การพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียน เรื่อง พลังงานความร้อน

The Development of Grade 7 Students' Scientific Reasoning Using Argument-Driven Inquiry with Formative Assessment Techniques in Thermal Energy Topic

ปัฐวี มูลภา[1*] และ เอกภูมิ จันทรขันตี[2]
Pattawee Moollapa[1*] and Ekgapoom Jantrarakantee[2]

หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม.), สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์[1*]
Master of Education (M.Ed.), Department of Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University[1*]
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์[2]
Assistant Professor Dr., Faculty of Education, Kasetsart University[2]
Corresponding author, E-mail: pattawee.m@ku.th[1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยเทียบกับเกณฑ์การจัดกลุ่มความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อย่างละเอียด จากนั้นจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ โดยตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบแบบสามเส้า ด้านวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (Method triangulation) และวิเคราะห์ค่าความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละกลุ่ม

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัย แต่ยังไม่สามารถพัฒนาการให้เหตุผลแบบสมมตินัยและการให้เหตุผลแบบอธิบายได้ดีเท่าที่ควร ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง และพบว่านักเรียนบางส่วนไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการให้เหตุผลแบบสมมตินัยและการให้เหตุผลแบบอธิบาย

คำสำคัญ: การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์, การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง, การประเมินระหว่างเรียน

รับบทความ 4 กันยายน 2567 แก้ไขบทความ 26 กันยายน 2567 ตอบรับบทความ 30 กันยายน 2567
Received September 4, 2024 Revised September 26, 2024 Accepted September 30, 2024

ABSTRACT

This classroom action research aimed to develop the level of scientific reasoning ability of the participant grade 7 students (N=29). Data were gathered by using the scientific reasoning test. Analyze the data by content analysis by comparing students' answer with the criteria for categorizing the level of scientific reasoning ability. The students' score was classified into 3 levels: High, Medium and Low. The accuracy and reliability of the data were verified by using triangulation method and the frequency and percentage of students in each group of scientific reasoning ability.

The results indicated that students had a steadily increasing development of scientific reasoning at a high level. Especially, in the component of deductive and inductive reasoning. However, the abductive and reproductive reasoning did not develop as they should have which the majority of students having abilities at a medium level. It was found that some students did not change their level of scientific reasoning ability, especially abductive reasoning and reproductive reasoning.

KEYWORDS: Scientific Reasoning, Argument-Driven Inquiry, Formative Assessment

บทนำ

ด้วยสภาพสังคมและบริบทของโลกในศตวรรษที่ 21 ที่เข้าสู่ระบบเศรษฐกิจแบบดิจิทัล ทำให้ประเทศไทยต้องการสร้างพลเมืองที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หรือใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นฐานในการดำรงชีวิต การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงไม่ใช่เพียงการสอนให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ต้องทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างรู้เท่าทัน (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2565) การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จึงถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดเน้น คือ การแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้องให้มีความน่าเชื่อถือ การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จึงถูกกำหนดให้เป็นความสามารถหลักในการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ตามกรอบแนวคิดของ Lawson (2009) ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย 2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย 3) การให้เหตุผลแบบสมมตินัย และ 4) การให้เหตุผลแบบอธิบาย แม้การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จะสำคัญต่อการศึกษา แต่จากผลการประเมิน TIMSS 2015 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนการให้เหตุผลเท่ากับ 447 คะแนน อยู่ในระดับความสามารถต่ำ ส่วนใหญ่ทำข้อสอบแบบเลือกตอบได้มากกว่าแบบเขียนตอบ และในการทำข้อสอบแบบเขียนตอบ มักตอบคำถามได้ไม่ชัดเจน ตอบไม่ตรงคำถาม ไม่สามารถเขียนคำอธิบายที่แสดงเหตุผลประกอบได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) เช่นเดียวกับผลการประเมิน PISA 2022 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์เท่ากับ 409 คะแนน อยู่ในความสามารถระดับ 2 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 485 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565) อีกทั้งยังมีทักษะการเขียนเพื่อการสื่อสารอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD โดยเฉพาะข้อคำถามที่ให้อธิบายเหตุผลว่าเป็นเพราะเหตุใด หรือมีหลักฐานอะไร นักเรียนมักจะไม่ตอบหรือใช้วิธีลอกข้อความในเนื้อเรื่องมาตอบ

จากสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้สังเกตเห็นว่าเมื่อมีการใช้คำถามหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ต่าง ๆ แล้วถามคำถามในชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบคำถามสั้น ๆ แต่ไม่มีคำอธิบาย ไม่มีการให้เหตุผลประกอบ ไม่มีการแสดงหลักฐานที่ทำให้คำตอบนั้นมีความน่าเชื่อถือ เช่น หากนำใบพลูด่างไปวางไว้กลางแดด จากนั้นนำมาสกัดคลอโรฟิลล์และทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน ส่วนประกอบใดของใบพลูด่างที่จะทำให้สารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีม่วงแกมน้ำเงินเพราะเหตุใด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เลือกตอบส่วนของใบพลูด่างที่มีสีเขียว เพราะเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ยังไม่สามารถให้เหตุผลประกอบได้ว่าจะส่งผลทำให้สารละลายไอโอดีนเกิดการเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร จากปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขและพัฒนา ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์และพบว่า เนื้อหาเรื่อง พลังงานความร้อน มีลักษณะที่สามารถส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เพราะเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อน และต้องใช้ความรู้ในการอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบ ให้เหตุผล เพื่อสร้างข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การสร้างข้อสรุป จะสามารถพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากเป็นลักษณะที่ผสมผสานระหว่างการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการโต้แย้ง ซึ่งนักเรียนจะต้องทำการรวบรวมข้อมูล ข้อกล่าวอ้าง มาเชื่อมโยงเข้ากับหลักฐานเพื่อสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และนำไปใช้ในการโต้แย้งกับผู้ที่มีความคิดเห็นแตกต่างออกไป จึงเป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการหาความรู้และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ในงานวิจัยจึงเลือกใช้กรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้น (Sampson & Schleigh, 2013) ได้แก่ 1) การระบุภาระงาน 2) การสรรค์สร้างและวิเคราะห์ข้อมูล 3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claim) การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Reasoning) และหลักฐาน (Evidence) 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การอภิปรายสะท้อนความคิด และ 6) การเขียนรายงานข้อโต้แย้งสุดท้าย

จากการตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ เพราะส่งเสริมให้นักเรียนใช้เหตุผลเพื่อสร้างความเข้าใจในการเรียนจากการสนับสนุนด้วยหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ถูกนำมากล่าวอ้างในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยของ กุลวรรธน์ อินทะอุด ธิติยา บงกชเพชร และศิรินุช จินดารักษ์ (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สามารถพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และสะท้อนการให้เหตุผลของผู้อื่นผ่านการโต้แย้ง แต่ลักษณะคำถามควรใช้ประเด็นคำถามที่หลากหลาย กระตุ้นความคิดและความสนใจของนักเรียน เพื่อก่อให้เกิดการสืบค้นข้อมูล ทำให้นักเรียนโต้แย้งและอภิปรายได้ตรงประเด็น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัณณพร จันชัยภูมิ (2563) ที่กล่าวว่า นักเรียนไม่ค่อยแสดงความคิดเห็น เนื่องจากบางครั้งไม่มั่นใจในข้อมูลของตนเอง ฉะนั้นจึงอาจเพิ่มเทคนิคอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมาใช้ร่วมกับเทคนิคการประเมินระหว่างเรียน โดยเลือกใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนของ Keeley, P. (2015). เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ต้องใช้ทักษะการสืบเสาะหาความรู้และ

ส่งเสริมทักษะการโต้แย้ง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกับผู้อื่น เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้อง โดยต้องผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์ สืบเสาะหาความรู้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้โดยตรง เพราะการประเมินระหว่างเรียนเกิดขึ้นขณะกำลังเรียนรู้ ครูสามารถให้ข้อเสนอแนะนักเรียนได้ทันที (Sadler, 1989) และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ พัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน

คำถามการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนสามารถพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

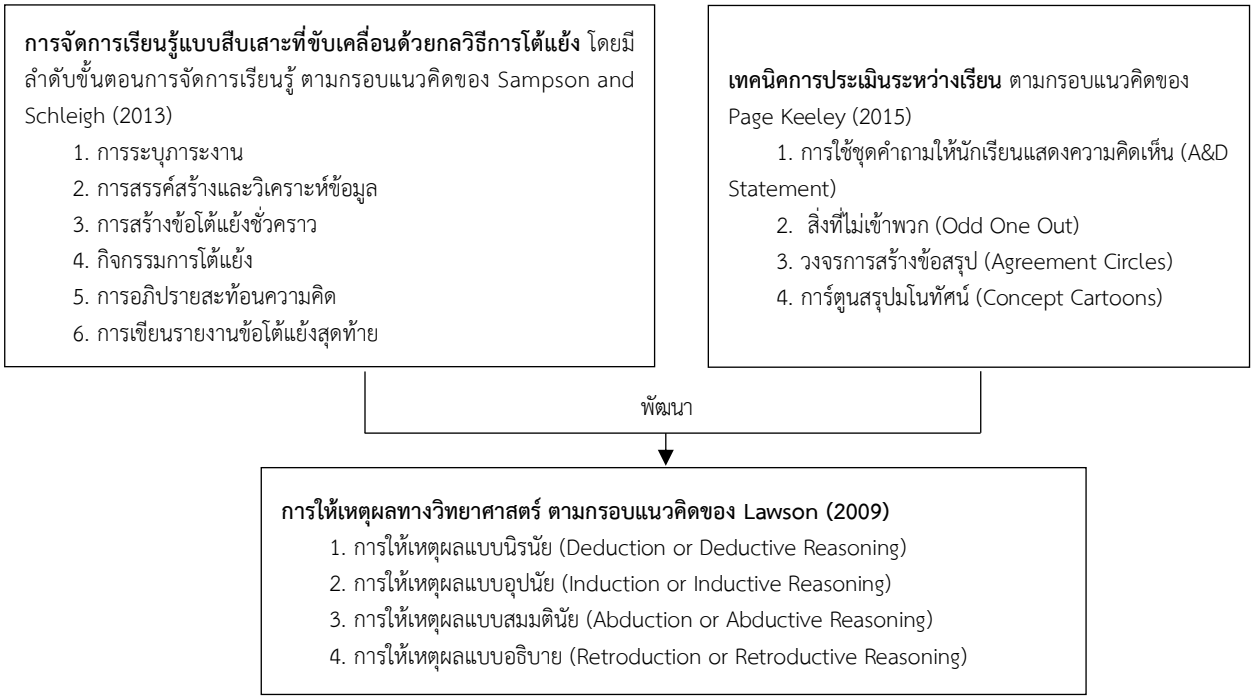
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) จากห้องที่ผู้วิจัยปฏิบัติการสอน ผู้วิจัยได้อ้างอิงถึงนักเรียนรายบุคคลโดยใช้สัญลักษณ์ S ตามด้วยหมายเลข 01-29 เช่น S01 S02 เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อนักเรียนในภายหลัง ซึ่งเป็นไปตามหลักจริยธรรมในการวิจัยในมนุษย์

