

การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วย
กลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ

The Development of 11 Graders' Understanding of the Nature of Science on
Reproduction and Development of Flowering Plants Topic Through Learning
Management Using Argument-Driven Inquiry (ADI) Based Laboratory Activities

พอหทัย พิพัฒน์ชัยภูมิ^{1*} สุรีย์พร สว่างเมฆ² และ ปราณี นางงาม³

Porhathai Pipatthanachaiyapoom^{1*} Sureeporn Sawangmek² and Pranee Nangngam³

¹ภาควิชาการศึกษา (ชีววิทยา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

²ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

³ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

¹Educational Department (Biology), Faculty of Education, Naresuan University

²Educational Department, Faculty of Education, Naresuan University

³Department of Biology, Faculty of Science, Naresuan University

*Corresponding author, E-mail: porhathai.pip@gmail.com, โทร. 089-0843382

วันที่ส่งบทความ 9 มิถุนายน 2560 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 17 กรกฎาคม 2560

วันที่ตอบรับบทความ 17 กรกฎาคม 2560 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 2 มกราคม 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และ 2) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 43 คน ปีการศึกษา 2559 ในโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ จำนวน 3 แผน แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และรายงานการสำรวจตรวจสอบ ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ซึ่งควรมีลักษณะดังนี้ ในขั้นการระบุภาระงาน ใช้คำถามร่วมกับรูปภาพเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับปัจจุบันเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน จากนั้นใช้ตัวอย่างพืชที่ยังมีความสับสนด้านโครงสร้างของดอกและผลเพื่อกำหนดประเด็นที่ต้องสำรวจตรวจสอบและโต้แย้ง รวมถึงกำหนดเนื้อหาที่ต้องสืบค้นล่วงหน้า ในขั้นการสร้างประสบการณ์ด้านปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามและคาดเดาคำตอบ ออกแบบวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล เลือกเครื่องมือและอุปกรณ์ และลงมือปฏิบัติแบบนักวิทยาศาสตร์ แล้วนำข้อมูลมาเขียนข้อสรุปที่ได้โดย

แสดงหลักฐานที่สอดคล้องกันเหตุผลในขั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว และอภิปรายโต้แย้งในขั้นกิจกรรมการโต้แย้ง จากนั้นนำข้อมูลมาเขียนรายงานแล้วแลกเปลี่ยนกันประเมินรายงานของเพื่อน แล้วนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขรายงาน ในขั้นการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ การตรวจสอบรายงานโดยเพื่อน และการปรับปรุงแก้ไขรายงาน ตามลำดับ สุดท้ายในขั้นการอภิปรายผลอย่างชัดเจนและสะท้อนผล เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายและสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างตรงไปตรงมาร่วมกับครูทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น และ 2) ภายหลังการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ให้ความเข้าใจในระดับที่เพิ่มขึ้นจากเดิม 10 ประเด็นจากทั้งหมด 15 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นที่นักเรียนมีระดับความเข้าใจถูกต้อง 7 ประเด็น คือประเด็นที่ 5, 6, 9, 10, 12, 14 และ 15 และประเด็นที่นักเรียนมีระดับความเข้าใจถูกต้องบางส่วน 3 ประเด็นคือ 1, 2 และ 8 อย่างไรก็ตามยังมีประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจอยู่ในระดับเดิมที่ระดับความเข้าใจถูกต้อง คือประเด็นที่ 3 และระดับความเข้าใจถูกต้องบางส่วน 4 ประเด็นคือประเด็นที่ 4, 7, 11 และ 13

คำสำคัญ: การสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้ง กิจกรรมปฏิบัติการ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การสืบพันธุ์ของพืชดอก และการเจริญเติบโต

Abstract

The aims of this research included 1) to study the learning management using Argument-Driven Inquiry (ADI) based laboratory activities for developing understanding of the nature of science 2) to study the result of the learning management using Argument-Driven Inquiry (ADI) based laboratory activities in developing understanding of the nature of science. The participants were 43 eleventh graders students in Phitsanulok Province of the 2016 academic year. The research instruments included the three lesson plans of learning management using ADI based laboratory activities, the View of Nature of Science test on topic — reproduction and development of flowering plants, the reflective learning management of teachers, and investigation reports. The results indicated that 1) the learning management using ADI based laboratory activities for developing understanding of the nature of science comprises of eight steps. The first step is the identification of a task step. It starts from using question with picture to establish connections between past and present learning experiences to capture students' attention. Then, the students would be assigned to investigate structure of unidentified plant specimens and discuss an argumentation issue. For this step, teacher should inform students to find important baseline information of those issues before a class. In a laboratory-based experience step, teacher should give students the opportunity to question and predict. Students will learn how to design an informative investigation, use appropriate data collection or analysis techniques, interact directly with the tools, and act like scientist. After that, they will create claim, their evidence, and reason for the production of a tentative argument step. Then, student debate with another group in an argumentation session step. The next three step are a written investigation report step, a double-blind peer review step, and the revision of the report step,

respectively. The final step is an explicit and reflective discussion step. Students and teacher discuss and reflect about nature of science directly which develop their understanding about the nature of science. 2) After this learning management, level of understanding about the nature of science were developed in ten of fifteen aspects. The ten aspects consisted of seven aspects (no.5, 6, 9, 10, 12, 14, and 15) that students held understanding and three aspects (no.1, 2, and 8) that students held partial understanding. However, aspect that students still held the same level of understanding was no.3 and four aspects that students held partial understanding were no.4, 7, 11, and 13.

Keywords: *Argument-Driven Inquiry (ADI), Laboratory Activities, Understanding of the Nature of Science, Reproduction and Development of Flowering Plants*

บทนำ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองและส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตและข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทราบถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้จัดการกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ชัชวาลย์ กองประโคน (2558) และ National Research Council [NRC] (2012) มีความเห็นตรงกันว่าองค์กรทางวิทยาศาสตร์ที่ดีควรมาจากพลเมืองที่มีการศึกษาและฝึกฝนวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งในประเทศไทยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาธรรมชาติวิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดสาระการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์คือ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) จากกรอบการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้น K-12 ของ NRC (2012) ได้เสนอว่าผู้เรียนควรมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์มีวิธีที่หลากหลาย องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของประจักษ์พยานหลักฐาน องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้มีการแก้ไขได้หากมีหลักฐานใหม่แบบจำลอง กฎ กติกา และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ วิทยาศาสตร์เป็นวิธีการของการรู้ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถือว่ามีความคงทนและเป็นไปตามระบบธรรมชาติ วิทยาศาสตร์เป็นความพยายามของมนุษย์ และวิทยาศาสตร์เป็นการตอบคำถามเกี่ยวกับโลกของธรรมชาติและสิ่งต่าง ๆ

