

บทความวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นุรยัสมินทร์ สหสันติวรกุล¹, ศุภกาญจน์ บัวทิพย์² และ ณัฐวิทย์ พจนตันติ³

¹อาจารย์, อาจารย์ประจำหลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาอิสลามศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

^{2,3}ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาชีวะด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ (วส.) กลุ่ม 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ฝ่ายมัธยมศึกษา) จำนวน 31 คน โดยพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ และสังเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่สามารถส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีความสอดคล้องกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมในการนำไปใช้

ผลการวิจัย พบว่า

1. การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเผชิญปัญหา (Encounter problems) 2) ขั้นค้นหาคำตอบ (Explore Need) 3) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange Learning) และ 4) ขั้นประเมินและสรุปแนวคิด (Evaluate & summary concept)

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E พบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: การพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้, การจัดการเรียนรู้แบบ 4E, ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์



RESEARCH

The Development of 4E Based Learning to Enhance Scientific Argumentation Skills of Grade 11 Students

Nuryasmin Sahasantivorakul^{1*}, Supakan Buatip² and Nathavit Portjanatanti³

¹ Lecturer, Lecturer in the Bachelor of Arts program in Islamic Studies, Faculty of Education, Yala Rajabhat University.

^{2,3}Asst. Prof. Dr. and Lecturer of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Prince of Songkla University pattani campus.

Abstract

The purposes of this research were to development 4E based Learning to enhance scientific argumentation skills of grade 11 students. The target used in this study were 31 students of grade 11 in the second semester of semester of the academic year 2023 at demonstration School Prince of Songkla University. The developing 4E learning management steps derived from study, research, analysis, and synthesis from documents and research that can promote skills. Scientific argument allowing experts to evaluate the appropriateness of the 4E learning management process, the statistics used to analyze the data are averaging. and standard deviation. And 4E learning management to promote scientific argumentation skills It is consistent with relevant theory and suitable for use.

The results of the research indicated that:

1. The development 4E based Learning to enhance scientific argumentation skills of grade 11 students can be develop in 4 steps as follows: 1) Encounter problems 2) Explore Need 3) Exchange Learning and 4) Evaluation & summary concept.

2.The results of the evaluation of the suitability of the 4E learning management steps found that the 4E learning management steps to promote scientific argumentation skills were appropriate at a high level.

Keywords: Development of Based Learning, 4E Based Learning, Scientific Argumentation Skills



บทนำ

ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (Scientific argumentation) เป็นทักษะที่ได้รับความสนใจจากผู้คน และนักการศึกษาในวงการวิทยาศาสตร์ศึกษา เนื่องจากเป็นทักษะที่ทำให้ทุกคนเข้ามามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจกับประเด็นปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Driver et al, 2000) และมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้จากการสืบค้น และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างอย่างมีเหตุผล โดยการนำข้อมูล หรือหลักฐานมาสนับสนุน จนเกิดความน่าเชื่อถือ และยอมรับได้บนพื้นฐานเชิงประจักษ์ โดยองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Lin & Mintzer (2010) ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) 2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) 3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) 4) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter Claim) และ 5) การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) ทั้งนี้ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้การสนับสนุนว่า การให้ผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Cavagnetto, 2010; Espeja & Lagaron, 2014; Jantarakantee, 2016) และเกิดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Sampson & Blanchard, 2012) นอกจากนี้ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เนื่องจากสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีความเข้าใจแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเมฆานนท์ สง่าชาติ และคณะ (2561) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และสำคัญที่สุด คือ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญที่สุดของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (เอกภูมิ จันทระขันติ, 2559)

แม้ว่าทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จะเป็นเป้าหมายหลัก และมีความจำเป็นสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่จากการศึกษาแนวโน้มผลการประเมินนักเรียนนานาชาติ Programme for International Student Assessment (PISA) ซึ่งจัดสอบโดย Organisation for Economic Co-operation & Development (OECD) ในปี 2012 2015 และ 2018 ที่มุ่งเน้นการคิดวิเคราะห์เป็นหลัก พบว่า นักเรียนมีแนวโน้มของคะแนนวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาโดยตลอดของการทดสอบ คือ 444 คะแนน (ค่าเฉลี่ย 494 คะแนน) 421 คะแนน (ค่าเฉลี่ย 493 คะแนน) และ 426 คะแนน (ค่าเฉลี่ย 489 คะแนน) ตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) ดังนั้นผลการประเมินจึงสามารถสะท้อนคุณภาพการศึกษา ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ยังขาดกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสนในการพิจารณา วิพากษ์ คิดวิเคราะห์ และไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของสำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2549) ที่พบว่า ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้สอนไม่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะในการแสดงความคิดเห็น หรือการโต้แย้ง ไม่สามารถหาเหตุผลมาสนับสนุน ที่มีการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา และจากการสังเกตชั้นเรียนของผู้วิจัย พบว่า ครูผู้สอนมีบทบาทในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่าผู้เรียน โดยผู้เรียนส่วนใหญ่มักนั่งฟัง ไม่มีการอภิปรายโต้แย้งหรือแสดงความคิดเห็นเมื่อผู้สอนตั้งคำถาม และหากมีการแสดงความคิดเห็นที่เกิดการโต้แย้ง ผู้เรียนมักแสดงความคิดเห็นตามอารมณ์ หรือความรู้สึก โดยไม่มีการให้เหตุผลที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อใช้สนับสนุนหรือคัดค้านข้อกล่าวอ้างของผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับณัฐวัตร อ้ายแก้ว และสุมาลี ชุกกำแพง (2563) ที่ได้กล่าวว่า นักเรียนยังขาดทักษะ

