

ผลของเพศที่มีต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ผ่าน
การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์

Effect of Gender on Grade 11 Students' Scientific Argumentation through
Argument-Driven Inquiry in Electrolyte Solution

นาริรัก เหยียดกระโทก¹ และ ร่มเกล้า จันทรานี^{2*}

Nareerak Yiadkrathok¹ and Romklao Jantrasee^{2*}

¹คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , nareerak.world08@gmail.com

(Faculty of Education, Khon Kaen University)

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , romklao@kku.ac.th

(Faculty of Education, Khon Kaen University)

บทคัดย่อ

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ สนับสนุนให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และอภิปรายกันในชั้นเรียน โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ การให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และการสื่อสารระหว่างกลุ่มด้วยแนวคิดที่แตกต่างกันจนนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับร่วมกัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเพศที่มีผลต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน กำลังศึกษาที่โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์ ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้เก็บรวบรวมจากการบันทึกวีดิทัศน์ และแบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาค้นพบว่า เพศไม่ได้ส่งผลต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่เพศมีผลต่อการทำงานร่วมกันของนักเรียน กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิงสามารถระบุองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วน ทำให้มีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนชายล้วนและหญิงล้วน จากข้อค้นพบนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งจึงควรเป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสออกแบบ สืบเสาะตรวจสอบ รวบรวมหลักฐาน สื่อสารและร่วมกันสร้างข้อโต้แย้งกันในกลุ่มที่เหมาะสม

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เพศ

ABSTRACT

Scientific argumentation plays an important role in learning science because it gives an opportunity to students in engaging in scientific practices, expressing their opinion and discussing in the class based on the use of empirical evidence and reasoning to support their claim, and communication among groups with different concepts which lead to the correct and acceptable conclusion. This research aimed to investigating students' gender that affects to scientific argumentation through argument-driven inquiry in electrolyte solution. The participants were 12 grade 11 students who studying in a school in Kalasin. Data used in this study were gathered from video recording, and scientific argumentation form. This study showed that gender did not affect to their scientific argumentation but it could support group collaborative work. Mixed gender group could identify components of scientific argumentation completely. Their argumentation had higher quality than the all-male, and all-female groups. In light of the findings, it is suggested that argument-driven inquiry should be a teaching approach which gives students the opportunity to plan, investigate, collect the evidence, communicate, and co-construct their argumentations in suitable groups.

KEYWORDS: Argument-Driven Inquiry, Scientific argumentation, Gender

**Corresponding author, E-mail: romklao@kku.ac.th โทร. 081-8351865*

Received: 18 May 2021 / Revised: 28 June 2021 / Accepted: 12 July 2021 / Published online: 2 May 2022

บทนำ

องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ ซึ่งรู้จักกันในนาม OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016) กล่าวว่าคุณภาพของการศึกษาเป็นตัวชี้วัดศักยภาพของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ จึงได้มีการศึกษาวิจัยหลายรูปแบบถึงประสิทธิภาพของระบบการศึกษาของประเทศสมาชิก และดำเนินการโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) เพื่อประเมินผลการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของ OECD โดยการประเมินในปี ค.ศ. 2006 และ 2015 เน้นการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ถึงร้อยละ 60 โดยมีกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผลพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยรวมวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ 2 จากทั้งหมด 6 ระดับ ซึ่งหมายความว่า นักเรียนไทยไม่สามารถระบุ อธิบาย และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลและพยานหลักฐานเชิงประจักษ์จากแหล่งต่าง ๆ ได้ และยังสะท้อนให้เห็นอีกว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยปกติมักจะให้ความสำคัญกับการใช้ความรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาดการสอนให้นักเรียนรู้จักการนำหลักการทฤษฎี ข้อเท็จจริง และสาระเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการนำหลักการและทฤษฎีต่างๆไปใช้อธิบาย และใช้ความรู้ความเป็นเหตุเป็นผลทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาและนำไปสู่ข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการอภิปรายโต้แย้งร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ (สุนีย์ คล้ายนิล ปรีชาญ เดชศรี และ อัมพิกา ประโมจณีย์, 2551) การโต้แย้งถือเป็นเป้าหมายหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (วนิดา ผาระนัด, 2561; Sampson & Schleigh, 2013) และมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยช่วยให้นักเรียนสามารถปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ (Berland & McMeil, 2010) นอกจากนี้ การโต้แย้งยังได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการที่มี

ประสิทธิภาพและเป็นทักษะสำหรับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ที่ควรปลูกฝังให้แก่ผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการทางสติปัญญาในการพิจารณาไตร่ตรองหลักฐานและลงข้อสรุปได้อย่างเหมาะสม (Pharanat, Nuangchalem & Sonsupap, 2015) แต่อย่างไรก็ตามผลการวิจัยในบริบทประเทศไทยของ ชาตรี ฝ้ายคำตา (2561) สะท้อนให้เห็นประเด็นหลักประการหนึ่งที่ต้องพัฒนาในการเรียนสอนวิทยาศาสตร์ นั่นคือ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากวัฒนธรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่เน้นประเด็นหลักนี้และการส่งเสริมให้เกิดวัฒนธรรมการอภิปรายโต้แย้งกันในชั้นเรียนยังไม่ได้รับความสำคัญเท่าที่ควร หรืออาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนได้มีการถกเถียงหรืออภิปรายโต้แย้งกันในชั้นเรียนเกิดขึ้นน้อยหรือเกือบจะไม่เกิดเลย (ชาตรี ฝ้ายคำตา, 2561; สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551) สอดคล้องกับบริบทในชั้นเรียนของผู้วิจัยที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาเคมี ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์ ในช่วงต้นภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562 พบว่ารูปแบบของการจัดการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ครูผู้สอนเป็นผู้นำเสนอปรากฏการณ์ ถามคำถาม และอธิบายคำตอบ ส่วนรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด คือ นักเรียนอภิปรายกันในชั้นเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวัฒนธรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ว่านักเรียนในระดับชั้นแรกๆ โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษา มักจะต้องทำตาม หรือปฏิบัติตามสิ่งที่ครูสั่ง และสิ่งเหล่านี้เป็นวัฒนธรรมของประเทศไทยที่เชื่อว่าเด็กต้องเชื่อฟังผู้ใหญ่ (Faikhamta & Ladachart, 2016) จากวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าหากนักเรียนไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน หรือครูผู้สอนไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาและตั้งคำถาม ให้ผู้เรียนตั้งคำถามที่ตีลึกกันอย่างมีเป้าหมาย คิดในเชิงวิพากษ์หาข้อสรุป และคิดทบทวนจนได้คำตอบที่เหมาะสม อาจทำให้การพัฒนาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นไปได้อย่างยาก เพราะในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้ผลการศึกษา หรือผลการทดลอง ต้องมีการอภิปรายโต้แย้งด้วยหลักฐานเพื่อลงข้อสรุป ดังนั้นครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมในประเด็นนี้ให้มากขึ้น

สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-driven Inquiry) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะที่ให้นักเรียนได้ออกแบบสำรวจ ตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลหลักฐานประจักษ์พยานด้วยตนเองเพื่อสร้างคำอธิบาย สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นระหว่างการทำกิจกรรมผ่านการโต้แย้งทั้งในกลุ่มและทั้งชั้นเรียน อาจกล่าวได้ว่ารูปแบบการสอนนี้ได้รับการพัฒนาเพื่อช่วยให้นักเรียนทำกิจกรรมที่เน้นบทบาทของการโต้แย้งระหว่างการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Walker, Sampson, Groom, Anderson & Zimmerman 2010) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนใช้ประจักษ์พยานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนในระหว่างการโต้แย้ง ซึ่งการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ PISA ได้กำหนดไว้ แต่ผลจาก PISA ในปี 2006 และ 2015 พบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถในการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน ดังนั้นความแตกต่างระหว่างเพศทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจศึกษา (Chen, Wang, Lu & Hong, 2019) จากการรายงานการประเมินผลการเรียนรู้จาก PISA ในปี 2015 กล่าวว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) เป็นเรื่องที่สำคัญ เพราะถือว่าเป็นตัวชี้บ่งถึงความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริง ซึ่งการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 ถือว่าไม่แตกต่างจากผลการประเมินในปี 2006 ซึ่งพบว่านักเรียนหญิงแสดงสมรรถนะสูงกว่าในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนชายจะทำได้ดีกว่าสำหรับด้านการระบุข้อประเด็นปัญหาหรือตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2561) ในขณะที่ยานวิจัยของ ชาตรี ฝ้ายคำตา (2561) ที่ศึกษาวัฒนธรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนและปัจจัยทางวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในบริบทของประเทศไทย พบว่านักเรียนชายมีการรับรู้เกี่ยวกับการมีส่วนร่วม และการสำรวจ ตรวจสอบมากกว่านักเรียนหญิง แสดงว่านักเรียนชายมีความสนใจในการเข้าร่วมการอภิปรายทำงานเพิ่มเติม การใช้ปัญหา และการสำรวจตรวจสอบ ขณะที่เรียนรู้ในชั้นเรียนมากกว่านักเรียนหญิง

จากที่กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งในรายวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ โดยเฉพาะเรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งนักเรียนมักมีความเข้าใจว่าเฉพาะสารละลายกรดและเบสเท่านั้นที่เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Lathifa, 2018) หากครูผู้สอนมีการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบด้วยการทำการทดลอง ลงมือค้นหาหลักฐาน แล้วนำหลักฐานประจักษ์พยานเพื่อไปใช้อธิบายโต้แย้งกันจนสามารถลงข้อสรุปเกี่ยวกับเนื้อหาดังกล่าวได้ ก็จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนและทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น (Orgill & Sutherland, 2008; Sheppard, 2006) และจากการสัมภาษณ์ครูประจำการที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชานี้ในโรงเรียนที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนในเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส ส่วนใหญ่ใช้วิธีบรรยาย การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้วัฒนธรรมการอภิปรายโต้แย้งกันในชั้นเรียนนั้นมีน้อยมาก อีกทั้งการศึกษาค้นคว้าแตกต่างระหว่างเพศในด้านการใช้ประจักษ์พยาน เพื่อนำไปโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ยังมีการศึกษาที่ไม่กว้างขวางนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่าเมื่อจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เพศมีผลต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเพศที่มีผลต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry: ADI) หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีการโต้แย้งกันระหว่างการสืบเสาะหาความรู้ มีขั้นตอนการทำกิจกรรมทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนกำหนดภาระงาน 2) ขั้นตอนการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล 3) ขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) ขั้นตอนกิจกรรมการโต้แย้ง 5) ขั้นตอนเขียนรายงานการทดลอง

2. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation) หมายถึง การที่นักเรียนระบอบองค์ประกอบของ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับข้อกล่าวอ้าง (Warrant) และการสนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง (Backing) เพื่อแสดงจุดยืนทางความคิดของตนเอง โดยอยู่บนพื้นฐานของการให้เหตุผล และข้อมูลหลักฐาน (Data) เพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างของตนเอง สำหรับลักษณะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดีของนักเรียน วัดจากคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากความครบถ้วนในการระบอบองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ไม่เกิดการโต้แย้ง (No Argument) การโต้แย้งส่วนบุคคล (Individual Arguments) และการโต้แย้งร่วม (Co-constructed Arguments)