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียน โดยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในมุมมองของผู้วิจัย คือ ความสามารถที่เกิดจากการค้นหาและรวบรวมความสัมพันธ์ของหลักการกับตัวอย่างโดยใช้วิธีการอย่างเป็นระบบ ที่อาศัยการสืบค้นหลักฐานที่นำมาสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน และสามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 รูปแบบ ตามกรอบแนวคิดของ Lawson (2009) ได้แก่ การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย การให้เหตุผลแบบสมมตินัย และการให้เหตุผลแบบอธิบาย โดยวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยพัฒนาระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ตามกรอบแนวคิดของ Sampson and

Schleigh (2013) ได้แก่ ขั้นการระบุภาระงาน ขั้นการสรรค์สร้างข้อมูล ขั้นการสร้างข้อแย้งชั่วคราว ขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง ขั้นการอภิปรายสะท้อนความคิด และขั้นการเขียนข้อโต้แย้งสุดท้าย และนำการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาบูรณาการร่วมกับเทคนิคการประเมินระหว่างเรียน ตามกรอบแนวคิดของ Keeley, P. (2015). 4 เทคนิค ได้แก่ การใช้ชุดคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น (A&D Statement) วงจรการสร้างข้อสรุป (Agreement Circles) การ์ตูนสรุปมโนทัศน์ (Concept Cartoons) และสิ่งที่ไม่เข้าพวก (ODD One Out) ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการค้นหาและรวบรวมความสัมพันธ์ของหลักฐาน เพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานเกิดกระบวนการคิดเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล นำไปสู่การพัฒนาระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

เครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งโต้แย้งร่วมกับการใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน เป็นแบบวัดปลายเปิดให้นักเรียนเขียนบรรยาย วัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 4 รูปแบบ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย การให้เหตุผลแบบสมมตินัย และการให้เหตุผลแบบอธิบาย รูปแบบละ 4 ข้อ แบ่งเป็น 4 สถานการณ์ รวมจำนวน 16 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความเหมาะสมของแบบวัดอยู่ระหว่าง 3.67-5.00 และค่าความเหมาะสมของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนอยู่ระหว่าง 4.00-5.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน นักเรียนจะต้องทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 1 สถานการณ์ โดยมีทั้งหมด 4 สถานการณ์ โดยผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการทำแบบวัดให้นักเรียนเข้าใจด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของแบบวัดและทำแบบวัดอย่างเต็มความสามารถ

การวิเคราะห์ข้อมูล

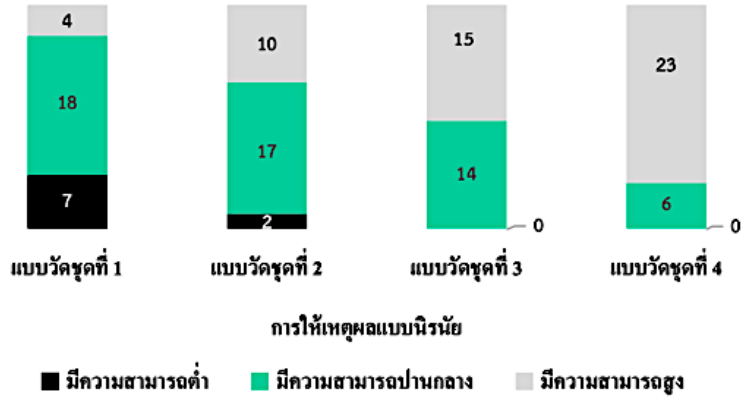
ผู้วิจัยการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) และอ่านคำตอบของนักเรียนรายบุคคลทีละสถานการณ์และเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในแต่ละองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และทำการจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ
2. ตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (Triangulation method) โดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลจากใบกิจกรรมมาเปรียบเทียบจนได้ความสอดคล้องกันทั้งหมด
3. ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ค่าความถี่และร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 18 คน (ร้อยละ 62.07) และจำนวน 17 คน (ร้อยละ 58.62) ตามลำดับ แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับสูง จำนวน 15 คน (ร้อยละ 51.72) และจำนวน 23 คน (ร้อยละ 79.31) ตามลำดับ แสดงได้ดังภาพประอบ ต่อไปนี้

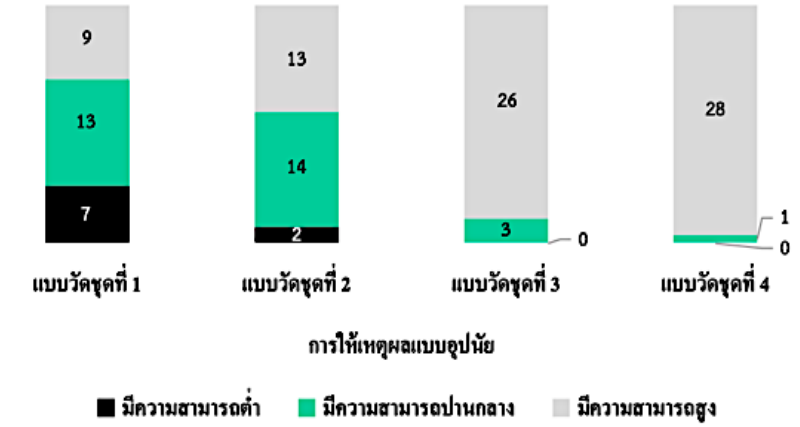


ภาพประกอบที่ 2 ความถี่และร้อยละของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยของนักเรียน

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนรหัส S27 ที่มีความสามารถสูงในการให้เหตุผลแบบนิรนัยในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 ในเรื่อง ผลของความร้อนต่อการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร คือ เมื่อสสารได้รับความร้อน ความร้อนจะมีผลทำให้อนุภาคของสสารอยู่ห่างกันมากขึ้น จึงเกิดการขยายตัว แต่เมื่อสสารสูญเสียความร้อน อนุภาคของสสารอยู่ชิดกันมากขึ้นจึงเกิดการหดตัว

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน S16 ที่มีความสามารถปานกลางในการให้เหตุผลแบบนิรนัยในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 ในเรื่อง ผลของความร้อนต่อการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร คือ เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้พื้นคอนกรีตขยายตัว และเกิดการหดตัวเมื่อมีการสูญเสียความร้อน

2. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 13 คน (ร้อยละ 44.83) และจำนวน 14 คน (ร้อยละ 48.28) ตามลำดับ แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับสูง จำนวน 26 คน (ร้อยละ 89.66) และจำนวน 28 คน (ร้อยละ 96.55) ตามลำดับ แสดงได้ดังภาพประกอบ ต่อไปนี้

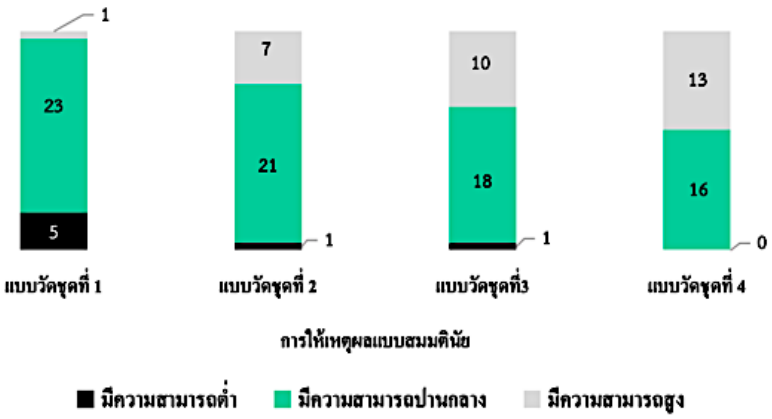


ภาพประกอบที่ 3 ความถี่และร้อยละของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยของนักเรียน

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนรหัส S23 ที่มีความสามารถสูงในการให้เหตุผลแบบอุปนัยในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 ในเรื่อง ผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร คือ สสารในสถานะของแข็ง นั่นคือน้ำแข็ง เมื่อได้รับความร้อน จะทำให้อนุภาคอยู่ห่างกันมากขึ้น น้ำแข็งจึงเปลี่ยนสถานะไปเป็นสถานะของเหลว นั่นคือน้ำ โดยเมื่อน้ำแข็งได้รับผลกระทบจากสภาวะแก๊สเรือนกระจกทำให้โลกมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ส่งผลทำให้น้ำแข็งเกิดการละลายเร็วกว่าปกติ

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนรหัส S12 ที่มีความสามารถปานกลางในการให้เหตุผลแบบอุปนัยในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 ในเรื่อง ผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร คือ น้ำแข็งที่ขั้วโลกเกิดการละลาย เนื่องจากโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อน้ำแข็งได้รับความร้อน อนุภาคของสสารจะอยู่ห่างกันมากขึ้น สสารจึงเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวระดับน้ำทะเลจึงสูงขึ้น

3. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบสมมตินัย พบว่า ในทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 23 คน (ร้อยละ 79.31) จำนวน 21 คน (ร้อยละ 72.41) จำนวน 18 คน (ร้อยละ 62.07) และจำนวน 16 คน (ร้อยละ 56.17) ตามลำดับ แสดงได้ดังภาพประกอบ ต่อไปนี้

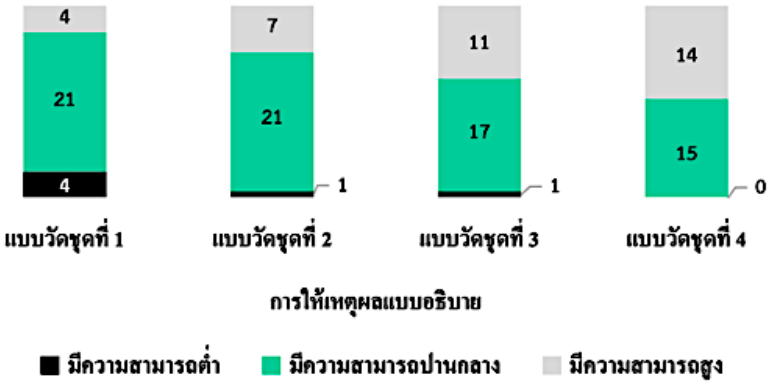


ภาพประกอบที่ 4 ความถี่และร้อยละของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบสมมตินัยของนักเรียน

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนรหัส S09 ที่มีความสามารถสูงในการให้เหตุผลแบบสมมตินัยในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 2 คือ ถ้าต้องการลดอัตราการละลายของน้ำแข็ง ต้องลดสภาวะของแก๊สเรือนกระจก เพราะจะทำให้อุณหภูมิของโลกต่ำลง น้ำแข็งที่ขั้วโลกก็จะละลายช้าลง

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนรหัส S03 ที่มีความสามารถปานกลางในการให้เหตุผลแบบสมมตินัย ในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 2 คือ การลดอัตราในการละลายของน้ำแข็งขั้วโลก สามารถทำได้โดยทำให้โลกมีอุณหภูมิที่ต่ำลง ก็จะสามารถลดอัตราการละลายของน้ำแข็งได้

4. การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบอธิบาย พบว่า ในทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 21 คน (ร้อยละ 72.41) จำนวน 21 คน (ร้อยละ 72.41) จำนวน 17 คน (ร้อยละ 58.62) จำนวน 15 คน (ร้อยละ 51.72) ตามลำดับ แสดงได้ดังภาพประกอบ ต่อไปนี้

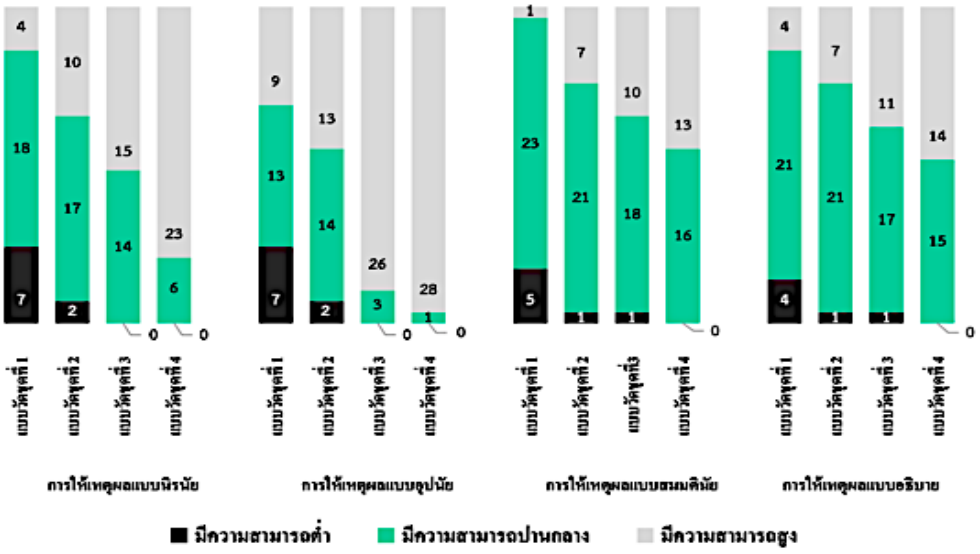


ภาพประกอบที่ 5 ความถี่และร้อยละของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบอธิบายของนักเรียน

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนรหัส S17 ที่มีความสามารถสูงในการให้เหตุผลแบบอธิบายในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 4 ในเรื่อง การถ่ายโอนความร้อน คือ ไอความร้อนที่สะสมอยู่ภายในบ้านจะลอยตัวสูงขึ้น ถ้าติดตั้งพัดลมเพดานไว้ภายในบ้านก็จะช่วยถ่ายโอนความร้อนได้ดีขึ้น เนื่องจากลมจากพัดลมเพดาน จะช่วยพาความร้อนจากภายในบ้านออกไปภายนอกบ้านผ่านทางช่องลมระบายอากาศ ทำให้อากาศภายในบ้านมีการหมุนเวียนได้ดีมากขึ้น

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนรหัส S02 ที่มีความสามารถปานกลางในการให้เหตุผลแบบอธิบายในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 4 ในเรื่อง การถ่ายโอนความร้อน คือ การที่มีพัดลมเพดานจะช่วยระบายอากาศและทำให้เกิดการถ่ายโอนความร้อนได้ดีขึ้น เพราะแรงลมจะช่วยพัดให้อากาศร้อนลอยขึ้นด้านบนได้มากขึ้น ทำให้อากาศภายนอกเข้ามาแทนที่อากาศที่ร้อนภายในบ้าน ทำให้บ้านไม่ร้อนอบอ้าว

เมื่อนำจำนวนนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาเปรียบเทียบกันจะได้ผลดังภาพประกอบ ต่อไปนี้



ภาพประกอบที่ 6 ความถี่และร้อยละของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จากภาพข้างต้น พบว่า ในทุกองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถอยู่ในระดับสูงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการให้เหตุผลแบบอุปนัย มีนักเรียนที่มีความสามารถสูงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มากที่สุดคือ 28 คน รองลงมา คือ การให้เหตุผลนิรนัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย และการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน ที่นักเรียนมีระดับความสามารถสูงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 จำนวน 23 คน 14 คน และ 13 คน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนทั้ง 4 องค์ประกอบอยู่ในระดับปานกลาง ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนการให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยอยู่ในระดับสูง และได้คะแนนการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน และการให้เหตุผลแบบอธิบายอยู่ในระดับปานกลาง

ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียน สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัยได้ดี แต่ยังไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแบบสมมตินัยการให้เหตุผลแบบอธิบายได้ดีเท่าที่ควร

