

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ
และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยาน
ในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนจนะชนูปถัมภ์ จังหวัดสงขลา

The Effects of Argument-driven Inquiry Instruction Approach on
Learning Achievement in the Topic of Ecosystems and Biodiversity and
Interpreting Data and Evidence Scientifically Competency of Grade 9
Students at Chanachanupatham School in Songkhla Province

Received : 2022-07-24

Revised : 2022-08-30

Accepted : 2022-10-05

ผู้วิจัย เพ็ญพรพงศ์ แสงนวล¹

ดวงเดือน สุวรรณจินดา²

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป³

Piangprang Saengnuan

piangprang@gmail.com

Duongdearn Suwanjinda

Jurarat Thammaprateeop

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง (2) เปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนจนะชนูปถัมภ์ จังหวัดสงขลา จำนวน 19 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 5 แผน รวม 18 ชั่วโมง (2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ (3) แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบเครื่องหมาย

¹ นักศึกษาระดับมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Student in the Degree of Master of Education in Science Education, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

² รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Associate Professor Dr. in Science Education, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

³ รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Associate Professor Dr. in Science Education, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

ผลวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (2) นักเรียนมีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล การใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were to (1) compare learning achievement in the topic of ecosystem and biodiversity of grade 9 students before and after learning through the argument-driven inquiry instruction and (2) compare interpreting data and evidence scientifically competency of grade 9 students before and after learning through the argument-driven inquiry instruction.

The samples were 19 grade 9 students of Chanachanupatham School in Songkhla Province in academic year 2021 which obtained using purposive sampling technique. The research instruments were (1) argument-driven inquiry instruction plans in the topic of ecosystem and biodiversity, 5 plans, 18 hours, (2) a science achievement test in the topic of ecosystem and biodiversity and (3) interpreting data and evidence scientifically competency assessment form. The statistics used for analyzing were mean, standard deviation and sign test.

The research showed that: (1) the post-learning achievement in the topic of ecosystem and biodiversity of the students learning through the argument-driven inquiry instruction was higher than their pre-learning achievement at the .05 level of statistical significance and (2) the post-interpreting data and evidence scientifically competency of the students learning through the argument-driven inquiry instruction was higher than their pre-interpreting data and evidence scientifically competency at the .05 level of statistical significance.

Keywords Argument-driven inquiry instruction, learning achievement, interpreting data and evidence scientifically competency

บทนำ

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะซึ่งเป็นองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ และความสำคัญอย่างยิ่งในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ต้องรองรับด้วยหลักฐานและการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) พบว่า ในปี ค.ศ. 2012 ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2018 นักเรียนไทยมีคะแนนวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 444 421 และ 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ซึ่งเท่ากับ 505 493 และ 489 คะแนนตามลำดับ (OECD, 2014, 2018, 2019) แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่ยังไม่มีการรู้วิทยาศาสตร์รวมถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มากเท่าที่ควร ประกอบกับในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของผู้วิจัยในโรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์ จังหวัดสงขลา พบว่าในการตอบคำถามท้ายกิจกรรมหรือการทดลอง นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงหลักฐานที่มี และไม่สามารถแปลความหมาย ลงข้อสรุป หรือสร้างกราฟจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ การที่นักเรียนมีสมรรถนะน้อยกว่าที่ควรจะเป็นส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจข้อมูลหลักฐานที่มี และไม่สามารถสร้างคำอธิบายหรือลงข้อสรุปจากประจักษ์พยานดังกล่าวได้ และด้วยความสามารถที่จำกัดในการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเพื่อสร้างคำอธิบายจากประสบการณ์ที่ได้รับ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากไม่สามารถเข้าใจข้อมูลหรือหลักฐาน ไม่สามารถสร้างคำอธิบาย หรือเชื่อมโยงคำอธิบายที่สร้างขึ้นซึ่งมีความรู้ใหม่เข้ากับทฤษฎีหรือความรู้ต่าง ๆ ที่เคยรู้มาก่อนได้ จึงเป็นผลต่อเนื่องให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าที่ควรจะเป็นด้วย

โดยจากการสอบถามแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับครูพี่เลี้ยงพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานต่ำกว่าที่ควรจะเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสงขลา พบว่าคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ในปี พ.ศ. 2561 และปี พ.ศ. 2562 เท่ากับ 1.74 และ 1.72 ตามลำดับ จากคะแนนเต็มเท่ากับ 4.00 คะแนน และในปี พ.ศ. 2563 และในปี พ.ศ. 2563 คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เท่ากับ 8.65 คะแนน จากคะแนนเต็มเท่ากับ 25.00 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.), 2565) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการสอบ O-NET ในระดับโรงเรียน พบว่า ในปี พ.ศ. 2561 พ.ศ. 2563 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 36.67, 28.42 และ 29.93 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (โรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์, 2564) ซึ่งมีค่าไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไปพร้อม ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-driven Inquiry Instruction; ADI) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Victor Sampson (2010) เป็นวิธีที่น่าสนใจในการนำมาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะดังกล่าว เนื่องจากมีการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนโดยตั้งอยู่บนทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยการเรียนรู้จากการเข้าร่วมกิจกรรมเชิงสังคม (Sampson, Grooms, & Walker, 2010) โดยในที่นี้คือกิจกรรมทางสังคม วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสืบเสาะ การโต้แย้ง การเขียนรายงาน และการตรวจสอบโดยเพื่อน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความหมาย นอกจากนี้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วางแผนเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว วิพากษ์วิจารณ์ แยกแยะ และประเมินข้อโต้แย้งต่าง ๆ ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อีกด้วย

แม้ว่าก่อนหน้านี้จะมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง ที่มีต่อสมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น ในปี พ.ศ. 2559

จิรารัตน์ แสงศร สุรีย์พร สว่างเมฆ และปราณี นางงาม (2559) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีต่อการพัฒนาสมรรถนะในการแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และพบว่านักเรียนมีคะแนนสมรรถนะด้านดังกล่าวหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (พาอิม๊ะ เจาะสา, 2561; พรพนทิวา อินทญาติ, 2564)

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมายังไม่ค่อยมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบดังกล่าวกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์ จังหวัดสงขลา ในการวิจัยในครั้งนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง
2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์ จังหวัดสงขลา ได้ดำเนินการดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสงขลา สตูล จำนวน 135 คน
- 1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสงขลา สตูล ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้อง รวม 19 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ได้รับอนุญาตจากโรงเรียนในการดำเนินการวิจัย

2. ตัวแปรที่ศึกษา

- 2.1 ตัวแปรต้น
 - 2.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ
- 2.2 ตัวแปรตาม
 - 2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ
 - 2.2.2 สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 5 แผน รวม 18 ชั่วโมง ซึ่งประกอบไปด้วยเรื่อง 1) องค์ประกอบของระบบนิเวศ 2) ห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหาร 3) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต 4) ความหลากหลายของระบบนิเวศ และ

5) ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.81 ถึง 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.18 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้อง และเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญของ บทเรียน โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ขั้นตอนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งดังตารางที่ 1 และประเด็นที่ใช้ในการโต้แย้งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แสดงดัง ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง

ขั้นที่	ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมสำคัญ
1	ขั้นการระบุภาระงานและถามคำถามนำ (Identification of the Task and the Guiding Question)	- ครูผู้สอนกำหนดภาระงาน หรือถามคำถามนำ หรือเสนอหัวข้อหลักที่จะสอน - ครูผู้สอนแจกเอกสารซึ่งกำหนดภาระงาน คำแนะนำแนวทางการศึกษา ข้อมูลหรือแหล่งข้อมูลที่ต้องใช้ และใบกิจกรรมสำหรับบันทึกข้อโต้แย้งชั่วคราวที่นักเรียนสร้างขึ้น
2	ขั้นการออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูล (Designing a Method and Collecting Data)	- นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยวางแผน ออกแบบการทดลอง หรือการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ - นักเรียนดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่วางแผนไว้
3	ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Data Analysis and Development of a Tentative Argument)	- นักเรียนในกลุ่มร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวเกี่ยวกับภาระงานที่ได้รับมอบหมาย โดยข้อโต้แย้งประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (claim) หลักฐาน (evidence) และเหตุผล (reasoning) - นักเรียนนำเสนอข้อโต้แย้ง เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม - นักเรียนร่วมกันประเมิน และกำจัดข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเข้ากันได้กับหลักฐานหรือข้อมูลที่มี
4	ขั้นการโต้แย้ง (Argumentation session)	- นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อโต้แย้งกับเพื่อนกลุ่มอื่น วิจารณ์เพื่อตัดสินว่าข้อโต้แย้งใดถูกต้องที่สุด หรือเป็นที่ยอมรับมากที่สุด หรือพยายามขัดเกลาข้อโต้แย้งนั้นให้ถูกต้อง หรือเป็นที่ยอมรับ - นักเรียนแยกแยะข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่น โดยพิจารณาว่าเป็นข้อโต้แย้งที่มาจากการพิจารณาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หรือมาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น
5	ขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ (Explicit and Reflective Discussion)	- นักเรียนร่วมอภิปรายทั้งชั้น เพื่อสะท้อนว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างระหว่างการตรวจสอบ และยังมีสิ่งใดที่ยังไม่เข้าใจอยู่บ้าง
6	ขั้นการเขียนรายงานการตรวจสอบ (Creation of a written investigation report)	- นักเรียนเขียนรายงานการตรวจสอบเป็นรายกลุ่ม โดยกล่าวถึงวิธีการสำรวจตรวจสอบ ข้อมูลจากการตรวจสอบ การอภิปรายข้อมูล และข้อโต้แย้งของนักเรียน
7	ขั้นการตรวจสอบโดยเพื่อน (Double-Blind Group Peer Review)	- นักเรียนประเมินรายงานการตรวจสอบของเพื่อนกลุ่มอื่น โดยมีแบบฟอร์มการประเมินรายงานให้นักเรียนใช้ในการประเมิน - กลุ่มที่เป็นผู้ประเมินจะตัดสินว่าจะยอมรับรายงานนี้ หรือควรมีการปรับปรุง โดยกลุ่มที่ประเมินจะต้องให้ข้อมูลป้อนกลับต่อผู้เขียนอย่างชัดเจน ว่าควรปรับปรุงอย่างไรจึงจะ

