

การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ณัฐวัตร อ้ายแก้ว¹

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สุมาลี ชุกำแพง

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

บทความวิจัย

รับต้นฉบับ: 13 สิงหาคม 2563 วันแก้ไข: 18 กันยายน 2563 วันตอบรับ: 25 กันยายน 2563

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 37 คน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ คือ 1) แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และส่วนที่ 2 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย 2) แบบสัมภาษณ์ และ 3) แบบสังเกตการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 40.5 และไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับดี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 59.5 แยกออกเป็นอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 35.2 และระดับต่ำ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 24.3 โดยองค์ประกอบการโต้แย้งที่นักเรียนพัฒนามากที่สุดคือ ข้ออ้าง และเหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง ส่วนองค์ประกอบที่พัฒนาได้น้อยที่สุดคือหลักฐานประกอบเหตุผล และเหตุผลเสริม

คำสำคัญ: ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

¹ การติดต่อและการร้องขอบทความนี้ กรุณาส่งถึง ณัฐวัตร อ้ายแก้ว มหาวิทยาลัยมหาสารคาม E-mail: natthawat_a@outlook.com.

THE DEVELOPMENT OF GRADE 12th STUDENTS' SCIENTIFIC ARGUMENTATION SKILLS THROUGH SOCIOSCIENTIFIC ISSUE-BASED LEARNING

Nattawat Aikaew ¹

Maharakham University

Sumalee Chookhampaeng

Maharakham University

Research Article

Received: 13 August 2020 Revised: 18 September 2020 Accepted: 25 September 2020

The purpose of this study was to develop students' scientific argumentation skills for grade 12th students by using socioscientific issue-based learning. The research target group was 37 Grade 12th students studying in the second semester of the academic year 2019. The instruments used to collect data were 1) a scientific argumentation skill questionnaire (ASQ) which was divided into two parts; Part 1 was about socioscientific issues and Part 2 was a subjective test, 2) interview logs, and 3) scientific observation logs. The data were analyzed by using mean (M), standard deviation (S), and percentages.

The findings showed that after applying socioscientific issue-based learning, the number of the students whose scientific argumentation skills passed the criterion at a high level was 15 (40.5%), while the number of the students whose scientific argumentation skills failed was 22 (59.5%). In the latter group, there were 13 students (35.2%) whose skills were at a moderate level, and three students (24.3%) whose skills were a low level. The best developed components were claims and warrants, while the least developed components were evidence and supportive arguments.

Keywords: Scientific Argumentation, Socioscientific Issue-based Learning, Human and Environmental

¹ Correspondence concerning this article and requests for reprints should be addressed to Nattawat Aikaew
Maharakham University E-mail: nattawat_a@outlook.com.

บทนำ

ในปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ความก้าวหน้าไปอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นด้าน การแพทย์ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม วิศวกรรม ฯลฯ ทำให้เกิดเป็นนวัตกรรมของโลกสมัยใหม่ที่ช่วยให้ ประชากรโลกได้รับผลประโยชน์ ขณะเดียวกันก็จะนำความเสี่ยงที่อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์มาควบคู่กันด้วย ในสังคมปัจจุบันของประเทศไทยมีประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากมาย เช่น การสร้างเขื่อน การใช้ทรัพยากรธรรมชาติเกินความจำเป็น การสร้างเขื่อน การสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหิน หรือการรณรงค์งดใช้ สารเคมีในการเกษตร นวัตกรรมการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถดำรงชีวิตในสภาพสังคม ที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่อง และสามารถนำสภาพปัญหาสังคมในปัจจุบันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ ก็คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issues; SSI)

โดยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นเป็นประเด็นที่มักจะมีการถกเถียงกันภายในสังคม ซึ่งมาจากมุมมองความคิดเห็นที่หลากหลายของแต่ละบุคคลและยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัด รวมถึงเป็นประเด็นที่ มักจะมีความเกี่ยวข้องกับคุณธรรมและจริยธรรม โดยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นเป็น ประเด็นที่ตั้งอยู่บนแนวคิด หรือปัญหาซึ่งก่อให้เกิดการโต้แย้งโดยธรรมชาติและเป็นช่องทางในการร่วม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Sadler & Zeidler, 2005)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ สามารถใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ โดยอยู่บนพื้นฐานของข้อมูล และหลักฐานที่เชื่อถือได้ (กมลวรรณ กัญญา ประสิทธิ์, 2558) ผู้เรียนจึงควรมีความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมีความสามารถในการวิเคราะห์ ข้อมูลข่าวสารที่ได้รับมา รวมทั้งสามารถประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐาน และสร้างจุดยืนของตนเองเพื่อ นำมาสู่การตัดสินใจอย่างมีเหตุผลและมีประสิทธิภาพต่อไป (Driver, Newton, & Osborne, 2000) เพื่อ นำไปสู่การสร้างและนำเสนอข้อโต้แย้งของข้อมูลข่าวสารหรือประเด็นปัญหาทางด้านสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ (Schwartz, 2009) ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงได้นำการโต้แย้งมาเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการ เรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วยองค์ประกอบ คือ ข้ออ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (Warrant) หลักฐานประกอบเหตุผล (Evidence) ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument) และเหตุผลเสริม (Supportive Argument) (Lin & Mintzes, 2010) ประโยชน์ของ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นมีประโยชน์ต่อผู้เรียนและครูผู้สอน เช่น เป็นการตรวจสอบความถูกต้องใน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ โดยในศาสตร์ของวิทยาศาสตร์นั้น การอภิปรายโต้แย้งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะการสื่อสารซึ่งถือว่าเป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จากการศึกษาคพบว่าได้มีนักวิชาการทำการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เช่น Lin & Mintzes (2010) และ Sadler & Donnelly (2006) พบว่าหลังการศึกษานักเรียนมีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์ที่เพิ่มสูงขึ้น

อย่างไรก็ตามจากประสบการณ์ของผู้วิจัยขณะที่ทำการสอนเรื่อง ชีวิตจริยธรรม พบว่านักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ทำการยกประเด็นของการนำสัตว์มาใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึง ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นกับประเด็นที่ผู้วิจัยนำมาเสนอนี้ พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นต่อประเด็น ที่แตกต่างกัน แต่เมื่อผู้วิจัยถามกลับไปให้นักเรียนว่าทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนบางคนไม่สามารถแสดง ความคิดเห็นตอบกลับมาได้ ในขณะที่นักเรียนบางคนได้ให้เหตุผลเพื่ออธิบายความคิดเห็นของตนเอง แต่เหตุผลนั้นก็ยังไม่มีความชัดเจนหรือความน่าเชื่อถือมากพอ ทั้งนี้เหตุผลของนักเรียนที่นำมาใช้ในการอธิบาย

ความคิดเห็นก็ยังไม่มีความน่าเชื่อถือ หรือหลักฐานที่แน่ชัด แต่เป็นเพียงการแสดงความรู้สึกของนักเรียนที่ขาดแหล่งที่มาของข้อมูล หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ จะเห็นได้ว่าจากพฤติกรรมที่สังเกตได้นั้นพบว่านักเรียนในชั้นเรียนยังขาดองค์ประกอบการโต้แย้งทั้ง เหตุผลสนับสนุนข้ออ้างที่จะนำมาใช้ในการยืนยันความคิดเห็นของตนเอง และหลักฐานประกอบเหตุผลที่จะนำใช้สนับสนุนเหตุผลของตนเอง และทำให้ผู้อื่นเห็นด้วยกับความคิดเห็นของตนเอง รวมถึงเมื่อผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนจำนวน 37 คน (ร้อยละ 75.5) มีคะแนนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ถึงร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

ด้วยเหตุผลดังที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น ผู้วิจัยจึงมุ่งที่จะพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียนยังขาดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นอีกหนึ่งทักษะที่นักเรียนในยุคปัจจุบันต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนา เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และตัดสินใจอย่างรอบคอบในประเด็นปัญหา หรือประเด็นคำถามต่าง ๆ ที่สังคมในยุคปัจจุบันกำลังเผชิญ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการอภิปราย และการโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การแสดงความคิดเห็น ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายให้เหตุผล และเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการโต้แย้ง รวมไปถึงการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการโต้แย้ง พร้อมทั้งปลูกฝังให้นักเรียนมีคุณธรรมและดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 37 คน โดยเป็นนักเรียนที่มีคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ถึงร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มจากการให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นำมาเข้าสู่บทเรียนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการโต้แย้งกันภายในชั้นเรียน โดยผู้วิจัยได้เลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ กระจกชนมปังทำลายธรรมชาติมากที่สุด พาราควอต: ฟังเสียงเกษตรกร เอ็นจีโอ ธุรกิจเกษตร ต่อข้อเสนอยกเลิกสารเคมีอันตรายในไทย และอนาคตใหม่ ลุยอ้อมก้อยฟังข้อมูลสร้างเหมืองถ่านหิน พบ ปชช. ค้าน หวั่นไร่ที่ทำกิน-กระทบสิ่งแวดล้อม โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 บทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่
เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ตามที่ Rundgren et al (2016) ได้นำเสนอไว้