แม้ว่าความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แต่จากรายงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศพบว่าผู้เรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่าง ๆ ซึ่งปัจจัยหนึ่งคือ เกิดจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มักไม่ได้บูรณาการประเด็นทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในชั้นเรียนน้อย ซึ่งทำให้ผู้เรียนอาจมองว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องน่าเบื่อ ไม่ท้าทาย และเป็นเรื่องไกลตัว (พุดผพร ลิลิตานุรักษ์ และชาติรี ฝ่ายคำตา, 2554) และมีรายงานว่านักเรียนยังคงไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เนื่องจากขาดการสะท้อนผลอย่างตรงไปตรงมาเกี่ยวกับประเด็นทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) สอดคล้องกับผลการสังเกตปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของผู้วิจัยซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป็นเวลา 1 ภาคเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนไม่คุ้นเคยกับปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากมีโอกาสดำรงมือ

ทำปฏิบัติการด้วยตนเองน้อยมาก นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ขาดการให้เหตุผลในการอธิบายองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และไม่ชอบการนำเสนอรายงานผลการปฏิบัติการของตนเองต่อผู้อื่น และมักไม่เสนอแนวคิดหรือความคิดเห็นขณะร่วมกันอภิปรายผล ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

มีรายงานวิจัยพบว่า การอภิปรายสะท้อนผลแบบขัดแย้งหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หนึ่งที่สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ดี (Yacoubian & Boujaoude, 2010) นอกจากนี้ Next Generation Science Standards [NGSS] (2013) ยังได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การจัดการเรียนการสอนที่จะส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายโดยใช้หลักฐานบนฐานของการโต้แย้ง และนักเรียนควรมีโอกาสในการสะท้อนผลการสำรวจตรวจสอบ พัฒนารูปแบบ และมีส่วนร่วมในการโต้แย้งด้วยทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (Argument-Driven Inquiry; ADI) ได้รับการยอมรับว่าเป็นกระบวนการที่ใช้สร้างองค์ความรู้ คิดและปฏิบัติเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่สร้างคำอธิบายเพื่อพัฒนาการนำเสนอข้อมูลและโต้แย้ง เพื่อให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูล วิเคราะห์และปรับปรุงใหม่ซึ่งการนำกิจกรรมปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry laboratory activity) มาใช้กิจกรรมของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง จะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (Sampson & Gleim, 2009; Sampson, Grooms & Walker, 2009) ทั้งนี้ยังมีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายและสะท้อนผลหลังการเรียนรู้ สามารถสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์อย่างขัดแย้งอีกด้วย

ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน จึงสนใจนำเนื้อหา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต มาใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ (Argument-Driven Inquiry (ADI) based laboratory activities) เพื่อสอดแทรกการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ด้านปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และการใช้เหตุผลเพื่อโต้แย้งรวมถึงการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างขัดแย้งนำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาการพัฒนาเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ

นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. **ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ขยายความเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างในเรื่องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งงานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์และเลือกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืช

ดอกและการเจริญเติบโต ที่นักเรียนควรมีความเข้าใจทั้งหมด 15 ประเด็น ดังนี้ 1) การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการที่หลากหลาย และไม่จำเป็นต้องใช้ขั้นตอนแบบเดียวกันในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2) การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการ เครื่องมือ และเทคนิคที่หลากหลาย เพื่อแก้ไขและสร้างองค์ความรู้ใหม่ 3) องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของประจักษ์พยานหลักฐาน 4) วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยกระบวนการของรูปแบบที่ประสานกันระหว่างหลักฐานกับทฤษฎีปัจจุบัน 5) ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความน่าเชื่อถือโดยใช้หลายหลักฐาน เพื่อสนับสนุนคำอธิบายหนึ่ง 6) การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบของวาทกรรมเชิงตรรกะที่ใช้เพื่อชี้แจงความน่าเชื่อถือของแนวคิดและหลักฐานที่สัมพันธ์กัน ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดการแก้ไขคำอธิบายใหม่ 7) ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เป็นคำอธิบายที่พิสูจน์เกี่ยวกับแง่มุมโลกของธรรมชาติ โดยอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริงที่ได้รับการยืนยันซ้ำผ่านการสำรวจและการทดลอง และได้รับการตรวจสอบจากชุมชนวิทยาศาสตร์ก่อนจะได้รับการยอมรับ 8) วิทยาศาสตร์เป็นทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้ที่นำเสนอความเข้าใจในระบบธรรมชาติในปัจจุบัน และเป็นกระบวนการที่ใช้ขยายความรู้ ปรับแก้ไข และพัฒนาความรู้อยู่เสมอ 9) วิทยาศาสตร์จำแนกตัวเองออกจากวิธีการได้มาซึ่งความรู้แบบอื่น ๆ ผ่านการใช้มาตรฐานเชิงประจักษ์ ข้อโต้แย้งเชิงตรรกะ และการวิพากษ์ข้อสงสัย 10) องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนข้อสันนิษฐานว่ากฎของธรรมชาติใช้ได้เสมอในปัจจุบัน อดีตและอนาคต 11) องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นผลมาจากความพยายาม จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ 12) ภูมิหลังของนักวิทยาศาสตร์ ปรัชญา และสาขาที่เกี่ยวข้อง ภูมิทัศน์ต่อลักษณะของสิ่งพวกเขาค้นพบ 13) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีอิทธิพลต่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อความก้าวหน้าในเทคโนโลยี 14) วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมได้รับอิทธิพลจากสังคม 15) การตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาบางประการไม่สามารถดำเนินการได้โดยวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับบริบทของสังคมและวัฒนธรรมด้วย

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ เป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะที่เน้นให้ผู้เรียนได้ออกแบบคำถาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบด้วยตัวเองผ่านกิจกรรมปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ สร้างข้อโต้แย้งเพื่อสนับสนุนหรืออธิบายคำถามเชิงวิทยาศาสตร์กับเพื่อน และอภิปรายประเด็นทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนและสะท้อนความคิดระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนมุมมองทางธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนและตรงไปตรงมา ซึ่งปรับปรุงจาก Sampson and Gleim (2009) และ Sampson, Grooms and Walker (2010) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอนดังนี้ 1) การระบุภาระงาน 2) การสร้างประสบการณ์ด้านปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 3) สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว 4) กิจกรรมการโต้แย้ง 5) การเขียนรายงานการตรวจสอบ 6) การตรวจสอบโดยเพื่อน 7) การปรับปรุงแก้ไขรายงาน 8) การอภิปรายผลอย่างชัดเจนและการสะท้อนผล