ขั้นที่	ขั้นการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมสำคัญ
		พัฒนารายงานการตรวจสอบให้ดีขึ้น ในขั้นนี้นักเรียนจะได้อภิปรายความถูกต้องและการเป็นที่ยอมรับของข้อโต้แย้งและรายงานการตรวจสอบ
8	ขั้นการปรับปรุงและส่งรายงาน (Revision and Submission of the Investigation Report)	- หากรายงานเป็นที่ยอมรับจะถูกส่งให้ครูผู้สอน แต่หากควรปรับปรุง กลุ่มนักเรียนเจ้าของรายงานจะต้องปรับแก้รายงานตามคำแนะนำของผู้ตรวจ โดยทำความเข้าใจการสร้างข้อโต้แย้ง องค์ประกอบ การใช้หลักฐาน การอ้างเหตุผลให้สมบูรณ์กว่าเดิม แล้วจึงส่งให้ครูผู้สอนอีกครั้ง

ตารางที่ 2 ประเด็นที่ใช้ในการโต้แย้งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ประเด็นการโต้แย้ง	ข้อมูลและหลักฐาน
1	ต้นหยาตน้ำค้าง เป็นองค์ประกอบใด และมีบทบาทอย่างไรในระบบนิเวศป่าสนทราย?	- ข้อมูลจากหนังสือเรียน และอินเทอร์เน็ต
2	หากมีสารพิษปนเปื้อนในพืชทุกชนิด นักเรียนคิดว่าสัตว์ชนิดใดจะมีการสะสมสารพิษมากที่สุด เพราะเหตุใด?	- สายใยอาหารที่นักเรียนเขียนจากข้อมูลในใบกิจกรรม - ข้อมูลจากหนังสือเรียน ใบความรู้ และอินเทอร์เน็ต
3	หากมีการนำเชื้อซีตาห์เข้ามาในระบบนิเวศที่กำหนด สิ่งมีชีวิตชนิดใดจะได้รับผลกระทบมากที่สุด และสิ่งมีชีวิตนั้นมีความสัมพันธ์กับเชื้อซีตาห์ในรูปแบบใด?	- สายใยอาหารที่นักเรียนเขียนจากข้อมูลในใบกิจกรรม - ข้อมูลจากหนังสือเรียน ใบกิจกรรม และอินเทอร์เน็ต
4	ปัจจัยใดมีผลทำให้เกิดความแตกต่างและความหลากหลายทางระบบนิเวศมากที่สุด?	- ข้อมูลจากหนังสือเรียน ใบกิจกรรม และอินเทอร์เน็ต
5	ความหลากหลายทางชีวภาพมีผลกับการรักษาสมดุลของระบบนิเวศหรือไม่ อย่างไร?	- สายใยอาหารที่นักเรียนเขียนจากข้อมูลในใบกิจกรรม - ข้อมูลจากหนังสือเรียน ใบกิจกรรม และอินเทอร์เน็ต

3.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ชุด ชุดละ 20 ข้อ ซึ่งข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทุกข้อ มีค่าความยาก (p) ของข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.75 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.83 โดยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าความเที่ยงคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.80 และ 0.92 ตามลำดับ

3.3 แบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ชุด ชุดละ 15 ข้อ เป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทุกข้อ มีค่าความยาก (p) ของข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.75 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.83 และแบบวัดสมรรถนะมีค่าความเที่ยงคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.86 และ 0.83 ตามลำดับ ตัวอย่างข้อคำถามแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างข้อคำถามในแบบวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาผลการของใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (ปุ๋ยอินทรีย์) ในการปลูกต้นพริกไทย ได้ผลการทดลองดังนี้