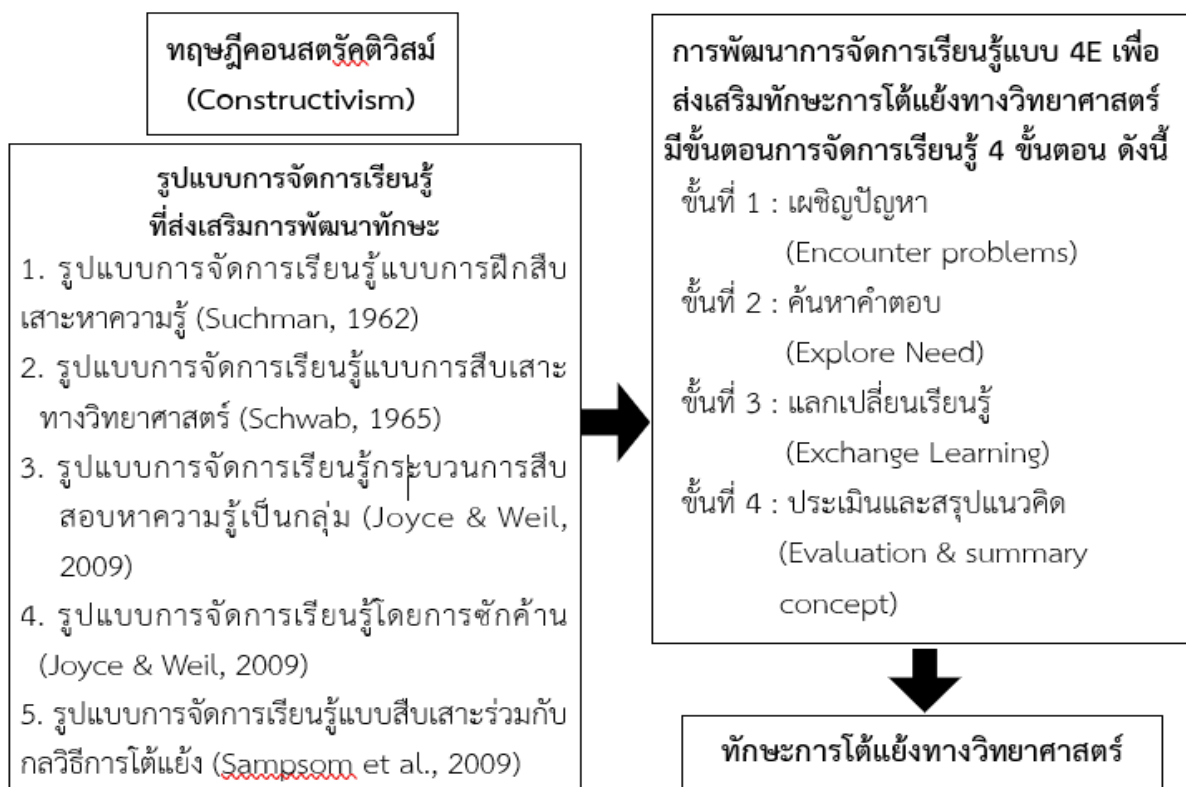
การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และส่วนใหญ่มีคะแนนทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถอธิบายความคิดเห็น ไม่มีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเอง และขาดกระบวนการสืบค้นหาความรู้ เพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจ และอธิบายความคิดของตน ส่งผลให้การโต้แย้งภายในชั้นเรียนของนักเรียนไม่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการค้นคว้าข้อมูล และเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน จนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังส่งเสริมและพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 เผชิญปัญหา ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบ ขั้นที่ 3 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และขั้นที่ 4 ประเมินผลและสรุปแนวคิด ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบ 4E เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างองค์ความรู้จากการค้นคว้าหาคำตอบ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนสามารถเรียนรู้และเข้าถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนก่อให้เกิดเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์ รวมถึงสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหา และดำเนินชีวิตในสังคมอย่างมีความสุขต่อไปส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านกลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ที่กำลังศึกษากลุ่มวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ (วส.) กลุ่ม 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ฝ่ายมัธยมศึกษา) จำนวน 33 คน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 4E มาจากพื้นฐานแนวคิดและทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) โดยอาศัยการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5 รูปแบบ ประกอบด้วย 1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการฝึกสืบเสาะหาความรู้ 2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ 3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม 4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้การชก้าน และ 5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เผชิญปัญหา (Encounter problems)