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นงานวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1 ห้องรวม 43 คนผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจนกระทั่ง 1 แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงจร แต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอนการทำวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988 อ้างถึงใน งามจิตต์, 2548) เริ่มจาก 1) การวางแผนผู้วิจัยสังเกตสภาพปัญหาพบในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์และศึกษางานวิจัย พบว่าปัจจัยหนึ่งเกิดจากการขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียน จากนั้นออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้แล้วทำการทดสอบผู้เรียนโดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ 2) การปฏิบัติการผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต 3) การสังเกต ทำการรายงานสิ่งที่เกิดขึ้นจากผลปฏิบัติจริงของผู้วิจัยในชั้นเรียน จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในชั้นเรียน รายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อรวบรวมเป็นหลักฐานในการสะท้อนผลต่อไป 4) การสะท้อนผล เป็นการประเมินสิ่งที่ได้ปฏิบัติจริงทั้งหมดในชั้นเรียน ทั้งจากการสังเกตและการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อนำไปพัฒนาและวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป ผู้วิจัยเก็บข้อมูลเช่นนี้ทั้งหมด 3 วงจร สุดท้ายจึงทำการทดสอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาไว้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน จำนวนแผนละ 4 คาบ รวมทั้งสิ้น 12 คาบ ซึ่งมีผลการพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยที่ 4.49 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก
2. แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ
3. แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต เป็นแบบวัดคำถามปลายเปิดซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เฉลี่ยตั้งแต่ 0.67-1
4. รายงานการสำรวจตรวจสอบใช้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม ระหว่างการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- 1) การวิเคราะห์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้เมื่อจบวงจรปฏิบัติของแต่ละแผนมาตีความข้อมูลตามประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดเดียวกัน แล้วทำการสรุปเป็นความเรียงเพื่อรายงานผลการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ จุดเด่น และจุดที่ควรพัฒนาในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้ทำการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคสามเส้าด้านข้อมูล (Data triangulation) จากนั้นสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 2) การวิเคราะห์เพื่อศึกษาการพัฒนาเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ของผลจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลจากรายงานการสำรวจตรวจสอบระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร โดยอ่านคำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ ตีความและถอดประเด็นสำคัญ แล้วทำการจัดกลุ่มเพื่อแบ่งระดับความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในแต่ละ

ประเด็น ซึ่งแบ่งเป็น 4 ระดับตัดแปลงจาก กาญจนา มหาลี และชาติรี ฝ่ายคำตา (2553) คือ 1) เข้าใจถูกต้อง (U) 2) เข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) 3) เข้าใจคลาดเคลื่อน (MU) และ 4) ไม่เข้าใจ (NU) จากนั้นระบุจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจแต่ละระดับเป็นรายชื่อ จากนั้นตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล (Methodology triangulation) โดยนำข้อมูลจากหลังการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ความสอดคล้องกับข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 ในกรณีที่ข้อมูลจากเครื่องมือ 2 แหล่งไม่สอดคล้องกัน จะทำการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นการเพิ่มเติม

ผลการศึกษา

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าการจัดการเรียนรู้มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุภาระงานเป็นการใช้คำถามร่วมกับรูปภาพ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อนำเข้าสู่การสืบค้นองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องที่จะนำไปใช้ในการกิจกรรมปฏิบัติการและกิจกรรมโต้แย้งซึ่งในวงจรที่ 1 มีการสะท้อนผลว่าควรใช้รูปภาพเสมือนจริงหรือตัวอย่างพืชจริงเพื่อให้กระตุ้นให้นักเรียนสนใจมากขึ้น จากนั้นครูต้องระบุภาระงานที่ชัดเจนคือ ระบุเนื้อหาที่ต้องสืบค้นซึ่งควรแจ้งล่วงหน้า จากการสะท้อนผลในวงจรที่ 1 ว่า การแจ้งเนื้อหาล่วงหน้าจะช่วยให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาได้รวดเร็วและทันเวลาที่กำหนด ระบุประเด็นในการสำรวจตรวจสอบและประเด็นในการโต้แย้งโดยใช้ตัวอย่างพืชที่นักเรียนยังมีความสับสนด้านโครงสร้างของดอกและผล และควรมีใบกิจกรรมที่อธิบายอย่างชัดเจนให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม จากวงจรที่ 2 ได้สะท้อนผลว่า ควรกระตุ้นให้นักเรียนตั้งใจฟังการชี้แจงอย่างพร้อมเพียงเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน นอกจากนี้ มีข้อเสนอแนะในวงจรที่ 3 ว่า การมีการทดลองล่วงหน้า ควรควบคุมเวลาให้เหมาะสม

ขั้นที่ 2 การสร้างประสบการณ์ด้านปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนจะต้องตั้งคำถามการสำรวจตรวจสอบและคาดเดาคำตอบออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เลือกอุปกรณ์เอง แล้วจัดบันทึกข้อมูลตามหัวข้อในรายงานการสำรวจตรวจสอบ โดยครูเป็นผู้จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่หลากหลายไว้ให้ซึ่งควรคำนึงถึงความเหมาะสมของเครื่องมือที่เตรียมให้เหมาะกับเรื่องที่สำรวจหรือการทดลองดังข้อเสนอแนะในวงจรที่ 1 ว่า นอกจากเว้นขยายแล้ว ควรมีกล้องสตอร์ไอให้นักเรียนเลือกใช้ด้วย ครูสามารถแจกกระดาษชาร์ทให้นักเรียนเตรียมสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวควบคู่กันได้เพื่อช่วยลดเวลาในขั้นสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ดังข้อเสนอแนะในวงจรที่ 2 ว่า ครูควรเน้นย้ำการจดบันทึกข้อมูลและเตรียมเขียนข้อโต้แย้ง ซึ่งสามารถทำไปขณะทำปฏิบัติการได้นอกจากนี้ มีข้อเสนอแนะในวงจรที่ 3 ว่า กิจกรรมการทดลอง ควรอธิบายระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานในการเก็บข้อมูลแก่นักเรียนก่อนทำปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว เป็นการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนข้อโต้แย้งชั่วคราวลงในกระดาษชาร์ทประกอบด้วย 1) คำถามของการสำรวจตรวจสอบ 2) คำอธิบายข้อสรุป 3) หลักฐานที่ได้จากการทดลองหรือสังเกต 4) เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุปซึ่งในวงจรที่ 1 นักเรียนใช้เวลาในการตกแต่งมากเกินไป ดังนั้นครูควรชี้แจงให้เข้าใจตรงกันว่าให้เน้นการเขียนข้อมูลเพื่อเตรียมโต้แย้ง และควบคุมเวลาให้เป็นไปตามกำหนด ครูสามารถแจกกระดาษให้นักเรียนเตรียมเขียนระหว่างทำปฏิบัติการ เนื่องจากพบว่าสามารถลดเวลา หรือให้นักเรียนนำกลับไปเขียนเป็นการบ้านหลังกิจกรรมปฏิบัติการได้ ซึ่งจากผลสะท้อนในวงจรที่ 2 พบว่านักเรียนมีการแสดงหลักฐานที่ชัดเจน และมีข้อมูลที่ละเอียดและถูกต้องมากขึ้น