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ผลการวิจัยเป็นแนวทางสำหรับบุคลากรทางการศึกษา เช่น นักการศึกษา ครูผู้สอน นักศึกษา ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อส่งเสริมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. ผลการวิจัยเป็นแนวทางสำหรับบุคลากรทางการศึกษา เช่น นักการศึกษา ครูผู้สอน นักศึกษา ในการส่งเสริมวัฒนธรรมการอภิปรายโต้แย้งในชั้นเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยเป็นแบบกรณีศึกษา (Case Study Research) โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) เก็บข้อมูลจากการบันทึกวีดิทัศน์เพื่อศึกษาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านการถกเถียงสนทนา วิเคราะห์ห่อออกมาเป็นคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และแบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาการเขียนข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์

ประชากร และตัวอย่างวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งได้ทำการเลือกกลุ่มที่ศึกษาแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 12 คน จากการสังเกตชั้นเรียนโดยรวมตั้งแต่เปิดภาคการศึกษาพบว่านักเรียนในชั้นเรียนที่ผู้วิจัยทำการศึกษาเป็นกลุ่มที่มีความกระตือรือร้นในการเรียนและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมอย่างสม่ำเสมอ มีน้ำใจและช่วยเหลือซึ่งกันและกันในเรื่องการเรียนและการทำกิจกรรมต่างๆ ภายในชั้นเรียน และเป็นห้องที่คล่องความสามารถในการเรียนเคมี โดยระดับความรู้ความสามารถมีทุกระดับตั้งแต่ต่ำ ปานกลางและสูง นักเรียนชายส่วนใหญ่มีลักษณะชอบพูดคุย และซักถามในสิ่งที่สงสัย ส่วนนักเรียนหญิงส่วนใหญ่มีลักษณะไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็น และไม่ซักถามข้อสงสัย ทั้งนักเรียนชายและหญิงไม่เคยมีประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมาก่อน ห้องเรียนนี้มีลำดับการสอนเป็นลำดับที่ 3 จากห้องเรียนทั้งหมดที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน ซึ่งผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงข้อบกพร่องและแก้ไขบางกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาจากการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้จากสองห้องที่เรียนไปก่อนหน้านี้ กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ได้แก่ กลุ่มนักเรียนชายล้วน กลุ่มนักเรียนหญิงล้วน และกลุ่มคละนักเรียนชายและหญิง ครูผู้สอนเป็นคนจัดกลุ่มโดยพิจารณาความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น ผลการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี ความกล้าแสดงความคิดเห็น ทักษะในด้านการทำการทดลอง เป็นต้น เพื่อศึกษาเพศที่มีผลต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

เครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ใช้เวลาทำกิจกรรมทั้งหมด 2 คาบ เป็นเวลา 100 นาที ผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้มีโอกาสในการออกแบบสำรวจตรวจสอบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง สื่อสารความคิดกับผู้อื่นระหว่างกิจกรรมการโต้แย้ง มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างที่มีการโต้แย้ง และนำประจักษ์พยานหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์มาอธิบายเพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างของตน ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยปรับมาจากแนวคิดของ Chen et al. (2016) ได้แก่ 1) ขั้นตอนกำหนดภาระงาน 2) ขั้นตอนการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล 3) ขั้นตอนการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) ขั้นตอนกิจกรรมการโต้แย้ง 5) ขั้นตอนเขียนรายงานการทดลอง ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (ADI)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ADI	รายละเอียดของการจัดการเรียนรู้แบบ ADI
ขั้นที่ 1 การกำหนดภาระงาน (Identification of the Task)	นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วกับสิ่งที่กำลังจะศึกษาจากสถานการณ์ที่ครูนำเสนอ จากนั้นร่วมกันพิจารณาคำถามสำคัญของการทดลองที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
ขั้นที่ 2 การสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Generation and Analysis of Data)	นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มฝึกการวางแผน คิดออกแบบวิธีการทดลอง โดยการกำหนดตัวแปร ลงมือการสำรวจตรวจสอบ อภิปรายและสรุปตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล
ขั้นที่ 3 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว (Production of a Tentative Argument)	นักเรียนได้สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว พยายามนำหลักฐานที่ได้จากการลงมือสำรวจตรวจสอบ และพยายามหาเหตุผลมาใช้สนับสนุนข้อมูลและข้อกล่าวอ้าง
ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง (Argument Session)	นักเรียนได้นำเสนอข้อโต้แย้งของกลุ่มตนเอง โดยอยู่บนพื้นฐานข้อมูลที่ได้จากการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว อภิปรายและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นร่วมกันกับกลุ่มเพื่อน นำมาสู่ข้อสรุปของประเด็นที่ศึกษา
ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานการทดลอง (Creation of a Written Investigation Report)	นักเรียนได้ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หลังจากโต้แย้งกับกลุ่มอื่นๆ และหลังจากการสรุปร่วมกันในชั้นเรียน

2. แบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบคำถามสำคัญเกี่ยวกับการทดลองเรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองเพื่อตอบคำถามสำคัญดังกล่าว และระบุองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3. การบันทึกวาทะทัศน์ การบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้กล้องวิดีโอ 1 ตัวพร้อมเทปบันทึกเสียงตั้งอยู่ที่โต๊ะของกลุ่มที่เป็นกรณีศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม เพื่อให้ได้เสียงที่ชัดที่สุด โดยเริ่มบันทึกเสียงตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นการกำหนดภาระงาน จนกระทั่งสิ้นสุดขั้นตอนที่ 5 คือ ขั้นการเขียนรายงานการทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ทั้ง 5 ขั้นตอน โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้มีการบันทึกวาทะทัศน์ของนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มนักเรียนชายล้วน 2) กลุ่มนักเรียนหญิงล้วน และ 3) กลุ่มคละนักเรียนชายและหญิง เพื่อศึกษาเพศที่มีผลต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ยังได้มีการทำแบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลจากการบันทึกวาทะทัศน์ในระหว่างขั้นกิจกรรมการโต้แย้งนำมาถอดบทสนทนา ระบุองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ปรับจากแนวคิดของ Toulmin's Argument Pattern (TAP) เพื่อนำไปจำแนกระดับคุณภาพของการ

โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ต่อไป ซึ่งองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง และข้อสนับสนุนเพิ่มเติม (Toulmin, 2003) ดังตารางที่ 2

2. ข้อมูลที่ได้จากการถอดบทสนทนานำมาวิเคราะห์คุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยปรับจากเกณฑ์ของ Kulatunga & Lewis (2013) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ไม่เกิดการโต้แย้ง (No Argument) ระดับการโต้แย้งส่วนบุคคล (Individual Arguments) แบ่งย่อยออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับ I1 และ ระดับ I2 และระดับการโต้แย้งร่วม (Co-constructed Arguments) แบ่งย่อยออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับ C1 และ ระดับ C2 รายละเอียด ดังตารางที่ 3

3. ผู้วิจัยมีการนำข้อมูลเชิงคุณภาพมาตรวจสอบสามเส้าด้านข้อมูล (Data Triangulation) โดยเปรียบเทียบข้อมูลจากการสนทนาระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 2 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ปรับตาม TAP

องค์ประกอบ	ความหมาย
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	ข้อสรุป ข้อเสนอ หรือข้อยืนยัน
ข้อมูล (Data)	หลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant)	ข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับข้อกล่าวอ้าง
ข้อสนับสนุนเพิ่มเติม (Backing)	การสนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

ตาราง 3 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

คุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ระดับย่อย	คำอธิบาย
ไม่เกิดการโต้แย้ง (No Argument)	ระดับ NA	นักเรียนระบุเพียงแค่ข้อกล่าวอ้าง และ/หรือ ข้อมูล
การโต้แย้งส่วนบุคคล (Individual Arguments)	ระดับ I1	ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง สร้างขึ้นด้วยนักเรียน 1 คน
	ระดับ I2	ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และข้อสนับสนุนเพิ่มเติม สร้างขึ้นด้วยนักเรียน 1 คน
การโต้แย้งร่วม (Co-constructed Arguments)	ระดับ C1	ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง สร้างขึ้นด้วยนักเรียนมากกว่า 1 คน
	ระดับ C2	ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และข้อสนับสนุนเพิ่มเติม สร้างขึ้นด้วยนักเรียนมากกว่า 1 คน

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์การถดถอยสหสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ครูเป็นผู้กำหนดคำถามสำคัญสำหรับสืบเสาะในการทดลองว่า “หากต้องการแบ่งสารละลายที่แตกต่างกัน 12 ชนิด ได้แก่ สารละลาย A B C D E F G H I J K และ L โดยใช้การนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ นาย ก กล่าวว่า “แบ่งสารละลายออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) สารละลายที่นำไฟฟ้าได้ ได้แก่ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางทุกชนิด และ (2) สารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า ได้แก่ สารละลายกรด และสารละลายเบส” นักเรียนเห็นด้วยกับ นาย ก หรือไม่ หากไม่เห็นด้วย นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบของ นาย ก อย่างไร” โดยคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักเรียนชายล้วน กลุ่มนักเรียนหญิงล้วน และ กลุ่มคละนักเรียนชายและหญิง ปรากฏดังบทสนทนาต่อไปนี้

บทสนทนาที่ 1

- กลุ่มนักเรียนหญิงล้วน คนที่ 1: กลุ่มของเราไม่เห็นด้วยกับ นาย ก (ขอกล่าวอ้าง) กลุ่มเธอไม่เห็นด้วยเหมือนกันไหม
- กลุ่มนักเรียนชายล้วน คนที่ 1: ไม่เห็นด้วยกับ นาย ก เหมือนกัน (ขอกล่าวอ้าง) กลุ่มเธอแบ่งสารละลายเป็นอะไรบ้าง
- กลุ่มนักเรียนหญิงล้วน คนที่ 1: สารละลายที่นำไฟฟ้า คือ กรด, เบส ทุกชนิด สารละลายกลางบางชนิด สารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า คือ สารละลายกลางที่เหลือ (ข้อมูล)
- กลุ่มนักเรียนชายล้วน คนที่ 2: กรด, เบสทุกชนิดนำไฟฟ้า แล้วก็มีสารละลายกลางบางชนิดด้วยที่นำไฟฟ้า ส่วนสารละลายกลางที่เหลือ คือไม่นำไฟฟ้า โอเคเหมือนกัน (ข้อมูล) ส่วนทฤษฎีที่เรานำมาใช้อธิบาย คือ ของอาร์เรเนียสที่บอกว่า กรด แตกตัวให้ H^+ เบส แตกตัวให้ OH^- (การสนับสนุนขอกล่าวอ้าง)
- กลุ่มนักเรียนหญิงล้วน คนที่ 2: ใช่ กลุ่มเราก็คิดว่าใช้ทฤษฎีของอาร์เรเนียสมาอธิบายในกรณีของกรดและเบส (การสนับสนุนขอกล่าวอ้าง) แต่มันใช้อธิบายสารละลายที่เป็นกลางที่มันนำไฟฟ้าไม่ได้อะ แล้วสารละลายกลางเธอเอาอะไรมาอธิบาย
- กลุ่มนักเรียนชายล้วน คนที่ 1: เราคิดว่ามันก็มีไอออนของมันเองแหละ เราคิดว่าแบบนี้
- กลุ่มนักเรียนหญิงล้วน คนที่ 1: เราคิดว่ามันแตกตัวได้เหมือนกับกรดและเบสแหละ แต่แตกตัวได้ไอออนอื่นที่ไม่ใช่ H^+ กับ OH^- (ข้อสนับสนุนเพิ่มเติม)

