



ผลของการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

The Effects of Argument-Driven Inquiry on Grade 12 Students' Competency in Interpreting Data and Evidence Scientifically and Learning Achievement in Chemistry

ธนันท์ สุวรรณเพชร¹ ธนาวุฒิ ลาตวงษ์² และภัทรกร ชัยประเสริฐ³

Thananan Suwannaphet¹, Thanawuth Latwong² and Pattaraporn Chaiprasert³

สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา^{1,2,3}

Master of Education Program in Science Teaching, Department of Learning Management, Faculty of Education, Burapha University^{1,2,3}

Corresponding author, E-mail: Thanawuth@buu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีก่อนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/4 จำนวน 30 คน โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2568 ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง 2) แบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว

ผลการวิจัยพบว่า 1) สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่คะแนนภาพรวมหลังเรียนยังไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีเพียงตัวบ่งชี้ที่ 2 ที่สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ และตัวบ่งชี้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่คะแนนภาพรวมหลังเรียนยังไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยด้านการวิเคราะห์และการสังเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง, สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์, การใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี



ABSTRACT

This research aimed to 1. Compare students' pretest and posttest competency in interpreting data and evidence scientifically, and evaluate whether the posttest competency exceeded the 70 % criterion, after learning through Argument-Driven Inquiry and 2. Compare students' pretest and posttest chemistry learning achievement, and to evaluate whether the posttest learning achievement exceeded the 70% criterion, after learning through Argument-Driven Inquiry. The sample consisted of 30 Grade 12 students (Mathayom 6/4) from the Piboonbumpen Demonstration School, Burapha University, during the second semester of the 2025 academic year, selected through cluster random sampling. The research instruments comprised 1) Argument-Driven Inquiry lesson plans in chemistry, 2) Competency test in interpreting data and evidence scientifically, and 3) A chemistry learning achievement test. The data were analyzed using mean, standard deviation, paired-samples t-test, and one-sample t-test.

The results revealed that 1. Students' competency in interpreting data and evidence scientifically after learning through Argument-Driven Inquiry, was significantly higher in the posttest than in the pretest at the .05 level of statistical significance. Nevertheless, the overall posttest scores did not exceed the 70% criterion; however, the posttest scores for competency indicator 2 exceeded the 70% criterion, whereas indicator 1 reached the criterion. 2. Students' chemistry learning achievement after learning through Argument-Driven Inquiry, was significantly higher in the posttest than in the pretest at the .05 level of statistical significance. Nevertheless, the overall posttest scores did not exceed the 70% criterion; however, the posttest scores for the learning achievement domains of analysis and synthesis exceeded the 70% criterion.

Keywords: Argument-Driven Inquiry, Scientific competency, Interpreting data and evidence scientifically, Chemistry learning achievement

บทนำ

การศึกษาเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาประเทศ และเครื่องมือในการวัดคุณภาพการศึกษาของไทยในปัจจุบัน คือการทดสอบทางการศึกษาทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ ซึ่งการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ดำเนินการโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ทุกปี ส่วนการทดสอบทางการศึกษาในระดับนานาชาติ (PISA) ดำเนินการโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ทุกสามปี ซึ่ง PISA แตกต่างจากการทดสอบทั่วไป เนื่องจากมุ่งวัดความสามารถในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง อันเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 (OECD, 2023) ผลการประเมินในส่วนของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ในปี 2022 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 409 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศ OECD อยู่ 76 คะแนน และต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยเมื่อปี 2018 อยู่ 17 คะแนน (OECD, 2023) นับเป็นผลคะแนนที่ต่ำที่สุดในรอบ 20 ปี จากผลการประเมินนี้ได้สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนไทยยังขาดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในหลายด้าน ซึ่งเป็นสัญญาณแรงกดดันที่ทุกฝ่ายต้องร่วมผลักดันการศึกษาให้มีคุณภาพมากขึ้น เพื่อเตรียมเยาวชนให้รับมือกับโลกที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ซัชรินทร์ เลิศยศดินทร์, 2567)