ลำดับขั้นตอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 1 นำเสนอ ประเด็น	ครูนำเสนอประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วย บทความ หรือวิดีโอ โดยประเด็น นั้นต้องเป็นประเด็นที่มีความ น่าสนใจ และก่อให้เกิดนักเรียนเกิด ข้ออ้าง และการโต้แย้ง	นักเรียนพิจารณาประเด็นที่นำเสนอ และแสดงความคิดเห็นหลังพิจารณา และกล่าวถึงข้ออ้างของตน
ขั้นที่ 2 จัดกลุ่ม และสืบค้นข้อมูล	ครูให้นักเรียนจัดกลุ่มตามข้ออ้างที่ มีต่อประเด็นที่นำเสนอ จากนั้น สืบค้นข้อมูลโดยใช้แหล่งเรียนรู้	นักเรียนจัดกลุ่ม และแบ่งหน้าที่ในการ สืบค้นข้อมูล จากนั้นสืบค้นข้อมูลโดยใช้ แหล่งการเรียนรู้ทั้งอินเทอร์เน็ต หนังสือ วารสาร หนังสือพิมพ์
ขั้นที่ 3 อภิปราย กลุ่ม	ครูให้นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้จาก การสืบค้น และเตรียมตัวเพื่อ อภิปรายในชั้นเรียน	นักเรียนพูดคุย และคัดเลือกข้อมูลที่ เหมาะสม และเป็นประโยชน์ในการ อภิปรายในชั้นเรียน
ขั้นที่ 4 อภิปรายใน ชั้นเรียน	ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมา อภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยมี รูปแบบการอภิปรายที่จะสลับกลุ่ม ที่มีความคิดเห็นแตกต่างกัน	นักเรียนออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยนำเสนอข้ออ้างของกลุ่มตนเอง จากนั้นจึงกล่าวถึงเหตุผล และหลักฐาน สนับสนุน จากนั้นถึงทำการโต้แย้งกลับ เพื่อคัดค้านข้อมูลของกลุ่มก่อนหน้าเพื่อ ทำให้เหตุผลของกลุ่มที่มีความคิดเห็น แตกต่างกันมีความน่าเชื่อถือลดลง
ขั้นที่ 5 สรุป ความคิด	ครูให้นักเรียนเขียนกรอบการ โต้แย้ง คือการเขียนเพื่อสรุป หลังจากอภิปรายในชั้นเรียน	นักเรียนเขียนสรุปหลังจากการอภิปราย ในชั้นเรียน โดยต้องกล่าวถึง ข้ออ้าง เหตุผล หลักฐาน ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป และเหตุผลเสริม ซึ่งขั้นสรุปนี้ นักเรียน อาจยืนยันข้ออ้างเดิม หรือมีการ เปลี่ยนแปลงข้ออ้าง
ขั้นที่ 6 ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม	ครูให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการ โต้แย้ง และการตัดสินใจอย่างไม่ เป็นทางการของนักเรียนรวมถึง สรุปประเด็นสำคัญที่เกิดขึ้นจาก การฝึกการโต้แย้ง	นักเรียนพิจารณาคำตอบของตนเอง และเพื่อน และทำการสรุปความคิดหลัง สิ้นสุดการเรียนรู้

ก่อนที่ผู้วิจัยจะนำแผนการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการส่งแผนการจัดการเรียนรู้ให้
ผู้เชี่ยวชาญทั้งทางด้านการจัดการเรียนรู้และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความ
เหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ หลังจากผ่านการประเมินแล้วผู้วิจัยจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้มาทำ

การแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์โดยทำการปรับแก้ประเด็นที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมให้ต่อเนื่องสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน โดยจากผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยของผลการประเมินแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ อยู่ระหว่าง 4.38-4.39 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวัดทักษะการโต้แย้งนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยส่วนที่ 1 เป็นบทความหรือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และส่วนที่ 2 เป็นส่วนคำถามที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของการโต้แย้งจำนวน 5 ข้อ โดยองค์ประกอบของการโต้แย้งออกเป็นได้ 5 องค์ประกอบตามที่ Lin & Mintzes (2010) ได้เสนอไว้ ดังตาราง 2