จากบทสนทนาที่ 1 การโต้แย้งระหว่างกลุ่มนักเรียนชายล้วนและกลุ่มนักเรียนหญิงล้วน พบว่า กลุ่มนักเรียนชายล้วนมีการระบอบองค์ประกอบทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ขอกล่าวอ้าง ข้อมูล และการสนับสนุนขอกล่าวอ้าง ซึ่งการระบุดังกล่าวเกิดจากนักเรียนมากกว่า 1 คน ส่วนกลุ่มนักเรียนหญิงล้วนมีการระบอบองค์ประกอบครบทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ขอกล่าวอ้าง ข้อมูล การสนับสนุนขอกล่าวอ้าง และข้อสนับสนุนเพิ่มเติม โดยการระบุดัง 4 องค์ประกอบนั้นเกิดจากนักเรียนมากกว่า 1 คน

ดังนั้น บทสนทนาที่ 1 กลุ่มนักเรียนชายล้วนมีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ C1 ส่วนกลุ่มนักเรียนหญิงล้วนมีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ C2

บทสนทนาที่ 2

กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิง คนที่ 1:

โง่เพื่อน เห็นด้วยหรือเปล่า

กลุ่มนักเรียนชายล้วน คนที่ 1:

ไม่เห็นด้วย (ข้อกล่าวอ้าง) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม นำไฟฟ้า คือ กรดเบสบางชนิด กลางบางชนิด ไม่นำไฟฟ้า คือ กลางบางชนิด (ข้อมูล) ใช้ทฤษฎีของ อาร์เรเนียสอธิบาย คือ กรดแตกตัวให้ H^+ และ เบส แตกตัวให้ OH^- (การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง)

กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิง คนที่ 1:

อ้าว ของเราเบสทุกชนิดนะ กลุ่มเราไม่เห็นด้วยกับ นาย ก (ข้อกล่าวอ้าง) และจากผลการทดลองเราก็แบ่ง สารละลายออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ สารละลายที่นำไฟฟ้า คือ กรด เบส ทุกชนิด และสารที่เป็นกลางบางชนิด ส่วนสารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า ก็คือ สารละลายที่เป็น กลางบางชนิดที่เหลือ (ข้อมูล)

กลุ่มนักเรียนชายล้วน คนที่ 2:

จริงด้วย เธอพูดผิด

กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิง คนที่ 1:

ทฤษฎีของอาร์เรเนียสก็ใช้อธิบายได้ เพราะมันบอกว่า กรด เบส แตกตัวให้ H^+ และ OH^- (การสนับสนุนข้อ กล่าวอ้าง)

กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิง คนที่ 2:

แต่มันอธิบายสารที่เป็นกลางไม่ได้ กลุ่มเราเลยคิดว่า เกี่ยวกับการแตกตัว สารใดที่แตกตัวเป็นไอออนได้ ก็นำไฟฟ้าได้ สารละลายที่เป็นกลางบางชนิดก็สามารถ แตกตัวได้ ไม่ใช่แค่กรดเบส (ข้อสนับสนุนเพิ่มเติม)

จากบทสนทนาที่ 2 การโต้แย้งระหว่างกลุ่มนักเรียนชายล้วนและกลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิง พบว่า กลุ่มนักเรียนชายล้วนมีการระบุงค์ประกอบทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และการสนับสนุนข้อกล่าว อ้าง ซึ่งการระบุงค์ดังกล่าวเกิดจากนักเรียนเพียง 1 คน ส่วนกลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิงมีการระบุงค์ประกอบครบทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และข้อสนับสนุนเพิ่มเติม โดยการระบุงค์ทั้ง 4 องค์ประกอบ นั้นเกิดจากนักเรียนมากกว่า 1 คน

ดังนั้น บทสนทนาที่ 2 กลุ่มนักเรียนชายล้วนมีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ I1 ส่วน กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิงมีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ C2

บทสนทนาที่ 3

กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิง คนที่ 2:

กลุ่มเราไม่เห็นด้วยกับนาย ก (ข้อกล่าวอ้าง)

กลุ่มนักเรียนหญิงล้วน คนที่ 1:

ไม่เห็นด้วยกับนาย ก เหมือนกัน (ข้อกล่าวอ้าง) แบ่ง ออกเป็น 2 กลุ่มที่นำไฟฟ้า คือ กรดเบสทุกชนิด และ กลางบางชนิด ส่วนกลุ่มที่ไม่นำไฟฟ้า คือ กลางบางชนิด (ข้อมูล)

กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิง คนที่ 2:

กลุ่มเราก็กแบ่งได้ 2 กลุ่มเหมือนกัน กลุ่มที่นำไฟฟ้า คือ สารละลายกรดและเบสทุกชนิดเลย แล้วก็สารละลาย กลางบางชนิด และสารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า คือ

กลุ่มนักเรียนหญิงล้วน คนที่ 2:	สารละลายกลางที่เหลือ (ข้อมูล) คราวนี้กลุ่มเธอใช้ ทฤษฎีอะไรมาใช้อธิบาย ใช้ทฤษฎีของอาร์เรเนียส อธิบายว่า กรดแตกตัวให้ H^+ ส่วนเบสแตกตัวให้ OH^- (การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง) แต่ มันใช้อธิบายสารละลายกลางที่นำไฟฟ้าไม่ได้ เราก็คิดว่าใช้ทฤษฎีของอาร์เรเนียสมาอธิบายได้ เพราะ มันอธิบายว่า กรดแตกตัวให้ H^+ เบสแตกตัวให้ OH^- (การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง) แต่ถ้าดูสารละลายกลางที่ นำไฟฟ้าได้ เราคิดว่าเกี่ยวกับหลักการแตกตัว สารใดที่ แตกตัวได้ก็สามารถนำไฟฟ้าได้ สารละลายกลางบาง ชนิดก็สามารถแตกตัวได้ ไม่ใช่แค่สารละลายกรดเบส (ข้อสนับสนุนเพิ่มเติม)
กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิงคนที่ 4:	สารละลายกลางบางชนิดที่สามารถนำไฟฟ้าได้ น่าจะ เกิดจากการรวมกันของกรดและเบส