กราฟแสดงความสูงโดยเฉลี่ยของต้นพริกไทยเมื่อใช้ปุ๋ยทั้งสองชนิด

ชนิดปุ๋ย	ออกผลเมื่ออายุ (สัปดาห์)	โรคและแมลงศัตรูพืช
ปุ๋ยเคมี	14	พบ
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน	9	ไม่พบ

ข้อคำถาม

- จากผลการทดลองข้างต้น จงเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพริกไทยที่ใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน สัปดาห์ที่ 1-10
- หากนักเรียนต้องการปลูกพริกไทยเพื่อขายเม็ดพริกไทย นักเรียนมีแนวโน้มจะเลือกใช้ปุ๋ยชนิดใด เพราะเหตุใด
- จากการทดลอง เกษตรกรที่คนหนึ่งเลือกใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน นักเรียนคิดว่าเกษตรกรคนนั้นมีเหตุผลในการเลือกใช้ปุ๋ยเนื่องจากข้อใด (เลือกเพียง 1 ข้อ)
 - การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นการลงทุนที่ต้องใช้เงินค่อนข้างมาก
 - ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนสามารถให้ผลผลิตได้เร็วกว่า
 - ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนทนทานต่อโรคและศัตรูพืชมากกว่าปุ๋ยเคมี
 - ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนสามารถให้ผลผลิตได้เร็วกว่า และทนทานต่อโรคและศัตรูพืชมากกว่าปุ๋ยเคมี

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ดำเนินการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ และวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน ใช้เวลาอย่างละ 1 ชั่วโมง

4.2 จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์ สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสงขลา สตูล จำนวน 1 ห้อง รวม 19 คน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 18 ชั่วโมง ทั้งในรูปแบบเรียนที่โรงเรียน (Onsite) และเรียนออนไลน์ (Online)

4.3 ดำเนินการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ และวัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน ใช้เวลาอย่างละ 1 ชั่วโมง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือวิจัย ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discriminant) และค่าความเที่ยง (Reliability)

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการทดสอบเครื่องหมาย (Sign Test)

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ค่าเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	t ^a
ก่อนเรียน	7.73	2.47	.000 ^b
หลังเรียน	15.05	1.96	

^a Sign Test, ^b Binomial distribution used

2. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	ค่าเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	t ^a
ก่อนเรียน	25.79	5.19	.000 ^b
หลังเรียน	39.87	3.00	

^a Sign Test, ^b Binomial distribution used

สมรรถนะย่อยด้านที่ 1 การแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ด้านที่ 2 การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป ด้านที่ 3 การระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 4 การแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนสมรรถนะย่อยด้านที่ 5 การประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่ไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยรายละเอียดของสมรรถนะย่อยแต่ละด้านของนักเรียนแสดงดังตารางที่ 6 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบสมรรถนะย่อย 5 ด้านของสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	สมรรถนะย่อย 5 ด้าน									
	1) การแปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น		2) การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป		3) การระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์		4) การแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น		5) การประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
ก่อนเรียน	3.16	2.35	6.49	2.06	4.56	2.15	6.71	2.51	4.87	2.43
หลังเรียน	8.63	1.77	8.78	1.73	6.63	2.41	9.34	1.40	6.49	2.84
t ^a	.000 ^b		.001 ^b		.004 ^b		.001 ^b		.648 ^b	

อภิปรายผล

1. ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นผลมาจาก ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ นอกจากนักเรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาย่อย ๆ เพื่อนำมาตอบคำถามที่กำหนดให้ในชั้นเรียนเท่านั้น เช่น ในการตอบคำถามว่า “ต้นหยาดน้ำค้างมีบทบาทใดในระบบนิเวศ” นักเรียนก็ได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบและบทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งทำให้นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจในเชิงเนื้อหาบทเรียนไปในตัวแล้วนั้น การที่นักเรียนได้ระดมความคิดและแลกเปลี่ยนข้อกล่าวอ้างที่สร้างขึ้นจากความเข้าใจของตนเองต่อสมาชิกในกลุ่ม ทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ในระดับสังคม (The social process of learning) โดยนักเรียนได้รับฟังและทำความเข้าใจข้อกล่าวอ้างและเหตุผลของเพื่อนในกลุ่ม และร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งเป็นความเข้าใจร่วมกันหรือการลงข้อสรุปร่วมกันทั้งกลุ่ม ซึ่งทำให้นักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจในเนื้อหานั้นใหม่ได้อย่างชัดเจนครบถ้วนมากขึ้น การสร้างความเข้าใจในเนื้อหาและสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองนี้เป็นไปตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และเป็นกระบวนการเรียนรู้ในระดับบุคคล (The individual process of learning) (Sampson et al., 2010)

