ขั้นการสำรวจและรวบรวมข้อมูล กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบจากการทดลองและการสืบค้นภายในกลุ่มของนักเรียน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองจากวัสดุและอุปกรณ์ที่เตรียมให้โดยใช้วิธีการสำรวจตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อนจนเกินไป และยกตัวอย่างวิธีการหรือแนวทางการออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบเพื่อทำให้สามารถดำเนินการสำรวจตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง โดยวัสดุและอุปกรณ์จากการทดลองต้องสามารถดำเนินการสำรวจตรวจสอบได้จริงและเหมือนกันในแต่ละกลุ่มเพื่อทำให้ผลการสำรวจตรวจสอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับ Sampson, et al. (2011) ที่กล่าวว่ากรออกแบบการสำรวจตรวจสอบโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาคำตอบในประเด็นที่สงสัยและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถเลือกวิธีการเก็บหรือวิเคราะห์ข้อมูลและเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาได้

ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ประเด็นการโต้แย้งจากสถานการณ์ปัญหาคือมีความน่าสนใจและมีข้อขัดแย้งกันอย่างชัดเจนทั้งสองฝ่ายเพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

สามารถสร้างข้อโต้แย้งกันได้อย่างชัดเจนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้แสดงองค์ประกอบการเขียนข้อโต้แย้งทั้งข้อสรุป การให้เหตุผลและหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ ครูควรชี้แจงและยกตัวอย่างการสร้างข้อโต้แย้งแต่ละองค์ประกอบให้ชัดเจนโดยฝึกให้นักเรียนเขียนแต่ละองค์ประกอบจากตัวอย่างก่อนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและเขียนข้อโต้แย้งได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ Walker & Sampson (2013) ที่กล่าวว่า การแปลความข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ การทดลองหรือการสืบค้นสามารถพัฒนานักเรียนให้สามารถแปลงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหนึ่งไปสู่รูปแบบการนำเสนออื่น ๆ โดยการวิเคราะห์และตีความข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลและสามารถระบุหลักฐานและการให้เหตุผลจากตำราวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้

ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง การกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนในกิจกรรมการโต้แย้งเป็นสองฝ่าย คือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้านจากสถานการณ์ปัญหาทำให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้อย่างน่าสนใจ ทำให้กิจกรรมในห้องไม่น่าเบื่อ นักเรียนแต่ละฝ่ายสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ชัดเจนมากขึ้นจากบทบาทที่ได้รับโดยแสดงข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผลจากสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์และสามารถประเมินข้อมูลที่ได้จากการโต้แย้งเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Sampson, et al. (2009) ที่กล่าวว่ากิจกรรมการโต้แย้งสามารถทำให้นักเรียนแยกแยะข้อโต้แย้งได้ว่าข้อโต้แย้งเป็นข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หรือข้อโต้แย้งที่พิจารณาจากหลักฐานอื่น ๆ และมีการคัดเลือกข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงข้อสรุปที่ถูกต้อง

ขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ ควรเพิ่มเวลาการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบให้มากขึ้นเพื่อให้นักเรียนมีเวลาสามารถถ่วงถ่วงข้อมูลทั้งหมดที่ได้เรียนมาอย่างเต็มที่และสามารถเขียนรายงานได้อย่างสมบูรณ์ตามองค์ประกอบ ทั้งนี้ครูควรชี้แจงการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบโดยยกตัวอย่างการเขียนรายงานและฝึกให้นักเรียนเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบจากสถานการณ์ตัวอย่างก่อนการเขียนรายงานจริง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจตรงกันและเขียนรายงานได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งครูควรเน้นย้ำการเขียนรายงานแต่ละองค์ประกอบให้ถูกต้องและคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการเขียนรายงานร่วมด้วย สอดคล้องกับ Sampson, et al. (2009) ที่พบว่าหลังใช้รูปแบบการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับนักศึกษาปริญญาตรีสำหรับการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน พบว่านักศึกษาสามารถเขียนรายงานผลการปฏิบัติการได้มากขึ้น และสามารถสรุปผลการทดลองที่ได้บนพื้นฐานของหลักฐานและประจักษ์พยานที่มีอยู่ได้

ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน เกณฑ์การประเมินรายงานต้องมีความครอบคลุมกับประเด็นข้อคำถามและแสดงรายละเอียดอย่างชัดเจนเพื่อทำให้นักเรียนสามารถตรวจประเมินรายงานของเพื่อนได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ครูควรมีการสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเกี่ยวกับการตรวจสอบรายงานของเพื่อนและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบรายงานของเพื่อนและสามารถตรวจสอบรายงานของเพื่อนได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ครูควรเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการ

ประเมิรร่วมด้วย สอดคล้องกับ Enderle, et al. (2012) ที่กล่าวว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจะมีความสามารถในการสร้างและประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนห้องเรียนปกติ

ขั้นการปรับปรุงรายงาน การสร้างข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการปรับปรุงรายงานของตนเองทำให้นักเรียนสามารถปรับปรุงรายงานของตนเองให้มีคุณภาพมากขึ้น และครูคอยเดินตรวจสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลระหว่างการปรับปรุงรายงานร่วมด้วย รวมทั้งครูควรมีการตรวจสอบการปรับปรุงรายงานของนักเรียนอีกครั้งเพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ของรายงาน โดยพิจารณารายงานว่าเป็นจริงตามที่เพื่อนประเมินไว้หรือไม่และมีการให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้นักเรียนเข้าใจประเด็นที่ควรพัฒนาของตนเองในการแสดงการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ Sampson, et al. (2009) ที่กล่าวว่าการปรับปรุงรายงานเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการเขียนบนพื้นฐานของข้อมูลเพื่อสร้างผลงานสุดท้ายให้ได้คุณภาพสูงสุด

ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง แสดงการอภิปราย ดังนี้

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาในภาพรวมสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อย ปานกลาง และมากตามลำดับ และหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่าเพิ่มสูงขึ้นและจัดอยู่ในระดับมากขึ้นกัน ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาได้ การใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีประเด็นคำตอบไม่แน่ชัดสามารถนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบและกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนผ่านการกำหนดบทบาทสมมติ ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ทั้งข้อสรุป หลักฐานและการให้เหตุผล รวมทั้งสามารถเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ การประเมินรายงานโดยเพื่อนและการปรับปรุงแก้ไขรายงานของตนเองให้มีคุณภาพได้โดยครูมีหน้าที่คอยกระตุ้นและให้คำแนะนำนักเรียน ทั้งนี้ สอดคล้องกับ Simon (2006) ที่พบว่าการพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับบทบาทของครูในการกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนสร้างเหตุผลสนับสนุนและเหตุผลค้านในการฝึกให้นักเรียนสะท้อนการอธิบายเหตุผล พร้อมหลักฐาน สามารถพัฒนาความสามารถในการโต้แย้งและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้ สอดคล้องกับ Neni, Herawati, Mimien, & Hedi (2015) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งของนักศึกษาวิชาชีพครู พบว่าสามารถพัฒนาทักษะการโต้แย้งและทักษะการคิดวิเคราะห์ได้ดีขึ้น และสอดคล้องกับ Saksoong (2019) ซึ่งพบว่าหลังใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทั้งด้านการนิยาม ด้านการตัดสินใจข้อมูล และด้านการอ้างอิงในการแก้ปัญหาและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในองค์ประกอบย่อย ทั้งด้านการมีเหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ การประเมินและตัดสินใจ และการแก้ปัญหาในแต่ละวงจร ปฏิบัติการและหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ด้านการมีเหตุผล นักเรียนมีความสามารถจัดอยู่ในระดับมากหลังจากการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลได้อย่างหลากหลายและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของประเด็นหรือปัญหาได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีการใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีประเด็นคำตอบยังไม่ชัดเจนนำไปสู่กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ กิจกรรมการสร้างข้อโต้แย้งในกลุ่มย่อยและกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนได้ทำให้นักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้จากหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีระดับความสามารถจัดอยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถแสดงการมีเหตุผลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้แต่ยังแสดงรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการชี้แจงรายละเอียดองค์ประกอบการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของครูที่อธิบายและยกตัวอย่างยังไม่ชัดเจนทำให้นักเรียนไม่สามารถแสดงการมีเหตุผลได้ดีเท่าที่ควร สอดคล้องกับ Hogan, Nastasi, & Pressley (2000) ที่พบว่ากิจกรรมการโต้แย้งที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลได้

ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ นักเรียนมีความสามารถจัดอยู่ในระดับมากหลังจากการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อสรุปหลักฐาน และการให้เหตุผลจากประเด็นหรือปัญหาได้ครบถ้วนถูกต้องทั้ง 3 องค์ประกอบ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ทั้งจากการทดลองและการสืบค้น การสร้างข้อโต้แย้งในกลุ่มย่อยและกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนทำให้นักเรียนแสดงองค์ประกอบของข้อโต้แย้งได้ ทั้งข้อสรุปหลักฐานและการให้เหตุผล แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีระดับความสามารถจัดอยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ แต่แสดงรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบได้ยังไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะด้านการให้เหตุผล ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการชี้แจงรายละเอียดขององค์ประกอบการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของครูที่อธิบายและยกตัวอย่างยังไม่ชัดเจน ทำให้นักเรียนแสดงการคิดอย่างเป็นระบบทั้ง 3 องค์ประกอบได้ไม่ชัดเจน สอดคล้องกับ Cavagnetto (2010) การที่นักเรียนได้ลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และการใช้ข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลมาสร้างข้อกล่าวอ้าง โดยมีหลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อนำไปใช้ในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องได้

ด้านการประเมินและตัดสินใจ นักเรียนมีความสามารถจัดอยู่ในระดับมากหลังจากการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถแสดงการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับประเด็นหรือปัญหา มีการสังเคราะห์และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อโต้แย้ง สามารถแปลความ

สารสนเทศและสรุปผลการวิเคราะห์ที่ดีที่สุดได้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนที่มีการกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนเป็นสองฝ่ายส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ข้อมูลจากการโต้แย้งอย่างมีวิจารณญาณได้และสามารถประเมินและตัดสินใจจากสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับ Sampson, et al. (2009) ที่กล่าวว่าหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนจะเกิดการพัฒนาความเข้าใจของทักษะการโต้แย้งที่สูงขึ้น สามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้หากมีหลักฐานที่หลากหลาย มีความเที่ยงตรง หรือมีนัยสำคัญและเพียงพอจะสามารถนำไปสู่ข้อสรุปหรือข้อกล่าวอ้างได้ชัดเจนมากขึ้น

ด้านการแก้ปัญหา นักเรียนมีความสามารถจัดอยู่ในระดับมากหลังจากการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ได้โดยมีการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเหมาะสมเนื่องจากการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้และกิจกรรมการโต้แย้งในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณเพื่อตัดสินใจได้และสามารถนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ โดยครูคอยกระตุ้นด้วยการใช้คำถามอยู่ตลอดเวลา สอดคล้องกับ Munkham (2007) ที่พบว่าวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักการค้นคว้าหาความรู้ โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา ค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเองได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

