

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องไฟฟ้ากระแส ที่มีต่อ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดสุราษฎร์ธานี
The Effects of Argument-driven Inquiry in the Topic of Current Electricity on
Creating Scientific Explanation and Scientific Argumentation Skills of Grade 11
Students at Small Sized Secondary Schools in Surat Thani Province.

Received : 2024-06-12

Revised : 2024-08-27

Accepted : 2024-10-03

ผู้วิจัย ประภัสสร โยมา¹

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์²

ชำนาญ เชาวกิตพิงศ์³

Praphatson Yoma

prapadsorn3011@gmail.com

Tweesak Chindanurak

Chumnan Chaowakeratipong

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (2) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ (3) เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว (4) เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน 12 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (2) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (3) แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบวิลคอกซัน และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี (3) นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Master of Education (Science Education), Sukhothai Thammathirat Open University.

² รองศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Associate Professor Dr., Education, Sukhothai Thammathirat Open University.

³ รองศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Associate Professor, Liberal Arts, Sukhothai Thammathirat Open University.

Abstract

The objectives of this research were (1) to compare the scientific explanation abilities of Grade 11 Students pre-learning and post-learning through Argument-Driven Inquiry; (2) to compare the post-learning scientific explanation abilities according to the criteria. ; (3) to compare the scientific argumentation skills the students pre-learning and post-learning; and (4) to compares the post-learning scientific argumentation skills according to the criteria.

The sample group consisted of 12 Grade 11 students studying in the second semester of the 2023 academic year, selected through cluster random sampling. The research instruments included (1) learning management plans for Argument-Driven Inquiry; (2) a scale to assess scientific explanation ability; and (3) a scale to assess scientific argumentation skills. The collected data was analyzed using the mean, standard deviation, Wilcoxon Signed Ranks test and content analysis.

The research results showed that (1) the post-learning scientific explanation ability of the students was significantly higher than their pre-learning ability at the .05 level of statistical significance; (2) the post-learning scientific explanation ability was at the good level; (3) the post-learning scientific argumentation skills was significantly higher than their pre-learning skills at the .05 level of statistical significance; and ; (4) the post-learning scientific argumentation skills were at the very good level.

Keywords : Argument-Driven Inquiry, Scientific argumentation skills, Scientific explanation ability

บทนำ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 มีเป้าหมายเพื่อเตรียมความพร้อมในการแก้ไขปัญหาใหม่ของโลกในอนาคต โดยการนำความรู้และทักษะไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม โดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (OECD) ได้จัดให้มีโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) เพื่อประเมินการรู้เรื่อง (literacy) ใน 3 ด้าน หนึ่งในนั้นคือการประเมินด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ หมายถึงความรู้ ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจ ได้แย้ง และนำเสนอต่อสาธารณชน (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation) ถือเป็นหนึ่งในตัวบ่งชี้ถึงความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสื่อสารที่สามารถบ่งบอกถึงความเข้าใจแนวคิดหรือเนื้อหา โดยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายลักษณะของปรากฏการณ์ และต้องมีการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่สอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์ การได้มาซึ่งคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ การยืนยันข้อสรุปในการตอบคำถามหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น 2) หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ (McNeill and Krajcik, 2008)

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลมีความเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยในข้อกล่าวอ้างต่างๆ จึงมีความพยายามให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งในข้อกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวโดยใช้ข้อมูล หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ตนเองศึกษาค้นคว้ามาเพื่อนำไปสู่การพิจารณาของประชาคม เพื่อทำให้เกิดข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ (Lin and Mintzes, 2010) การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เช่น แนวคิด ทฤษฎี และกฎทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดในการใช้เหตุผลเพื่อการแก้ปัญหา และการคิดอย่างเป็นระบบ เนื่องจากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นการอภิปรายกันอย่างเป็นเหตุผลโดยยึดถือเหตุผล หลักฐาน และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือ จึงสามารถนำนักเรียนไปสู่ความรู้ความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้ (Duschl, 2008)