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) เป็นหนึ่งจากสามของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) ของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ตามกรอบการประเมิน PISA ที่มีความสำคัญ โดยสมรรถนะนี้แสดงถึงการมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) การแปลความหมายข้อมูลเป็นทักษะสำคัญในงานวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมตั้งแต่การนำเสนอและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลบนพื้นฐานองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญจะตระหนักว่าการวัดทุกอย่างมีความคลาดเคลื่อนแฝงอยู่เสมอ และโอกาสที่ผลลัพธ์จะเกิดขึ้นโดยไม่ตั้งใจถือเป็นปัจจัยชี้ขาดในการประเมินความน่าเชื่อถือของงานวิจัย (OECD, 2019) การเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีไม่เพียงแต่รู้วิธีทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล แต่ต้องสามารถชี้แจงน้ำหนักความน่าเชื่อถือของกระบวนการที่ใช้ได้ด้วย เนื่องจากข้อมูลชุดเดียวอาจนำไปสู่ข้อสรุปที่ต่างกัน จึงจำเป็นต้องอาศัยทั้งองค์ความรู้และความสามารถเชิงตรรกะในการยืนยันจุดยืน ควบคู่กับการยอมรับมุมมองที่หลากหลายบนพื้นฐานของหลักฐานที่พิสูจน์ได้ (OECD, 2019) แม้ว่าผลการวิเคราะห์ตามสังกัดการศึกษาและกลุ่มโรงเรียนที่เข้าร่วมการประเมิน PISA 2022 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD โดยมีนักเรียนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 88 อย่างไรก็ตาม นักเรียนที่มีความสามารถในระดับสูงมีเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สสวท., 2567)

จากการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนบางส่วนเน้นผลลัพธ์ที่เป็นคำตอบมากกว่ากระบวนการได้มาซึ่งคำตอบ โดยคำตอบส่วนใหญ่ที่ได้จากนักเรียนมาจากการจดจำมากกว่าความเข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อถึงขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ทำให้นักเรียนขาดการพัฒนากระบวนการคิดและแสวงหาคำตอบร่วมกัน และส่งผลให้ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิมได้ ปัจจัยดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่บรรลุตามเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานของการประเมินระดับสถานศึกษามักตั้งเกณฑ์เป้าหมายไว้ที่ร้อยละ 70 ขึ้นไป อยู่ในระดับดี (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2557) นอกจากนี้ในยุคดิจิทัลนักเรียนมีแนวโน้มพึ่งพาปัญญาประดิษฐ์ในการทำคำตอบสำเร็จรูปมากกว่าการสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งอาจส่งผลให้ขาดทักษะการประเมินหลักฐานและการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Zhao, et al., 2024) จึงมีความจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนสืบค้น วิเคราะห์ และโต้แย้งด้วยหลักฐานอย่างเป็นระบบ สำหรับเนื้อหาเรื่อง พอลิเมอร์ ในรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ที่ต้องอาศัยการจดจำค่อนข้างมาก ทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้เนื่องจากเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียน



จึงมีความจำเป็นที่ต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแนวทางที่น่าสนใจคือการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย กลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการแสวงหาคำตอบ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูลและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างกัน

จากการศึกษาวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ถูกคิดค้นโดย แซมป์สันและคณะ (Sampson, et al., 2011) และมีการพัฒนาต่อเนื่องในปี ค.ศ. 2016 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบและดำเนินการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง นำหลักฐานที่ได้มาแลกเปลี่ยนและอภิปรายร่วมกัน ส่งเสริมให้เกิดการคิดเชิงวิพากษ์ การสร้างเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และการสร้างองค์ความรู้ผ่านกระบวนการโต้แย้ง จนนำไปสู่การเกิดมโนทัศน์ที่ลึกซึ้งในตัวของนักเรียน (ภาวิณี จันทร์หอม, 2562 และจิตติกา สมใจ, 2566) พัฒนาทักษะการสื่อสารและการนำเสนอ รวมทั้งยังสามารถส่งเสริมสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (อนาวิต สิ้นสิงห์, 2563) นอกจากนี้ การจัดการเรียนในรูปแบบนี้ยังสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีพื้นฐานจากทฤษฎีสรคณิคม ที่เชื่อว่านักเรียนสร้างความรู้ได้โดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิม แล้วจัดระบบทั้งสองส่วนให้เข้ากัน จนเกิดเป็นความเข้าใจที่มีความหมายและสมบูรณ์สำหรับตนเอง (พรอนทิวา อินทญาติ, 2564) สอดคล้องกับผลการวิจัยของเพียงปรารค์ แสงนวล และคณะ (2566) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่วิจัยการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ในบริบทวิทยาศาสตร์ทั่วไปหรือระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ยังมีงานวิจัยน้อยมากที่นำไปใช้ในรายวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องพอลิเมอร์ที่มีลักษณะเฉพาะทั้งด้านการจัดจำและการประยุกต์ใช้ นอกจากนี้งานวิจัยที่มีอยู่ยังไม่ได้ประเมินสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 5 ตัวชี้วัดตามกรอบ PISA อย่างเป็นระบบ

จากสภาพดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมาใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะดังกล่าวและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่องพอลิเมอร์

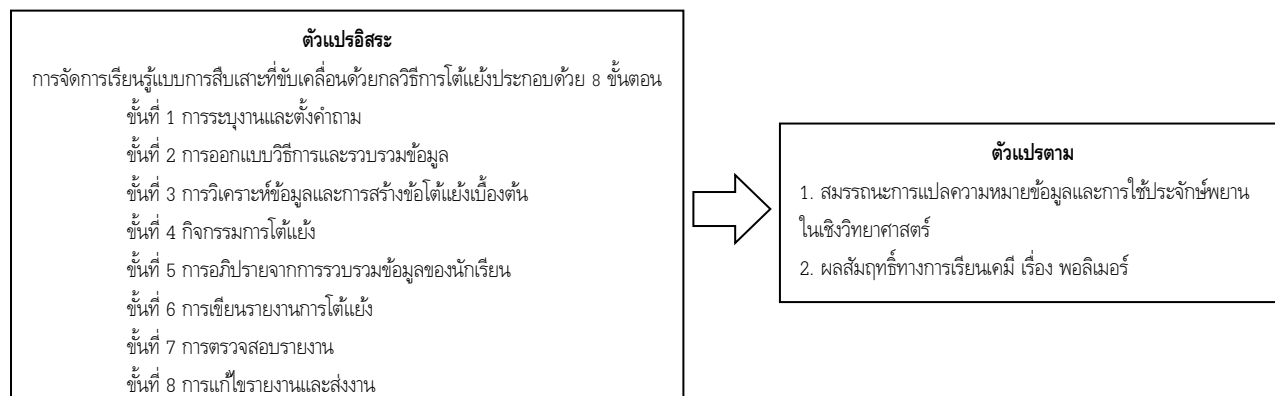
วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง รายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียน หลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียน หลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70



กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. **ประชากร** คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 140 คน ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โดยมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถใกล้เคียงกัน
2. **กลุ่มตัวอย่าง** คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/4 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 30 คน ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2568 ได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี



เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เนื้อหารายวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 5 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง พอลิเมอร์ แบ่งออกเป็น 5 หัวข้อย่อย คือ 1) ปฏิกิริยาการเกิดของพอลิเมอร์ 2) โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ 3) พลาสติกและยาง 4) การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของพอลิเมอร์ และ 5) การแก้ปัญหาขยะจากพอลิเมอร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 (ม.ค.-ก.พ. 2569) ใช้เวลาในการวิจัยทั้งสิ้น 19 ชั่วโมง ประกอบไปด้วย การทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง ทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 15 ชั่วโมง และการทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการวิจัยเอง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน โดยมีข้อจำกัดคือไม่มีกลุ่มควบคุม ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยมีประเด็นหัวข้อนำเสนอ ดังต่อไปนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จำนวน 5 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ประกอบด้วย 8 ขั้นตอนตามรูปแบบของกรูมส์และคณะ (Grooms et al., 2016) คือ ขั้นที่ 1 การระบุงานและตั้งคำถาม ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการและรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ขั้นที่ 5 การอภิปรายจากการรวบรวมข้อมูลของนักเรียน ขั้นที่ 6 การเขียนรายงานการโต้แย้ง ขั้นที่ 7 การตรวจสอบรายงาน และขั้นที่ 8 การแก้ไขรายงานและส่งงาน โดยมีค่าเฉลี่ยการประเมินความเหมาะสมและความถูกต้องเท่ากับ 4.88 (S.D. = 0.19) ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

2. แบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัยจาก 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถามย่อย 5 ข้อ ยึดตามตัวบ่งชี้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ รวมข้อสอบทั้งสิ้น 15 ข้อ แต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ประยุกต์มาจากแนวความคิดของจองและคณะ (Jeong, et al., 2007) 3 ระดับ คือ 2, 1, 0 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 30 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.34-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25-0.63 และค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's Alpha Coefficient) เท่ากับ 0.79

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ รวมคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยวัดพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ตามแนวความคิดของบลูม (Bloom et al., 1956) ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.20-0.50 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.25-1.00 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.91

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุง-แก้ไขแล้ว โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง ดำเนินการในสัปดาห์แรก ก่อนใช้แผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ ซึ่งผู้วิจัยได้ขออนุญาตสถานศึกษา ชี้แจงวัตถุประสงค์ และรักษาความลับของข้อมูลนักเรียน