จากผลการวิจัยพบว่าการกำหนดบทบาทสมมติให้กับนักเรียนเป็นสองฝ่ายนั้น ควรกำหนดเป็นบทบาททางสังคมที่มีความใกล้เคียงกัน ไม่ควรชัดเจนจนเกินไปเพื่อนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ชัดเจนมากขึ้น และประเด็นข้อโต้แย้งในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและกิจกรรมการโต้แย้ง ควรเป็นประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจนและควรใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่ายเพื่อทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและสามารถสร้างข้อโต้แย้งได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัยพบว่าควรนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งไปประยุกต์ใช้กับการพัฒนาทักษะสำคัญในการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ เนื่องจากผู้วิจัยพบว่าระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มจากการสำรวจตรวจสอบ การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนแสดงความสามารถในการสื่อสารภายในกลุ่มย่อยและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่มได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- Cavagnetto, A.R. (2010). Argument To Foster Scientific Literacy: A Review of Argument Interventions In K-12 Science Contexts. **Review of Educational Research**. 80 (3): 336-371.
<https://doi.org/10.3102/0034654310376953>
- Enderle, P., Grooms, J., & Sampson, V. (2012). **Argument Focused Instruction and Science Proficiency in Middle and High School Classrooms**. USA: Indiana University.
- Hogan, K., Nastasi, B., & Pressley, M. (2000). Discourse Patterns and Collaborative Scientific Reasoning in Peer and Teacher-Guided Discussions. **Cognition and Instruction**. 17: 379-432.
https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1704_2
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). Assessment of Scientific Knowledge of PISA 2015. **IPST Magazine**. 42 (186): 40-43.
- Kijkuakul, S. (2014). **Scientific Learning Management: The Guide for Teachers In 21st Century**. (In Thai). Petchaboon: Chunladit Printing Press.
- McCallie, E. (2010). **Argumentation Among Publics and Scientists: A Study of Dialogue Events on Socio-Scientific Issues (Doctoral Dissertation)**. UK: King's College London.
- Ministry of Education. (2008). **Basic Education Core Curriculum 2008**. (In Thai). Bangkok: Printing House of Agricultural Cooperatives of Thailand.
- Munkham, S. (2007). **Strategies for Teaching Synthetic Thinking (3rd printing)**. (In Thai). Bangkok: Prints.
- Neni, H., Herawati, S., Mimien, H. I., & Hedi, S. (2015). **Argument-Driven Inquiry with Scaffolding as Critical Thinking Skills of Students in Lampung, Indonesia**. [On-line]. Available:
<http://pubs.sciepub.com/education/3/9/20>
- Office of the Education Council. (2009). **Research Synthesis Report on the Quality of Thai Education: An Analysis of Meta-Analysis**. (In Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Office of the National Education Commission. (2010). **The National Education Act, B.E. 2542 And the Amendment (No. 3), 2010**. (In Thai). Bangkok: Office of the Prime Minister.
- Saksoong, T. (2019). Development of Argument-Driven Inquiry Model for Enhancing Scientifically Critical Thinking Ability in Acid-Base Topic for Grade 11 Students. (In Thai). **Journal of Community Research**. 13 (2): 237-250.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2009). Argument-Driven Inquiry: A Way to Promote Learning During Laboratory Activities. **Science Education**. 76 (8): 42-47.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as A Way to Help Student Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments: An Exploratory Study. **Science Education**. 95 (2): 217-257. <https://doi.org/10.1002/sce.20421>
- Sanrattana, W. (2013). **New Paradigm in Education: A Case of Perspective On 21st Century Education**. (In Thai). Bangkok: Thiphayawisut.
- Simon, S. (2006). Learning to Teach Argumentation: Research and Development in The Science Classroom. **International Journal of Science Education**. 28 (2-3): 235-260.
<https://doi.org/10.1080/09500690500336957>
- Upienpong, P. (2009). **Repellent Using Behavior Among Chikungunya in Narathiwat Province**. (In Thai). A Thesis for Master of Public Health degree: Burapha University, Chonburi.
- Walker, J. P., & Sampson, V. (2013). Learning to Argue and Arguing to Learn: Argument-Driven Inquiry as A Way to Help Undergraduate Chemistry Students Learn How to Construct Arguments and Engage in Argumentation During a Laboratory Course. **Journal of Research in Science Teaching**. 50 (5): 561-596.
<https://doi.org/10.1002/tea.21082>