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัย พบว่า ในทุกองค์ประกอบของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถอยู่ในระดับสูงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการให้เหตุผลแบบอุปนัย มีนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มากที่สุด คือ 28 คน รองลงมา คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย และการให้เหตุผลแบบสมมตินัย ที่นักเรียนมีระดับความสามารถสูงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 จำนวน 23 คน 14 คน และ 13 คน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนทั้ง 4 องค์ประกอบ อยู่ในระดับปานกลาง ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนการให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยอยู่ในระดับสูง และได้คะแนนการให้เหตุผลแบบสมมตินัยและการให้เหตุผลแบบอธิบายอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทราวรรณ ไชยมงคล จินตนา กล่ำเทศ และสกนธ์ชัย ชนะนูนันท์ (2560) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นอาจเนื่องจาก

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน และมีความน่าสนใจจะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เช่น ในการวิเคราะห์สถานการณ์เกี่ยวกับการเกิดรางรถไฟคดที่มีลักษณะคล้ายงูขนาดใหญ่ เกิดจากอิทธิ์ฤทธิ์ของพญานาคจริงหรือไม่ เพื่อออกแบบแนวทางการสำรวจตรวจสอบและนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งพิจารณาความถูกต้องของข้อมูล ทำให้นักเรียนเข้าใจในความคิดของตนเอง และตกผลึกทางความคิด สามารถแยกแยะความไม่สอดคล้องของข้อมูลเดิมกับข้อมูลใหม่ที่ได้จากการสำรวจ กระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวภายในกลุ่มนำมาสู่การอภิปรายการโต้แย้งระหว่างกลุ่ม และหาข้อสรุปของห้องร่วมกัน ทำให้เกิดความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gerber et al. (2001) ที่กล่าวว่าการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงการปฏิบัติในห้องเรียนกับชีวิตจริง โดยใช้บริบทหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์อื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่เลือกใช้วัสดุในชีวิตประจำวันที่หาได้ง่ายและการทดลองที่สังเกตการเปลี่ยนแปลงได้จริง เช่น การทดลอง เรื่อง ความสามารถในการดูดกลืนความร้อนของแสง ซึ่งนักเรียนจะต้องบันทึกค่าอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ทั้ง 3 อัน ที่ใช้กระดาษสีดำ สีน้ำเงิน และสีขาวพันม้วนรอบเทอร์มอมิเตอร์ โดยเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ในที่ร่มและกลางแจ้ง จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิม คาดคะเนคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างมีเหตุผล และกระตุ้นให้

นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลอง อภิปรายผลการทดลอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวภายในกลุ่ม ก่อนที่จะอภิปรายโต้แย้งและหาข้อสรุปร่วมกัน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบสมมตินัยและการให้เหตุผลแบบอธิบายได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lawson (2010) ที่พบว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการทดลองหรือหาหลักฐานที่น่าเชื่อถือมายืนยันคำตอบ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวที่เปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มได้ทำการทดลอง และรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการโต้แย้ง จะช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

3. การเลือกใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนที่ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูลรายบุคคลก่อนที่จะ เริ่มทำงานกลุ่ม จะทำให้นักเรียนให้ความสนใจในข้อมูล เนื่องจากนักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง ก่อนจะร่วมกันสำรวจและรวบรวมข้อมูลกับเพื่อนในกลุ่ม จะส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ เมื่อได้ร่วมกันสำรวจและรวบรวมข้อมูลกับเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนจะสามารถให้เหตุผลโต้แย้งกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัยได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี และวัชราภรณ์ แก้วดี (2557) ที่พบว่า การจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และลงข้อสรุปด้วยตนเอง ได้แลกเปลี่ยนความคิดและสร้างข้อสรุปร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังพบว่าประเด็นที่นักเรียนให้ความสนใจกระตุ้นให้นักเรียนมีการโต้แย้งอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งความคิดเห็นของแต่ละกลุ่มจะไม่มีถูกหรือผิด แต่ต้องมีการอ้างอิงหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ทำให้นักเรียนต้องคิดหาเหตุผลมาใช้ในการโต้แย้งเพิ่มมากขึ้น นักเรียนจะกล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างของเพื่อน

4. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และเลือกใช้หลักฐานประกอบการให้เหตุผลที่เหมาะสมได้ เนื่องจากนักเรียนได้ค้นพบหลักฐานด้วยตนเองก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้ในกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งครูมีการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดทบทวนเกี่ยวกับคำตอบของตนเอง และทำการอภิปรายโต้แย้งกับความคิดเห็นของฝั่งตรงข้าม โดยใช้เหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือประกอบการอภิปรายโต้แย้ง เพื่อตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธความคิดนั้นและหาข้อสรุปที่ถูกต้องเหมาะสมร่วมกัน เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ซึ่งใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนการใช้ชุดคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น (A&D Statement) เป็นเทคนิคที่กระตุ้นความคิดของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจความคิดของตนเอง สามารถออกแบบแนวทางการสำรวจตรวจสอบข้อมูลพร้อมทั้งพิจารณาความถูกต้องของข้อมูล นักเรียนเกิดการตกผลึกทางความคิด การพิจารณามุมมองทางเลือกอื่น ๆ การปรับเปลี่ยนความคิดของตัวเอง เมื่อข้อมูลเดิมถูกแทนที่ด้วยข้อมูลใหม่หรือเมื่อข้อมูลใหม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ความรู้และความเชื่อเดิมของนักเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ซึ่งใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนสิ่งที่ไม่เข้าพวก (ODD One Out) เป็นเทคนิคที่กระตุ้นทักษะการให้เหตุผล ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง คาดคะเนคำตอบจากกลุ่มคำที่กำหนดให้อย่างมีเหตุผล และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกลุ่มคำเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่าง จากนั้นตัดสินใจเลือกว่าคำใดไม่เข้าพวก โดยใช้ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและการอภิปรายภายในชั้นเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ซึ่งใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนวงจรการสร้างข้อสรุป (Agreement Circles) เป็นเทคนิคที่กระตุ้นความคิดของนักเรียน ทำให้นักเรียนทราบแนวคิดของตนเองและนำไปสู่การปรับเปลี่ยนแนวคิดใหม่ หลังจากที่ได้สำรวจตรวจสอบ

ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดการแก้ไขข้อขัดแย้งทางมโนมติที่เกิดขึ้น นำไปสู่การพัฒนาแนวคิดหลักอย่างเป็นทางการและทำให้เกิดความเข้าใจในแนวคิดที่ชัดเจนขึ้น และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ซึ่งใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนการ์ตูนสรุปมโนทัศน์ (Concept Cartoons) เป็นเทคนิคที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบแนวคิดของตนเอง และคาดคะเนคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างมีเหตุผล โดยการนำเสนอคุณลักษณะของตัวการ์ตูนจากมุมมองที่ต่างกันจะกระตุ้นให้นักเรียนเห็นแนวคิดคาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องตรวจสอบแนวคิดต่าง ๆ ที่นำเสนอในตัวการ์ตูนเพื่อนำมาสู่การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ โดยใช้ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและอภิปรายภายในชั้นเรียน ซึ่งจะสามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sampson and Walker (2010) ที่พบว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหา เกิดกระบวนการคิดที่ชัดเจนและกระชับ อีกทั้งการส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองและอภิปรายร่วมกับผู้อื่นเพื่อหาข้อสรุปแนวคิดที่ถูกต้อง จะต้องผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ สืบเสาะหาความรู้ รวมถึงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น ซึ่งจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้โดยตรง

นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะคำถามที่ใช้ในการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ควรเป็นคำถามที่เน้นการซักไซ้ไล่เรียง (เพราะเหตุใด ทำไม อย่างไร) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของคำถามปลายเปิด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างตรงจุด (Newton, 2002) สามารถล้วงความคิดของนักเรียนได้ในเชิงลึก โดยลักษณะคำถามดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการอภิปรายและส่งเสริมให้นักเรียนขยายความข้อกล่าวอ้างของตนเองได้ชัดเจน ทำให้เข้าใจมุมมองของคนอื่นดีขึ้น

อย่างไรก็ตามงานวิจัยครั้งนี้พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธี การโต้แย้งร่วมกับการประเมินระหว่างเรียน สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัยได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชญากานต์ ส่วนบุญ และจีระวรรณ เกษสิงห์ (2565) ที่พบว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัยมีความสัมพันธ์กัน นั่นคือ เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ที่เปิดกว้างให้ผู้วิจัยสามารถปรับกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนและผลการประเมินระหว่างเรียนได้ จึงทำให้ได้มาซึ่งความสัมพันธ์ของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์นิรนัยและอุปนัย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lawson (2005) ที่พบว่า การแสดงออกซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นฐานก่อนเสมอ กล่าวคือ บุคคลจะคาดการณ์ถึงผลที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าจากการมองความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นเหตุและเป็นผล จากนั้นจึงมีกระบวนการคิดแบบอุปนัยตามมา แต่ยังไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแบบสมมตินัยและการให้เหตุผลแบบอธิบายได้ดีเท่าที่ควร สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lawson (2009) ที่พบว่า การให้เหตุผลแบบสมมตินัยจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสังเกตพบปรากฏการณ์หรือปัญหาบางอย่างที่มีความน่าสนใจและพยายามหาคำตอบของปัญหานั้นโดยใช้ความรู้เดิมที่ตนเองมีอยู่ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างข้อโต้แย้งที่สนับสนุนให้นักเรียนพัฒนาองค์ประกอบด้านการสำรวจปรากฏการณ์ คือ ขั้นนำเสนอหรือระบุคำถามเพียงขั้นตอนเดียว และครูผู้สอนมีบทบาทในการนำเสนอสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดการสำรวจปรากฏการณ์เพียงฝ่ายเดียว ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลแบบสมมตินัยน้อย และงานวิจัยของ Sampson and Schleigh (2013) ที่พบว่า การจัดรูปแบบกิจกรรมการโต้แย้งครูควรแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 2-3 คน ต่อกลุ่ม จึงจะเกิดประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมที่มีค่อนข้างจำกัดในแต่ละครั้ง ทำให้นักเรียนไม่มีเวลาทำความเข้าใจในข้อมูลที่มีอยู่ จึงไม่สามารถสร้าง

คำอธิบายโดยใช้ความรู้หรือข้อมูลที่มีทั้งหมดเพื่อเชื่อมโยงไปยังคำตอบของคำถามได้ เป็นผลทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลแบบอธิบายน้อย