นอกจากนี้ กิจกรรมการโต้แย้งยังทำส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เช่นเดียวกับการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยจะเกิดกระบวนการเรียนรู้ในระดับสังคมอีกครั้ง แต่ในระดับชุมชนที่ใหญ่กว่ากลุ่มย่อย กล่าวคือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการรับฟัง แลกเปลี่ยน วิพากษ์ วิจัย และโต้แย้งกับเพื่อนกลุ่มอื่นในระดับห้องเรียน นอกจากนั้น การที่นักเรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้เนื้อหามากขึ้น อาจเป็นเพราะถูกท้าทายจากเพื่อนกลุ่มอื่น นักเรียนต้องการเอาชนะในแง่ของข้อสรุป และต้องการให้ผู้อื่นยอมรับแนวคิดของตนเองอย่างมีเหตุผล (Duschl et al., 2007; Linn & Eylon, 2006 อ้างถึงใน Sampson, Grooms, & Walker, 2010) เช่น ในการจัดการเรียนรู้เรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตนักเรียนได้รับคำถามว่า “หากนำเชื้อซิตาห์เข้ามาในระบบนิเวศที่กำหนด จะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตใดในระบบนิเวศนั้นมากที่สุด และสิ่งมีชีวิตนั้นมีความสัมพันธ์กับเชื้อซิตาห์ในรูปแบบ

โต” ในขั้นตอนการโต้แย้งพบว่ามึนักเรียนเสนอข้อสิ่งมีชีวิตที่ต่างกันในการโต้แย้ง นักเรียนมีความพยายามอย่างมากที่จะหาหลักฐานมาสนับสนุนว่าสิ่งมีชีวิตที่ตนตอบนั้นได้รับผลกระทบมากกว่า เป็นต้น

ในการจัดการเรียนรู้บางครั้ง นักเรียนมีการสะท้อนความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนออกมาในการนำเสนอข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มตน เช่น ผู้เรียนกลุ่มหนึ่งเสนอว่า “ผู้บริโภคลำดับแรกจะมีการสะสมสารพิษในร่างกายมากที่สุด เนื่องจากบริโภคผู้ผลิตซึ่งการปนเปื้อนสารพิษเข้าไปโดยตรง” โดยความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้ได้ถูกแก้ไขโดยเพื่อนต่างกลุ่มด้วยการโต้แย้งและให้เหตุผลหักล้างความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนั้นว่า “ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายจะมีการสะสมสารพิษในร่างกายมากที่สุด เพราะถึงจะไม่ได้กินผู้ผลิตโดยตรง แต่ต้องกินผู้บริโภคลำดับก่อนหน้า ซึ่งมีการสะสมสารพิษจากการกินพืช ในปริมาณมากจึงจะอ้อม ทำให้มีการสะสมสารพิษในร่างกายมากที่สุด” เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้นำอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นหลักที่ศึกษาในขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับอีกรอบ เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้บางครั้ง ไม่สามารถจัดความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้หมดในขั้นการโต้แย้ง การได้แก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนดังกล่าวในขั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับสามารถลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องยิ่งขึ้น (Sampson, 2014)

ในขณะที่มีการโต้แย้งและการอภิปรายผล นักเรียนแต่ละคนจะได้ทำความเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ผ่านการเสนอข้อโต้แย้งของเพื่อนกลุ่มอื่น และนำสิ่งที่ได้รู้จากการโต้แย้งและอภิปรายผลมาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ระดับบุคคลอีกครั้ง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) ซึ่งกล่าวว่า การเรียนรู้หรือการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ของมนุษย์นั้นเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น โดยทำความเข้าใจจากผู้อื่น แล้วจึงให้ความหมายสิ่งต่าง ๆ จากความเข้าใจตนเองในภายหลัง (Vygotsky, 1978 อ้างถึงใน Amineh & Asl, 2015) โดยจะเห็นได้ชัดจากการเขียนรายงานการตรวจสอบของนักเรียน ที่บางรายมีการเปลี่ยนแปลงข้อโต้แย้งให้สอดคล้องหรือเป็นไปในแนวทางเดียวกับข้อโต้แย้งที่เป็นที่ยอมรับในกิจกรรมการโต้แย้งและการอภิปรายผล

2. ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้ง ที่มีต่อสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