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง เป็นการให้นักเรียนนำเสนอข้อโต้แย้งตามข้อมูลที่เขียนในกระดาษชาร์ต โดยใช้เวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 4 นาที เมื่อนำเสนอจบจะมีเวลาให้นักเรียนกลุ่มอื่นถามคำถามเพื่อโต้แย้งภายในเวลา 5 นาที โดยครูมีบทบาทกระตุ้นให้นักเรียนทุกกลุ่มมีโอกาสโต้แย้งอย่างทั่วถึงจากวงจรที่ 1 พบว่านักเรียนยังไม่กล้าแสดงออก ในวงจรที่ 2 ครูจึงใช้การกระตุ้นโดยการให้คะแนนเสริม ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการโต้แย้งมากขึ้น ในวงจรที่ 3 พบว่ามีนักเรียนที่แสดงอารมณ์ในการโต้แย้ง ดังนั้นครูควรเน้นย้ำข้อตกลงให้ชัดเจน ให้คะแนนนำเสนอ และให้กำลังใจหลังจบการอภิปราย

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ เป็นการให้นักเรียนเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบให้สมบูรณ์ ประกอบด้วย 1) คำถามของ 2) วัตถุประสงค์ 3) คำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ 4) วิธีการ 5) การบันทึกผล 6) การสรุปผล 7) การอภิปรายผลการสำรวจตรวจสอบมีการสะท้อนในวงจรที่ 1 ว่า ครูควรอธิบายและยกตัวอย่างการเขียนรายงานอย่างละเอียดในคาบแรก เนื่องจากพบว่านักเรียนเขียนรายงานไม่ละเอียดและควรมีเวลาประมาณ 10 นาทีในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้วางแผนแบ่งหน้าที่ให้สมาชิกในกลุ่มในการเขียนรายงาน จึงให้นักกลับไปทำการบ้านเนื่องจากผลสะท้อนในวงจรที่ 2 พบว่ามีนักเรียนบางกลุ่มไม่มีการแบ่งหน้าที่ ทำให้นักเรียนบางคนไม่มีส่วนร่วมในการเขียนรายงาน และในวงจรที่ 3 ยังคงพบปัญหาเดิม จึงมีการเสนอแนะว่า ควรให้นักเรียนทำรายงานเดี่ยวก่อน แล้วจึงนำข้อมูลมารวบรวมเป็นรายงานกลุ่ม

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน เป็นการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบรายงานการสำรวจตรวจสอบของเพื่อนต่างกลุ่ม กลุ่มละ 2 ฉบับ โดยใช้แบบประเมินการเขียนรายงาน ในขั้นนี้มีเวลาประมาณ 10 นาทีในชั้นเรียนให้นักเรียนมีโอกาสซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับการประเมิน ให้นักเรียนได้พูดคุยกันในชั้นเรียนก่อนนำกลับไปทำต่อนอกห้องเรียน ดังข้อเสนอแนะในวงจรที่ 2 ว่า ควรมีเวลาในการอธิบายการประเมินเพื่อตรวจสอบรายงาน และในวงจรที่ 3 ว่า การนำกลับไปทำต่อเป็นการบ้านจะช่วยลดเวลาในขั้นนี้

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงแก้ไขรายงาน เป็นการให้นักเรียนได้นำรายงานกลับไปแก้ไขเป็นการบ้าน เป็นการลดเวลาในห้องเรียนซึ่งนักเรียนมีเวลาทบทวนเนื้อหาและศึกษาเพิ่มเติม และทำความเข้าใจเพื่อปรับปรุงรายงานตามข้อเสนอแนะในผลสะท้อนของวงจรที่ 1 พบว่า นักเรียนแก้ไขรายงานลงในฉบับเดิม และส่งงานล่าช้า ครูจึงควรชี้แจงการแก้ไขรายงานให้ละเอียด และมีการให้คะแนนความพิถีพิถัน และผลสะท้อนจากวงจรที่ 2 มีการเสนอแนะว่า ควรเพิ่มเวลาในห้องเรียนในการซักถามเกี่ยวกับการแก้ไขให้ชัดเจนมากขึ้น โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที นอกจากนั้นผลสะท้อนจากวงจรที่ 3 พบว่าการให้คะแนนเพิ่มทำให้นักเรียนตั้งใจเขียนรายงานมากขึ้น แต่ยังมีบางกลุ่มที่ไม่ส่งรายงาน จึงมีข้อเสนอแนะว่า ควรเน้นย้ำเรื่องความรับผิดชอบ

ขั้นที่ 8 การอภิปรายผลอย่างชัดเจนและสะท้อนผล เป็นการสรุปประเด็นที่นักเรียนโต้แย้งร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการสำรวจตรวจสอบและอุปสรรคในการทำปฏิบัติการ แล้วจึงร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียน จากนั้นจัดบรรยากาศสำหรับให้โอกาสให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจและความคิดเห็นของตนเอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน เพื่อเชื่อมโยงกิจกรรมเข้าสู่ประเด็นความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยอภิปรายรายละเอียดในทั้ง 15 ประเด็นเนื่องจากผลสะท้อนจากวงจรที่ 1 มีข้อเสนอแนะว่า ครูควรควบคุมชั้นเรียนให้อยู่ในความสงบขณะที่นักเรียนพูดออกความคิดเห็น และผลสะท้อนจากวงจรที่ 2 ได้รับข้อเสนอแนะการปรับเวลาให้เพิ่มขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสยกตัวอย่างสถานการณ์ เชื่อมโยงกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง และแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียน ควรใช้เวลาในขั้นนี้ประมาณ 60 นาที นอกจากนี้ ยังมีข้อเสนอแนะในวงจรที่ 3 ว่า ครูควรเพิ่มใบความรู้ที่สรุปประเด็นและตัวอย่างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้นำกลับไปทบทวนแล้วสรุปอีกครั้งในคาบถัดไป

2. ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า

1) ประเด็นที่เพิ่มจากระดับไม่เข้าใจ (NU) เป็นระดับความเข้าใจถูกต้อง (U) จำนวน 1 ประเด็น ได้แก่ **ประเด็นที่ 6** การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบของวาทกรรมเชิงตรรกะที่ใช้เพื่อชี้แจงความน่าเชื่อถือของแนวคิดและหลักฐานที่สัมพันธ์กัน ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดการแก้ไขคำอธิบายใหม่

2) ประเด็นที่เพิ่มจากระดับความเข้าใจคลาดเคลื่อน (MU) เป็นระดับความเข้าใจถูกต้อง (U) จำนวน 6 ประเด็น ได้แก่ **ประเด็นที่ 5** ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความน่าเชื่อถือโดยใช้หลายหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำอธิบายหนึ่ง **ประเด็นที่ 9** วิทยาศาสตร์จำแนกตัวเองออกจากวิธีการได้มาซึ่งความรู้แบบอื่น ๆ ผ่านการใช้มาตรฐานเชิงประจักษ์ ข้อโต้แย้งเชิงตรรกะและการวิพากษ์ข้อสงสัย **ประเด็นที่ 10** องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนข้อสันนิษฐานว่ากฎของธรรมชาติใช้ได้เสมอในปัจจุบัน อดีตและอนาคต **ประเด็นที่ 12** ภูมิหลังของนักวิทยาศาสตร์ปรัชญาและสาขาที่เกี่ยวข้องชาญมีอิทธิพลต่อลักษณะของสิ่งพวกเขาค้นพบ **ประเด็นที่ 14** วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมได้รับอิทธิพลจากสังคม **ประเด็นที่ 15** การตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาบางประการไม่สามารถดำเนินโดยวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับบริบทของสังคมและวัฒนธรรมด้วย

3) ประเด็นที่เพิ่มจากระดับความเข้าใจคลาดเคลื่อน (MU) เป็นระดับความเข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) จำนวน 3 ประเด็น ได้แก่ **ประเด็นที่ 1** การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการที่หลากหลาย และไม่จำเป็นต้องใช้ขั้นตอนแบบเดียวกันในการเก็บรวบรวมข้อมูล **ประเด็นที่ 2** การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการ เครื่องมือ และเทคนิคที่หลากหลาย เพื่อแก้ไขและสร้างองค์ความรู้ใหม่ **ประเด็นที่ 8** วิทยาศาสตร์เป็นทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้ที่นำเสนอความเข้าใจในระบบธรรมชาติในปัจจุบัน และเป็นกระบวนการที่ใช้ขยายความรู้ ปรับแก้ไข และพัฒนาความรู้อยู่เสมอ

4) ประเด็นที่มีระดับความเข้าใจอยู่ในระดับเดิม ได้แก่

4.1) ประเด็นที่มีระดับความเข้าใจถูกต้อง (U) เท่าเดิม แต่มีจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจถูกต้อง (U) หลังเรียนเพิ่มขึ้น ได้แก่ **ประเด็นที่ 3** องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของประจักษ์พยานหลักฐาน

4.2) ประเด็นที่มีระดับความเข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) เท่าเดิม จำนวน 4 ประเด็น ได้แก่ **ประเด็นที่ 4** วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยกระบวนการของรูปแบบที่ประสานกันระหว่างหลักฐานกับทฤษฎีปัจจุบัน **ประเด็นที่ 7** ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เป็นคำอธิบายที่พิสูจน์เกี่ยวกับแง่มุมโลกของธรรมชาติ โดยอยู่บนพื้นฐานของความ เป็นจริงที่ได้รับการยืนยันซ้ำผ่านการสำรวจและการทดลอง และได้รับการตรวจสอบจากชุมชนวิทยาศาสตร์ก่อนจะได้รับการยอมรับ **ประเด็นที่ 11** องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นผลมาจากความพยายาม จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ **ประเด็นที่ 13** ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีอิทธิพลต่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อความก้าวหน้าในเทคโนโลยี

อภิปรายผลการศึกษา

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตมีทั้งหมด 8 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 การระบุภาระงานผู้วิจัยใช้คำถามร่วมกับรูปภาพที่เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับปัจจุบันซึ่งพบในชีวิตประจำวัน และใช้ตัวอย่างพืชที่นักเรียนมีความสับสนด้านโครงสร้างของดอกและผลมากำหนดประเด็นเพื่อสำรวจ

ตรวจสอบและการโต้แย้ง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการหาคำตอบ สอดคล้องกับ Sampson and Gleim (2009) และ Sampson, Grooms and Walker (2009) ได้กล่าวว่า “ครูจำเป็นต้องเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมและปัจจุบันเข้าด้วยกันและนำเข้าสู่กิจกรรมต่อไป เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนในหัวข้อนั้น ๆ” นอกจากนี้ผู้วิจัยมีการแจกใบกิจกรรมและอธิบายกิจกรรม ทำให้นักเรียนมีแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมในชั้นต่อไป สอดคล้องกับ Sampson and Gleim (2009) และ Sampson, Grooms and Walker (2010) ที่ได้กล่าวว่า “ครูควรใช้เอกสารแนะนำสั้นๆเกี่ยวกับภาระงานที่นักเรียนต้องทำให้สำเร็จ”