จากบทสนทนาที่ 3 การโต้แย้งระหว่างกลุ่มนักเรียนหญิงล้วนและกลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิง พบว่า
กลุ่มนักเรียนหญิงล้วนมีการระบอบข้อประกอบทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล และการสนับสนุนข้อกล่าว
อ้าง ซึ่งการระบอบดังกล่าวเกิดจากนักเรียนมากกว่า 1 คน ส่วนกลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิงมีการระบอบข้อประกอบครบทั้ง 4
องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และข้อสนับสนุนเพิ่มเติม โดยการระบอบทั้ง 4 องค์ประกอบ
นั้นเกิดจากนักเรียนมากกว่า 1 คน

ดังนั้น บทสนทนาที่ 3 กลุ่มนักเรียนหญิงล้วนมีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ C1
ส่วนกลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิงมีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ C2

หลังจากที่นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่นๆในกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนจะมีโอกาสได้ประเมิน
ข้อโต้แย้งจากกลุ่มอื่นๆ และนำมาสรุปเพื่อแก้ไขการระบอบข้อประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบของกลุ่ม
ตนเองให้มีความถูกต้องและสมเหตุสมผลมากขึ้นในขั้นตอนที่ 5 คือ ขั้นการเขียนรายงานการทดลอง โดยจากผลการวิจัย
พบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถแก้ไขการระบอบข้อประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในแบบบันทึกการโต้แย้งทาง
วิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน ดังภาพที่ 2 โดยตัวหนังสือสีน้ำเงินแสดงการระบอบข้อประกอบก่อนกิจกรรมการโต้แย้ง และ
ตัวหนังสือสีแดงแสดงการระบอบข้อประกอบหลังกิจกรรมการโต้แย้ง แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหา
เกี่ยวกับเรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จากการถอดบทสนทนายระหว่างกิจกรรมการโต้แย้งของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า กลุ่มนักเรียนชายล้วนมีคุณภาพ
ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ I1 และ C1 กลุ่มนักเรียนหญิงล้วนมีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ใน
ระดับ C1 และ C2 กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิงมีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ C2 สรุปได้ว่า กลุ่ม
คณะนักเรียนชายและหญิงมีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มนักเรียนหญิงล้วน
และกลุ่มนักเรียนชายล้วน ตามลำดับ

สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยนี้พบว่า นักเรียนชายมีพฤติกรรมที่ต้องการคำตอบที่ชัดเจน ชอบทำงานคนเดียว ในขณะที่นักเรียนหญิงจะชอบการทำงานเป็นกลุ่ม มีความคิดรอบคอบมากกว่านักเรียนชาย ซึ่งงานวิจัยของชาติรี ฝ่ายคำตา (2561) ที่ศึกษาวัฒนธรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน และปัจจัยทางวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในบริบทของประเทศไทย พบว่านักเรียนชายมีการรับรู้เกี่ยวกับการมีส่วนร่วม และการสำรวจตรวจสอบมากกว่านักเรียนหญิง นักเรียนชายมีความสนใจในการเข้าร่วมการอภิปรายทำงานเพิ่มเติม การใช้ปัญหา และการสำรวจตรวจสอบขณะที่เรียนรู้ในชั้นเรียนมากกว่านักเรียนหญิง แตกต่างจากผลการวิจัยนี้ที่พบว่า นักเรียนชายมีการรับรู้เกี่ยวกับการมีส่วนร่วมน้อยกว่านักเรียนหญิง และนักเรียนชายมีพฤติกรรมที่ชอบทำงานคนเดียว หลีกเลี่ยงการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น แต่มีความมุ่งมั่นในการสืบเสาะหาความรู้ ส่วนนักเรียนหญิงมีพฤติกรรมที่ชอบทำงานเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นในประเด็นที่ศึกษา มากกว่านักเรียนชาย ด้วยพฤติกรรมและความสามารถที่ต่างกันทำให้การโต้แย้งของกลุ่มที่มีทั้งนักเรียนชายและหญิงมีการร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความรู้ของตนเอง ร่วมกันระบอบข้อประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จนครบทั้ง 4 องค์ประกอบ จึงมีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่ากลุ่มนักเรียนชายล้วนและกลุ่มนักเรียนหญิงล้วน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Asterhan, Schwarz, & Gil (2012) ที่กล่าวว่า กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิงมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันอภิปรายระหว่างการทำงานได้ดีกว่ากลุ่มชายล้วนและหญิงล้วน ส่งผลให้มีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้ งานวิจัยของ Songsil, Pongsophon, Boonsoong, & Clarke (2019) ยังพบอีกว่า นักเรียนชายมักหลีกเลี่ยงที่จะแสดงความคิดเห็นระหว่างการทำกิจกรรม ไม่ชอบทำงานเป็นกลุ่ม มีความมั่นใจและมุ่งมั่นในการหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบของตนเอง ในขณะที่นักเรียนหญิงมีความประนีประนอมและรอบคอบในการแสดงความคิดเห็น และวิเคราะห์ข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ดีกว่านักเรียนชาย ดังนั้นกลุ่มที่มีทั้งนักเรียนชายและหญิงจึงมีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จในการอภิปรายโต้แย้ง และทำงานร่วมกันภายในกลุ่มมากกว่ากลุ่มนักเรียนชายล้วนและกลุ่มนักเรียนหญิงล้วน ส่งผลให้มีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า (Driesson & Lengen, 2013; Hsu, Dyke, & Smith, 2017; Zhan, Fong, Mei, & Liang, 2015)

แบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

คำถามการทดลอง หากต้องการแบ่งสารละลายที่แตกคั่งกัน 12 ชนิด ได้แก่ สารละลาย A B C D E F G H I J K และ L โดยใช้การนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ นาย ก กล่าวว่า "แบ่งสารละลายออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) สารละลายที่นำไฟฟ้าได้ ได้แก่ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางทุกชนิด และ (2) สารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า ได้แก่ สารละลายกรด และ สารละลายเบส" นักเรียนเห็นด้วยกับ นาย ก หรือไม่ หากไม่เห็นด้วยนักเรียนมีวิธีการตรวจสอบคำตอบของ นาย ก อย่างไร

ภาพ 1 คำถามสำคัญที่ใช้ในการสืบเสาะ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทดลองมาใช้ในการตอบคำถามต่อไปนี้

1. คำตอบของคำถามการทดลองอธิบายได้ว่อย่างไร (ข้อกล่าวอ้าง (Claim) กลุ่มของนักเรียน)

ไม่เห็นด้วย จากการทดลอง พบว่าแรงสัรละล่าย

ข้อได้ 2 กลุ่ม คือ

1) สัรละล่าย กรก-เบส สัรละล่ายกลางบางชนิด

2) สัรละล่ายกลางบางชนิด

ไม่เห็นด้วย แรงสัรละล่ายกลางเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) สัรละล่ายที่ไม่ใช่ไฟฟ้า คือ สัรละล่ายกรด-เบส และสัรละล่ายกลางบางชนิด

2) สัรละล่ายที่เป็นไฟฟ้า คือ สัรละล่ายกลางบางชนิด

2. ข้อมูลจากการทดลองที่สนับสนุนคำตอบของนักเรียน (Data)

ปฏิกิริยาการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้า พบว่า กรก-เบส

น้ำไฟฟ้า และ สัรละล่าย กลาง น้ำไฟฟ้าบางชนิด

- ข้อมูลที่ได้จากการ สังเกตเป็นกรด-เบส จากการวัดค่า pH

- ข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าการนำไฟฟ้า จากเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

3. ความสัมพันธ์ของคำตอบและข้อมูลที่ได้จากการทดลองอธิบายได้ว่อย่างไร (การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrants))

ปฏิกิริยาที่พบก่กลางน้ำคือ สัรละล่ายจากผลของการทดลอง

พบว่ สัรละล่าย กรก-เบส น้ำไฟฟ้าให้ สัรละล่าย

การวัดจากเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

จากทฤษฎีของอาร์เรเนียส ที่กล่าวว่า กรดและเบสที่สัรละล่าย

สัรละล่ายน้ำไฟฟ้า โดยกรดแตกตัวให้ H^+ และเบสแตกตัวให้ OH^-

4. เหตุผลที่นักเรียนใช้ในการสนับสนุนคำตอบในข้อที่ 3 (ข้อสนับสนุนเพิ่มเติม (Backing))

- ค่าจากเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

- ทฤษฎีของอาร์เรเนียส กรก แตกตัวให้ H^+

- ผลการทดลองที่พบว่ กรก-เบส แตกตัวให้ OH^-

ทำให้เห็นว่ น้ำไฟฟ้า

ปฏิกิริยาการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้า สัรละล่ายจากผลของการทดลอง

ปฏิกิริยาการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้า

ภาพ 2 การระบุงค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

หลังจากที่นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่นๆในกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนจะมีโอกาสได้ประเมินข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่นๆ และนำมาสรุปเพื่อแก้ไขการระบุงค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ ของกลุ่มตนเองให้มีความถูกต้องและสมเหตุสมผลมากขึ้นในขั้นตอนที่ 5 คือ ขั้นการเขียนรายงานการทดลอง โดยผลวิจัยพบว่านักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม สามารถแก้ไขการระบุงค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในแบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องแสดงว่ นักเรียนมีการเรียนรู้เข้าใจในข้อสรุปเดิมผ่านการปรับปรุงแบบบันทึกการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนยอมรับข้อคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล (Annisa, Hernani, & Taufik, 2016) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จึงเป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการอภิปราย แลกเปลี่ยนข้อมูล ข้อโต้แย้ง และเหตุผลที่นำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ จนนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับ (Kulatunga & Lewis, 2013; Sampson, 2009; Walker et al., 2011) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tuba & Sedat (2015) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

จึงสามารถสรุปได้ว่า เมื่อจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพศไม่ได้ส่งผลต่อการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ แต่เพศมีผลต่อการทำงานร่วมกันของนักเรียน เนื่องจากกลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิงมีการระบุงองค์ประกอบของการโต้แย้งร่วมกันมากกว่ากลุ่มนักเรียนชายล้วนและกลุ่มนักเรียนหญิงล้วน ดังนั้นการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจึงขึ้นอยู่กับกระบวนการแบ่งกลุ่มในการจัดการเรียนรู้และการที่ครูผู้สอนให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือสำรวจตรวจสอบเพื่อหาหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อเป็นการยืนยันข้อกล่าวอ้างของตน อีกทั้ง ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จึงทำให้นักเรียนสามารถระบุงองค์ประกอบและโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ (Asterhan et al., 2012; Berland & Lee, 2012; Hsu et al., 2017; Lubben, Sadeck, Scholtz, & Braund, 2009; Sampson & Clark, 2009)

