บทความวิจัย (Research Article)

อุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

DIFFICULTIES WITH SCIENCE COMMUNICATION OF HIGH SCHOOL STUDENTS AND PROMOTING SCIENCE COMMUNICATION SELF-EFFICACY USING SCIENCE COMMUNICATION-ORIENTED LEARNING MANAGEMENT

Received: March 16, 2021 **Revised:** May 14, 2021 **Accepted:** May 16, 2021

กัญญาวีย์ หาปู่ทน[1] สุภาพร พรไตร[2] และปาริชาติ แสนนา[3*]

Kanyawee Haputon[1] Supaporn Porntrai[2] and Parichat Saenna[3*]

[1,3]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[2]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[1,3]Faculty of Education, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

[2]Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 39410, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: parichsa@kku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจอุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และ 2) พัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบสอบถามปลายเปิด 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 4 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง และ 3) แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า อุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์สูงสุด 3 ประเด็น ของนักเรียน คือ การขาดความคุ้นเคยในการใช้ภาษาและศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ (47.5%) การขาดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสื่อสาร (34.1%) และการขาดความรู้ในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (18.33%) ตามลำดับ การจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง (54.55%) และมีร้อยละของการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามแม้นักเรียนมีความมั่นใจในการสื่อสาร แต่มีความเห็นว่าการได้รับความช่วยเหลือในการสื่อสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเขียนเป็นสิ่งที่จำเป็น ซึ่งอาจจะต้องมีการศึกษาการพัฒนาการเขียนเพื่อการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์อย่างเฉพาะเจาะจงต่อไป

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเอง การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were to 1) explore the difficulties of science communication of high school students and 2) promote science communication self-efficacy using science communication-oriented learning management (SCOL) in Biology. Participants were high school students, obtained by purposive sampling. The instruments used in this study were included 1) an open-ended question, 2) four SCOL-based lesson plans, 10 hours in total, and 3) science communication self-efficacy questionnaire. The result showed that three major challenges were found to explain difficulties in science communication of students; 1) lack of familiarity with scientific language and technical terms (47.5%), 2) insufficiency of scientific conceptual understanding to be communicated (34.1%), and 3) lack of communication knowledge to communicate effectively (18.33%), respectively. It was found SCOL is able to promotes self-efficacy of science communication to the high level (54.55%). In which science communication self-efficacy pre-test and post-test were significantly different ($p < 0.05$). However, even if they were more confident in their science communication but the guidance, especially in writing, in science communication is needed. Improving students' science comunication specifically in writing is perhaps required futher study.

Keywords: Science Communication-Oriented Learning, Science Communication, Self-Efficacy, Self-Efficacy of Science Communication

บทนำ

การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทำให้ประชาชนเข้าถึงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และส่งเสริมให้มีกระบวนการคิดตามหลักวิทยาศาสตร์ (Jucana & Jucan, 2014) การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการของผู้ส่งสารในการถ่ายถอดข้อมูลที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยการพูดหรือการเขียนไปยังผู้รับสารโดยการฟังและการอ่านผ่านช่องทางในการสื่อสาร เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน โดยบุคคลที่เป็นผู้ส่งสารหรือผู้รับสารไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ แต่เป็นผู้ที่มีความเกี่ยวข้องหรือสนใจในวิทยาศาสตร์ (Pitipornttapin, 2015) ดังนั้น การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจึงต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถอธิบายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

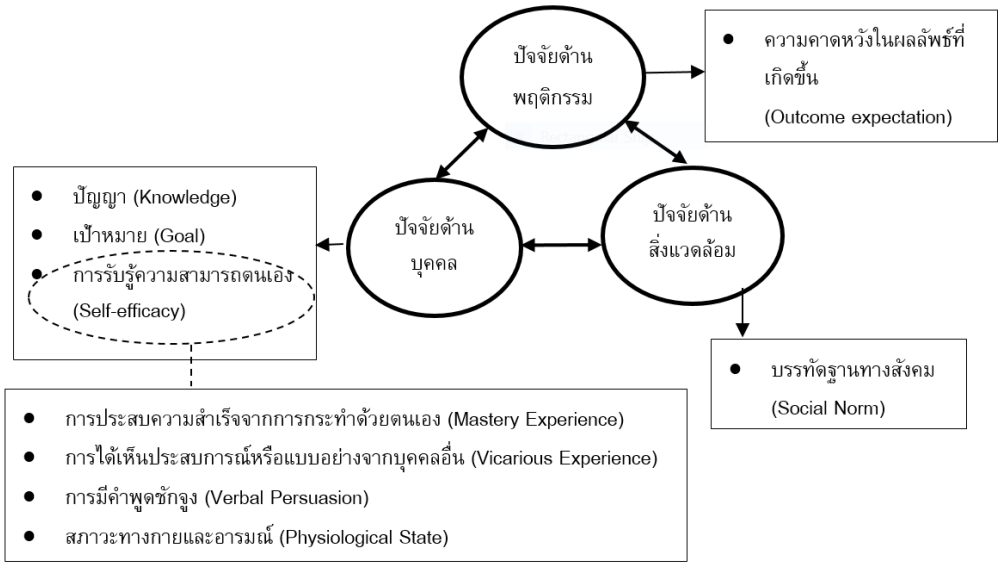
อย่างไรก็ตาม จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่า ปัญหาของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ การขาดการประเมินพฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของตนเองและขาดความมั่นใจในการสื่อสาร (Anderson et al., 2016) โดยสิ่งเหล่านี้สามารถพัฒนาได้จากการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-efficacy) ซึ่งเป็นการที่บุคคลตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนเองที่จะจัดการและดำเนินการกระทำพฤติกรรมให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยมีผลต่อการกระทำของบุคคล (Bandura, 1997) ดังนั้น สิ่งที่กำหนดประสิทธิภาพของการแสดงออก จึงขึ้นอยู่กับการรับรู้ความสามารถของตนเอง กล่าวคือ ถ้าบุคคลเชื่อว่าตนเองมีความสามารถอย่างไร ก็จะแสดงออกถึงความสามารถนั้น โดยการรับรู้ความสามารถตนเองเป็นการตัดสินความสามารถของตนเองว่าจะสามารถทำงานได้ในระดับใด ในขณะที่ความคาดหวังเกี่ยวกับผลที่จะเกิดขึ้น (Outcome Expectation) เป็นการตัดสินว่าจะเกิดผลใดขึ้นจากการกระทำพฤติกรรมดังกล่าว ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองและความคาดหวังผลที่จะเกิดขึ้นมีผลต่อการตัดสินใจที่จะแสดงพฤติกรรมของบุคคล (Bandura, 1986) โดยบุคคลที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองจะสามารถการประเมินและตัดสินความสามารถของตนเองในการจัดการและกระทำพฤติกรรมต่างๆ ว่าตนเองสามารถทำได้หรือไม่ได้ในระดับใดตามความสามารถของตนเอง เพื่อให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Bandura, 1997) เนื่องจากบุคคลที่มีความสามารถในการรับรู้ความสามารถของตนเองจะเชื่อว่าตนเองสามารถทำได้ เมื่อต้องเผชิญกับปัญหาและอุปสรรคจะมีความมั่นใจ กล้าเผชิญกับปัญหา พร้อมรับมือกับความล้มเหลวที่จะเกิดขึ้น และบุคคลนั้นจะสามารถระบุได้ว่าการล้มเหลวนั้นเกิดจากความพยายามที่ไม่เพียงพอหรือขาดความรู้และทักษะบางอย่างของตนเอง ทำให้เห็นสาเหตุของอุปสรรคและพยายามที่จะแก้ไขโดยใช้ความสามารถเพื่อบรรลุเป้าหมาย (Schunk, 2004)

การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นปัจจัยหนึ่งที่นักเรียนจะประสบความสำเร็จในด้านการเรียน ซึ่งเกิดจากความมั่นใจในตนเอง หากนักเรียนมีความมั่นใจในความสามารถของตนเอง เชื่อว่าตนเองสามารถที่จะเรียนรู้ได้ จะทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนและพัฒนาความสามารถของตนเองแม้ว่าบทเรียนหรือกิจกรรมนั้นจะยาก แต่นักเรียนก็จะพยายามเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ โดยความมั่นใจในความสามารถของตนเองนั้นมาจากการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Bandura, 1997; Ng & Earl, 2008; Anderson et al., 2016) ในด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ มีการศึกษาที่ได้เน้นศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ โดย Lin and Tsai (2013) ได้เสนอแนะองค์ประกอบของการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Conceptual Understanding) 2) ทักษะการคิดขั้นสูง (Higher-order Cognitive Skills) 3) การปฏิบัติการทดลอง (Practical Work) 4) การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน (Everyday Application) และ 5) การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Science Communication) ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ คือ ความมั่นใจของนักเรียนในความสามารถในการสื่อสารกับผู้อื่นโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Lin & Tsai, 2013) รวมถึงการประเมินรับรู้พฤติกรรมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่นักเรียนควรได้รับจากห้องเรียนวิทยาศาสตร์

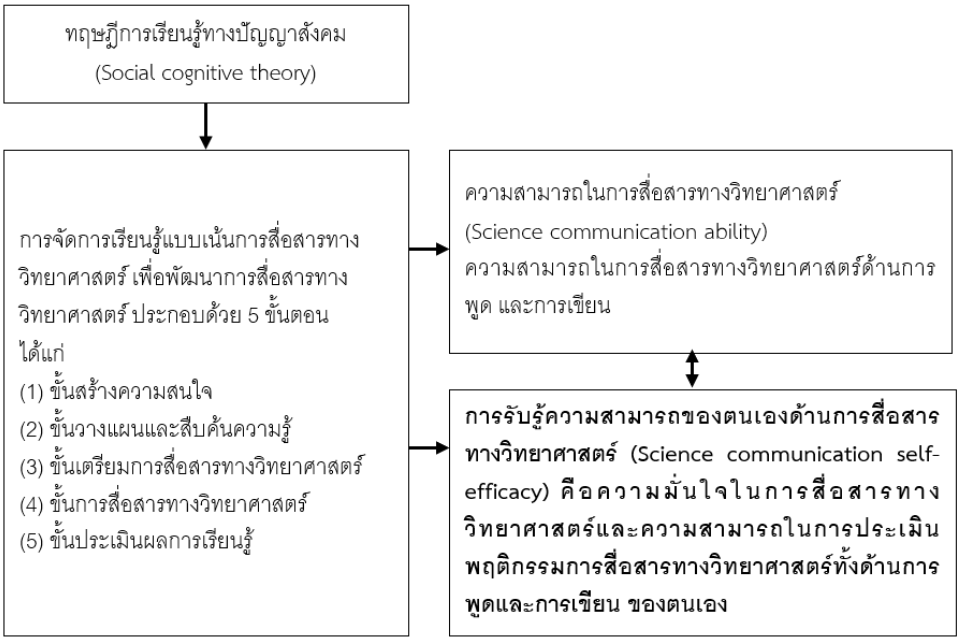
แม้ว่าการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์จะเป็นคุณลักษณะสำคัญที่สะท้อนให้เห็นถึงการรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literate) อีกทั้งได้มีการพัฒนาและใช้เครื่องมือในการประเมินการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบที่ได้ระบุไปก่อนหน้าโดย Lin and Tsai (2013) แต่จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย พบว่า มีผู้ทำการศึกษาในเรื่องนี้ค่อนข้างน้อย และยังไม่ได้มีรายงานการวิจัยใดที่ระบุถึงการศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์อย่างเฉพาะเจาะจง

นอกจากความสำคัญที่ได้กล่าวไปข้างต้น บริบททางวัฒนธรรม (Classroom Culture) ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนยังเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยความเชื่อทางวัฒนธรรมของสังคมไทยที่เด็กต้องเชื่อฟังเคารพผู้ใหญ่ นำไปสู่วัฒนธรรมในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไทยที่นักเรียนถูกคาดหวังว่าต้องเคารพและเชื่อฟังครู ดังนั้นนักเรียนจะเชื่อสิ่งที่ครูพูดและทำตามสิ่งที่ครูแนะนำ โดยละเลยการโต้แย้งและการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน และมักจะลังเลในการแสดงความคิดเห็นเมื่อนักเรียนรู้สึกไม่เห็นด้วยกับครู (Chiu, 2016) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ผู้วิจัยได้สังเกตชั้นเรียนวิทยาศาสตร์และพบว่า ส่วนใหญ่การสื่อสารในชั้นเรียนเป็นแบบทางเดียว เช่น ครูเป็นผู้บรรยายและนักเรียนเป็นผู้ฟังหรือปฏิบัติตาม เมื่อมีการสื่อสารในชั้นเรียน เช่น นำเสนอผลงาน ครูมักจะขาดการให้คำแนะนำหรือให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน รวมทั้งไม่เปิดโอกาสให้มีการสะท้อนตนเองหลังจากที่มีการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจจะส่งผลให้นักเรียนขาดความมั่นใจในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีงานวิจัยที่มีการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Laehsum, 2017) การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง (Teachakaew et al., 2020) เป็นต้น อย่างไรก็ตามวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเหล่านั้น ไม่ได้มีจุดมุ่งเน้นในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์โดยตรง ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสำรวจอุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้วยจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กรอบแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญาสังคม (Social Cognitive Theory: SCT) (Bandura, 1986) ดังภาพ 1 ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าจะสามารถพัฒนาการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และทำให้นักเรียนมีรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น เพื่อที่จะเป็นผู้ที่สื่อสารข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแสดงดังกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพ 2