ขั้นที่ 2 การสร้างประสบการณ์ด้านปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยให้นักเรียนต้องตั้งคำถามและคาดเดาคำตอบคิดออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ เลือกใช้อุปกรณ์และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทำให้นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ต้องใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ และขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ไม่ตายตัว สอดคล้องกับ ลลิตา คำแก้ว และชาตรี ฝ้ายคำดา (2558) ได้กล่าวว่า “หากนักเรียนได้ออกแบบและทำการทดลองด้วยตัวเองเลือกอุปกรณ์วางแผนเปลี่ยนแผนแก้ปัญหาระหว่างการทดลองเก็บข้อมูลด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนเข้าใจประเด็นว่าวิทยาศาสตร์อาศัยความเข้าใจใช้จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ร่วมด้วยอย่างชัดเจนมากขึ้น และเข้าใจประเด็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนที่ตายตัวและมีวิธีการที่หลากหลาย” ทั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเครื่องมือ คือ แวนช่ายและกล้องสเตอริโอให้นักเรียนเลือกใช้ ทำให้นักเรียนเข้าใจได้กว่าเทคโนโลยีส่งผลต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล สอดคล้องกับ พิมพ์ พิรุณปัญญา (2558) ว่า “การนำอุปกรณ์และเทคโนโลยีมาใช้ในการทดลองจะทำให้สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีได้”

ขั้นที่ 3 สร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนข้อสรุปหลักฐาน และเหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุปเพื่อเตรียมโต้แย้ง ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นการใช้เหตุผลเพื่อชี้แจงความน่าเชื่อถือของแนวคิดและหลักฐานที่สัมพันธ์กัน สอดคล้องกับ Sampson, Grooms and Walker (2009) ได้กล่าวว่า “การสร้างข้อโต้แย้งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ต้องพิสูจน์ได้และอธิบายได้ด้วยหลักฐานและเหตุผลเรียนรู้วิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูลว่ามีความสัมพันธ์กันเพียงพอและน่าเชื่อถือ”

ขั้นที่ 4 กิจกรรมการโต้แย้ง ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อสรุปของผู้นำเสนอ ทำให้เข้าใจว่าการกล่าวอ้างข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ต้องผ่านการโต้แย้ง และตรวจสอบจนเป็นที่ยอมรับ สอดคล้องกับ ลลิตา คำแก้ว และชาตรี ฝ้ายคำดา (2558) ได้กล่าวว่า “การให้นักเรียนมีโอกาสพิจารณาข้อสรุปของเพื่อนว่าเชื่อถือหรือไม่ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการแสดงหลักฐานและโต้แย้งจนเป็นที่ยอมรับ” และเมื่อมีบางกลุ่มที่ได้ข้อสรุปที่ไม่ตรงกันจึงมีการถกเถียงวิธีการดำเนินการศึกษาของกลุ่มนั้นจนเข้าใจความแตกต่างของบุคคลส่งผลต่อข้อสรุปของคนนั้น สอดคล้องกับ Sampson and Gleim (2009) ที่กล่าวว่า “การโต้แย้งแล้วเกิดความไม่เห็นด้วยกับการแปลความหมายข้อมูลของอีกฝ่ายจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าแต่ละคนมีมุมมองประสบการณ์ความเชี่ยวชาญที่ต่างกันส่งผลต่อการสรุปผลที่ต่างกัน” นอกจากนี้ ในวงจรที่ 1 นักเรียนบางกลุ่มไม่ได้รับการยอมรับแม้ว่าข้อสรุปจะถูกต้องก็ตาม ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางสังคมเข้ามาเกี่ยวข้อง สอดคล้องกับ ลลิตา คำแก้ว และชาตรี ฝ้ายคำดา (2558) ที่ได้กล่าวไว้ว่า “นักเรียนจะเห็นว่าวิทยาศาสตร์มีปัจจัยทางสังคมเข้ามาเกี่ยวข้องโดยให้นักเรียนแสดงบทบาทถึงการพูดคุยถกเถียงและมีการถามตอบและอภิปรายให้ชัดเจน”

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนรายงาน ซึ่งนักเรียนจะได้ทบทวนเนื้อหาเพื่อเขียนอภิปราย และเขียนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งกระบวนการและองค์ความรู้เนื้อหา สอดคล้องกับ Indrisano and Paratore (2005 as cited in Sampson and Gleim, 2009) ที่กล่าวไว้ว่า

“นักเรียนจะต้องเขียนกระบวนการสำรวจตรวจสอบและอธิบายผลซึ่งต้องอ่านจนเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี” นอกจากนี้ นักเรียนจะพยายามนำเสนอหลักฐานและข้อมูลที่นำเชื่อถือลงในรายงานเพื่อให้เพื่อนตรวจสอบ สอดคล้องกับ Sampson, Grooms and Walker (2009) ที่กล่าวไว้ว่า “การเขียนจะทำให้ผู้เรียนตระหนักว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องสามารถนำเสนอผลการวิจัยของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้โดยการเขียนรายงาน” อย่างไรก็ตาม ยังคงมีปัญหว่าการเขียนรายงานเป็นรายกลุ่มนั้นเมื่อต้องนำกลับไปทำเป็นการทำงานที่บ้าน นักเรียนบางคนไม่มีส่วนร่วมในการเขียนรายงาน

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบโดยเพื่อน ผู้วิจัยให้นักเรียนตรวจสอบรายงานของเพื่อนกลุ่มอื่น โดยนักเรียนต้องอ่านรายงานของเพื่อนต่างกลุ่ม ประเมิน เขียนข้อเสนอแนะ และตัดสินใจยอมรับรายงาน ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าการสำรวจหรือทดลองทางวิทยาศาสตร์ต้องได้รับการตรวจสอบและเป็นที่ยอมรับของสังคมวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Sampson, Grooms and Walker (2009) ซึ่งกล่าวว่า “ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ว่าการประเมินผลงานนั้นมีมาตรฐาน รายงานจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบจากหน่วยงาน เพื่อลงมติในการยอมรับ ซึ่งการทำงานในสังคมวิทยาศาสตร์”

ขั้นที่ 7 การปรับปรุงแก้ไขรายงาน ผู้วิจัยให้นักเรียนนำแบบประเมินที่เพื่อนต่างกลุ่มตรวจสอบรายงานไปปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ ทำให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตนเอง พิจารณาหลักฐานและการอ้างเหตุผลว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ และปรับแก้รายงาน สอดคล้องกับ Sampson, Grooms and Walker (2009) ที่กล่าวว่า “ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ที่จะประเมินและปรับปรุงผลงานการสำรวจตรวจสอบโต้แย้งข้อสรุปที่มีเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือนำไปสู่การปรับเปลี่ยนข้อสรุป”