ตาราง 2 องค์ประกอบ และความหมายของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Lin & Mintzes (2010)

องค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ความหมาย
ข้ออ้าง (Claim)	ความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังพิจารณา
เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (Warrant)	การแสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้ออ้างที่ได้พิจารณา ซึ่งเหตุผลประกอบข้ออ้างนี้จะช่วยให้ข้ออ้างมีความน่าเชื่อถือ
หลักฐานประกอบเหตุผล (Evidence)	หลักฐาน หรือ ข้อเท็จจริงที่นำมาสนับสนุนเหตุผลประกอบข้ออ้าง เพื่อประกอบการอธิบายเพื่อสนับสนุนให้ข้ออ้างเป็นที่ยอมรับ โดยหลักฐานนี้อาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมถึงข้อมูล หรือ ข้อเท็จจริงที่ได้จากการศึกษางานวิจัย หรือ การทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้ ทั้งนี้หลักฐานสนับสนุนประกอบเหตุผลจะต้องมีแหล่งที่มาของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ และสามารถยืนยันได้จริง
ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (Counterargument)	ข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้ออ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งจะแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการให้เหตุผลต่อข้ออ้างจากมุมมองใหม่ที่ผู้พิจารณาไม่ได้กล่าวถึง ทำให้ข้ออ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง
เหตุผลเสริม (Supportive Argument)	เหตุผลที่เพิ่มเติมจากเหตุผลประกอบข้ออ้างเดิม ที่นำมาการโต้แย้งเพื่อทำให้ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปมีความเชื่อถือลดลง และตกไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐาน และการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน และเหตุผลเสริมนี้ควรที่จะสามารถหักล้างข้อโต้แย้งที่ต่างออกไปให้มีความน่าเชื่อถือลดลงได้

ก่อนที่ผู้วิจัยจะนำแบบทดสอบไปใช้ให้นักเรียนทดสอบ ผู้วิจัยได้นำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งทางด้านการวัดและประเมินผล และผู้ที่มีประสบการณ์ในการวัดการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 นอกจากนี้ยังมีแบบสังเกตการโต้แย้งขณะที่นักเรียนทำการโต้แย้งเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมาใช้ในการประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ของนักเรียน โดยทำการปรับแก้ไขจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยการปรับคำถามให้ไม่กำกวม การใช้ภาษาให้เข้าใจได้ง่าย

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์คะแนนของแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการนำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มคำตอบโดยแยกตามองค์ประกอบการโต้แย้งทั้ง 5 องค์ประกอบ โดยมีการใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนทักษะการโต้แย้งแบบรูปลิก (rubrics score) สำหรับการประเมิน โดยมีการแบ่งให้คะแนนแยกตามองค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบ โดยแต่ละองค์ประกอบมีช่วงคะแนนอยู่ที่ 0-2 คะแนน โดยใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจาก ภาวิณี รัตนคอน และคณะ (2561) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับรายละเอียดการให้คะแนนให้สอดคล้องกับเนื้อหาในแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และได้กำหนดการวิเคราะห์ระดับคุณภาพการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 0-1 คะแนน หมายถึง ระดับต่ำมาก
- 2-3 คะแนน หมายถึง ระดับต่ำ
- 4-5 คะแนน หมายถึง ระดับปานกลาง
- 6-7 คะแนน หมายถึง ระดับดี
- 8-10 คะแนน หมายถึง ระดับดีมาก

จากนั้นนำกลุ่มคำตอบที่ได้มาจัดระดับความสามารถในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ที่สร้างขึ้น และการประเมินภาพรวมระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ผลการวิจัย

เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แบบทดสอบ และนำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ และหาค่าเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบ และค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 แบบทดสอบ ปรากฏผล ดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยคะแนนการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามองค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้

นักเรียนลำดับที่	องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์						ระดับการโต้แย้ง
	ข้ออ้าง (2)	เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง (2)	หลักฐานประกอบเหตุผล (2)	ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป (2)	เหตุผลเสริม (2)	คะแนนรวมเฉลี่ย (10)	
1	1.67	1.00	0.33	1.00	0.33	4.3	ระดับปานกลาง
2	1.67	1.00	0.33	0.00	0.67	3.7	ระดับต่ำ
3	2.00	1.00	1.00	0.67	0.00	4.7	ระดับปานกลาง
4	1.00	0.67	0.00	1.00	0.00	2.7	ระดับต่ำ
5	1.00	0.67	0.33	0.33	0.33	2.7	ระดับต่ำ
6	1.00	0.33	0.67	0.67	0.33	3.0	ระดับต่ำ
7	1.67	0.67	0.00	1.00	0.33	3.7	ระดับต่ำ