ภาพ 1 กรอบแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญาสังคม (Social Cognitive Theory) ที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Bandura, 1986)



ภาพ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. สำรวจอุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. พัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6

ขอบเขตการวิจัย

1. นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยนี้ใช้นิยามการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การถ่ายทอดข้อมูลหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากผู้ส่งสารที่เป็นผู้ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปยังผู้รับสารในรูปแบบของการพูดและการเขียน

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 120 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มีชั่วโมงในการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างมาก และมุ่งเน้นการส่งเสริมศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยเหตุนี้นักเรียนส่วนใหญ่จึงมีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลางถึงดีมาก และมีจุดมุ่งหมายในการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาทางสายวิทยาศาสตร์สุขภาพ และวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งจำเป็นต้องใช้การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างมาก

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ขอบเขตของเนื้อหาทางชีววิทยาคือเรื่องโครโมโซมและสารพันธุกรรม เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ วิวัฒนาการ และความหลากหลายทางชีวภาพโดยอ้างอิงตามผลการเรียนรู้ ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561)

วิธีการวิจัย

เพื่อศึกษางานวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้างต้น ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมายและวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นการสำรวจอุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะที่ 2 โดยใช้วิธีวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) มีกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 จำนวน 120 คน เป็นนักเรียนชาย 51 คน และนักเรียนหญิง 69 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูล โดยใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลแบบสอบถามปลายเปิด (Open-ended questionnaire) ซึ่งเป็นแบบสอบถามที่ไม่ได้กำหนดคำตอบไว้ ทำให้นักเรียนสามารถเขียนคำตอบตามความคิดเห็นของตนเองได้อย่างอิสระ ซึ่งจะทำให้ผู้วิจัยได้คำตอบที่ตรงกับสภาพความจริง (Jamornmann, 2001) โดยแบบสอบถามได้ถามถึงอุปสรรคหรือความยากลำบากของนักเรียนในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้มาจากการสังเคราะห์จากการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่รายงานมาก่อนหน้า (Spektor-Levy et al., 2009) ซึ่งหลังจากได้รับข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสัมภาษณ์ครูเพิ่มเติม และแบบสังเกตในการสังเกตชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อนำข้อมูลมาพิจารณาร่วมกับผลการวิจัย

ระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา ในระยะนี้ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์จากวรรณกรรมที่ผ่านมาและใช้กรอบแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญาสังคมออกแบบกิจกรรมเพื่อพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และนำข้อมูลจากระยะที่ 1 มาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในระยะนี้ใช้วิธีวิจัยแบบก่อนการทดลองที่มีการทดสอบก่อน-หลังเรียน (One group pre-and post-test design) เป็นการศึกษาจากกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 67 คน เป็นนักเรียนชาย 25 คน และนักเรียนหญิง 42 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 2 เครื่องมือ ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์กรอบแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญาสังคมทั้งหมด 4 แผน 12 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญาสังคม

ขั้นตอน	กิจกรรม	บทบาทหน้าที่ของครู
1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	นำเสนอหัวข้อหรือสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจแก่นักเรียน	คัดเลือกประเด็นที่กำลังเป็นที่สนใจของนักเรียนและสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบายได้
2) ขั้นวางแผนและสืบค้นความรู้ (Planning and investigation)	นักเรียนวางแผนในการค้นคว้าและสืบค้นในหัวข้อที่นักเรียนเลือกศึกษาปัญหาที่นำเสนอไปก่อนหน้า	ครูเสนอแนะแนวทางในการใช้แหล่งสืบค้นข้อมูล รวมถึงการบันทึกแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการนำเสนอ
3) ขั้นเตรียมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Preparing the science communication)	นักเรียนวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้สืบค้น จากนั้นนำข้อมูลมาเตรียมการนำเสนอในรูปแบบการเขียนหรือการพูด โดยคำนึงถึงองค์ประกอบของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์	ครูเสนอแนะแนวทางในการนำเสนอที่น่าสนใจและองค์ประกอบ (Scaffolding) ในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ประเมินการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนทราบ
4) ขั้นสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Science communication)	นักเรียนสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ตามแผนที่วางไว้ผ่านการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ	ครูจัดสิ่งแวดล้อม ให้นักเรียนสามารถซักถามหรือเสนอแนะกันได้อย่างอิสระโดยไม่มีการตัดสิน เพื่อเป็นการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน
5) ขั้นการประเมินและการสะท้อนผล (Evaluation and reflection)	ครูและนักเรียนด้วยกันเองเป็นผู้ประเมิน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายในบทเรียนและร่วมกันวิเคราะห์การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ดีและข้อบกพร่องในการสื่อสาร	นักเรียนสะท้อนการสื่อสารของตนเอง และครูให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนปรับปรุงแก้ไข การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง

โดยผู้วิจัยนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ต่อผู้เชี่ยวชาญและนักวิชาการจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ซึ่งผลการตรวจสอบพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง .67 - 1.00 ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ (Rovinelli & Hambleton, 1996)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ดัดแปลงจาก Anderson et al. (2016) เนื่องจากมีความครอบคลุมและมุ่งเน้นประเมินการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนโดยเฉพาะ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 25 ข้อ วัดความมั่นใจ 5 ระดับ คือ มั่นใจอย่างยิ่ง มั่นใจ ไม่แน่ใจ ไม่มั่นใจ และไม่มั่นใจอย่างยิ่ง โดยกำหนดให้มีคะแนนระดับความมั่นใจ เท่ากับ 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา และครูในสถานศึกษา โดยแบบสอบถามนี้ใช้วัดระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยนำช่วงค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบสอบถามแบบวัดความมั่นใจเทียบกับระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ (ค่าเฉลี่ย 1.00 - 2.33) ระดับกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.34 - 3.66) และระดับสูง (ค่าเฉลี่ย 3.67 - 5.00) (Fuangfupong, 2011)

