

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์

THE DEVELOPMENT OF THE INSTRUCTION ARGUMENTATION USING FORENSIC SCIENCE ISSUE FOR PROMOTING THE SCIENTIFIC EXPLANATION ABILITY OF GRADE 10 STUDENTS ON HUMAN HOMEOSTASIS

Received: May 15, 2020

Revised: June 13, 2020

Accepted: June 23, 2020

นำพงศ์ จันทรโท^{1*} สิริณา กิจเกื้อกุล² และสุริยา ชาปุ³
Numpong Janto^{1*} Sirinapa Kijkuakul² and Suriya Chapoo³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

^{1,2,3}Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: numpong1410@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้กระบวนการค้นเชิงตีความโดยการวิเคราะห์เนื้อหา และตรวจสอบความน่าเชื่อถือด้วยเทคนิคแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ คือ 1) ต้องใช้สถานการณ์ในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่คลุมเครือและเป็นเรื่องที่สังคมให้ความสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยนำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้โทรศัพท์ของตนเองสืบค้นข้อมูล โดยมีครูคอยตรวจสอบข้อมูลเพื่อให้ข้อเสนอแนะ และ 3) ใช้กิจกรรมโต้แย้งจำลองสถานการณ์ในสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลยังพบว่า ภายหลังจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 61.14 จัดอยู่ในกลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานแต่ขาดการให้เหตุผล และมีนักเรียนที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ร้อยละ 23.33

คำสำคัญ: การโต้แย้ง นิติวิทยาศาสตร์ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การรักษาดุลยภาพร่างกายมนุษย์

Abstract

The purpose of this research was to develop an instruction using argumentation and forensic science issue for promoting the scientific explanation ability on human homeostasis of sixteen Grade-10 students. The research instruments were three lesson plans, reflection form, worksheets, and the scientific explanation ability test. The interpretive paradigm was used to analyze the data by using triangulation for checking the data reliability. The results showed that the instruction could be operated by; 1) using the ambiguous situation of the society to stimulate students to wonder, and created the scientific explanations, 2) giving students use their smartphones for searching information, and the teacher checking that information for giving suggestions and, 3) using scientific argument activities as a model of a scientific society to promote students' scientific explanation ability. Finally, this research found that most of the students (61.14%) could show some claims and supporting evidence, but they lacked in reasoning, and the other students (23.33%) could present components of the scientific explanation completely.

Keywords: Argumentation, Forensic Science Issue, Scientific Explanation Ability, Scientific Literacy, Human Homeostasis

บทนำ

การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นสมรรถนะสำคัญที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงาน โดยเป็นการสืบเสาะ แสวงหาข้อมูล หลักฐาน มาประกอบการให้เหตุผล เพื่อยืนยันและสนับสนุนในข้อค้นพบหรือข้อกล่าวอ้างของตนให้มีความน่าเชื่อถือ (Novak & Treagust, 2017) นับได้ว่าเป็นการสื่อสารที่บ่งบอกถึงความเข้าใจเนื้อหาหรือแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ (Sirithon et al., 2017) ซึ่งประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบสำคัญในการอธิบายถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในข้อกล่าวอ้าง (Claim) ด้วยการใช้หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ที่เหมาะสมกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2006) อีกทั้งองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD) ได้จัดทำมีโครงการประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) ในการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) จำเป็นต้องใช้สมรรถนะดังต่อไปนี้ คือ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2015) สะท้อนถึงความสำคัญในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถาม ประกอบการให้เหตุผลที่นำมาสนับสนุนด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ อย่างไรก็ตาม จากรายงานผลการประเมินสมรรถนะเหล่านี้ของ PISA 2015 กลับพบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 421 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD 493 คะแนน ซึ่งมีสัดส่วนของความรอบรู้วิทยาศาสตร์เพียงแค่อนึ่งในสาม (36.1%) ที่สามารถตอบข้อสอบวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไทยในระดับชั้นต่างๆ ยังคงไม่สามารถใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการลงข้อสรุปและสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามได้ (Ladachart et al., 2015)

จากประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ในบริบทโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ที่มีผลการประเมินทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ นักเรียนส่วนใหญ่ฐานะยากจน มีปัญหาครอบครัว และคาดหวังว่าเมื่อสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานจะออกไปประกอบอาชีพโดยไม่ศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา เมื่อผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ส่วนใหญ่ นักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถามสำคัญได้ ดังที่พบจาก การจัดการเรียนรู้เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์ เมื่อผู้วิจัยถามนักเรียนว่า เมื่อเราอยู่ในที่อุณหภูมิต่ำเหตุใดร่างกายจึงเกิดอาการสั่น พบว่า นักเรียนร้อยละ 80 ตอบคำถามว่า ร่างกายหนาวจึงเกิดอาการสั่น แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดหลักฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้างของคำตอบเพื่อสร้างคำอธิบายได้