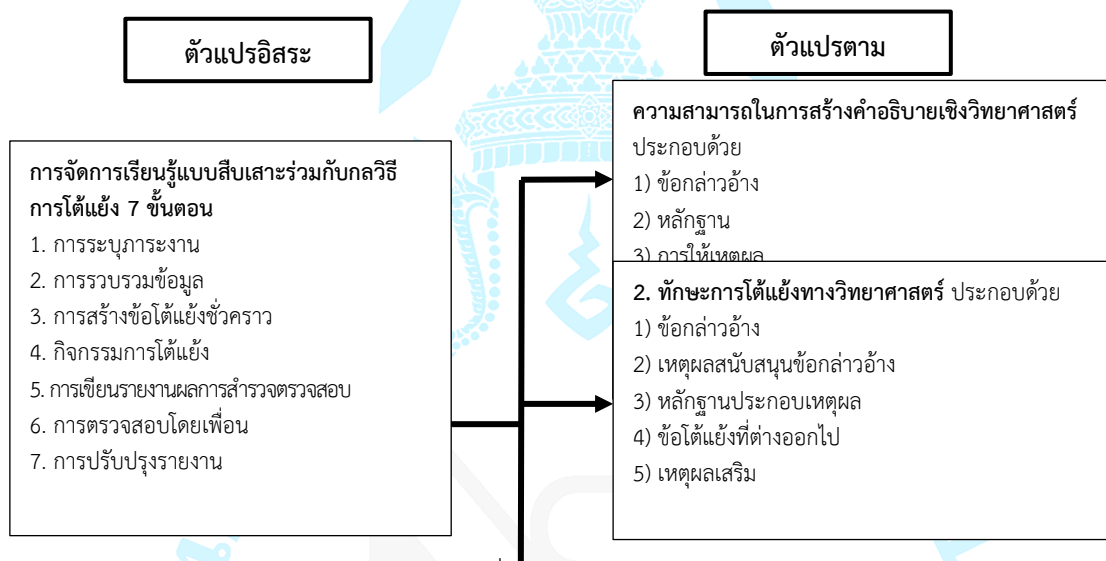
จากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีปัญหาในการอธิบายแนวคิดหรือนำเสนอผลการทดลอง และจากการให้นักเรียนทำแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ รวมทั้งการจัดการเรียนรู้ไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นหรือซักถาม ส่วนใหญ่ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นโดยปราศจากการคิดไตร่ตรองเสียก่อน ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนคุ้นเคยกับการฟังคำบรรยายจากครูเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนจำเป็นต้องพัฒนาทักษะการโต้แย้ง จึงทำให้นักเรียนบางคนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นตอบกลับมาได้ ในขณะที่นักเรียนบางคนได้ให้เหตุผลเพื่ออธิบายความคิดเห็นของตนเอง แต่เหตุผลนั้นก็ยังไม่มีความชัดเจนหรือความน่าเชื่อถือมากพอ

จากการศึกษาเอกสาร พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry, ADI) โดยประยุกต์ตามกรอบแนวคิดของ Sampson et al. (2011) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะที่เน้นกระบวนการการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้เป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ยกตัวอย่างเช่น การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการร่วมมือตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากสิ่งที่ได้ค้นพบ เป็นต้น และมีขั้นตอนที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างและปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อใช้สำหรับประกอบกิจกรรมการโต้แย้ง โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้เป็นผู้นำเสนอในการสร้างข้อโต้แย้ง และข้ออธิบายด้วยตนเอง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องไฟฟ้ากระแส

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งของ Sampson et al. (2011) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุภาระงาน 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ 6) การตรวจสอบโดยเพื่อน 7) การปรับปรุงรายงาน แนวคิดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของ McNeill & Krajcik (2008) โดยมีองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน 3) การให้เหตุผล แนวคิดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของ Lin and Mintzes (2010) แบ่งการโต้แย้งการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 3) หลักฐานประกอบเหตุผล 4) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป 5) เหตุผลเสริม ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอกรอบแนวคิดในการวิจัยตามลักษณะตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
- 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์
- 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง
- 4) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งกับเกณฑ์

สมมติฐานการวิจัย

- 1) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสูงกว่าก่อนเรียน

2) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง อยู่ในระดับดี

3) ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งสูงกว่าก่อนเรียน

4) ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง อยู่ในระดับดี

วิธีดำเนินการวิจัย

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก สหวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เขต 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานีจำนวน 3 โรงเรียน 6 ห้องเรียน 71 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน 12 คน

2) ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 7 แผน รวม 18 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ระหว่าง 4.59 – 4.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.63 ถึง 0.70 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.2 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.39 - 0.56 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.35 – 0.56 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.89

3.3 แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.31 - 0.52 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.32 – 0.62 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85

4) **การเก็บรวบรวมข้อมูล** การวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แต่ละแบบวัดใช้เวลาในการทำ 2 ชั่วโมง

4.2 นำแผนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ไฟฟ้ากระแสจำนวน 7 แผน รวม 18 ชั่วโมง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.3 เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อีก 2 สัปดาห์ต่อมา ผู้วิจัยทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นแบบวัดประเภทอัตนัยจำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ จำนวน 1 ชั่วโมง และแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยส่วนที่ 1 เป็นบทความอ่านประกอบ และส่วนที่ 2 คำถามปลายเปิดสำหรับวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ข้อ โดยองค์ประกอบของการโต้แย้งออกเป็นได้ ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วจะ 5 องค์ประกอบตามที่ Lin and Mintzes (2010) ได้เสนอไว้ ซึ่งแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สถานการณ์ จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ จำนวน 1 ชั่วโมง

5) การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

1) สถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test วิเคราะห์การเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2) การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) ในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนรายข้ออย่างละเอียด โดยทำการแบ่งเกณฑ์แปลผลคะแนนในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งมีคะแนนเต็ม เท่ากับ 2 คะแนน ได้แก่ ระดับดี (2 คะแนน) ระดับพอใช้ (1 คะแนน) และ ระดับปรับปรุง (0 คะแนน) ตามกรอบ แนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวม โดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และ ทำการแบ่งอันดับการทักทายตามหลักการทางสถิติ เพื่อทำการแปลผลคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
2.00 – 1.40	ระดับดี
1.30 – 0.70	ระดับพอใช้
0.60 – 0.00	ระดับปรับปรุง

3) การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) ตามองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 องค์ประกอบ โดยแต่ละองค์ประกอบมีช่วงคะแนนอยู่ที่ 0-2 คะแนน โดยใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจาก ภาวณิรัตน์คอน และคณะ (2561) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับรายละเอียดการให้คะแนนให้สอดคล้องกับเนื้อหาในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และได้กำหนดการวิเคราะห์ระดับคุณภาพการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
8.00 – 10.00	ระดับดีมาก
6.00 – 7.00	ระดับดี
4.00 – 5.00	ระดับปานกลาง
2.00 – 3.00	ระดับต่ำ
0.00 – 1.00	ระดับต่ำมาก

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Test

การทดสอบ	n	M	SD	Z	Sig.
ก่อนเรียน	12	0.45	0.52	-3.32	.00*
หลังเรียน	12	1.63	0.51		

* ระดับนัยสำคัญ <.05

จากตารางที่ 1 พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.45 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 1.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 จากการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

การทดสอบ	N	M	SD	ระดับความสามารถ
หลังเรียน	12	1.63	0.51	ดี

จากตารางที่ 2 พบว่าระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ย 1.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ซึ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Test

การทดสอบ	n	M	SD	Z	Sig.
ก่อนเรียน	12	1.53	0.67	-3.15	.00*
หลังเรียน	12	9.06	0.79		

* ระดับนัยสำคัญ <.05

จากตารางที่ 3 พบว่าทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.53 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67 และหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 9.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79 จากการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

การทดสอบ	n	M	SD	ระดับความสามารถ
หลังเรียน	12	9.06	0.79	ดีมาก

จากตารางที่ 4 พบว่าระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ย 9.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79 ซึ่งมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

อภิปรายผล

1) ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ถึง 2 ครั้ง ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ โดยองค์ประกอบที่สำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ ข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นคำตอบหรือข้อสรุปของคำถาม หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ และการให้เหตุผล เป็นข้อความที่แสดงเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง สอดคล้องกับ Bricker and Bell (2008) ที่กล่าวว่า การโต้แย้งจึงเป็นกระบวนการในการสร้างองค์ความรู้ที่ต้องอาศัยการคิดและการปฏิบัติ และยังเป็นกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยในการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นพฤติกรรมกรโต้แย้งที่มากขึ้นจึงจะเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถ

ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นด้วย เพราะการโต้แย้งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความพยายามในการสร้างความถูกต้องให้กับข้อกล่าวอ้างที่จะต้องอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผลและผล เพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งจึงช่วยในการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง พยายามหาหลักฐานเชิงประจักษ์ และรู้จักการให้เหตุผลที่สอดคล้องและเชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อกล่าวอ้างที่มี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรยา แจ่มใจ (2557) พบว่า หลังผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ สันติชัย อนุวรชัย (2553) พบว่านักเรียนที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนรู้ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

จากการศึกษาพบว่า ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดี แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในขั้นการระบุงการงาน เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งในอดีตและปัจจุบันกับเรื่องที่ศึกษา กระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิด สร้างความสนใจ และช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้น ขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนจะเป็นผู้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูล มาสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ คือ นักเรียนจะเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบเป็นรายบุคคลที่นักเรียนจะต้องเขียนรายงานผลที่แสดงให้ความคิดที่ได้จากกิจกรรมการโต้แย้งที่แสดงให้เห็นถึงความพยายามในการสร้างความถูกต้องให้กับข้อกล่าวอ้างที่อยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผลและการมีหลักฐานมาสนับสนุนหรือรับเหตุผลดังกล่าว ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการสอนดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ถึงสองครั้ง คือในขั้นการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และในขั้นการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ การโต้แย้งถือเป็นกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ (Bybee, 2008; Lin et al., 2012; และ OECD, 2006) ได้กล่าวว่า ผู้รู้วิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่มีความสามารถในการวิเคราะห์และลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในหลากหลายมุมมอง มีความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างหลักฐาน เพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตัดสินใจและการมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในสังคม นอกจากนี้ McNeill and Krajcik (2008) ที่ได้เสนอองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบ คือข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นคำตอบของคำถาม หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ และการให้เหตุผล (Reasoning) เป็นการตัดสินใจที่แสดงว่าหลักฐานสนับสนุนคำตอบ แสดงว่านักเรียนจะสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้นักเรียนจะต้องสามารถหาหลักฐานและหลักฐานนั้นจะต้องเป็นหลักฐานที่ถูกต้องสามารถเชื่อถือได้ ซึ่งนักเรียนสามารถหาหลักฐานได้จากการลงมือปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐวรรณ ศิริธร (2559) ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้อยู่แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดี คือ 1.75 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2.00 คะแนน

3) ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการศึกษาพบว่า ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งได้นำประเด็นปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เข้ามาเรียนรู้ในทุกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งส่งเสริมให้เกิดบริบทในการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เอกภูมิ จันทระขันธ์ (2559)

กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้จักนำหลักฐานและทฤษฎีหรือข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าทดลองมาสร้างข้อกล่าวอ้าง พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนั้นให้มีความน่าเชื่อถือ (Simon et al., 2002) แนวทางที่เหมาะสมในการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน คือ การบูรณาการทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไว้ในบริบทของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การให้นักเรียนลงมือสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และใช้ข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้มาสร้างเป็นข้อกล่าวอ้าง โดยมีหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าว และนำข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นไปใช้เป็นประเด็นในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในสถานการณ์หรือประเด็นปัญหา ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ที่นำเสนอข้อกล่าวอ้างของตนเอง ขั้นที่ 2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล ส่งเสริมให้สำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวม จัดกระทำวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผล และนำหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มายืนยันข้อกล่าวอ้างของตน ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายโต้แย้งภายในกลุ่มย่อย ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อีกทั้งได้เห็นมุมมองที่ต่างออกไปจากตน ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป พร้อมทั้งยังกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายเพื่อหาเหตุผล หรือหลักฐานเพิ่มเติม เพื่อนำมาโต้แย้งกลับในข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป ซึ่งการอภิปรายกลุ่มย่อย และการอภิปรายทั้งชั้นเรียนนั้นช่วยให้นักเรียนร่วมมือกันทำงานและแก้ปัญหา จึงส่งผลให้นักเรียนแสดงการโต้แย้งมากขึ้น ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการส่งเสริมการปฏิบัติงานจริงในชั้นเรียน โดยผ่านการอภิปรายทั้งชั้นเรียน จะส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น (Simon et al., 2006) การอภิปรายทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกองค์ประกอบ ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนกลับมาตรวจสอบองค์ประกอบต่างๆ ของการโต้แย้งของตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปสู่การคิดต่อยอดในการสืบค้นเพิ่มในประเด็นต่างๆ หรือหาข้อสรุปของตนเองได้ในสถานการณ์นั้น ส่วนในขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน และ ขั้นที่ 7 การปรับปรุงรายงาน การแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการสำรวจตรวจสอบตามคำแนะนำของเพื่อน และจากผลการประเมินที่ได้จากกิจกรรมการตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์ผกา คำอาจ (2565) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง หลังเรียนกับเกณฑ์