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เก็บข้อมูลก่อนและหลังจากการเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าร้อยละ (%) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่อหาจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของการรับรู้

ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ด้วยการวิเคราะห์สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มไม่อิสระ (t-test for dependent sample) โดยมีระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย

1. อุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนในประเด็นหลักที่มีคำตอบคล้ายคลึงกันมากที่สุด ได้ผลดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 อุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (N = 120)

ประเด็นหลัก (Theme)	ตัวอย่างคำตอบนักเรียน	จำนวนนักเรียน (%)
1) การใช้ภาษาและคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (Lack of familiarity with scientific language or technical terms)	*"ภาษาหรือคำศัพท์ต่างๆ เป็นคำศัพท์เฉพาะ ไม่สามารถอธิบายให้ผู้ที่ไม่ได้เรียน รู้เรื่องได้"* *"การใช้คำศัพท์ที่มีความจำเพาะเจาะจง"*	57 (47.50%)
2) การขาดความเข้าใจเนื้อหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสื่อสาร (Insufficiency of scientific conceptual understanding to be communicated)	*"ความไม่เข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริง ทำให้สื่อสารผิดพลาด"* *"บางครั้งฉันยังมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มากพอ"*	41 (34.10%)
3) การขาดความรู้ในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (Lack of communication knowledge to communicate effectively)	*"การพูดให้อีกฝ่ายมีความเข้าใจตรงกับเรา และสนใจในสิ่งที่เราพูด"* *"จะต้องสื่อสารอย่างไรให้ผู้ฟังเข้าใจ"*	22 (18.33%)

จากตาราง 2 จะพบว่าประเด็นอุปสรรคต่อการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่พบคล้ายคลึงกันมากที่สุดคือ การขาดความคุ้นเคยในการใช้ภาษาและศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ (47.5%) รองลงมาคือ การขาดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสื่อสาร (34.1%) และการขาดความรู้ในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (18.33%) ตามลำดับ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้รายงานผลในลำดับถัดไป

2. การรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัย พบว่า หลังจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับสูง ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 การรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนใน ภาพรวมทั้งหมด

ระดับการรับรู้ (Level of Self-efficacy)	ก่อนเรียน (Pre-test)		หลังเรียน (Post-test)	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สูง (High)	2	6.06	18	54.55
กลาง (Medium)	29	87.87	15	45.45
ต่ำ (Low)	2	6.06	0	0.00

จากตาราง 3 พบว่า หลังเรียน มีจำนวนนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงเพิ่มจากร้อยละ 6.06 เป็นร้อยละ 54.55 และจำนวนนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในระดับกลางลดลงจากร้อยละ 87.87 เป็นร้อยละ 45.45 รวมถึงไม่มีนักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมทั้งการพูดการเขียนก่อนและหลังเรียนโดยสถิติการทดสอบทีแบบกลุ่มไม่อิสระที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ได้ผลดังตาราง 4

ตาราง 4 การรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

ค่าเฉลี่ย	ค่าสถิติ			ระดับการรับรู้	t
	$\bar{X}$	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	SD		
ก่อนเรียน	3.11	62.21	0.43	กลาง	8.12*
หลังเรียน	3.69	73.82	0.38	สูง	

*$p < 0.05$

จากตาราง 4 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ 3.11 ซึ่งจัดอยู่ในระดับกลาง และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ 3.69 จัดอยู่ในระดับสูง และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยสถิติการทดสอบทีแบบกลุ่มไม่อิสระ นักเรียนมีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์แยกตามรายด้านคือการพูดและการเขียนหลังเรียนพบว่า นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการพูดในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูง คือส่วนด้านที่นักเรียนได้ในระดับกลาง คือ ด้านการเขียน ดังตาราง 5

ตาราง 5 การรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แยกตามรายด้านการสื่อสาร

ด้านการสื่อสาร	ก่อนเรียน (Pre-test)				หลังเรียน (Post-test)			
	$\bar{X}$	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	SD	ระดับการรับรู้	$\bar{X}$	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	SD	ระดับการรับรู้
1. การพูด (Oral communication)	3.07	61.64	0.47	กลาง	3.74	74.72	0.38	สูง
2. การเขียน (Written communication)	3.19	63.79	0.52	กลาง	3.59	71.89	0.52	กลาง
คะแนนรวม	3.11	62.21	0.43	กลาง	3.69	73.82	0.38	สูง

จากตาราง 5 พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดและการเขียนในระดับกลาง (ร้อยละ 61.64 และ 63.79 ตามลำดับ) และหลังเรียนพบว่า นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดในระดับสูง (ร้อยละ 74.72) แต่ยังคงมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในระดับกลาง (ร้อยละ 71.89)

เมื่อพิจารณาการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อ พบว่านักเรียนมีระดับการรับรู้ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับต่ำ กลาง และสูง ในด้านการพูด (ตาราง 6) และการเขียน (ตาราง 7) ที่แตกต่างกัน

ตาราง 6 การรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดก่อนและหลังเรียน