จากการศึกษางานวิจัย พบว่า เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกายมีเนื้อหาหลายเรื่องเป็นนามธรรมเข้าใจยาก ซึ่งต้องอธิบายด้วยกลไกภายในร่างกาย ไม่สามารถมองเห็นให้รูปธรรมได้ ทำให้เกิดความเข้าใจยาก และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีเป้าหมายที่จะปรับเปลี่ยนแนวทางการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาดังกล่าว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้อาจช่วยนักเรียนได้พัฒนาทั้งกระบวนการคิด การปฏิบัติและสร้างคุณลักษณะแบบนักวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี (Anuworrachai, 2014)

การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นกลวิธีหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ที่กำลังได้รับความสนใจในปัจจุบันจากวงการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา ดังที่ Lin et al. (2012) ได้ระบุว่า ในการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คือ ผู้ที่มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ โดยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงข้อมูลที้นำไปสู่การสร้างหลักฐานและเหตุผล เพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ยังได้รับการยอมรับว่า เป็นกระบวนการที่ใช้สร้างองค์ความรู้ การคิดและปฏิบัติ เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ที่สร้างคำอธิบายเพื่อพัฒนาการนำเสนอข้อมูลและโต้แย้ง เพื่อให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลในการวิพากษ์วิจารณ์ด้วยเหตุและผลร่วมกัน (Pipatchaiyapoom et al., 2016) จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เช่น Tongprapai et al. (2016) ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน พบว่า การใช้หลักฐานเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนพัฒนาได้น้อยที่สุด ซึ่งเป็นส่วนสำคัญเพื่อนำมาสนับสนุน และลงข้อสรุปเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้หาแนวทางการสอนที่จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและแสดงความคิดเห็น ในสถานการณ์ที่เกิดการขัดแย้งทางความคิดหลากหลายมุมมอง ในการค้นหาหลักฐานข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาสู่การให้เหตุผลและอภิปรายประเด็นร่วมกัน โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่พิสูจน์ได้

กิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ เป็นการประยุกต์องค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง โดยเชื่อมโยงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ กับการทำงานสืบสวนสอบสวน และค้นหาความจริงอย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ ยังสามารถนำมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยใช้นิติวิทยาศาสตร์เป็นตัวขับเคลื่อนในการสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนรู้จักสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้หลักฐานในการเชื่อมโยงเหตุผลวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ด้วยการสร้างเป็นคำอธิบายที่สามารถพิสูจน์และตรวจสอบได้ โดยรายงานต่อสาธารณชนให้เป็นที่ประจักษ์ในกระบวนการค้นหาความจริง (Witham et al. as cited in Taruwun, 2017)

ด้วยความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีโต้แย้ง โดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นส่วนสำคัญทำให้เกิดข้อสงสัย ในการแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย ผ่านกระบวนการค้นหาคำตอบด้วยหลักฐาน และการให้เหตุผล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์

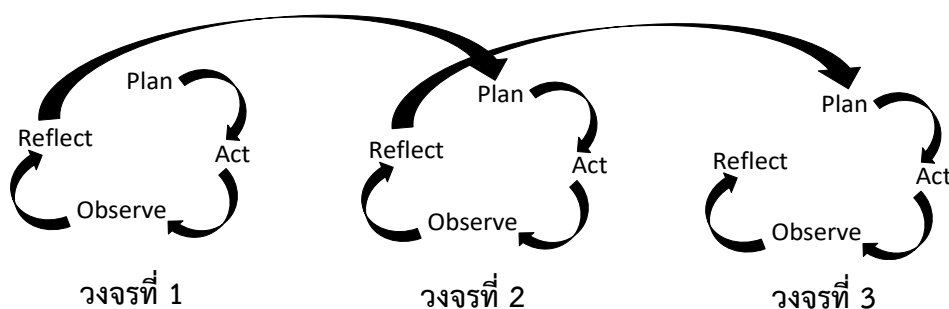
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย เป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เชิงคุณภาพ ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998) มีการดำเนินการเป็น 3 วงจรต่อเนื่องกันไป แต่ละวงจรมีขั้นตอน ได้แก่ 1) วางแผน (Plan) 2) ปฏิบัติการ (Act) 3) สังเกตการณ์ (Observe) และ 4.สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เพื่อพัฒนาการสอนของครูจากการลงมือปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับวิธีการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง ให้สอดคล้องกับความต้องการและบริบทของนักเรียนได้ (Khemkong, 2017)