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบ (Explore Need)

ขั้นที่ 3 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange Learning)

ขั้นที่ 4 ประเมินและสรุปแนวคิด (Evaluation & summary concept)

ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ที่ส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา วารสาร และงานวิจัยในรูปแบบเอกสาร และรูปแบบออนไลน์ เพื่อนำไปพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E มีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากเอกสาร ตำรา วารสาร งานวิจัยในรูปแบบเอกสารและรูปแบบออนไลน์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเตรียมข้อมูลเรื่องการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

2. นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์ โดยทำตารางเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

3. สร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลในการประเมินขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 ท่าน และอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญวิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา จำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความคุณภาพขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ผลการศึกษา

1.1 ผลการพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เผชิญปัญหา (Encounter problems) หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ปัญหาหรือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งสัมพันธ์กับเนื้อหา และผลการเรียนรู้ ประเด็นหรือปัญหาที่นำมาควมมีความหลากหลาย อาจจะเป็นประเด็นที่เกิดจากความสนใจของนักเรียนหรือเกิดจากการกระตุ้นของผู้สอน

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบ (Explore Need) หมายถึง การสำรวจตรวจสอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ และลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล อาจทำได้หลายวิธี เช่น การสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร สํารวจทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ

ขั้นที่ 3 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange Learning) หมายถึง การนำข้อค้นพบเกี่ยวกับปัญหาหรือประเด็นที่ได้จากการสืบค้นเสนอผ่านการอภิปราย และร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล เพื่อเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างกลุ่มนักเรียนและครูผู้สอน โดยเคารพความเห็นต่าง

ขั้นที่ 4 ประเมินและสรุปแนวคิด (Evaluate & summary concept) หมายถึง การประเมินแนวคิดจากการอภิปราย และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน หากแนวคิดไม่ตรงกัน ครูผู้สอนจะเป็นผู้ปรับปรุง และสรุปแนวคิด เพื่อให้ได้แนวคิดที่ถูกต้องและชัดเจนขึ้น รวมทั้งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้จากแบบสะท้อนคิดของผู้เรียน

1.2 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เป็นการนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ที่ได้จากการพัฒนาในข้อ 1.1 มาหาความเหมาะสม และสร้างข้อสรุปของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม ซึ่งผลการตรวจสอบความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E โดยผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลค่า
1.	ด้านการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์			
1.1	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	4.00	1.00	เหมาะสมมาก
1.2	ขั้นตอนจัดการเรียนรู้แบบ 4E มีความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	4.33	1.15	เหมาะสมมาก
1.3	การจัดการเรียนรู้แบบ 4E สามารถส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ ซึ่งประกอบด้วย	4.00	1.00	เหมาะสมมาก

ที่	รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลค่า
	- ข้อกล่าวอ้าง - เหตุผลหรือหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง - ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป - การโต้แย้งกลับ			
	รวม	4.11	1.02	เหมาะสมมาก
2. ด้านการส่งเสริมบทบาทผู้สอน				
2.1	บทบาทของผู้สอนมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ 4E	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E มีความชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
2.3	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถกระตุ้นและส่งเสริมนักเรียนให้เกิดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	4.33	1.15	เหมาะสมมาก
	รวม	4.44	0.69	เหมาะสมมาก
3. ด้านการส่งเสริมบทบาทนักเรียน				
3.1	บทบาทของนักเรียนมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ 4E	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
3.2	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E มีความชัดเจนและนักเรียนสามารถปฏิบัติได้จริง	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
3.3	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและเกิดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์	4.33	1.15	เหมาะสมมาก
	รวม	4.44	0.69	เหมาะสมมาก
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้				
4.1	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เป็นการเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานได้	4.33	1.15	เหมาะสมมาก
4.2	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E มีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม	4.67	0.58	เหมาะสมที่สุด
4.3	ขั้นเผชิญปัญหา มีความเหมาะสม ช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
4.4	ขั้นค้นหาคำตอบ มีความเหมาะสมช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมเดิมเข้ากับความรู้ใหม่	4.33	0.58	เหมาะสมมาก