ด้าน	ก่อนเรียน (Pre-test)			หลังเรียน (Post-test)		
	$\bar{X}$	SD	ระดับการรับรู้	$\bar{X}$	SD	ระดับการรับรู้
1) ฉันสามารถนำเสนอหัวข้อที่ได้รับมอบหมายทางวิทยาศาสตร์หน้าชั้นเรียนได้ดี (เช่น ฉันมักได้รับการ ชมเชยในการนำเสนอจากครูหรือผู้ชม)	3.00	0.83	กลาง	3.64	0.70	กลาง
2) ฉันสามารถอธิบายสิ่งที่ได้เรียนให้คนอื่นฟังได้ชัดเจน	3.27	0.88	กลาง	3.85	0.67	สูง
3) ฉันสามารถแสดงแนวคิดของตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม	3.36	0.65	กลาง	3.97	0.59	สูง
4) ฉันสามารถให้คำแนะนำหรืออธิบายประเด็นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กับผู้อื่นได้ (เช่น ผู้ปกครอง พี่ น้อง)	3.42	0.87	กลาง	3.91	0.58	สูง
5) ฉันรู้สึกประหม่าในการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์หน้าชั้นเรียน	3.27	1.21	กลาง	3.30	1.13	กลาง
6) ฉันไม่ต้องการความช่วยเหลือเกี่ยวกับทักษะการพูดและการนำเสนอของตนเอง	2.48	0.91	กลาง	2.27	1.10	ต่ำ
7) ฉันสามารถโน้มน้าวผู้ฟังในการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ได้ แม้บางคนอาจไม่เห็นด้วยกับการนำเสนอของฉัน	2.67	0.96	กลาง	3.70	0.68	สูง
8) ฉันสามารถใช้ความรู้จากการเรียนวิทยาศาสตร์ในการอภิปรายร่วมกับผู้อื่นได้	3.18	0.81	กลาง	4.03	0.68	สูง
9) ฉันรู้สึกกล้าที่จะอภิปรายประเด็นต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์กับเพื่อนร่วมชั้นหรือครูได้	3.00	0.87	กลาง	4.30	0.68	สูง
10) ฉันสามารถตอบคำถามจากผู้ฟังได้อย่างมีประสิทธิภาพ	3.09	0.80	กลาง	3.48	0.57	กลาง
11) ฉันสามารถใช้ภาษา คำศัพท์ และไวยากรณ์ที่ถูกต้องในการพูดโดยไม่ต้องฝึกซ้อม	2.48	0.76	กลาง	3.27	1.10	กลาง
12) ฉันสามารถจัดการความกังวลเกี่ยวกับการตอบคำถามที่อาจจะไม่รู้คำตอบได้	2.70	0.98	กลาง	3.58	0.79	กลาง
13) ฉันสามารถถามคำถามหรือแสดงความคิดเห็นระหว่างการอภิปรายในกลุ่มและในชั้นเรียนได้	3.33	0.85	กลาง	4.06	0.66	สูง
14) ฉันสามารถถามคำถามต่อหน้าเพื่อนร่วมชั้นหลังจากฟังการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ได้	3.30	0.98	กลาง	4.15	0.62	สูง
15) ฉันสามารถเลือกใช้รูปแบบการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจได้	3.33	0.89	กลาง	4.06	0.66	สูง
16) ฉันสามารถเสนอแนะการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ของเพื่อนในชั้นเรียนได้	3.06	0.86	กลาง	3.91	0.63	สูง
17) ฉันสามารถเสนอแนะการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ของตนเองให้กระชับและมีประสิทธิภาพกับครูได้	3.27	0.88	กลาง	4.03	0.68	สูง
รวม	**3.07**	**0.47**	**กลาง**	**3.74**	**0.38**	**สูง**

จากตาราง 6 เมื่อพิจารณาการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดเป็นรายข้อ พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดในระดับกลางทุกข้อ และหลังเรียนพบว่าการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดเป็นรายข้อส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง แต่อย่างไรก็ตามพบว่ามีบางข้อคำถามที่นักเรียนยังอยู่ในระดับกลางเช่นเดิม เช่น *“ฉันรู้สึกประหม่าในการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์หน้าชั้นเรียน”* แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความกล้าแสดงออกและมั่นใจที่จะทำการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์แต่ยังมีความกังวลอยู่บ้าง โดยจะเห็นได้จากข้อคำถามอื่นๆ ที่นักเรียนยังอยู่ในระดับกลาง เช่น *“ฉันสามารถตอบคำถามจากผู้ฟังได้อย่างมีประสิทธิภาพ” “ฉันสามารถใช้ภาษา คำศัพท์ และไวยากรณ์ที่ถูกต้องในการพูด โดยไม่ต้อง*

ฝึกซ้อม และฉันสามารถจัดการความกังวลเกี่ยวกับการตอบคำถามที่อาจจะไม่รู้คำตอบได้" จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังมีความกังวลเกี่ยวกับการตอบคำถาม และการใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่ายังมีข้อคำถามซึ่งมีการรับรู้อยู่ในระดับต่ำ คือ *"ฉันไม่ต้องการความช่วยเหลือเกี่ยวกับทักษะการพูดและการนำเสนอของตนเอง"* แสดงให้เห็นว่าแม้นักเรียนจะมีความมั่นใจในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นแต่ยังต้องการความช่วยเหลือและคำแนะนำเกี่ยวกับการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดของตนเอง

ตาราง 7 การรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนก่อนและหลังเรียน

ด้าน	ก่อนเรียน (Pre-test)			หลังเรียน (Post-test)		
	$\bar{X}$	SD	ระดับการรับรู้	$\bar{X}$	SD	ระดับการรับรู้
1) ฉันสามารถเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ได้ดี	3.36	0.70	กลาง	3.52	0.62	กลาง
2) ฉันสามารถเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ได้เองแม้ไม่มีผู้ให้คำปรึกษา	2.88	0.74	กลาง	3.64	0.93	กลาง
3) ฉันสามารถเขียนรายงานวิทยาศาสตร์ให้เสร็จในเวลาที่กำหนดได้	3.52	0.71	กลาง	4.12	0.82	สูง
4) ฉันสามารถเขียนบทความหรือแผ่นพับที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อเผยแพร่ต่อสาธารณะได้	3.39	0.93	กลาง	3.97	0.68	สูง
5) ฉันสามารถเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ภาษา คำศัพท์ และไวยกรณ์ที่ถูกต้อง	3.18	0.77	กลาง	3.55	0.71	กลาง
6) ฉันสามารถจัดการความวิตกกังวลในการเขียนทางวิทยาศาสตร์ของตนเองได้	3.42	0.75	กลาง	3.91	0.80	สูง
7) ฉันสามารถแก้ไขงานเขียนทางวิทยาศาสตร์หลายครั้งได้ หลังจากได้รับคำแนะนำจากครู	3.64	1.03	กลาง	3.94	0.97	สูง
8) ฉันไม่ต้องการความช่วยเหลือเพราะมีทักษะการเขียนทางวิทยาศาสตร์ของตนเองดีอยู่แล้ว	2.12	0.96	ต่ำ	2.12	0.96	ต่ำ
รวม	**3.07**	**0.47**	**กลาง**	**3.74**	**0.38**	**สูง**