ภาพ 1 แสดงขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ ทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) โดยการสมัครใจของนักเรียนจากห้องที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้ และกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 16 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาคุณภาพร่างกายมนุษย์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบไปด้วย 5 แนวคิดหลัก ได้แก่ การรักษาคุณภาพของน้ำ การรักษาคุณภาพของกรด-เบส การรักษาคุณภาพอุณหภูมิร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกันและความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

เครื่องมือวิจัย และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยดัดแปลงและปรับปรุงกลวิธีการโต้แย้งตามกรอบแนวคิดของ Enderle et al. (2012) ร่วมกับกิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์ของ Saferstein (2011) ประกอบไปด้วยขั้นตอน ดังนี้ 1) การเตรียมความพร้อมและระบุภาระงาน 2) สำรวจค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล 3) นำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง และ 4) สรุปและประเมินผล จำนวน 3 แผน ใช้เวลาแผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ และครูที่มีประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 3 ท่าน ช่วยตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้รับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ประเด็นนิติวิทยาศาสตร์ต้องมีความชัดเจน ให้ข้อมูลประกอบที่สามารถขับเคลื่อนการจัดกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม และมีความสอดคล้องกับเนื้อหา จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำ จึงนำไปประยุกต์ใช้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ เป็นการสะท้อนเรื่องราวต่าง ๆ ตามขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนโดยผู้วิจัย และผู้สะท้อนร่วม ซึ่งเป็นครูชำนาญการพิเศษที่มีประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเข้ามาสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ซึ่งประกอบไปด้วย การบันทึกการสนทนามีจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรเป็นอย่างไร

2.2 ใบกิจกรรมการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด แสดงรายการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ประกอบในแต่ละขั้นตอนการสอน โดยนำประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์มาขับเคลื่อนกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยในการค้นหาความจริงด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ผ่านกิจกรรมการโต้แย้งเพื่อตอบคำถามสำคัญ

2.3 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อคำถามปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ แต่ละข้อแบ่งเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 เป็นสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับความผิดปกติจากการรักษาคุณภาพของร่างกาย และส่วนที่ 2 เป็นข้อคำถามตามองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006) คือ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล จากนั้นนำมาตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ และครูที่มีประสบการณ์สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 3 ท่าน ซึ่งได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้สถานการณ์ต้องชัดเจนกับประเด็นเนื้อหาที่ไม่ยาวเกินไป จนอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสนได้ รวมไปถึงเพิ่มเติมแนวคำตอบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการให้คะแนน ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุง แก้ไข ตามคำแนะนำ แล้วนำไปใช้วัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เพื่อตอบคำถามวิจัย 2 ข้อ โดยมีรายละเอียด คือ

1. เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ แหล่งที่มาของข้อมูลได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ มาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการอุปนัยด้วยการอ่านข้อมูลและจัดระเบียบเนื้อหาตามประเด็นข้อค้นพบ ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในแต่ละวงจรปฏิบัติการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลว่าสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ จากนั้นสรุปเป็นแนวปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ของการจัดการเรียนรู้ และทำการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า โดยใช้แหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง (Resource Triangulation)

2. เพื่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งใช้องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2006) โดยผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังจากจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มาทำการวิเคราะห์จากการอ่านคำตอบของนักเรียน แล้วนำมาจัดระเบียบข้อมูล จากนั้นทำการกำหนดรหัสข้อมูล จัดกลุ่มคำตอบและตีความเพื่อสรุปข้อมูลทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ดังตัวอย่างในตาราง 1 และทำการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า โดยใช้เครื่องมือมากกว่า 1 ชนิด (Method Triangulation)

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

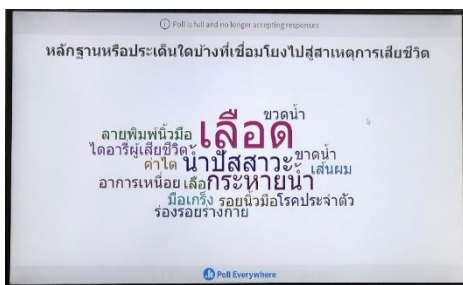
หมวดหมู่	รหัสคำตอบ	กลุ่มคำตอบ	ตัวอย่างพฤติกรรม
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Explanation)	SE_0	แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้อง	- นักเรียนไม่เขียนตอบ หรือไม่แสดง ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล
	SE_1	แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้เพียง 1 ใน 3 องค์ประกอบ	- นักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดหลักฐานและการให้เหตุผล
	SE_2	แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ	- นักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดการให้หลักฐาน หรือการให้เหตุผล
	SE_3	แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์	- นักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ครบถ้วน