ผลการวิจัยยังพบว่า มีนักเรียนบางส่วนที่มีพัฒนาการในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย ซึ่งสังเกตได้จากพฤติกรรมของนักเรียนที่ไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม แต่มักจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวกให้แก่เพื่อนภายในกลุ่ม เช่น การแจกใบกิจกรรม เป็นต้น ทำให้นักเรียนขาดความมั่นใจในความรู้และความคิดของตนเอง ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น โดยปัญหาเหล่านี้อาจจะแก้ไขได้ด้วยการปรับวิธีการจัดกลุ่มในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานกับเพื่อนคนอื่น ๆ อย่างทั่วถึง ซึ่งจะช่วยเสริมเสริมสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์

อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาพัฒนาการของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์รายบุคคล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะที่นักเรียนบางคนมีการพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ต่างกันซึ่งชี้ให้เห็นว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะส่วนบุคคลที่ขึ้นอยู่กับแนวคิดและความสนใจของนักเรียน โดยความแตกต่างในการเรียนรู้ของนักเรียนเกิดจากกระบวนการในการรับรู้และการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของ (Kellough & Roberts, 1994) คือ กระบวนการรับรู้ข้อมูลในการคิด วิเคราะห์ รวบรวม ตีความ และสรุปข้อมูลที่ได้ของแต่ละบุคคลมีรูปแบบที่แตกต่างกัน รวมทั้งบริบทและสภาพแวดล้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และระหว่างการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ก็อาจส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย เช่น หากนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม หรือภาระงานที่ต้องทำอย่างชัดเจน จะทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบ กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น กระตุ้นให้เกิดการอภิปรายและโต้แย้งร่วมกัน อาจนำไปสู่การพัฒนาความสามารถความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยที่พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนยังไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแบบสมมตินัยและการให้เหตุผลแบบอธิบายได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นในการจัดการการเรียนการสอนในอนาคตควรแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ที่มีสมาชิก 2-3 คนต่อกลุ่ม จะส่งผลทำให้การจัดการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพิ่มระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มากขึ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจในรายละเอียดของข้อมูลทำให้นักเรียนไม่เกิดแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และสามารถสร้างคำอธิบายโดยใช้ความรู้หรือข้อมูลที่มีทั้งหมดเพื่อเชื่อมโยงไปยังคำตอบได้ อีกทั้งควรจัดกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแบบสมมตินัยและการให้เหตุผลแบบอธิบายของนักเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. ในงานวิจัยครั้งนี้พบว่า มีนักเรียนบางส่วนที่มีพัฒนาการในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย สังเกตได้จากพฤติกรรมของนักเรียนที่ไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม แต่มักทำหน้าที่อำนวยความสะดวกให้แก่เพื่อนภายในกลุ่ม เช่น การแจกใบกิจกรรม ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการค่อนข้างน้อย

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนในอนาคตควรปรับวิธีการจัดกลุ่มเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสทำงานกับเพื่อนคนอื่นอย่างทั่วถึง กำหนดภาระหน้าที่ภายในกลุ่ม โดยห้ามทำหน้าที่ซ้ำเดิมในแต่ละครั้งของการทำงานกลุ่ม เพื่อเสริมสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมภายในกลุ่มของนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความมั่นใจในความคิดเห็นของตนเอง กล้าเผชิญกับความผิดพลาดล้มเหลวในการแสดงความคิดเห็น เพื่อส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2. ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ช่วยพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ต่อไป เนื่องจากทักษะเหล่านี้มีลักษณะร่วมกันบางประการ คือ ต้องมีการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือในการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์เอาใจใส่อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกภูมิ จันทรขันตี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา แนะนำ เพื่อปรับปรุงงานให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งยังเป็นกำลังใจจนทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

กุลวรรธน์ อินทะอุด ธิติยา บงกชเพชร และ ศิรินุช จินดารักษ์. (2562). การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, *30*(2), 128–141.

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2557). *ผลของการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชญากานต์ ส่วนบุญ และ จีระวรรณ เกษสิงห์. (2565). การแกะรอยเส้นทางการเรียนรู้ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเหมาะในรายวิชาชีววิทยา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, *24*(1), 110–122.

ปัณณพร จันชัยภูมิ. (2563). *ผลของหน่วยการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ภัทราวรรณ ไชยมงคล จินตนา กล่ำเทศ และ สกนธ์ชัย ชนะนูนนท์. (2560). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, *8*(1), 27–40.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. http://timssthailand.ipst.ac.th/a/proj.ipst.ac.th/timssthailand/timss/reports/TIMSS2015summary

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022*. http://pisathailand.ipst.ac.th/news-12/

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2565). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Gerber, B. L., Cavallo, A. M. L., & Marek, E. A. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, *23*(5), 535–549.

Keeley, P. (2015). Science formative assessment. *Journal of a Joint Publication*, *2*(50), 27.

Kellough, R. D., & Roberts, P. L. (1994). *A resource guide for elementary school teaching* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Lawson, A. E. (2005). What is the role of induction and deduction in reasoning and scientific inquiry? *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(7), 716–740.

Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education*, *94*(2), 336–364.

Lawson, A. E. (2010). *Teaching inquiry science in middle and secondary schools*. Sage.

Newton, L. D. (2002). Questions that help children understand elementary science. *Investigating*, *18*(2), 6–9.

Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, *18*(1), 19–144.

Sampson, V., & Schleigh, S. (2013). *Scientific argumentation in biology: 30 classroom activities*. National Science Teacher Association.

Sampson, V., Schleigh, S., Grooms, J., & Walker, J. P. (2010). 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.