3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 5 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดิม (มีการเว้นระยะเวลาเพียงพอ) โดยใช้แบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี (ฉบับเดิม) โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ
5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและแบบทดสอบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกันและกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แบบทางเดียว (one-tailed test) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และ 3
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียวและกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แบบทางเดียว (one-tailed test) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 2 และ 4

ผลการวิจัย

1. เปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ก่อนและหลังเรียน

ตัวบ่งชี้	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		Cohen's d	t	p
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
1	30	6	3.63	1.10	4.20	1.13	-0.44	2.43*	.011
2	30	6	3.86	1.30	5.10	1.03	-1.12	6.61*	<.001
3	30	6	2.27	1.41	3.63	1.13	-0.98	5.34*	<.001
4	30	6	2.23	1.10	3.17	1.26	-0.80	4.36*	<.001
5	30	6	2.20	1.10	2.73	1.51	-0.35	1.91*	.033
ภาพรวม	30	30	14.20	3.76	18.83	3.24	-1.98	10.84*	<.001

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หมายเหตุ ตัวบ่งชี้ที่ 1 สามารถแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบอื่น ๆ

ตัวบ่งชี้ที่ 2 สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปได้

ตัวบ่งชี้ที่ 3 สามารถระบุข้อสันนิษฐาน หลักฐานที่มีประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์



ตัวบ่งชี้ที่ 4 สามารถแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่ได้มาจากหลักฐานที่มีประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์กับที่มาจากการพิจารณาจากแหล่งอื่น ๆ

ตัวบ่งชี้ที่ 5 สามารถประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และใช้หลักฐานที่มีประจักษ์พยานจากแหล่งที่หลากหลายและเชื่อถือได้ ภาพรวม คือ คะแนนเฉลี่ยรวมของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 1 พบว่า สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาแต่ละตัวบ่งชี้ พบว่า ทุกตัวบ่งชี้มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตัวบ่งชี้	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ 70%	หลังเรียน			t	p
				$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$ ร้อยละ		
1	30	6	4.2	4.20	1.13	70.00	0.00	.500
2	30	6	4.2	5.10	1.03	85.00	4.79*	<.001
3	30	6	4.2	3.63	1.13	60.50	-2.75	.995
4	30	6	4.2	3.17	1.26	52.83	-4.49	1.000
5	30	6	4.2	2.73	1.51	45.50	-5.33	1.000
ภาพรวม	30	30	21	18.83	3.24	62.77	-3.66	1.000

หมายเหตุ. * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ภาพรวมหลังเรียนยังไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

เมื่อพิจารณารายตัวบ่งชี้ พบว่า ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยตัวบ่งชี้ที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับเกณฑ์ร้อยละ 70 และสามารถเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยของตัวบ่งชี้จากมากไปน้อยได้ดังนี้ ตัวบ่งชี้ที่ 2 ตัวบ่งชี้ที่ 1 ตัวบ่งชี้ที่ 3 ตัวบ่งชี้ที่ 4 และตัวบ่งชี้ที่ 5

จากการสรุปคะแนนหลังเรียนรายบุคคลคิดเป็นร้อยละเพื่อเทียบเป็นระดับคุณภาพของสมรรถนะตามเกณฑ์ของ สทศ. พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีระดับคุณภาพดีมาก/ผ่านขั้นสูง (มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป) คิดเป็นร้อยละ 10.00 จำนวนนักเรียนที่มีระดับคุณภาพดี/ผ่าน (มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 40-74) คิดเป็นร้อยละ 90.00 และไม่มีนักเรียนที่มีระดับคุณภาพปรับปรุง/ไม่ผ่าน



3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ก่อนและหลังเรียน

พฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			Cohen's d	t	p
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$ ร้อยละ	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$ ร้อยละ			
ความรู้ความจำ	7	2.23	1.14	31.86	4.30	1.12	61.43	-1.37	7.51*	<.001
ความเข้าใจ	9	2.60	1.57	28.89	5.83	1.49	64.78	-1.48	8.08*	<.001
การนำไปใช้	4	2.34	0.81	58.50	2.90	0.92	72.50	-0.50	2.73*	.005
การวิเคราะห์	4	2.33	0.88	58.25	3.10	0.89	77.50	-0.82	4.49*	<.001
การสังเคราะห์	3	1.80	0.76	60.00	2.37	0.56	79.00	-0.69	3.80*	<.001
การประเมินค่า	3	1.67	0.80	55.67	2.27	0.58	75.67	-0.67	3.67*	<.001
ภาพรวม	30	13.00	3.23	43.33	20.77	2.71	69.23	-2.68	14.69*	<.001