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการ

เรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนภายหลังการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ต้องใช้สถานการณ์ในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่คลุมเครือและเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสงสัยนำไปสู่การสร้างอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากขั้นเตรียมความพร้อมและระดมภาระงาน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนให้ความสนใจในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ครูนำเข้าสู่บทเรียน แต่พบว่านักเรียนไม่ค่อยกล้าตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น เนื่องจากเป็นเรื่องที่นักเรียนไม่คุ้นชิน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงนำประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวดังมาใช้ในการอภิปราย และใช้คำถามกระตุ้นแบบชักใยไล่เลียง จนนักเรียนเกิดความรู้สึกสงสัย ส่งผลให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างออกไปตามมุมมองของแต่ละคน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เปิดโอกาสให้อภิปรายโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบด้วยคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์พยานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์



ครู : “การเสียชีวิตของทหารมีสาเหตุมาจากอะไร”
 นักเรียนคนที่ 1 : ถูกครูฝึกซ้อมตายครับ
 นักเรียนคนที่ 2 : อาจจะมีโรคประจำตัวคะ
 ครู : “ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีผลต่อการลงข้อสรุปและสร้างเป็นคำอธิบาย หรือไม่”
 นักเรียน : มีครับ ต้องดูหลักฐาน ผมเคยดูโคนัน
 นักเรียน : ต้องส่งหลักฐานไปตรวจในห้องแล็บด้วยคะ
 (เทปบันทึกเสียง, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)

ภาพ 2 การตอบหลักฐานด้วยแอปพลิเคชัน Polleverywhere และบทสนทนา

1.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้โทรศัพท์ของตนเองสืบค้นข้อมูลที่หลากหลาย โดยมีครูคอยตรวจสอบข้อมูลเพื่อให้ข้อเสนอแนะ ที่นักเรียนสามารถพัฒนาและปรับปรุงงานให้มีความเหมาะสม และทันเวลา โดยขั้นการสำรวจค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูล ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนใช้โทรศัพท์ในการสืบค้นข้อมูลหลักฐานเพื่อมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับความน่าเชื่อถือของข้อมูลและใช้เวลาค่อนข้างมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครูจึงเน้นเรื่องความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการสืบค้นและมีใบความรู้เพิ่มเติมที่เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เปิดโอกาสให้แต่ละกลุ่มรายงานผลการสืบค้นข้อมูล เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้ โดยมีครูให้ข้อเสนอแนะที่สามารถปรับปรุงได้อย่างเหมาะสม ทันเวลา และทำให้นักเรียนนำข้อมูลนั้นไปใช้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่าง ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดังที่ผู้เชี่ยวชาญสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ได้กล่าวว่า

“มีแหล่งข้อมูลหลากหลาย ครูมีความใกล้ชิดกับนักเรียนมากขึ้น นักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรม”

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)



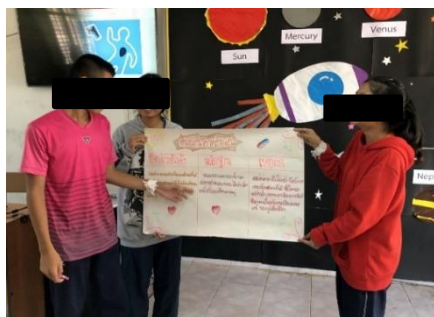
ภาพ 3 กิจกรรมที่นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

1.3 ใช้กิจกรรมโต้แย้งจำลองสถานการณ์ในสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ควรปรับตามความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียน โดยมีครูควบคุมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผล ในขั้นนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้ง ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากการสังเกตการนำเสนอหน้าชั้นเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ส่วนใหญ่ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น และรอฟังคำตอบจากเพื่อน ทำให้ไม่ค่อยเกิดกระบวนการโต้แย้ง ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครูจึงเลือกใช้วิธีการนำเสนอแบบลักษณะการเดินวนฐานตามกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้นและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น แต่ยังไม่พบการใช้อารมณ์และความรู้สึกร่วมไปกับการแสดงความคิดเห็น ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ครูจึงชี้แจงลักษณะของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผล อีกทั้งต้องคอยควบคุมคำถามจากการโต้แย้งให้เหมาะสม โดยไม่ใช้อารมณ์และความรู้สึกส่วนตัว ทำให้เกิดบรรยากาศของการจำลองสถานการณ์ในสังคมวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ซึ่งได้รับการสะท้อนจากผู้เชี่ยวชาญว่า

“นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นโต้ตอบและซักถามเพื่อนมากกว่าครั้งที่แล้ว”

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้)



ภาพ 4 กิจกรรมการโต้แย้งที่นักเรียนได้เดินวนฐานตามกลุ่มและนำเสนอหน้าชั้นเรียน

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แล้วนำมาจัดกลุ่มคำตอบ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม รายละเอียดดังในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	ก่อนการจัดการเรียนรู้				หลังการจัดการเรียนรู้			
	ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	การให้เหตุผล	ร้อยละ (นักเรียน)	ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	การให้เหตุผล	ร้อยละ (นักเรียน)
SE_0	✗	✗	✗	50.28	✗	✗	✗	0.00
SE_1	✓	✗	✗	25.14	✓	✗	✗	8.34
SE_2	✓	✓	✗	12.11	✓	✓	✗	61.14
	✓	✗	✓	5.80	✓	✗	✓	7.20
SE_3	✓	✓	✓	6.67	✓	✓	✓	23.33

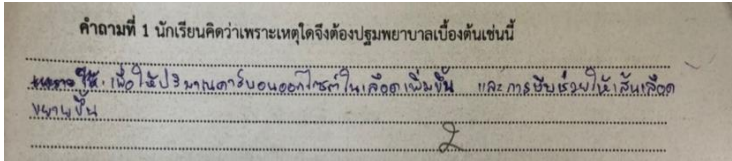
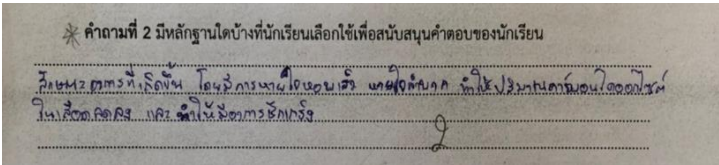
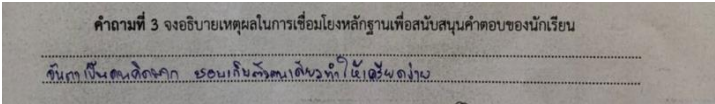
หมายเหตุ ✓ ปรากฏองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
✗ ไม่ปรากฏองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล (ร้อยละ 50.28) นักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้างได้เพียงอย่างเดียว (ร้อยละ 25.14) นักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน แต่ขาดการให้เหตุผล (ร้อยละ 12.1) นักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง การให้เหตุผล แต่ขาดหลักฐาน (ร้อยละ 5.80) และนักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง

หลักฐาน และการให้เหตุผล ครบถ้วนสมบูรณ์ (ร้อยละ 6.67) อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่แสดงองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้บางส่วน 2 ใน 3 องค์ประกอบ กล่าวคือ สามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน แต่ขาดการให้เหตุผล (ร้อยละ 61.14) และสามารถแสดงข้อกล่าวอ้าง และให้เหตุผล แต่ขาดหลักฐาน (ร้อยละ 7.20) รองลงมาคือ กลุ่มที่แสดงข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ครบถ้วนสมบูรณ์ (ร้อยละ 23.33) และมีนักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง แต่ขาดหลักฐานและการให้เหตุผล (ร้อยละ 8.32)

ยกตัวอย่าง คำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่ที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล ของนักเรียนรหัส S08 ในการตอบคำถามจากแบบวัดความสามารถการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้อที่ 2 เรื่อง สถานการณ์ชีวิตแสนกดดัน ประกอบไปด้วยแนวคิด การรักษาคุณภาพของกรด-เบสในร่างกาย โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของปอด เมื่อเกิดภาวะการหายใจเร็วและลึกมากขึ้น ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง เลือดมีภาวะเป็นเบส จึงต้องใช้ถุงครอบปาก เพื่อให้สูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่หายใจออกมากกลับเข้าไปทำให้ pH ของเลือดให้เข้าสู่ภาวะสมดุลโดยการทำงานของปอดทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตาราง 3 แสดงตัวอย่างคำตอบนักเรียนที่แสดงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานสนับสนุน แต่ขาดการให้เหตุผล