นักเรียน ลำดับที่	องค์ประกอบของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์						คะแนน รวมเฉลี่ย (10)	ระดับการ โต้แย้ง
	ข้ออ้าง (2)	เหตุผล สนับสนุน ข้ออ้าง (2)	หลักฐาน ประกอบ เหตุผล (2)	ข้อโต้แย้งที่ ต่างออกไป (2)	เหตุผล เสริม (2)			
8	1.00	1.00	0.33	1.00	1.00	4.3	ระดับปานกลาง	
9*	2.00	1.00	0.67	1.00	1.33	6.0	ระดับดี	
10	1.00	1.00	0.00	1.00	0.33	3.3	ระดับต่ำ	
11	1.67	1.00	0.33	1.00	1.00	5.0	ระดับปานกลาง	
12*	2.00	1.00	1.67	1.00	1.00	6.7	ระดับดี	
13*	1.67	1.00	1.33	1.33	0.67	6.0	ระดับดี	
14	1.67	0.67	0.33	1.00	1.00	4.7	ระดับปานกลาง	
15	1.67	1.00	0.33	0.67	0.33	4.0	ระดับปานกลาง	
16*	2.00	1.33	0.67	1.33	0.67	6.0	ระดับดี	
17*	2.00	1.00	1.67	1.33	1.00	7.0	ระดับดี	
18*	1.67	1.00	1.00	1.33	1.33	6.3	ระดับดี	
19*	2.00	1.33	1.00	1.00	1.00	6.3	ระดับดี	
20	1.67	1.00	0.00	0.67	0.67	4.0	ระดับปานกลาง	
21	1.67	1.00	0.00	1.00	0.67	4.3	ระดับปานกลาง	
22*	2.00	1.00	1.33	1.00	0.67	6.0	ระดับดี	
23	1.67	1.00	0.33	1.00	0.67	4.7	ระดับปานกลาง	
24	2.00	1.00	0.33	1.33	0.67	5.3	ระดับปานกลาง	
25*	2.00	1.00	2.00	1.00	0.67	6.7	ระดับดี	
26*	2.00	1.00	1.33	1.00	0.67	6.0	ระดับดี	
27*	2.00	1.00	1.67	1.00	0.67	6.3	ระดับดี	
28*	2.00	1.33	0.33	1.00	1.00	5.7	ระดับดี	
29	1.33	1.00	0.67	0.33	0.33	3.7	ระดับต่ำ	
30*	2.00	1.33	1.00	1.00	0.67	6.0	ระดับดี	
31*	2.00	1.00	0.33	1.00	1.67	6.0	ระดับดี	
32	2.00	1.00	0.00	1.00	0.33	4.3	ระดับปานกลาง	
33*	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.0	ระดับดี	
34	2.00	1.00	0.33	0.67	0.67	4.7	ระดับปานกลาง	
35	1.67	1.00	0.00	0.67	0.33	3.7	ระดับต่ำ	
36	2.00	1.33	0.67	1.00	0.33	5.3	ระดับปานกลาง	
37	1.67	1.00	0.00	0.67	0.33	3.7	ระดับต่ำ	
M	1.73	0.99	0.63	0.92	0.67	4.9	ระดับต่ำ	
S	0.34	0.20	0.56	0.28	0.36	1.2	-	

* หมายถึง นักเรียนที่มีระดับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

เมื่อพิจารณาภาพรวมแต่ละองค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์พบว่า องค์ประกอบการโต้แย้งข้อที่ 1 ข้ออ้าง พบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.73 องค์ประกอบการโต้แย้งข้อที่ 2 เหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.99 องค์ประกอบการโต้แย้งข้อที่ 3 หลักฐานประกอบเหตุผล มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.56 องค์ประกอบการโต้แย้งข้อที่ 4 ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.28 และองค์ประกอบข้อที่ 5 เหตุผลเสริม มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.36 โดยพบว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีผลคะแนนเฉลี่ยทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 4.9 คิดเป็นร้อยละ 49

จากแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จำนวน 3 แบบทดสอบ สามารถสรุประดับของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้ ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงจำนวนนักเรียนและร้อยละในแต่ละระดับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน

แบบทดสอบ	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับการโต้แย้ง (คน(ร้อยละ))				
	ระดับต่ำมาก	ระดับต่ำ	ระดับปานกลาง	ระดับดี	ระดับดีมาก
ก่อนเรียน	7 (18.9)	19 (51.4)	11 (29.7)	-	-
หลังเรียน	-	9 (24.3)	13 (35.2)	15 (40.5)	-

จากการพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนจัดการเรียนรู้ มีนักเรียนที่มีคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านร้อยละ 60 จำนวน 37 คน โดยมีนักเรียนที่มีระดับทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำมาก จำนวน 7 คน (ร้อยละ 18.9) ระดับต่ำ จำนวน 19 คน (ร้อยละ 51.4) ระดับปานกลาง 11 คน (ร้อยละ 29.7) และหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในระดับดี หรือมีคะแนนการโต้แย้งร้อยละ 60 ขึ้นไป จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 40.5 และยังมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ยังมีระดับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 59.5 แยกเป็นนักเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 35.2 และอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 24.3

ตาราง 8 ตัวอย่างการตอบคำถาม และการให้คะแนนจากการทำแบบวัดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทรัพยากรดิน

องค์ประกอบการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
ข้ออ้าง และเหตุผลสนับสนุนข้ออ้าง	เห็นด้วยกับกรณีที่รัฐบาลมีนโยบายให้เลิกใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด (2 คะแนน) เพราะ สารดังกล่าวมีการตกค้างในผักผลไม้พร้อมทั้งสามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนในดิน และแหล่งน้ำได้ (2 คะแนน)
หลักฐานประกอบเหตุผล	จากการสำรวจจากพาราควอตในพื้นที่ต้นแม่น้ำน่าน พบ สารพาราควอตปนเปื้อนในผัก และผลไม้ในซูเปอร์มาเก็ต พบสารเคมีพาราควอตเกินค่ามาตรฐานสูงถึง 38 ตัวอย่าง จาก 76 ตัวอย่าง ซึ่งการสะสมของพารา

องค์ประกอบการโต้แย้งทาง วิทยาศาสตร์	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
ข้อโต้แย้งที่ต่างออกไป	ควอดในผักผลไม้ไม่สามารถล้างออก หรือ ต้มเพื่อกำจัดได้ เพราะจุดเดือดของพาราควอตสูงถึง 300 องศาเซลเซียส เราจึงมีโอกาสรับสารพาราควอตเข้าสู่ร่างกายผ่านการบริโภค ผัก และผลไม้เหล่านั้น (2 คะแนน) สารเคมีทั้ง 3 ชนิดนั้นสามารถกำจัดวัชพืชในแปลงเกษตรได้พร้อมทั้งเป็นตัวช่วยในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรแก่เกษตรกร (1 คะแนน)
เหตุผลเสริม	เราสามารถลดการใช้สารดังกล่าวได้โดยการนำปุ๋ยหมักชีวภาพผสมกับยาฆ่าหญ้า ซึ่งสามารถลดการใช้ยาฆ่าหญ้าได้ถึง 10 เท่า ตัวอย่างเช่น ผู้ใหญ่บรรจง ไชยงค์ ต. บ้านฟ้า อ. บ้านพลาง จ. น่าน ได้ทำการคิดค้นสูตรน้ำหมักกำจัดวัชพืชสู่จังหวัดน่านกับบริเวณใกล้เคียงเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการทำเกษตรลง (2 คะแนน)
รวม 9 คะแนน จัดอยู่ในระดับดีมาก	