ขั้นที่ 8 การอภิปรายผลอย่างชัดเจนและสะท้อนผล ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้มา โดยกระตุ้นให้นักเรียนพูดอภิปรายรายละเอียดในทุกประเด็น เชื่อมโยงประสบการณ์จากการทำงานแบบนักวิทยาศาสตร์ และสะท้อนความเข้าใจอย่างตรงไปตรงมา สอดคล้องกับ Sampson, Grooms and Walker (2009) ว่า “การอภิปรายเหล่านี้จะช่วยให้เด็กนักเรียนเข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น”

2. ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าหลังจากจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับที่เพิ่มขึ้น 10 ประเด็น และมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับเท่าเดิม 5 ประเด็น

ประเด็นความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีระดับความเข้าใจเพิ่มขึ้น ได้แก่ ประเด็นที่ 1 การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการที่หลากหลาย และไม่จำเป็นต้องใช้ขั้นตอนแบบเดียวกันในการเก็บรวบรวมข้อมูล และประเด็นที่ 2 การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการ เครื่องมือ และเทคนิคที่หลากหลาย เพื่อแก้ไขและสร้างองค์ความรู้ใหม่ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลลิตา คำแก้ว และชาติรี ฝ่ายคำตา (2558) ที่กล่าวว่า “หากนักเรียนได้ทำการหาคำตอบด้วยวิธีที่หลากหลาย ออกแบบการเก็บข้อมูลด้วยตัวเอง เลือกอุปกรณ์ วางแผน เปลี่ยนแผน แก้ปัญหาระหว่างการทดลอง จะทำให้นักเรียนเข้าใจประเด็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่มีขั้นตอนที่ตายตัวและมีวิธีการที่หลากหลาย” อย่างไรก็ตาม ยังมีนักเรียนบางส่วนที่เข้าใจคลาดเคลื่อน (MU) ในประเด็นที่ 1 อาจเป็นผลมาจากการวางแผนแบ่งหน้าที่ในกลุ่มของนักเรียนที่ยังไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้นักเรียนบางคนไม่ได้มีส่วนร่วมในดำเนินการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองจึงยังไม่เข้าใจในประเด็นดังกล่าว ส่วนประเด็นที่ 5 ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความน่าเชื่อถือโดยใช้หลายหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำอธิบายหนึ่ง และ

ประเด็นที่ 6 การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบของวาทกรรมเชิงตรรกะที่ใช้เพื่อชี้แจงความน่าเชื่อถือของแนวคิดและหลักฐานที่สัมพันธ์กัน ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดการแก้ไขคำอธิบายใหม่ เป็นประเด็นที่นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจถูกต้อง (U) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลลิตา คำแก้ว และชาตรี ฝ้ายคำตา (2558) ว่า “การถามหาหลักฐานของการได้มาซึ่งคำตอบของนักเรียนจะทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของหลักฐานในการจะได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ส่วนประเด็นที่ 8 วิทยาศาสตร์เป็นทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้ที่นำเสนอความเข้าใจในระบบธรรมชาติในปัจจุบัน และเป็นกระบวนการที่ใช้ขยายความรู้ ปรับแก้ไข และพัฒนาความรู้อยู่เสมอ เป็นประเด็นที่นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) และประเด็นที่ 10 องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนข้อสันนิษฐานว่ากฎของธรรมชาติใช้ได้เสมอในปัจจุบัน อดีตและอนาคต นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจถูกต้อง (U) แสดงถึงว่า กิจกรรมการเขียนและตรวจสอบรายงาน และการปรับปรุงแก้ไขรายงานของการจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ได้ในระดับดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Indrisano and Paratore (2005 as cited in Sampson and Gleim, 2009) ที่กล่าวว่า “นักเรียนจะต้องเขียนกระบวนการสำรวจตรวจสอบและอธิบายผลซึ่งจะต้องอ่านจนเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี” ส่วนประเด็นที่ 9 วิทยาศาสตร์จำแนกตัวเองออกจากวิธีการได้มาซึ่งความรู้แบบอื่น ๆ ผ่านการใช้มาตรฐานเชิงประจักษ์ ข้อโต้แย้งเชิงตรรกะ และการวิพากษ์ข้อสงสัย นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจเพิ่มขึ้นเป็นเข้าใจถูกต้อง (U) สอดคล้องกับ Sampson et al. (2009) ซึ่งกล่าวว่า “ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ที่จะประเมินและปรับปรุงผลการสำรวจตรวจสอบโต้แย้งข้อสรุปที่มีเหตุผลและหลักฐานที่น่าเชื่อถือนำไปสู่การปรับเปลี่ยนข้อสรุป” ส่วนประเด็นที่ 12 ภูมิหลังของนักวิทยาศาสตร์ปรัชญา และสาขาที่เกี่ยวข้อง มีอิทธิพลต่อลักษณะของสิ่งพวกเขาค้นพบ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจเพิ่มขึ้นเป็นเข้าใจถูกต้อง (U) เนื่องจากกิจกรรมโต้แย้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้และเปลี่ยนข้อมูลที่ตนเองค้นพบ ชักถามข้อสงสัยกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sampson and Gleim (2009) ซึ่งกล่าวว่า “การโต้แย้งแล้วเกิดความไม่เห็นด้วยกับการแปลความหมายข้อมูลของอีกฝ่ายแม้จะเป็นการอธิบายสิ่งเดียวกันจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าแต่ละคนมีมุมมองประสบการณ์ความเชี่ยวชาญที่ต่างกันส่งผลต่อการสรุปผลที่ต่างกัน” นอกจากนี้ ประเด็นที่ 14 วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมได้รับอิทธิพลจากสังคม และประเด็นที่ 15 การตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาบางประการไม่สามารถดำเนินการได้โดยวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับบริบทของสังคมและวัฒนธรรมด้วยมีนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจเพิ่มขึ้นเป็นเข้าใจถูกต้อง (U) ซึ่งจากกิจกรรมการโต้แย้งและอภิปรายสะท้อนผลอย่างชัดเจนเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันทำให้เกิดความเข้าใจประเด็นดังกล่าวได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลลิตา คำแก้ว และชาตรี ฝ้ายคำตา (2558) ซึ่ง “นักเรียนจะเห็นว่าวิทยาศาสตร์มีปัจจัยทางสังคมเข้ามาเกี่ยวข้องโดยให้นักเรียนแสดงบทบาทถึงการพูดคุยถกเถียง การแก้ปัญหาต้องมีการถามตอบและอภิปรายให้ชัดเจน”