จากการศึกษาพบว่า ระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 9.06 ซึ่งมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากนักเรียนได้สร้างข้อโต้แย้ง และมีการนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง เพื่อฝึกให้นักเรียนได้สร้างข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และการให้เหตุผลสนับสนุน เพื่อโต้แย้งกลับที่ดี และกิจกรรมเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนที่มีความคิดเห็นแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นซึ่งกันและกัน นักเรียนจะต้องทำการคาดคะเนเหตุผลของเพื่อนที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากความคิดเห็นของตนเองเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมที่จะทำการโต้แย้งกลับ และทำให้ข้อโต้แย้งของนักเรียนนั้นมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น Squire and Jan (2007) ได้กล่าวว่า จุดเด่นของกิจกรรมนี้คือ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้โต้แย้งรายบุคคล และนอกจากนี้การใช้บทบาทที่มีความหลากหลายจะช่วยให้นักเรียนได้รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างออกไปหลาย ๆ ด้าน ซึ่งจะช่วยให้เกิดการโต้แย้งได้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นการพัฒนาเหตุผลประกอบข้ออ้างให้มีความหลากหลาย และสามารถนำเหตุผลเหล่านี้มาใช้ในการโต้แย้งกลับกับกลุ่มที่มีความคิดเห็นไม่เหมือนกัน Sadler & Donnelly (2006) ได้กล่าวว่าการโต้แย้งประเด็นฝ่ายตรงข้ามเพื่อให้น่าเชื่อถือลดลงสามารถช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้องค์ประกอบของการโต้แย้ง คือการให้เหตุผลสนับสนุนเพื่อโต้แย้งกลับได้ ทั้งนี้ในขั้นสุดท้ายของการจัดกิจกรรมผู้วิจัยยังได้ให้นักเรียนทำการเขียนกรอบการโต้แย้ง หรือการสรุปการโต้แย้งอีกครั้งเพื่อเป็นการเรียบเรียงข้อมูล และข้อสรุปที่ได้จากการโต้แย้งภายในชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับที่ Osborne et al (2001) ได้เสนอว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมการโต้แย้ง โดยการเขียนกรอบการโต้แย้งนั้นเป็นการทำให้ความคิดมีความชัดเจน และช่วยตกตะกอนความคิดของนักเรียน อีกทั้งยังทำให้นักเรียนมองเห็นการใช้ภาษาในการสื่อสารของตนเองว่ามีความชัดเจน และเหมาะสมในการใช้การโต้แย้งหรือไม่ การเขียนกรอบการโต้แย้งเหมาะสมกับการนำไปใช้ในกรณีที่ต้องการให้นักเรียนสร้างทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดี เอกภูมิ จันทระขันธ์ (2559) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้จากการเข้าไปเรียนรู้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงโดยครูนำประเด็นแวดล้อมมาเป็นเนื้อหาในการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนจะใช้เหตุผล หลักฐานในการกล่าวอ้างสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้าง จนนำไปสู่ข้อสรุปขององค์ความรู้ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุที่ให้นักเรียนมีทักษะการ

โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวยังสอดคล้องกับงานวิจัยของของเมธานันท์ สง่าชาติ (2560) ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในบทเรียนเรื่อง ฮอว์โมน และต่อมไร้ท่อ ผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงระดับของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 2 ระดับจากระดับเดิม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zohar & Nemet (2002) ที่ได้กล่าวว่าการให้นักเรียนอภิปรายเป็นคู่ และการอภิปรายเป็นกลุ่มในระหว่างชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น และปรับเปลี่ยนความคิดในสิ่งที่ตนได้พิจารณา ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ครูที่สนใจในการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรให้ความสำคัญในเรื่องการสร้างความรู้เข้าใจกับนักเรียนก่อนจัดการเรียนรู้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งเป็นอย่างไร มีลำดับขั้นตอนอย่างไร นักเรียนควรปฏิบัติตัวอย่างไร และมีข้อตกลงอย่างไรในการเรียนรู้บ้าง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) ครูควรนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งไปใช้กับเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับเหตุการณ์ในปัจจุบันหรือเรื่องที่ใกล้ตัวกับนักเรียน แต่ต้องคำนึงถึงบริบทของนักเรียนเป็นสำคัญและควรเริ่มเตรียมพื้นฐานความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง จะช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่

3) ครูอาจจะปรับการแสดงความคิดเห็นเป็นการเขียนของนักเรียน แล้วนำไปติดบอร์ดภายในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้อ่าน เนื่องจากหากต้องการให้นักเรียนทุกคนนำเสนอข้อโต้แย้งของตนเอง เวลาในเรียนอาจจะไม่เพียงพอ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) เนื่องจากผลการวิจัยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า ในองค์ประกอบการให้เหตุผลของนักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุด ดังนั้นครูควรดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียน โดยอาจจะใช้การจัดการเรียนรู้แบบการสืบสอบเน้นแบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียน

2) ควรส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถแสดงหลักฐานประกอบเหตุผลให้มากขึ้น เนื่องจากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบนี้น้อยที่สุด

3) ในระหว่างทำการวิจัย พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมอย่างอื่นที่เหมาะสมกับการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ นอกเหนือจากความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นอาจจะศึกษาตัวแปรอื่นร่วมด้วย เช่น การให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการเขียน

บรรณานุกรม

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

พิมพ์ผกา คำอาจ. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่ส่งเสริมความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 เรื่องพอลิเมอร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).

ภาวิณี รัตนคอน และคณะ. (2561). การพัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารวิชาการ Veridian E – Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์และศิลปะ, 11(2), 2720–2735.

- เมธานันท์ สว่างชาติ. (2560). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง ในบทเรียนเรื่อง ฮอว์โมน และต่อมไร้ท่อ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 56 (1), 155-162.
- สันติชัย อนุวรชัย. (2553). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรยา แจ่มใจ. (2557). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- เอกภูมิ จันทรวงศ์. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 11 (1), 217-232.
- Bricker, L.A. and P.Bell. (2008). Conceptualizations of Argumentation from Science Studies and the learning Sciences and Their Implications for the Practices. *Science Education*, 92 (1), 473–498.
- Bybee, R. W. (2008). Scientific literacy, environmental issues, and PISA 2006: The 2008 Paul Brandwein lecture. *Science Education and Technology*, 17(6), 566–585.
- Duschl, R. A. (2008). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.
- Lin, S. and Mintzes, J.J. (2010). *Learning argumentation skill through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level*. Taiwan: National Science Council.
- Lin, H. S., et al. (2012). The role of emotional factors in building public scientific literacy and engagement with science. *Science Education*, 34(1), 25–42.
- McNeill, K. L., and Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78. <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/57509>.
- Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematics Literacy – A Framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publication.
- Osborne, J., et al. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 28 (301), 63–70.
- Sadler, & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Science Education*, 28 (12), 1463-1488.
- Sampson, V., (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written argument. An Exploratory Student. *Science Education*, 95 (1), 217–257.
- Simon, S., et al. (2002). Argumentation in school science: Breaking the tradition of authoritative exposition through a pedagogy that promotes discussion and reasoning. *Argumentation*, 23(4). 469-493.
- Simon, S., et al. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *Science Education*, 28(2- 3): 235-260.
- Squire, K. Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Science Education and Technology*, 16(1): 5–29.
- Zohar, A. and Nemet, F. (2002). Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. *Science Teaching*, 399(1): 35-62.