คำตอบของนักเรียนรหัส	ตัวอย่างความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน
S08	ข้อกล่าวอ้าง นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงต้องปฐมพยาบาลเบื้องต้นเช่นนี้ ซึ่งนักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้างว่า “เพื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดเพิ่มขึ้น”  หลักฐาน มีหลักฐานใดบ้างที่นักเรียนเลือกใช้เพื่อสนับสนุนคำตอบในคำถามที่ 1 ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงหลักฐานในการสนับสนุนคำตอบว่า “ลักษณะอาการที่เกิดขึ้น โดยมีการหายใจหอบเร็ว หายใจลำบาก ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง เกิดการชักเกร็ง”  การให้เหตุผล จงอธิบายเหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแสดงการให้เหตุผลในการสนับสนุนคำตอบว่า “จันทาเป็นคนคิดมาก ชอบเก็บตัวอยู่คนเดียว ทำให้เครียดง่าย” 

สรุปและอภิปรายผล

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สถานการณ์ในประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์จะเป็นตัวขับเคลื่อนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยคำถามที่ก่อให้เกิดความสงสัยใคร่รู้ ในการค้นหาคำตอบด้วยคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์พยานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ Sebastiany et al. (2013) กล่าวว่า กิจกรรมทางนิติวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้น ข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ และประเมินหรือตัดสินความสำคัญของการพิสูจน์ทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของ Khemkong et al. (2017) กล่าวว่า การยกสถานการณ์ที่มีความน่าสนใจที่เกิดขึ้นจริงในสังคมไทย หรืออาจเป็นประเด็นของ ข่าวที่นักเรียนได้พบเห็นหรือได้รับฟังมาจากสื่อต่างๆ ในชีวิตประจำวันมาดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้

เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้โทรศัพท์ของตนเองสืบค้นข้อมูล โดยมีครูคอยให้ความช่วยเหลือด้วยข้อเสนอแนะที่นักเรียนสามารถพัฒนาและปรับปรุงงานให้มีความเหมาะสม และทันเวลา ทำให้นักเรียนนำข้อมูลนั้นไปใช้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ เช่นเดียวกับ Thongnoi et al. (2017) ได้กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้อินเตอร์เน็ตในมือถือเพื่อสืบค้นข้อมูลในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกหาหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อสร้างเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อีกทั้งการให้คำปรึกษานักเรียนทุกคนเกี่ยวกับการทำงานกลุ่มอย่างทั่วถึง และทันเวลา เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันหาหลักฐานประกอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วสอดแทรกแนวทางการสืบค้นข้อมูล และคัดกรองข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลได้ถูกต้องด้วย

ทั้งนี้ การนำเสนอผลงานด้วยกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ควรปรับตามความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนในการนำเสนอแบบลักษณะการเดินวนฐานตามกลุ่ม ครูควรชี้แจงลักษณะของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานและการให้เหตุผลเพื่อจำลองสถานการณ์ในสังคมนิติวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง สอดคล้องกับ Kampiwtha et al. (2018) กล่าวว่า การนำรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบจิ๊กซอร์ที่มีลักษณะการเดินวนฐานไปตามกลุ่มมาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการโต้แย้งจึงมีความเหมาะสมกับบริบทของห้องเรียนและเวลาที่จำกัด นอกจากนั้น ครูยังต้องคอยควบคุมกระบวนการโต้แย้งของนักเรียนที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มให้อยู่ภายใต้กรอบของคำถามสำคัญ และอยู่บนหลักของเหตุและผลในการอธิบายด้วยความรู้วิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ Dahsa (2017) ได้กล่าวว่า การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในคำถามทางวิทยาศาสตร์วางแผนและดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาหลักฐาน มาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถาม

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัย พบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการทำแบบวัดแต่ละแนวคิด เรื่อง การรักษาคุณภาพร่างกายมนุษย์ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงข้อกล่าวอ้างได้มากกว่าองค์ประกอบอื่น รองลงมาคือหลักฐาน และการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนขาดมากที่สุด ซึ่งแสดงรายละเอียดตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

ข้อกล่าวอ้าง เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยคำตอบส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ว่า “เกิดอะไรขึ้น” หรือ “เกิดขึ้นได้อย่างไร” หรือ “เพราะเหตุใดจึงเกิดขึ้น” (Thongarj, 2012) ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการและข้อคำถามในแบบวัด มีลักษณะเป็นสถานการณ์ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ที่เป็นตัวขับเคลื่อนในการทำกิจกรรมให้นักเรียนเกิดความสงสัยในการค้นหาความจริงจากหลักฐานที่กำหนด มีข้อมูลประกอบสถานการณ์โดยเชื่อมโยงกับการตอบคำถามสำคัญ ทำให้นักเรียนแสดงข้อกล่าวอ้างได้มากที่สุด สอดคล้องกับงานของ Sapasuntikul (2016) ที่พบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เมื่อจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในส่วนข้อกล่าวอ้างมากที่สุด ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบที่มีลักษณะเป็นการเขียนตอบคำถาม เพื่อให้ได้ใจความที่กระชับและชัดเจนซึ่งเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความรู้นักเรียนได้ศึกษาโดยตรง