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ควรเน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสิ่งที่ได้ค้นพบ เพิ่มโอกาสให้นักเรียนนำเสนอข้อโต้แย้งและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการร่วมกันอภิปรายข้อโต้แย้งได้ครบทุกคนและทุกกลุ่ม เพื่อเป็นแนวทางในการหาข้อสรุปร่วมกัน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสนทนาและการเขียนบันทึกข้อโต้แย้ง
2. คำถามสำคัญที่ใช้ในการสืบเสาะควรเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย ควรเป็นคำถามที่ทำให้นักเรียนเกิดการโต้แย้งกับตนเองและผู้อื่น เป็นแนวทางให้นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มาซึ่งหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างของตนเอง
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ควรจัดให้นักเรียนภายในกลุ่มมีความแตกต่างกัน เช่น เพศ ความกล้าแสดงความคิดเห็น ทักษะในด้านการทำการทดลอง ผลการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนมีการอภิปรายข้อโต้แย้งกันในประเด็นที่แตกต่างกันตามประสบการณ์ วัฒนธรรม และความสามารถของแต่ละคน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มคณะนักเรียนชายและหญิงมีแนวโน้มที่มีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนชายล้วนและหญิงล้วน สำหรับในกรณีที่บางชั้นเรียนไม่สามารถจัดกลุ่มให้เฉพาะของนักเรียนได้ ผู้วิจัยควรส่งเสริมให้นักเรียนทุกกลุ่มมีคุณภาพของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่สูงที่สุด นั่นคือนักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้าง ข้อมูล การสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง และข้อสนับสนุนเพิ่มเติม มากกว่า 1 คนขึ้นไป
2. ครูผู้สอนควรมีการสะท้อนกลับอย่างชัดแจ้ง หลังจากกิจกรรมขั้นที่ 5 การเขียนรายงานการทดลอง เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปพัฒนาการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของตนเองได้
3. งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ มีรูปแบบการวิจัยเป็นแบบกรณีศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจากการถอดบทสนทนา โดยผู้วิจัยไม่ได้เน้นการลงข้อสรุปไปยังกลุ่มอื่น เนื่องจากการวิเคราะห์กลุ่มที่ศึกษาเป็นกลุ่มที่มีขนาดเล็ก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2561). วัฒนธรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์*, 19(1), 43-53.
- วนิดา วรรณัด และประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2561). การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล: ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 37(2), 174-181.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัมพิกา ประโมจน์. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันนี้*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- Annisa, N., Hernani, & Taufik, R. (2016). Argument-Driven Inquiry (ADI): The way to develop junior high school student's argumentation skills in science learning. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 57(1), 128-132.
- Asterhan, C. S. C., Schwarz, B. B., & Gil, J. (2012). Small-group, computer-mediated argumentation in middle-school classrooms: The effects of gender and different types of online teacher guidance. *British Journal of Educational Psychology*, 82, 375-397.
- Berland, L. K., & Lee, V. R. (2012). In pursuit of consensus: Disagreement and legitimization during small-group argumentation. *International Journal of Science Education*, 34(12), 1857-1882.
- Berland, L. K., & McNeill, K. L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94(5), 756-793.
- Chen, H. T., Wang, H. H., Lu, Y. Y., Lin, H. S., & Hong, Z. R. (2016). Using a modified argument-driven inquiry to promote elementary school students' engagement in learning science and argumentation. *International Journal of Science Education*, 38(2), 170-191.
- Chen, H. T., Wang, H. H., Lu, Y. Y., & Hong, Z. R. (2019). Bridging the gender gap of children's engagement in learning science and argumentation through a modified argument-driven inquiry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 635-655.
- Driessen, G., & Langen, A. (2013). Gender differences in primary and secondary education: Are girls really outperforming boys?. *International Review Of Education / Internationale Zeitschrift Für Erziehungswissenschaft*, 59(1), 67-86.
- Faikhamta, C., & Ladachart, L. (2016). *Science Education Research and Practice in Asia: Challenges and Opportunities. Science education in Thailand: Moving through crisis to opportunity*. Singapore: Springer.
- Hsu, P. S., Dyke, M. V., & Smith, T. J. (2017). The effect of varied gender groupings on argumentation skills among middle school students in different cultures. *Middle Grades Review*, 3(2), 1-22.
- Kulatunga, U., Moog, R. S., & Lewis, J. E. (2013). Argumentation and participation patterns in general chemistry peer-led sessions. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(10), 1207-1231.

- Lathifa, U. (2018). Correcting students' misconception in acid and base concept using PDEODE instruction strategy. *Unnes Science Education Journal*, 7(2), 170-177.
- Lubben, F., Sadeck, M., Scholtz, Z., & Braund, M. (2009). Gauging students' untutored ability in argumentation about experimental data: A South African case study. *International Journal of Science Education*, 32(16), 1-24.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016). *Education at a Glance 2016: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing.
- Orgill, M. K., & Sutherland, A. (2008). Undergraduate chemistry students' perceptions of and misconceptions about buffers and buffer problems. *Chemical Education Research and Practice*, 9, 131-143.
- Pharanat, W., Nuangchalem, P. & Sonsupap, K. (2015). Promoting reasoned Argumentation in Science for Lower Secondary Students. *Educational Research and Reviews*. 10(3), 357-362.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2009). Argument-driven inquiry: A way to promote learning laboratory activities. *The Science Teacher*, 76(8), 42-47.
- Sampson, V., & Schleigh, S. (2013). *Scientific Argumentation in Biology: 30 classroom activities*. Arlington, VA: NSTA.
- Sheppard, K. (2008). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chemical Education Research and Practice*, 7, 32-45.
- Songsil, W., Pongsophon, P., Boonsoong, B., & Clarke, A. (2019). Developing scientific argumentation strategies using revised argument-driven inquiry (rADI) in science classrooms in Thailand. *Asia-Pacific Science Education*, 5(7), 1-22.
- Toulmin, S. E. (2003). *The use of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tuba, D., & Sedat, U. (2015). Investigating the effect of argument-driven inquiry in laboratory instruction. *Educational Sciences Theory & practice*, 15(1), 267-283.
- Walker, J. P., Sampson, V., Groom, J., Anderson, B., & Zimmerman, C. O. (2010). 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), 74-81.
- Walker, J. P., Sampson, V., Groom, J., & Zimmerman, C. O. (2011). Argument-Driven Inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of chemical education*, 88, 1048-1056.
- Zhan, Z., Fong, P. S. W., Mei, H., & Liang, T. (2015). Effects of gender grouping on students' group performance, individual achievements and attitudes in computer-supported collaborative learning. *Computers in Human Behavior*, 48, 587-596.