ส่วนประเด็นความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีระดับความเข้าใจเท่าเดิม ได้แก่ ประเด็นที่ 3 องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่บนพื้นฐานของประจักษ์พยานหลักฐาน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้อง (U) มาก่อนแล้ว และหลังจากการจัดการเรียนรู้มีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้อง (U) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 44.19 เป็น 88.37 ส่วนอีก 3 ประเด็นที่เหลือพบวาระระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) เท่าเดิม ได้แก่ ประเด็นที่ 4 วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยกระบวนการของรูปแบบที่ประสานกันระหว่างหลักฐานกับทฤษฎีปัจจุบัน ซึ่งพบว่านักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจถูกต้อง (U) ร้อยละ 44.19 ด้วยประเด็นที่ 7 ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เป็นคำอธิบายที่พิสูจน์เกี่ยวกับแง่มุมโลกของธรรมชาติ โดยอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริงที่ได้รับการยืนยันซ้ำผ่านการสำรวจและการทดลอง และได้รับการตรวจสอบจากชุมชนวิทยาศาสตร์ก่อนจะได้รับการยอมรับ ซึ่งมี

จำนวนของนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 76.74 เป็น 93.02 ประเด็นที่ 11 องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นผลมาจากความพยายาม จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ ซึ่งพบว่านักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจถูกต้อง (U) ร้อยละ 34.88 ด้วยและประเด็นที่ 13 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีอิทธิพลต่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อความก้าวหน้าในเทคโนโลยี ซึ่งพบว่ามีนักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจถูกต้อง (U) ร้อยละ 20.93 จากที่กล่าวมาพบว่าแม้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับเท่าเดิม แต่มีจำนวนร้อยละของนักเรียนเพิ่มขึ้นซึ่งอาจเกิดจากการกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายและสะท้อนผลไม่มากพอ นักเรียนจึงไม่สามารถเชื่อมโยงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์อื่นได้ดีเท่าที่ควร และจากการวิเคราะห์การเขียนตอบของนักเรียน พบว่านักเรียนมักเขียนตอบแบบสั้น ๆ ไม่อธิบายขยายความ หรือไม่ยกตัวอย่าง ทำให้คำตอบส่วนใหญ่อยู่ในระดับความเข้าใจถูกต้องบางส่วน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ ในขั้นการเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบ ควรให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสเขียนรายงานการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองแล้วจึงรวบรวมข้อมูลเขียนเป็นรายงานที่สมบูรณ์ของกลุ่มเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ดียิ่งขึ้นในประเด็นที่ว่า วิทยาศาสตร์เป็นทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้ที่นำเสนอความเข้าใจในระบบธรรมชาติในปัจจุบัน และเป็นกระบวนการที่ใช้ขยายความรู้ ปรับแก้ไข และพัฒนาความรู้อยู่เสมอ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป

ควรมีการวิจัยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีโต้แย้งเป็นฐานที่เน้นกิจกรรมปฏิบัติการ โดยเน้นพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ยังไม่สามารถพัฒนาจากรดับความเข้าใจถูกต้องบางส่วน (PU) ให้เพิ่มเป็นระดับความเข้าใจถูกต้อง (U) ได้แก่ประเด็นที่ 4, 7, 11 และ 13

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาบทความวิจัยที่ได้ให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องของ บทความวิจัย จนทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลงไปด้วยดีขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาเป็นผู้ตรวจสอบและประเมินเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กาญจนา มหาลี, และชาติรี ฝ่ายคำตา. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารสงขลานครินทร์ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 16(5), 795-809.

- ธัชวุฒิ กงประโคน. (2558). การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนรู้เรื่องแรงและความดัน โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และประวัติศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 38(3), 10-19.
- พฤตพร ลิตานุกัณฑ์, และชาตรี ฝ่ายคำตา. (2554). ทรรศนะเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.). *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 17(5), 223-254.
- พิมพ์พิรุณปัญญา. (2558). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบจัดแจ้งร่วมกับการอภิปรายสะท้อนความคิดเรื่องของแข็ง ของเหลว แก๊ส (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลลิตา คำแก้ว, และชาตรี ฝ่ายคำตา. (2558). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนแบบจัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิด ผนวกเนื้อหาเรื่องปฏิกิริยาเคมีและปฏิกิริยาเคมี. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 34* (น.1665-1676). ขอนแก่น:มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สามลดา.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academy Press
- Next Generation Science Standards. (2013). *Understanding the Scientific Enterprise: The Nature of Science in the Next Generation Science Standards*. Retrieved December 6, 2016, from <https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/resource/files/Appendix%20H%20-%20The%20Nature%20of%20Science%20in%20the%20Next%20Generation%20Science%20Standards%204.15.13.pdf>
- Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-Driven Inquiry to promote the understanding of important concepts & practices in biology. *The American Biology Teacher Journal*, 71(8), 465-472
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2009). Argument-Driven Inquiry: A way to promote learning during laboratory activities. *The Science Teacher*, 76(8), 42-47.
- Yacoubian, H. A., & Boujaoude, S. (2010). The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science. *Journal of research in Science Teaching*, 47(10), 1229–1252

Translated Thai References

- Khamkaew, L., & Faikhamta, C. (2015). The Development of Tenth Graders' Understanding of the Nature of Science through Explicit and Reflective Approach Integrated in the Topic of Chemical Reactions and Petroleum. In *The 34th National Graduate Research Conference* (p.1665-1676). Khon Kaen: Khon Kaen University.[in Thai]
- Kongprakhon, T. (2015). The study of grade 5 students' understanding of Nature of Science in learning about Force and Pressure through the inquiry-based learning emphasising NOS and Science Histories. *Journal of Education KHON KAEN UNIVERSITY*, 38(3), 10-19. [in Thai]
- Lalitanurak, P., & Faikhamta, C. (2011). Views on the Nature of Science of Student Teachers in the Project for the Promotion of Science and Mathematics Talented Teachers (PSMT). *Songklanakarin Journal of Social Sciences & Humanities*, 17(5), 223-254. [in Thai]
- Mahalee, K., & Faikhamta, C. (2010). The Seventh Grade Students' Understandings of Nature of Science. *Songklanakarin Journal of Social Sciences & Humanities*, 16(5), 795-809. [in Thai]
- Naiyapatana, O. (2005). *Quantitative and qualitative research methodologies in behavioral and social science*. Bangkok: Three Lada. [in Thai]
- Panyo, P. (2015). *The Development of Grade 11 Students' Understanding of the Nature of Science Using Explicit and Reflective Approach in the Unit of Solid, Liquid and Gas* (Master's thesis). Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- The Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao. [in Thai]