2.1 สมรรถนะย่อยด้านการแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

งานวิจัยครั้งนี้พบว่าสมรรถนะย่อยด้านการแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอยู่ในระดับดี จากเดิมที่อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่เก็บรวบรวมมาได้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปข้อความ รูปภาพ แผนภาพ หรืออื่น ๆ โดยเฉพาะในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร และเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งนักเรียนเป็นผู้สร้างประจักษ์พยานโดยเขียนสายใยอาหารจากระบบนิเวศที่กำหนดให้ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแปลงข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศที่กำหนดให้ ซึ่งอยู่ในรูปของข้อความ ให้กลายเป็นห่วงโซ่อาหาร และนำมารวมเป็นสายใยอาหาร ซึ่งอยู่ในรูปของแผนผัง ก่อนจะนำแผนผังดังกล่าวมาอธิบาย และสร้างเป็นข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งอยู่ในรูปของข้อความเพื่อตอบคำถามว่า “หากมีสารพิษปนเปื้อนในพืชทุกชนิด นักเรียนคิดว่าสัตว์ชนิดใดจะมีการสะสมสารพิษมากที่สุด เพราะเหตุใด” และ “ความหลากหลายทางชีวภาพมีผลกับการรักษาสมดุลของระบบนิเวศหรือไม่ อย่างไร” อีกครั้งการที่นักเรียนได้แปลงข้อมูลไปสู่รูปแบบต่าง ๆ หลาย ๆ ครั้ง ทำให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะด้านนี้ (จิรารัตน์ แสงศร, 2559) สอดคล้องกับจารุพันธ์ พากัฏ์ และสุมาลี ชุกำแพง (2563) ที่กล่าวว่าการพัฒนาสมรรถนะด้านการแปลงข้อมูลที่น่าเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่นอาจเป็นผลมาจากการที่นักเรียนได้ฝึกแปลงข้อมูลที่ได้มาจากการสังเกต ทดลอง หรือจดบันทึก และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ในขั้นการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลและชั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นอกจากนี้การเขียนรายงานการตรวจสอบซึ่งนักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผังสายใยอาหาร มาอธิบายในรายงานซึ่งเนื้อหาที่นักเรียนบรรยายเป็นข้อมูลในรูปข้อความ ทำให้นักเรียนได้พัฒนาการสื่อสารด้วยข้อมูลหลายรูปแบบอีกด้วย (Walker & Sampson, 2013)

2.2 สมรรถนะย่อยด้านการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

งานวิจัยครั้งนี้พบว่าสมรรถนะย่อยด้านการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 และอยู่ในระดับดี จากเดิมที่อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมา เพื่อนำมาสร้างข้อโต้แย้ง ซึ่งสอดคล้องกับจิรารัตน์ แสงศร (2559) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสร้างคำอธิบายหลายครั้ง จะทำให้สมรรถนะดังกล่าวของนักเรียนดีขึ้น ทั้งนี้ข้อมูลที่นักเรียนใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งค่อย ๆ มีความซับซ้อนขึ้น และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักฐานต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้ดีขึ้น โดยพบว่า ในการจัดการเรียนรู้ครั้งแรก นักเรียนสร้างข้อโต้แย้งโดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาองค์ประกอบของระบบนิเวศง่าย ๆ ในครั้งถัดมา นักเรียนได้เพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับสายใยอาหารที่นักเรียนต้องเขียนขึ้น การถ่ายทอดพลังงานงานและการสะสมสารพิษ และเพิ่มการวิเคราะห์ผลของความหลากหลายทางชีวภาพต่อสมดุลของระบบนิเวศเป็นลำดับ ทำให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถนะย่อยด้านดังกล่าว

นอกจากนี้นักเรียนยังได้วิเคราะห์สถานการณ์สมมติในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งหลังจากที่นักเรียนเขียนสายใยอาหารจากระบบนิเวศที่กำหนดให้ โดยระบบนิเวศที่ 1 เป็นระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพในระดับชนิดของสิ่งมีชีวิตมาก และระบบนิเวศที่ 2 เป็นระบบที่มีความหลากหลายทางชีวภาพในระดับชนิดของสิ่งมีชีวิตน้อยกว่า นักเรียนได้พิจารณาและวิเคราะห์ด้วยเหตุผลว่า หากประชากรหนูถูกกำจัดออกไปจากระบบนิเวศทั้ง 2 ระบบ แต่ละระบบจะมีสิ่งมีชีวิตใดบ้างที่ได้รับผลกระทบ และลงข้อสรุปเพื่อสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ว่าความหลากหลายทางชีวภาพมีผลกับการรักษาสสมดุลของระบบนิเวศหรือไม่ อย่างไร

ด้วยเหตุนี้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งจึงสามารถพัฒนาสมรรถนะย่อยด้านการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นการออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูล และขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งสอดคล้องกับจารุนันท์ พากิตี และสุมาลี ชุกำแพง (2563) ที่กล่าวว่า ขั้นตอนตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนได้พัฒนาสมรรถนะย่อยด้านที่ 2 การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป

2.3 สมรรถนะย่อยด้านการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

งานวิจัยครั้งนี้พบว่าสมรรถนะย่อยด้านการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอยู่ในระดับปานกลาง จากเดิมซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากนักเรียนได้ฝึกสร้างข้อโต้แย้งซึ่งมีลักษณะคล้ายการระบุข้อสันนิษฐานในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีความคล้ายคลึงกันในส่วนขององค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง ซึ่งมีลักษณะคล้ายข้อสันนิษฐาน และเป็นคำตอบของคำถามนำในขั้นการระบุภาระงานและถามคำถามนำ 2) หลักฐาน ซึ่งก็คือข้อมูลหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน และ 3) เหตุผลซึ่งนักเรียนได้อธิบายว่าประจักษ์พยานนั้นสนับสนุนข้อกล่าวอ้างข้างต้นอย่างไร สอดคล้องกับงานวิจัยของจารุนันท์ พากิตี และสุมาลี ชุกำแพง (2563) ที่กล่าวว่า สมรรถนะด้านการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ดีขึ้น เป็นผลจากการที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมในขั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวและกิจกรรมการโต้แย้ง ทั้งนี้การสร้างข้อโต้แย้งมีส่วนช่วยในการพัฒนาการระบุและเสนอหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Nussbaum & Sinatra, 2003 อ้างถึงใน Tsai, 2015) และการโต้แย้งยังสามารถพัฒนาการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของของนักเรียนอีกด้วย (Tsai, 2015)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนในงานวิจัยครั้งนี้ นักเรียนได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลจากหนังสือ และอินเทอร์เน็ต แต่นักเรียนไม่มีโอกาสในการจัดการกระทำข้อมูลจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์โดยตรง จึงทำให้ไม่สามารถพัฒนาสมรรถนะย่อยด้านการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีเท่าที่ควร

2.4 สมรรถนะย่อยด้านการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการศึกษาจากสิ่งอื่น

งานวิจัยครั้งนี้พบว่าสมรรถนะย่อยด้านการแยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการศึกษาจากสิ่งอื่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอยู่ในระดับดีมาก จากเดิมซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ที่เป็นเช่นนี้

เนื่องมาจากในชั้นการโต้แย้ง นักเรียนมีโอกาสดำเนิน และแยกแยะข้อโต้แย้งของเพื่อนกลุ่มอื่นในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาว่าข้อโต้แย้งดังกล่าวเป็นข้อโต้แย้งที่รองรับด้วยหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือรองรับด้วยเหตุผลที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ (จิรารัตน์ แสงศร, 2560) และระบุเหตุผลในการจัดจำแนกนั้น ๆ นอกจากนี้ ในชั้นการอภิปรายผลที่ชัดเจนและการสะท้อนกลับ นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายข้อโต้แย้งต่าง ๆ อีกครั้ง ทำให้ นักเรียนสามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่รองรับด้วยหลักฐานทางวิทยาศาสตร์กับข้อโต้แย้งที่รองรับด้วยเหตุผลอย่างอื่นได้ดีขึ้น

2.5 สมรรถนะย่อยด้านการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่ หลากหลาย

งานวิจัยครั้งนี้พบว่าสมรรถนะย่อยด้านการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์ พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่ไม่มีความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอยู่ในระดับปานกลาง จากเดิมซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก นักเรียนได้เรียนรู้การเลือกใช้แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือในชั้นการออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ และสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว โดยนักเรียนมีแนวโน้มที่จะอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลมากขึ้น จากเดิมที่ไม่เคยระบุ ที่มาของข้อมูลเลย อย่างไรก็ตาม การที่สมรรถนะย่อยด้านดังกล่าวมีการพัฒนาไม่มากนัก อาจเนื่องด้วยนักเรียนไม่ ค่อยได้อ้างอิงข้อมูลจากบทความ หรืองานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนไม่ตระหนักถึงความสำคัญ และความ น่าเชื่อถือของบทความทางวิทยาศาสตร์มากเท่าที่ควร

โดยสรุปการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนา สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ Walker, Sampson, Grooms, Anderson and Zimmerman (2012) ที่กล่าวว่านักเรียนที่เรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งสามารถใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการ ตัดสินข้อกล่าวอ้าง และสามารถให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งในบริบทที่ ค้นเคยและในสถานการณ์ใหม่ ๆ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสันติชัย อนุวรชัย (2553) (อ้างถึงในจิรา รัตน์ แสงศร, 2560) งานวิจัยของพรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ (2556) (อ้างถึงในจิรารัตน์ แสงศร, 2560) และงานวิจัย ของจิรารัตน์ แสงศร (2560) ที่เสนอว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งสามารถ พัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจาก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ Tsai (2015) ซึ่งกล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนแบบการโต้แย้งสามารถพัฒนาสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องใช้ เวลามากกว่าการเรียนรู้แบบปกติ ดังนั้นควรวางแผนให้รัดกุม และบริหารเวลาในห้องเรียนอย่างรอบคอบ