หลักฐาน มีคะแนนเฉลี่ยรองลงมา ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต นักเรียนได้มีการวิเคราะห์และค้นหาหลักฐาน (Sapasuntikul, 2016) ผ่านการโต้แย้งเพื่อแสดงความคิดเห็นในมุมมองที่แตกต่างกันประกอบกับการใช้อารมณ์และความรู้สึกร่วมไปกับการลงข้อสรุป อีกทั้งมีการระบุหลักฐานจากการใช้ข้อความที่มีลักษณะกระตุ้นให้เกิดความสงสัยในมุมมองที่แตกต่างกัน และนักเรียนร่วมกันสรุปหลักฐานสำคัญเพื่อให้นักเรียนได้เลือกนำไปสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงไปสู่ข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ที่เป็นประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ ทำให้ต้องใช้เวลาในการประเมินความน่าเชื่อถือและความเหมาะสมของหลักฐานที่มีอยู่อย่างจำกัด เช่นเดียวกับ Ladachart et al. (2015) กล่าวว่า การลงข้อสรุปเป็นการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในการให้ความหมายกับหลักฐานที่ปรากฏ ซึ่งตีความจากหลักฐานบนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเอง ทำให้บิดเบือนความหมายที่แท้จริงของหลักฐานได้

การให้เหตุผล เป็นองค์ประกอบที่นักเรียนขาดมากที่สุดในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องสามารถเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยแนวคิด กฎ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ McNeill and Krajcik (2006) ที่ได้ข้อสรุปจากงานวิจัยไว้ว่าการให้เหตุผลเป็นเรื่องยากที่สุดสำหรับนักเรียน เนื่องจากการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นักเรียนจำเป็นต้องเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ในการใช้ความรู้หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบ เช่นเดียวกับงานของ Meela and Artdej (2017) กล่าวว่า สำหรับองค์ประกอบการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีความยุ่งยากในการให้เหตุผล เมื่อพิจารณาร้อยละของนักเรียนหลังเรียนเปรียบเทียบกับก่อนเรียน พบว่า นักเรียนส่วนน้อยเท่านั้นที่สามารถพัฒนาระดับความสามารถในการให้เหตุผล เนื่องจากความรู้เดิมของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน ทำให้การให้เหตุผลแตกต่างกันไปด้วย หากนักเรียนมีความรู้เดิมเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง นักเรียนก็จะสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ หรือสามารถให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม

แนวทางหนึ่งที่สำคัญจากข้อค้นพบของงานวิจัยนี้ คือ การใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์เป็นตัวขับเคลื่อนทำให้เกิดข้อสงสัยในการค้นหาคำตอบด้วยหลักฐานที่เชื่อมโยงไปสู่การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยควรใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดมุมมองที่แตกต่างกัน ผ่านการนำเสนอด้วยกิจกรรมการโต้แย้งที่เป็นการอภิปรายและสะท้อนคิด แสดงถึงการจำลองสังคมวิทยาศาสตร์ในการโต้แย้งกันด้วยเหตุผล และข้อมูลหลักฐานในเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นหัวใจหลักสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยนี้ พบว่า ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการโต้แย้งโดยใช้ประเด็นทางนิติวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยแสดงองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน แต่ยังขาดการให้เหตุผล ในประเด็นนี้จึงเป็นที่น่าสนใจว่าการให้เหตุผลนี้จะมีความเกี่ยวเนื่องโดยเฉพาะกับกรณีเนื้อหาที่มีความซับซ้อน และเป็นนามธรรมที่เข้าใจยาก เพราะเรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายมีกระบวนการในการทำงานของกลไกที่เป็นระบบและซับซ้อน จึงควรให้ความสำคัญในการทำ ความเข้าใจแนวคิดในการเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติกิจกรรม โดยอาจจะเริ่มจากเนื้อหาที่มีความซับซ้อนน้อยไปสู่เนื้อหาที่ซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ หรือกรณีที่กิจกรรมมีความซ้ำซ้อนมากเกินไป ทั้งนี้ความปรับวิธีการสอนให้เข้ากับบริบทและข้อจำกัดของผู้เรียน นอกจากนี้ควรให้นักเรียนใช้หลักฐานจากปฏิบัติการทดลองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการสืบค้นข้อมูล เพื่อสร้างความเข้าใจในเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น จึงจะสามารถพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ครอบคลุมองค์ประกอบในทุกประเด็น