หมายเหตุ. * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	หลังเรียน			df	t	p
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$ ร้อยละ			
ความรู้ความจำ	7	4.9	4.30	1.12	61.43	29	-2.94	.997
ความเข้าใจ	9	6.3	5.83	1.49	64.78	29	-1.72	.952
การนำไปใช้	4	2.8	2.90	0.92	72.50	29	0.59	.279
การวิเคราะห์	4	2.8	3.10	0.89	77.50	29	1.86*	.037
การสังเคราะห์	3	2.1	2.37	0.56	79.00	29	2.63*	.007
การประเมินค่า	3	2.1	2.27	0.58	75.67	29	1.57	.064
ภาพรวม	30	21	20.77	2.71	69.23	29	0.47	.321

หมายเหตุ. * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



จากตารางที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียน ภาพรวมหลังเรียนไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า ด้านการวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านการนำไปใช้และการประเมินค่า มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 แต่ไม่สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความรู้ความจำและความเข้าใจมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

อภิปรายผลการวิจัย

1. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากผู้วิจัยมุ่งเน้นขั้นที่ 2 ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้ช่วยกันออกแบบวิธีการและรวบรวมข้อมูล ส่วนครูทำหน้าที่ให้ข้อเสนอแนะและอำนวยความสะดวกให้นักเรียน ขั้นนี้สามารถส่งเสริมตัวบ่งชี้ที่ 1 ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนใช้วิธีการที่นักเรียนออกแบบเองและทำความเข้าใจข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากขั้นที่ 2 จากนั้นให้แต่ละกลุ่มสร้างข้อโต้แย้งเบื้องต้น ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลสนับสนุนหลักฐาน ทั้งนักเรียนได้ฝึกการเลือกใช้ข้อมูลและหลักฐานที่มีคุณภาพในการสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งส่งเสริมตัวบ่งชี้ที่ 2 และ 3 สอดคล้องกับที่ธัญญารัตน์ สุวรรณไตรย์ และธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ (2566) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบและดำเนินการสำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัย ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และนำข้อมูลที่ได้นำมาใช้โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 4 ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อโต้แย้งของตน ช่วยส่งเสริมตัวบ่งชี้ที่ 1 จากนั้นนักเรียนทบทวนและพัฒนาข้อสรุปจากข้อเสนอแนะที่ได้รับผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน จนได้ข้อโต้แย้งที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น กระบวนการดังกล่าวถือเป็นแกนหลักของการพัฒนาความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกทักษะการใช้เหตุผลและความเข้าใจในกระบวนการสร้างความรู้อย่างมีคุณภาพ สอดคล้องกับที่จิตติกา สมใจ (2566) กล่าวว่า การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และวิจารณ์ญาณการสร้างองค์ความรู้หาเหตุผลมาโต้แย้ง ส่งผลให้เกิดมโนทัศน์ เสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง พัฒนาทักษะการสื่อสารและการนำเสนอ ขั้นที่ 5 ครูนำอภิปรายเพื่อสะท้อนความเข้าใจเชิงแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนทบทวนวิธีการสืบค้นและการใช้หลักฐานเพื่อเรียนรู้จากข้อผิดพลาด จากนั้นนักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบโดยประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานที่ใช้สนับสนุน สามารถส่งเสริมตัวบ่งชี้ที่ 2, 4 และ 5 สอดคล้องกับที่จารุพันธ์ พากัฏฐิ (2563) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อข้อสรุปของผู้อื่นอย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานหลักฐาน เมื่อพัฒนาทักษะการระบุข้อสันนิษฐานและประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น จะสามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่อิงหลักฐาน และประเมินข้อมูลจากหลากหลายแหล่งได้อย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น ขั้นที่ 6 ครูให้นักเรียนเขียนรายงานตรวจสอบรายบุคคล ให้ครอบคลุมคำถามที่ตอบ วิธีการที่ใช้และเหตุผลสนับสนุน เพื่อฝึกถ่ายทอดความคิดอย่างเป็นระบบและเป็นเครื่องมือในการประเมินผล โดยมีครูคอยกำกับให้สะท้อนทั้งองค์ความรู้และกระบวนการสืบค้นอย่างครบถ้วน ช่วยส่งเสริมตัวบ่งชี้ที่ 1 สอดคล้องกับที่ Wallace et al. (2004) กล่าวว่า การเขียนรายงานช่วยส่งเสริมการสะท้อนคิดตนเอง ชัดเจนความเข้าใจในมโนทัศน์ ทำให้การแสดงออกทางความคิดมีความเป็นระบบมากขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ช่วยให้สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับที่เพียบราร์ก แสงนวล และคณะ (2566) ทำการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง คะแนนภาพรวมหลังเรียนไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ซึ่งคิดเป็น ร้อยละ 62.77 มีเพียงตัวบ่งชี้ที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และตัวบ่งชี้ที่ 1 มี คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับเกณฑ์ร้อยละ 70 จากงานวิจัย พบว่า 1) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการ โต้แย้งเป็นวิธีการที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคยมาก่อน ในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมนักเรียนจึงยังไม่คล่องแคล่วในการปฏิบัติตามขั้นตอน โดยเฉพาะ ขั้นที่ 2, 3 และ 5 ต้องอาศัยความร่วมมือเพื่อออกแบบการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือ ข้อมูลที่จำกัดอาจส่งผล ต่อความถูกต้องในการวิเคราะห์และตีความ ขณะเดียวกันกิจกรรมการเรียนรู้อาจยังไม่ครอบคลุมการพัฒนาทักษะการสร้างข้อกล่าวอ้าง การสนับสนุนด้วยหลักฐาน และการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ ส่งผลต่อตัวบ่งชี้ที่ 4 และ 5 สอดคล้องกับที่สุพรรณา มั่นทศสวรรค์ และเดชา ศุภพิทยากรณ์ (2564) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมและประเด็นคำถามในการโต้แย้งอาจยังไม่เพียงพอต่อการเสริมสร้าง สมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ประกอบกับฐานข้อมูลที่รวบรวมได้อาจขาดความสมบูรณ์ 2) อาจเป็นไปได้ว่าปัจจุบันพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนไทยในยุคดิจิทัลมีแนวโน้มพึ่งพาเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์มากกว่าการสืบค้นข้อมูล จากแหล่งความรู้ที่หลากหลายด้วยตนเอง สอดคล้องกับที่ Zhai, et al., (2024) กล่าวว่า นักเรียนจำนวนมากเลือกใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็น แหล่งคำตอบสำเร็จรูป เนื่องจากความสะดวก รวดเร็ว และลดภาระในการคิดวิเคราะห์เชิงลึก ส่งผลต่อตัวบ่งชี้ที่ 4 และ 5 เนื่องจากต้องใช้ ข้อมูลจากแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือในการพิจารณาและประเมินข้อโต้แย้งเพื่อนำไปสู่หลักฐานที่มีประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และการสรุปคะแนนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนรายบุคคลคิดเป็นร้อยละ เพื่อเทียบเป็นระดับคุณภาพของสมรรถนะตามเกณฑ์ของสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพศ., 2565) พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีระดับคุณภาพดีมาก/ผ่านขั้นสูง คิดเป็นร้อยละ 10.00 มีระดับคุณภาพดี/ผ่าน คิดเป็นร้อยละ 90.00 และไม่มีนักเรียน ที่มีระดับคุณภาพปรับปรุง/ไม่ผ่าน แสดงให้เห็นว่านักเรียนทุกคนสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับคุณภาพดี/ผ่าน สอดคล้องกับผลการวิจัยของสุนิสา เพชรรัตน์ (2565) ที่พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาอยู่ในระดับผ่าน คิดเป็นร้อยละ 54.05 อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 27.03 และอยู่ในระดับไม่ผ่าน คิดเป็น ร้อยละ 18.92

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากกระบวนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดให้นักเรียนต้องนำข้อมูลที่สืบเสาะหาความรู้ในเนื้อหาเรื่อง พอลิเมอร์ จากขั้นที่ 2 มาผ่านการวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลสนับสนุนหลักฐาน (ขั้นที่ 3) ก่อนนำเสนอและรับฟังการโต้แย้ง จากเพื่อนกลุ่มอื่น (ขั้นที่ 4) ซึ่งแตกต่างจากการสอนแบบบรรยายหรือการสืบเสาะทั่วไปที่นักเรียนเพียงค้นคว้าและสรุปความรู้โดยไม่ต้องปกป้อง หรือประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบตนเองต่อผู้อื่น กระบวนการโต้แย้งนี้บังคับให้นักเรียนต้องคิดวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแหล่ง อ้างอิงที่ใช้สนับสนุนข้อโต้แย้งหรือคำตอบนั้น (ขั้นที่ 5) จึงส่งเสริมพฤติพิสัยทุกด้านให้เพิ่มขึ้น ได้มากกว่าการสอนแบบทั่วไป สอดคล้องกับที่ คักดีลิทธิ เหมแก้ว (2566) ทำการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิทยาศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับที่วรรณภา แสนจำลา และ ทศนัศรินทร์ สว่างบุญ (2567) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ส่งเสริมการลงมือปฏิบัติและการมีส่วนร่วมของนักเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ เนื้อหาควบคู่กับกระบวนการคิด ส่งผลต่อความเข้าใจที่ลึกซึ้งและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น