1.2 นักเรียนบางคนไม่ค่อยกล้าแสดงออก ทำให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการโต้แย้งไม่มากนัก ครูผู้สอนควรจัดให้มีกิจกรรมละลายพฤติกรรมสั้น ๆ เพื่อผ่อนคลายความตึงเครียดของนักเรียน ก่อนการนำเสนอ ข้อโต้แย้งต่อเพื่อนร่วมชั้น

1.3 ควรให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูลจากบทความหรืองานวิจัยทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะใน กรณีที่ไม่สามารถทำการทดลองในห้องเรียนได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษการพัฒนาสมรรถนะย่อยด้านการประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และ ประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายเพิ่มเติม

2.2 ควรมีการศึกษการพัฒนาสมรรถนะย่อยด้านการระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และ เหตุผล ในเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

2.3 ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนโดยกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ ในอนาคต

บรรณานุกรม

- จารุพันธ์ พากิติ และสุมาลี ชูกำแพง. (2563). การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารมหาวิทยาลัยสุโขทัยนครสวรรค์*, 7(10), 248-260. สืบค้นจาก <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/JMND/article/view/247532>
- จิรารัตน์ แสงศร, สุรีย์พร สว่างเมฆ, และปราณี นางงาม. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อการพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 28(3), 14-26. สืบค้นจาก <http://dx.doi.org/10.14456/asj-psu.2017.42>
- จิรารัตน์ แสงศร. (2559). การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, พัทลุง.
- พรรณทิพา อินทญาติ. (2564). ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบมีการโต้แย้ง. *วารสารวิชาการบัณฑิตและสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 11(1), 47-58. สืบค้นจาก <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/GRAURU/article/view/247989>
- พาอีหะ เจาะสา. (2561). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะแบบมีการโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. สืบค้นจาก <http://kb.psu.ac.th:8080/psukb/bitstream/2016/12159/1/TC1544.pdf>
- โรงเรียนจณะชูปถัมภ์. (2564). แผนพัฒนาการจัดการศึกษา 2564 – 2567. สืบค้น 5 พฤษภาคม 2565 จาก http://www.chanachanu.ac.th/datashow_69586
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2565). ค่าสถิติพื้นฐานระดับจังหวัด ของผลการทดสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำแนกตามสาระการเรียนรู้. สืบค้น 1 พฤษภาคม 2565 จาก <https://catalog.niets.or.th/dataset/it-16-26/resource/6f2e7227-3893-4e1f-988e-4187253e0b2a>
- Amineh, R. J., & Asl, H. D. (2015). Review of Constructivism and Social Constructivism. *Journal of Social Sciences, Literature and Languages*, 1(1) , 9-16. Retrieved from https://www.academia.edu/download/51548785/constructivism_and_social_C.pdf
- OECD. (2014). *PISA 2012 Results in Focus What 15-year-olds know and what they can do with what they know*. Retrieved from <https://doi.org/10.1787/19963777>
- _____. (2018). *PISA 2015 PISA Results in Focus*. Retrieved from <https://doi.org/10.1787/22260919>
- _____. (2019). *PISA 2018 Results What students know and can do volume I*. Retrieved from <https://doi.org/10.1787/19963777>
- Sampson, V. (2014). *Argument-driven inquiry in biology: Lab investigations for grades 9-12*. United States: NSTA Press.

- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2010). 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. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/sce.20421>
- Tsai, C. Y. (2 0 1 5). Improving Students' PISA Scientific Competencies Through Online Argumentation. *International Journal of Science Education*, 37(2), 321-339. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.987712>
- Walker, J., Sampson, V., Grooms, J., & Zimmerman, C. (2012). Argument-Driven Inquiry in undergraduate chemistry labs: The impact on students' conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science. *Journal of College Science Teaching*, 41(4), 82-89. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/259041844_Argument-Driven_Inquiry_in_undergraduate_chemistry_labs_The_impact_on_students'_conceptual_understanding_argument_skills_and_attitudes_toward_science
- Walker, P. J., & Sampson, V. (2013). Learning to Argue and Arguing to Learn: Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Chemistry Students Learn How to Construct Arguments and Engage in Argumentation During a Laboratory Course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5) , 561-596. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.21082>