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งที่ดีขึ้นมากกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่ที่นำเอาประเด็นที่อยู่ใกล้ตัว และเป็นที่น่าสนใจของนักเรียนจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างข้ออ้าง และการให้เหตุผลประกอบข้ออ้างของตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการโต้แย้ง สอดคล้องกับที่ Sadler & Zeidler (2004) ได้กล่าวว่าคุณลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นเป็นประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งในสังคมที่เกิดจากความเห็นที่ไม่ตรงกัน เป็นประเด็นที่มีความซับซ้อน มีความเกี่ยวข้องหรือมีผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ และด้านศีลธรรม นอกจากนี้งานวิจัยยังพบว่าการจัดกิจกรรมกลุ่มที่เน้นให้นักเรียนอภิปรายนั้นยังช่วยให้นักเรียนสร้างข้ออ้าง และให้เหตุผลประกอบข้ออ้าง ในขณะที่เดียวกันนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ยังเป็นแนวทางในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการอภิปรายประเด็นที่โต้แย้ง ซึ่งประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เป็นปัจจุบัน และเป็นที่น่าสนใจของทั้งสังคม และผู้เรียน และส่งผลกระทบต่อผู้เรียนจะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในการสืบค้น ค้นคว้าและอภิปราย ทั้งนี้การสอนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนที่สนับสนุนให้เกิดการโต้แย้งทั้งภายในกลุ่ม คือ ขั้นตอนอภิปรายกลุ่ม และการอภิปรายในชั้นเรียน โดยที่ผู้วิจัยได้จัดให้มีการอภิปรายภายในกลุ่ม 20-30 นาที และการอภิปรายในชั้นเรียน 40-50 นาที ทำให้เมื่อทำการวัดระดับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ คะแนนความสามารถในการสร้างข้ออ้าง และเหตุผลประกอบข้ออ้าง จึงมีคะแนนที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษฎา ทองประไพ และคณะ (2559) ที่ได้ทำการพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยผลการวิจัยพบว่านักเรียนทั้งหมดมีทักษะการโต้แย้งอยู่ในระดับดีขึ้นไปหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน โดยเฉพาะการสร้างข้ออ้าง เหตุผลประกอบข้ออ้าง และหลักฐานประกอบเหตุผล นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zohar & Nemet (2002) ที่ได้กล่าวว่าการให้นักเรียนอภิปรายเป็นคู่ และการอภิปรายเป็นกลุ่มในระหว่างชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น และปรับเปลี่ยนความคิดในสิ่งที่ตนได้พิจารณา ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทักษะ

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ บุรีรัตน์ สือพัฒน์ (2558) ที่ได้ทำการพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคม โดยหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีการพัฒนาทักษะการโต้แย้งในทุก ๆ องค์ประกอบ นอกจากนี้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนนำเสนอโดยทำการสลับกันระหว่างกลุ่มที่มีความคิดเห็นต่างกัน มีจุดเด่นคือข้อมูลที่ใช้ในการโต้แย้งเป็นข้อมูลที่ได้จากการตัดสินใจร่วมกันภายในกลุ่ม และมีการให้ความช่วยเหลือเพื่อนที่จะนำเสนอเพื่อแย้งประเด็นของฝ่ายตรงข้ามทำให้ข้อมูลของฝ่ายตรงข้ามมีความน่าเชื่อถือลดลง และทำให้ข้อมูลของฝ่ายตนเองมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ Sadler & Donnelly (2006) ได้กล่าวว่าการโต้แย้งประเด็นฝ่ายตรงข้ามเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือสามารถช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้องค์ประกอบของการโต้แย้ง คือการให้เหตุผลสนับสนุนเพื่อโต้แย้งกลับได้ ทั้งนี้ในขั้นสุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังได้ให้นักเรียนทำการเขียนกรอบการโต้แย้ง หรือการสรุปการโต้แย้งอีกครั้งเพื่อเป็นการเรียบเรียงข้อมูล และข้อสรุปที่ได้จากการโต้แย้งภายในชั้นเรียน สอดคล้องกับที่ Osborne et al (2001) ที่ได้เสนอวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมการโต้แย้ง โดยการเขียนกรอบการโต้แย้งนั้นเป็นการทำให้ความคิดมีความชัดเจน และช่วยตกตะกอนความคิดของนักเรียนอีกทั้งยังทำให้นักเรียนมองเห็นการใช้ภาษาในการสื่อสารของตนเองว่ามีความชัดเจน และเหมาะสมในการใช้การโต้แย้งหรือไม่ การเขียนกรอบการโต้แย้งเหมาะสมกับการนำไปใช้ในกรณีที่ต้องการให้นักเรียนสร้างการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ดีในเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก

สำหรับนักเรียนที่ยังมีคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ถึงร้อยละ 60 เนื่องจากทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นทักษะที่เกิดขึ้นได้ยาก และต้องใช้เวลาในการฝึกฝน นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น ๆ เป็นอย่างดีจึงจะมีทักษะการโต้แย้งที่ดีได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่าองค์ประกอบการโต้แย้งที่นักเรียนพัฒนาได้น้อยคือ หลักฐานประกอบเหตุผล และเหตุผลเสริม เช่นเดียวกับที่ ภาวิณี รัตนคอน และคณะ (2561) ที่ได้กล่าวไว้ว่า นักเรียนนั้นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในประเด็นปัญหาที่มีการฝึกฝนตนเองในการให้เหตุผลสนับสนุนข้ออ้างของตน และคัดค้านข้ออ้างของคนอื่น และหลักฐานที่จะนำมาคัดค้านคนอื่นนั้นจะต้องเป็นหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อนำมาสนับสนุนข้ออ้างของตน และคัดค้านข้ออ้างของคนอื่นซึ่งจะส่งผลให้การโต้แย้งกลับ หรือ คัดค้านมีประสิทธิภาพที่ดี ดังนั้นจึงทำให้ทั้งนักเรียนที่มีผลการเรียนสูงกว่าจะมีทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ ดังที่ Dawson & Venville (2008) ได้สรุปไว้ว่า ความรู้พื้นฐานทางการเรียนของนักเรียน มีผลโดยตรงต่อทักษะในการโต้แย้ง หากนักเรียนที่มีแนวคิดหรือความรู้เดิมในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีจะทำให้ให้นักเรียนมีทักษะในการโต้แย้งที่ดีในทุก ๆ องค์ประกอบ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูงได้ นักเรียนที่มีผลการเรียนสูงที่มีโครงสร้างทางสติปัญญา โครงสร้างความรู้ดีกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ และมีความเชื่อมั่นในตนเองสูง และอิสระในการเรียนมากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ และเมื่อได้มาเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายกลุ่ม การโต้แย้งในชั้นเรียน การแสดงบทบาทสมมติ นักเรียนมีความกล้าในการคิด สามารถแสดงเหตุผลหรือคัดค้านได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ประเด็นที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรเป็นประเด็นที่เป็นปัจจุบัน หรืออยู่ในความสนใจของนักเรียน หรือเป็นประเด็นที่อยู่ใกล้ตัวของนักเรียน และการนำเสนอประเด็นควรเป็นการนำเสนอให้มีความน่าสนใจ เช่น วิดีทัศน์แทนที่จะให้นักเรียนอ่านจากบทความ

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นมีความจำเป็นต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ ครูควรยืดหยุ่นเรื่องเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ควรเน้นที่กิจกรรมการโต้แย้งในกลุ่มและการโต้แย้งในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีพัฒนาการในการกล้าแสดงออกและกล้าถามโต้แย้งในห้องเรียนมากขึ้น ผู้วิจัยจึงแนะนำให้มีการพัฒนาตัวแปรอื่น ๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ กัญญาประสิทธิ์. (2558). ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 16(2), 1–8.
- กฤษฎา ทองประไพ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน กฤษณา ชัยสิญจน์ และอรยา แจ่มใจ. (2559). การพัฒนาการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 1-14.
- บุรียรัตน์ สือพัฒธิมา. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม. วิทยานิพนธ์ ศ.บ. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภาวิณี รัตนคอน และนันทรัตน์ เครืออินทร์. (2561). การพัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการ Veridian E –Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*, 11(2), 2720–2735.
- ภาวิณี รัตนคอน และนันทรัตน์ เครืออินทร์. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 7(1), 139-158.
- Dawson, M. V., & Venville., G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skill about socioscientific issues in high school. *Research in Science Education*, 40(2), 133–148.
- Driver, R., & Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.
- Lin, S. S., & Mintzes, J. J. (2010). Learning Argumentation Skills Through Instruction in Socioscientific Issues: The Effect of Ability Level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993–1017.
- Osborne, J., & Erduran, S., & Simon. S. & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 28(301), 63–70.
- Rundgren, C. J., & Eriksson, M., & Rundgren, S. N. (2016). Investigating the Intertwinement of Knowledge, Value, and Experience of Upper Secondary Students' Argumentation

- Concerning Socioscientific Issues. *Science and Education*, 10(3), 1049–1071.
- Sadler, T. D., & D, L. Z. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science and Education*, 88(1), 4–27.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of information reasoning in the context of socioscientific decision-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138.
- Sadler, & Donnelly, L. A. (2006). “Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality”. *International Science Education*, 28(12), 1463-1488.
- Schwartz, B. B. (2009). *Argumentation and Learning. Argumentation and Education: Theoretical Foundations & Practices. School of Education*. Israel: Hebrew University of Jerusalem.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students’ knowledge & argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Jurnal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.