จากตาราง 7 เมื่อพิจารณาการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนเป็นรายข้อ พบว่า ก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนในระดับกลางเกือบทุกข้อ ยกเว้นข้อคำถามที่ว่า ฉันไม่ต้องการความช่วยเหลือเพราะมีทักษะการเขียนทางวิทยาศาสตร์ของตนเองดีอยู่แล้ว ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ และหลังเรียน พบว่า การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดเป็นรายข้อส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า มีบางข้อคำถามที่นักเรียนยังอยู่ในระดับกลางเช่นเดิม เช่น *"ฉันสามารถเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ได้ดี" "ฉันสามารถเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ได้เองแม้ไม่มีผู้ให้คำปรึกษา" "ฉันสามารถเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ภาษา คำศัพท์ และไวยกรณ์ที่ถูกต้อง"* ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังมีความกังวลเกี่ยวกับการเขียนของตนเองอยู่บ้าง เช่น ความสมบูรณ์ของการเขียน และความถูกต้องของภาษาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเขียน เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ายังมีข้อคำถามซึ่งมีการรับรู้อยู่ในระดับต่ำ คือ *"ฉันไม่ต้องการความช่วยเหลือเพราะมีทักษะการเขียนทางวิทยาศาสตร์ของตนเองดีอยู่แล้ว"* แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังต้องการความช่วยเหลือและคำแนะนำเกี่ยวกับการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของตนเอง

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยสามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเด็นตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

1. อุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการศึกษาอุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 120 คน พบว่า นักเรียนระบุอุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่คล้ายคลึงกันสูงสุด 3 ประเด็น คือ 1) การขาดความคุ้นเคยในการใช้ภาษาหรือ

ใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Language or Technical Terms) (47.5%) 2) การขาดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสื่อสาร (34.1%) และ 3) การขาดความรู้ในการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ (18.33%) ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาตัวเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ไม่ได้เป็นเพียงแค่ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติเท่านั้น แต่ยังรวมถึงวัฒนธรรมการได้มาซึ่งความรู้และความเข้าใจเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Practice) (Franklin, 1995) นอกจากนี้ การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์จัดเป็นการรับรู้ความสามารถของตนเองระดับสูงในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Higher-Science Learning Self-Efficacy) (Lin & Tsai, 2013) ซึ่งอาศัยความเข้าทั้งความรู้และการได้มาซึ่งความรู้ ดังนั้น องค์ประกอบทั้ง 2 ประเด็นที่กล่าวไปข้างต้นจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม Brownell et al. (2013) พบว่า การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์สำหรับบุคคลธรรมดาเป็นเรื่องยาก เนื่องจากความคิดทางวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อนและมีข้อจำกัดอยู่ที่คำศัพท์เฉพาะเทคนิค แม้แต่นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ก็ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างศัพท์เทคนิคเฉพาะ (Technical Term or Jargon) และภาษาในชีวิตประจำวัน (Everyday Language) ได้ นอกจากนี้ ภาษาทางวิทยาศาสตร์ยังอาจจะก่อให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่างวัฒนธรรมได้อีกด้วย (Clerk & Rutherford, 2000) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์และชีวิตประจำวัน

เมื่อผู้วิจัยพิจารณาปัจจัยร่วมนี้กับข้อมูลของการสัมภาษณ์ครูผู้สอนและการสังเกตชั้นเรียน พบว่า เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์นั้นมีปริมาณมาก และซับซ้อน และครูผู้สอนมีความกังวลถึงการสอนเนื้อหาให้ครบตามที่ระบุในหลักสูตร สอดคล้องกับรายงานสรุปการพิเศษเรื่อง “ยกระดับการสอนวิทยาศาสตร์”ของสำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (สสค.) ร่วมกับสถาบันคีนันแห่งเอเชีย ในปี 2555 ที่ได้สะท้อนถึงปรากฏการณ์ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไทยจากการสังเกตห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในไทยโดยพบว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของไทยพยายามบรรจุเนื้อหาและสาระวิชามากเกินไป จนทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสที่จะสร้างความเข้าใจเชิงลึกในเนื้อหาและกระบวนการตลอดจนทักษะอื่นๆ ทำให้นักเรียนคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยากและมีเนื้อหามาก สอดคล้องกับผลการสังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ที่พบว่า ส่วนใหญ่ครูจัดการเรียนรู้โดยเน้นบรรยายเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนได้เนื้อหาครบ และ Buachoon et al. (2016) พบว่า ผู้เรียนเองต้องการเรียนรู้จากการบอกของครูเพียงอย่างเดียว เพราะเชื่อว่าครูเป็นผู้ที่มีความรู้ (The Authority of Knowledge) ซึ่งทำให้ผู้สอนไม่ได้มีการเปิดโอกาสให้เกิดการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนมากนัก ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีอาจจะทำให้ขาดโอกาสในการพัฒนาการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

อย่างไรก็ตาม เมื่อนักเรียนได้รับโอกาสในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน เช่น การนำเสนอหน้าชั้นเรียน การถามคำถาม หรือการอภิปราย เป็นต้น ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนยังมีความกังวลเกี่ยวกับวิธีการสื่อสารให้ผู้ฟังเข้าใจ ไม่กล้าพูดหรือแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน กลัวการตอบผิด หรือหากแสดงความคิดเห็นจะทำให้ดูเหมือนว่าไม่ยอมรับในความรู้ของครู เพราะครูคือผู้มีความเชี่ยวชาญในความรู้ หากนักเรียนมีการซักถามครูจะถือว่าเป็นคนที่ไม่สุภาพและไม่เคารพครู ซึ่งเป็นแนวคิดการสอนที่ยึดตามมุมมองของลัทธิขงจื๊อ (Confucianism) โดยนักเรียนควรเคารพครู ห้ามโต้แย้งกับครู ดังนั้นบทบาทของครูในโรงเรียนจึงมีหน้าที่คือการสอนอย่างแข็งขันและนักเรียนมีหน้ารับฟังอย่างเงียบๆ (Foong & Daniel, 2013) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Chiu (2016) พบว่า มีความเชื่อและความคาดหวังทางวัฒนธรรมของสังคมไทยที่เด็กและวัยรุ่นต้องเชื่อฟังเคารพผู้ใหญ่ นำไปสู่วัฒนธรรมในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไทยที่นักเรียนได้รับการคาดหวังว่าต้องเคารพและเชื่อฟังครู ขาดโอกาสที่จะโต้แย้งและอภิปรายทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ลังเลในการถามคำถามหรือแสดงความคิดเห็นเมื่อนักเรียนรู้สึกไม่เห็นด้วยกับครู และไม่กล้าถามครูในสิ่งที่ไม่เข้าใจ จากปัจจัยที่นักเรียนได้สะท้อนให้เห็นถึงอุปสรรคในการสื่อสารดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น