References

- Anuworrachai, S. (2014). Learning management using constructing scientific explanations. *School of Educational Studies*, 7(2), 1-14. [in Thai]
- Dahsa, J. (2017). Scientific inquiry in the next generation science standards. *Humanities and Social Sciences*, 8(2), 123-132. [in Thai]
- Enderle, P. J., Grooms, J. A., & Sampson, V. (2012). Argument focused instruction and science proficiency in middle and high school classrooms, in *Paper presented at the Annual International Conference of the National Association for Research in Science Teaching*. Indianapolis, USA, NARST.
- Kampiwitha, C., Bongkotphet, T., & Nangngam, P. (2018). The development of scientific reasoning ability through the generate an argument instructional model in digestive system topic for 10th grade students. *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning*, 12(1), 56-71. [in Thai]
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1998). *The action research planner*. Geelong, Victoria: Deakin University Press.
- Khemkong, S., Ketsing, J., & E-gobon, T. (2017). Good teaching practices in inquiry-based learning for developing grade 11th students' scientific reasoning ability. *The 13th Mahasarakham University Research Conference* (pp. 77-87). Maha Sarakham: Mahasarakham University. [in Thai]
- Ladachart, L., Chimphali, K., Aryowong, N., Ngaewkoodrua, N., Srakhao, S., Wangead, C., & Thammaprateep, J. (2015). Ninth grade students' making scientific inferences and explanations. *Silapakorn University Journal in the fields of Social Sciences, Humanities and Arts*, 35(1), 171-206. [in Thai]
- Lin, H. S., Hong, Z. R. & Huang, T. C. (2012). The role of emotional factors in building public scientific literacy and engagement with science. *International Journal of Science Education*, 34(1), 25-42.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2006). Supporting students' construction of scientific explanation through generic versus context-specific written scaffolds. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, San Francisco, CA.
- Meela, P., & Artdej, R. (2017). Model based inquiry and scientific explanation: promoting meaning-making in classroom. *Journal of Education Naresuan University*, 9(3), 1-15. [in Thai]
- Novak, A. M., & Treagust, D. F. (2017). Adjusting claims as new evidence emerges: Do students incorporate new evidence into their scientific explanations? *Journal Research in Science Teaching*, 55(4), 526-549. <https://doi.org/10.1002/tea.21429>
- OECD. (2015). PISA 2018 draft reading literacy framework, *Proceedings of the 40th meeting of the PISA Governing Board*, 26-28 October 2015; Munich, Germany.
- Pipatchaiyapoom, P., Sawangmek, S., & Nangngam, P. (2016). *Using argument-driven inquiry (ADI) based laboratory activities to enhance 11 graders' understanding of the nature of science on reproduction and development of flowering plant topic* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University. [in Thai]
- Saferstein, R. (2011). *Forensic science: An introduction* (2nd ed.). Eaglewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Sapasuntikul, K. (2016). *Effects of chemistry teaching strategy using the predict-observe-explain sequence on ability in scientific explanation making and rationality of tenth grade students* (Master thesis). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]

- Sebastiany, A. P., Pizzato, M. C., Diehl, I. F., & Salgado, T. D. M. (2013). Aprendiendo a investigar por medio de la ciencia forense e investigación criminal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 480-490.
- Sirithon, N., Jantarakantee, E., & Chainggan, S. (2017). Developing grade 10 students' ability in making scientific explanation using argument-driven inquiry approach in the topic of force, mass, and law of motion. *Proceedings of 55th Kasetsart University Annual Conference: Education, Economics and Business Administration, Humanities and Social Sciences* (pp. 9-16). Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Taruwun, T. (2017). *The development of grade 11 students' critical thinking by using problem-based learning and forensic science activity package* (Master thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. [in Thai]
- Thongarj, C. (2012). Moving forward to the twenty-first century: the winning post that Thai education has not yet reached. *Journal of Education Studies, Chulalongkorn University*, 40, 261-267. [in Thai]
- Thongnoi, N., Pitipornatapin, S., Chumnarpue, P., & Phongpijit, P. (2017). *Enhancing the ability in constructing scientific explanations of grade 10 students in ecosystem using socioscientific issues based-learning on scientific* (Master thesis). Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Tongprapai, K., Pitipornatapin, S., Shinnasin, K., & Jamjai, O. (2016). Development of grade 8 students' argumentation skill in nutrients and life unit using socio-scientific issue (SSI) – based teaching. *J. Res. Unit Sci. Technol. Environ. Learning*, 7(1), 48-61. [in Thai]