4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง คะแนนภาพรวมหลังเรียนไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 69.23 มีเพียงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการวิเคราะห์และการสังเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านการนำไปใช้และการประเมินค่า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 แต่ไม่สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากงานวิจัย พบว่า วัฒนธรรมการศึกษาไทยที่มุ่งเน้นการรับความรู้และคำตอบสำเร็จรูปมากกว่าการตั้งคำถามและการใช้เหตุผล เมื่อปัญหาประดิษฐ์นำเสนอคำตอบที่ดูสมเหตุสมผล อาจเป็นไปได้ว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะยอมรับโดยไม่ตรวจสอบหลักฐานเชิงวิพากษ์ ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์และการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล สอดคล้องกับที่กฤษฎีพันธ์ พรหมรัตน์ชัย และคณะ (2567) กล่าวว่า การพึ่งพาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่มากเกินไปอาจทำให้นักเรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา และการประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนอาจไม่สะท้อนความสามารถที่แท้จริง นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสามารถอธิบายได้ในกรอบของความฉลาดรู้ด้านการอ่านและวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นความสามารถในการแปลความหมายข้อมูล การประเมินหลักฐาน และการเชื่อมโยงข้อมูลกับบริบทจริง สอดคล้องกับรายงานผล PISA ของ OECD (2019) ที่พบว่านักเรียนไทยมีข้อจำกัดด้านการคิดเชิงวิเคราะห์และการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งยิ่งเด่นชัดขึ้นเมื่อหันพึ่งปัญญาประดิษฐ์แทนการศึกษาด้วยตนเอง พฤติกรรมดังกล่าวไม่ได้มาจากเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่สะท้อนวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับคำตอบมากกว่ากระบวนการคิด สอดคล้องกับที่ภาวณิ จันทรหอม (2562) กล่าวว่า เมื่อข้อโต้แย้งและข้อมูลที่มีอยู่มีความคล้ายคลึงกัน นักเรียนมักประสบปัญหาในการสร้างข้อกล่าวอ้างที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งได้อย่างสมบูรณ์

จากที่กล่าวมาข้างต้นแม้ส่วนใหญ่ผลการประเมินหลังเรียนของนักเรียนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ร้อยละ 70 แต่ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นแนวโน้มเชิงบวกบางประการของการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์และใช้เหตุผลเชิงประจักษ์มากกว่าการสอนแบบบรรยาย แม้ผลสัมฤทธิ์ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จากงานวิจัยมีข้อค้นพบว่าควรปรับการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทและพฤติกรรมของนักเรียน โดยเฉพาะการชี้แจงขั้นตอนและองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนก่อนดำเนินกิจกรรมทุกครั้ง สอดคล้องกับที่กฤษฎา ทองประไพ และคณะ (2568) กล่าวว่า การปูพื้นฐานองค์ประกอบของการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนดำเนินกิจกรรม ควบคู่กับการเปิดให้นักเรียนทุกคนนำเสนอและโต้แย้งในชั้นเรียน จะช่วยระบุจุดแข็งและบกพร่องของนักเรียน อีกทั้งยังยกระดับสมรรถนะการสร้างข้อกล่าวอ้าง การอ้างอิงหลักฐาน และการให้เหตุผลได้อย่างตรงจุด การพัฒนาทักษะการสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งอ้างอิงที่หลากหลายและการจัดกิจกรรมเชิงความร่วมมืออย่างเป็นระบบ อาจช่วยส่งเสริมพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ได้ ทว่าการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีอย่างมีนัยสำคัญจำเป็นต้องอาศัยการปฏิรูปเชิงระบบ ครอบคลุมปรัชญาการจัดการเรียนการสอน บทบาทของผู้สอน และบรรยากาศการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การใช้ข้อมูล และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลบนฐานของหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในระยะยาว

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผู้สอนควรเข้าใจกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในการเรียนการสอน ต้องมีการจัดสรรเวลาให้ดี วางแผนกิจกรรม ประเด็นคำถามที่ใช้ และระยะเวลาในการทำกิจกรรม พร้อมทั้งอธิบายการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและเลือกสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพและสามารถเกิดประเด็นคำถามตามได้
2. ผู้สอนควรให้นักเรียนแบ่งบทบาทอย่างชัดเจนในกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนค้นหาข้อมูลตามบทบาทที่ตนเองได้รับ โดยคำนึงถึงเป้าหมายของความสำเร็จร่วมกัน



ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรใช้กลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งกับการสอนแบบปกติ
2. ควรเน้นการสอนให้นักเรียนรู้จักแยกแยะแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ลดการพึ่งพาปัญญาประดิษฐ์ และแทรกการตรวจสอบความเข้าใจระหว่างเรียน

กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากบุคคลหลายท่าน ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สคว.) ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียนโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

รายการอ้างอิง

- กฤษฎา ทองประไพ, ชามูวิทช์ คำเจริญ และสิรินทร์นิชา ปัญจจริยะกุล. (2568). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 36(3), 41-52.
- กฤษฎีพันธ์ พรหมรัตนชัย, วรชัย ศรีสมุดคำ, มงคล ศิริวงศ์ และเทอดพงษ์ แดงสี. (2567). ประเด็นปัญหาการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในภาคการศึกษา. *Journal of Science and Technology, Southeast Bangkok University*, 4(2), 224-241.
- จารุพันธ์ พากักดี. (2563). การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์*, 7(10), 248-260.
- จิตติกา สมใจ, กุลธิดา นุสธรรม และนันทรัตน์ เครืออินทร์. (2566). ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ สืบเสาะความรู้ร่วมกับการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 17(3), 30-42.
- ชัชรินทร์ เลิศยศดินทร์. (2567). คุณภาพของเยาวชนไทยผ่านผลสอบ PISA 2022. *วารสารสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ*, 15(2), 25-35.
- ธัญญรัตน์ สุวรรณไตรย์ และธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์. (2566). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 15(1), 282-298.
- พรณทิวา อินทญาติ. (2564). ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง. *วารสารสหวิทยาการเพื่อการพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุตรดิตถ์*, 11(1), 47-58.
- เพ็ญปรารถน์ แสงนวล, ดวงเดือน สุวรรณจินดา และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพและสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจนะวิทยูปถัมภ์ จังหวัดสงขลา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 23(1), 102-115.



- ภาวิณี จันทร์หอม. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะแบบมีการโต้แย้ง (Argument-driven inquiry) ต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาเคมีปฏิบัติการทดลอง. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*, 5(1), 21-36.
- วรรณภา แสนจำลา และทัศนศิริพร สว่างบุญ. (2567). การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 18(1), 54-71.
- ศักดิ์สิทธิ์ เหมแก้ว. (2566). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการสืบสอบแบบโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 34(2), 126-136.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2567). *ผลการประเมิน PISA 2022: บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2022-summary-result/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). *กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์*. https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/science_competency_framework/
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2557). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2565). *คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. โรงพิมพ์อักษรไทย.
- สุนิสา เพชรรัตน์. (2565). การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนละแมวิทยา จังหวัดชุมพร. *วารสารคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 24(1), 76-91.
- สุพรรณษา มั่นเทศสุวรรณ และเดชา ศุภพิทยากรณ์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศและลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(4), 381-392.
- อนาวิล ลินสิงห์. (2563). *การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานและความสามารถในการให้เหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 [การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร]*. http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2020_09_15_16_56_52.pdf
- Bloom, B. S., Krathwohl, D. R., & Masia, B. B. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, Handbook I: Cognitive domain. Longman Green.
- Grooms, J., Enderle, P. J., Hutner, T., Murphy, A., & Sampson, V. (2016). Argument-driven inquiry in physical science: Lab investigations for grades 6-8 (Vol. 4). NSTA Press.
- Jeong, H., Songer, N. B., & Lee, S.-Y. (2007). Evidentiary competence: sixth graders' understanding for gathering and interpreting evidence in scientific investigations. *Research in Science Education*, 37, 75-97.
- OECD. (2019). Assessment and analytical framework. OECD Publishing.
- OECD. (2023). *PISA 2022 results* (Volume I): The state of learning and equity in education. OECD Publishing.



- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257.
- Wallace, C. S., Hand, B., & Prain, V. (2004). *Writing and learning in the science classroom*. Kluwer Academic Publishers.
- Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: a systematic review. *Smart Learning Environments*, 11(1), 28.