จะเห็นได้ว่า บริบทวัฒนธรรมมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการสื่อสารในชั้นเรียน ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากทั้ง “ธรรมชาติ”ของศาสตร์ และวัฒนธรรมจากสังคมที่ส่งผลต่อวัฒนธรรมชั้นเรียน ที่เด็กต้องเคารพและเชื่อฟังผู้ใหญ่ ซึ่งบริบททางที่แตกต่างกันอาจจะก่อให้เกิดข้อกำจัดในการสื่อสาร (The Office of Science and Technology, Royal Thai embassy, Brussels, 2017)

2. การพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

จากการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กรอบแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญาสังคม โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการเรียนรู้จากการฝึกฝนตนเองและเรียนรู้จากผู้อื่น และใช้กระบวนการกลุ่มในการเตรียมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม

โดยพิจารณาองค์ประกอบของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้พื้นฐานของผู้ฟัง รูปแบบการนำเสนอ เป็นต้น และเรียนรู้หลักการสื่อสารเพื่อทดลองสื่อสารด้วยตนเอง จากการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หน้าชั้นเรียน รวมถึงเรียนรู้จากบุคคลอื่นเพื่อพัฒนาตนเองจากการได้เห็นข้อดีข้อเสียของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของเพื่อนกลุ่มอื่น อีกทั้งเรียนรู้จากประเมินการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของตนเองและการประเมินของเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Bandura (1997) ที่ระบุว่า บุคคลใดสามารถดำเนินงานหรือกิจกรรมใดๆ ให้ประสบความสำเร็จได้ บุคคลนั้นจะมีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การได้เห็นความสามารถของบุคคลที่อยู่ในระดับเดียวกัน จะทำให้เกิดการเรียนรู้จากความสำเร็จและข้อผิดพลาดจากบุคคลนั้น ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยหลังเรียนนักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 73.82) ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดอยู่ระดับสูง (ร้อยละ 74.72) ในขณะที่ด้านการเขียนอยู่ในระดับกลาง (ร้อยละ 71.89) สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเชื่อมั่นในตนเองในด้านการพูด ดังจะเห็นจากจากข้อคำถามที่มีคะแนนการรับรู้สูง อย่างไรก็ตาม ในด้านการเขียนพบว่านักเรียนยังต้องการความช่วยเหลือซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเฉพาะเจาะจงในการพัฒนาการการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในด้านนี้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Teachakaew et al. (2020) ที่กล่าวว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้หรืออธิบายและบรรยายเรื่องราวต่างๆ ผ่านการเขียนให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจได้ รวมถึงงานวิจัยของ Alpusari (2019) ที่ทำการศึกษาเพื่อระบุทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในด้านการพูดดีกว่าทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในด้านการเขียน

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยสามารถอภิปรายได้ว่า นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดเรียนรู้โดยรวมจัดอยู่ในระดับสูง ซึ่งด้านที่นักเรียนได้คะแนนในระดับสูง คือ ด้านการพูด ส่วนด้านการเขียนยังได้คะแนนในระดับกลาง แสดงให้เห็นว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในขั้นที่ 5 “การประเมินและการสะท้อนผล” ที่นักเรียนได้ฝึกประเมินการสื่อสารวิทยาศาสตร์ของเพื่อนในชั้นเรียน และฝึกการสะท้อนการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของตนเองผ่านแบบสะท้อนการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอแนะถึงสิ่งที่ดีและสิ่งที่ต้องปรับปรุงในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของเพื่อนในแต่ละกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนสะท้อนและประเมินการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของตนเองได้ ซึ่ง Bandura (1986) ได้อธิบายว่าปัจจัยที่มีผลต่อระดับการรับรู้ความสามารถของตนเอง ได้แก่ การรับรู้ประสบการณ์ของผู้อื่น (Vicarious Experience) โดยบุคคลจะเปรียบเทียบความสามารถของตนเองกับบุคคลที่มีประสบการณ์ที่คล้ายกัน โดยเฉพาะบุคคลที่เห็นว่ามีความสามารถไม่แตกต่างจากตนเอง ถ้าตัวอย่างบุคคลถูกมองว่ามีความสามารถ ก็จะทำให้บุคคลนั้นมีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองมากขึ้นและทำให้ประเมินว่าตนว่าสามารถปฏิบัติเช่นนี้ให้สำเร็จได้เช่นกัน (Luthan & Youssef, 2007) ซึ่งการสะท้อนผลดังกล่าวทำให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพและเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสื่อสารที่ทำให้เข้าใจง่ายขึ้นจากเพื่อนคนอื่น ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ปรับเพื่อให้สอดคล้องกับตนเองจนเชี่ยวชาญ (Mastery Experience) และนำไปใช้ในการสื่อสารต่อไป (Bandura, 1986)

เมื่อจำแนกการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ออกเป็นรายด้านจะเห็นได้ว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดจัดอยู่ในระดับสูง แต่ด้านการเขียนอยู่ในระดับกลาง เนื่องจากกิจกรรมในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนนั้นนักเรียนไม่ได้มีการสะท้อนตนเองหลังจากการเขียน รวมถึงไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับจากเพื่อนและผู้วิจัยทันทีเช่นเดียวกับการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการพูดที่สามารถได้รับข้อมูลป้อนกลับและเกิดการถามตอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้ในขณะนั้น ซึ่งการให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นส่วนที่สำคัญที่นักเรียนจะนำไปใช้ในการประเมินตนเองในภายหลัง (Ng & Earl, 2008) จึงเป็นไปได้ว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนจึงยังจัดอยู่ในระดับกลาง อย่างไรก็ตาม พบว่าการเขียนเพื่อการสื่อสารเป็นทักษะขั้นที่สูงขึ้นที่สามารถพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ (Hand et al., 2007) แต่เมื่อพิจารณาการรับรู้ความสามารถรายข้อ พบว่า นักเรียนต้องการความช่วยเหลือในด้านการเขียนมากกว่าการพูด ดังจะเห็นได้จากข้อคำถามซึ่งมีคะแนนการรับรู้ต่ำ คือ ฉันไม่ต้องการความช่วยเหลือ เพราะมีทักษะการเขียนทางวิทยาศาสตร์ของตนเองดีอยู่แล้ว ที่นักเรียนไม่ทราบว่าสิ่งที่ตนเองเขียนนั้นถูกต้องแล้วหรือไม่ รวมถึงคำถามที่มีคะแนนการรับรู้กลาง คือ ฉันสามารถเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ได้เองแม้ไม่มีผู้ให้คำปรึกษา

นอกจากนี้ ผู้วิจัยพบว่า ปัญหาหลักในการเขียนของนักเรียนคือปัญหาในการเขียนรูปประโยคที่สมบูรณ์ ทำให้ผู้อ่านทำความเข้าใจได้อยาก ซึ่งสัมพันธ์กับการรับรู้ความสามารถของตนเอง แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาการเขียนเพื่อการสื่อสารจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือที่เฉพาะเจาะจง (Gunel et al., 2007) ดังนั้นจากงานวิจัยในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าอุปสรรคในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือ การขาดความคุ้นเคยที่จะใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ในการสื่อสาร ขาดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ รวมถึงการขาดความรู้หรือวิธีการในการสื่อสารข้อมูลให้กับผู้ฟังได้อย่างที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้งานวิจัยได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบเน้นการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ได้นำเอาอุปสรรคและความยากลำบากในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนสามารถช่วยส่งเสริมการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในบริบทนักเรียนอื่นที่แตกต่างกันเพื่อเข้าใจถึงบริบทที่ส่งผลต่อการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ครูและนักวิจัยทางการศึกษาสามารถนำไปใช้พัฒนาการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป
2. จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่ายังพบปัญหาในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน รวมถึงนักเรียนยังต้องการความช่วยเหลือในด้านการเขียน ซึ่งอาจจะต้องมีการวิจัยถึงแนวทางในการพัฒนาการเขียนเพื่อการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสมรรถนะทางด้านภาษา (Literacy of Science) ที่สำคัญประการหนึ่งเช่นกัน

References

Alpusari, M., Mulyani, E. A., Putra, Z. H., Widyanthi, A., & Hermita, N. (2019). Identifying Students' Scientific Communication Skills on Vertebrata Organs. *In Journal of Physics: Conference Series,* 1351(1), IOP Publishing.

Anderson, C. B., Lee, H. Y., Byars-Winston, A., Baldwin, C. D., Cameron, C., & Chang, S. (2016). Assessment of scientific communication self-efficacy, interest, and outcome expectations for career development in academic medicine. *Journal of career assessment,* 24(1), 182-196.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice–Hall.

Bandura, A. (1997). *Self- efficacy: The exercise of control.* New York: W. H. Freeman and company.

Brownell, S. E., Price, J. V., & Steinman, L. (2013). Science communication to the general public: why we need to teach undergraduate and graduate students this skill as part of their formal scientific training. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education,* 12(1), E6-E10.

Buachoon, N., Yutakom, N., & Suwanruji P. (2016). The study of the state teaching and learning of science for quality of life in general education. *VRU Research and Development Journal Science and Technology,* 11(2), 97-110. [in Thai]

Chiu, M. H. (2016). *Science Education Research and Practice in Asia: Challenges and Opportunities*. Springer.

Clerk, D., & Rutherford, M. (2000). Language as a confounding variable in the diagnosis of misconceptions. *International Journal of Science Education*, 22(7), 703-717.

Franklin, S. (1995). Science as culture, cultures of science. *Annual review of anthropology*, 24(1), 163-184.

Foong, C. C., & Daniel, E. G. (2013). Students'argumentation skills across two socio-scientific issues in a Confucian classroom: is transfer possible. *International Journal of Science Education*, 35(14), 2331-2355.

Fuangfupong, K. (2011). *Perception of self-efficacy, optimism and job engagement: a case study of employees of personal and health care* (Master thesis). Bangkok: Thammasat University. [in Thai]

Gunel, M., Hand, B., & Prain, V. (2007). Writing for learning in science: A secondary analysis of six studies. *International Journal of Science and Mathematics Education, 5*(4), 615-637.

Hand, B., Yang, O. E. M., & Bruxvoort, C. (2007). Using writing-to-learn science strategies to improve year 11 students' understandings of stoichiometry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5(1), 125-143.

Jamornmann, U. (2001). *Questionnaire: Creation and use* (6th ed.). Bangkok: Funny Publishing Company. [in Thai]

Jucana, M. S., & Jucan, C. N. (2014). The power of science communication. *Procedia Social and Behavioral Sciences,* 149, 461-466.

Laehsum, S. (2017). *Effect of problem-based learning on biology achievement, scientific communication skills and attitude towards science of grade 12 students* (Master thesis). Songkla: at Prince of Songkla University. [in Thai]

Lin, T. J., & Tsai, C. C. (2013). An investigation of Taiwanese high school students' science learning self-efficacy in relation to their conceptions of learning science. *Research in Science and Technological Education*, 31(3), 308–323.

Luthan, F., & Youssef, C.M. (2007). Emerging positive organizational behavior. *Journal of Management*, 33(5), 321-349.

Ng, J. R., & Earl, J. K. (2008). Accuracy in self-assessment: The role of ability, feedback, self-efficacy and goal orientation. *Australian Journal of Career Development*, 17(3), 39-50.

Pitiporntapin, S. (2015). *Science learning management and society in the 21st century.* Bangkok: Boss Printing and Trading. [in Thai]

Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1976). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Tijdschrift Voor Onderwijs Research*, 2, 49-60.

Schunk, D. H. (2004). *Learning Theories: An Educational Perspective.* Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Spektor-Levy, O., Eylon, B. S., & Scherz, Z. (2009). Teaching scientific communication skills in science studies: Does it make a difference? *Int J of Sci and Math Educ,* 7(5), 875–903.

Teachakaew, S., Kijkuakul, S., & Booncham, U. (2020). Develop flipped classroom for encourage science communication skills in nervous system and structure and movement system. *Journal of Education Naresuan university*, 22(1), 262-274. [in Thai]

The Equitable Education Fund. (2012*). Critical of the Thai science classroom phenomenon.* Retrieved May 9, 2019, from http://www.qlf.or.th/Home/Contents/4999. [in Thai]

The Office of Science and Technology, Royal Thai embassy, Brussels, (2017). *Raising awareness and public participation in science.* Policy analysis report Measures in the European Union accompanying suggestions on science, technology and innovation policies in Thailand. Retrieved March 3, 2019, from http://www.thaiscience.eu/uploads/journal_20170712123740-pdf.pdf. [in Thai]