ที่	รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลค่า
4.5	ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีความเหมาะสมช่วยให้ผู้เรียนสามารถอภิปราย แลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกัน	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
4.6	ชั้นประเมินและสรุปแนวคิด มีความเหมาะสมในการประเมินทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	4.00	1.00	เหมาะสมมาก
4.7	การดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบ 4E สามารถส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น	4.33	1.15	เหมาะสมมาก
รวม		4.33	0.72	เหมาะสมมาก
5. ด้านการวัดและประเมินผล				
5.1	การจัดการเรียนรู้แบบ 4E สามารถวัดและประเมินผลนักเรียนได้จริง	4.00	1.00	เหมาะสมมาก
5.2	วิธีการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ 4E	4.00	4.00	เหมาะสมมาก
รวม		4.00	1.00	เหมาะสมมาก
รวมทุกด้าน		4.30	0.79	เหมาะสมมาก

จากตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นมา โดยภาพรวมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{x} = 4.30$, $S.D. = 0.79$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทั้ง 5 ด้านข้างต้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลรวมมากที่สุด คือ ด้านการส่งเสริมบทบาทผู้สอน ($\bar{x} = 4.44$, $S.D. = 0.69$) และด้านการส่งเสริมบทบาทนักเรียน ($\bar{x} = 4.44$, $S.D. = 0.69$) รองลงมา คือ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.33$, $S.D. = 0.72$) ด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{x} = 4.30$, $S.D. = 0.79$) และด้านการส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ($\bar{x} = 4.11$, $S.D. = 1.02$) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อ 2.1 บทบาทของผู้สอนมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ($\bar{x} = 4.67$, $S.D. = 0.58$) ข้อ 3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E มีความชัดเจนและนักเรียนสามารถปฏิบัติได้จริง ($\bar{x} = 4.67$, $S.D. = 0.58$) และ ข้อ 4.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E มีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม ($\bar{x} = 4.67$, $S.D. = 0.58$) ซึ่งทุกข้ออยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญปัญหา (Encounter problems)

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหาคำตอบ (Explore Need)

ขั้นที่ 3 ชั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange Learning)



ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินและสรุปแนวคิด (Evaluate & summary concept)

1.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

อภิปรายผล

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ 4E เป็นการนำองค์ประกอบของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยขั้นที่ 1 เชนิปัญหา (Encounter problems) มีความสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง องค์ประกอบข้อที่ 1 ของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบ (Explore Need) มีความสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง และเหตุผล/หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง องค์ประกอบข้อที่ 1 และ 2 ของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ขั้นที่ 3 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange Learning) และขั้นที่ 4 ประเมินผลและสรุปแนวคิด (Evaluate & summary concept) โดยขั้นที่ 3 และ 4 มีความสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง และเหตุผล/หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป การโต้แย้งกลับ องค์ประกอบข้อที่ 1, 2, 3 และ 4 ของทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E สามารถส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์อย่างมีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม อยู่ในระดับมาก โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ค้นคว้าหาคำตอบ เพื่อตรวจสอบข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล จนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ก่อให้เกิดเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ ทั้งนี้บทบาทครูผู้สอนและบทบาทนักเรียนยังมีความสัมพันธ์กันในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ยึดหลักการตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เชื่อว่าผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ โดยผ่านกระบวนการลงมือปฏิบัติเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ และสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างผู้เรียน ส่งผลให้เกิดความรู้ ความเข้าใจที่มีความหมายแก่ผู้เรียน จนก่อให้เกิดเป็นองค์ความรู้ สอดคล้องกับงานของ วิจัยของรุ่งทิพา การะกุล และประสาธต์ เนื่องเฉลิม (2559) ที่กล่าวว่า จุดเด่นของการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คือ การให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ผ่านการสืบเสาะ และเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม โดยมีครูเป็นผู้จัดสถานการณ์ให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความคิดใหม่ ๆ กับประสบการณ์เดิมนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหา

ลักษณะเด่นของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E แต่ละขั้นตอน พบว่า ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญปัญหา (Encounter problems) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ปัญหาหรือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งสัมพันธ์กับเนื้อหาหรือผลการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในสถานการณ์หรือประเด็นที่กำหนด โดยการคิดวิเคราะห์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมและใหม่จากการตั้งคำถามของครู ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหาคำตอบ (Explore Need) เป็นการสำรวจตรวจสอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ และลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการสืบเสาะ ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อสำรวจตรวจสอบข้อมูล และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม ขั้นที่ 3 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange Learning) เป็นการนำข้อค้นพบเกี่ยวกับปัญหาหรือประเด็นที่ได้จากการสืบค้นเสนอผ่านการอภิปราย และร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล เพื่อเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการโต้แย้งที่อยู่บนพื้นฐานเหตุผล และหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันระหว่างกลุ่ม ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินและสรุปแนวคิด (Evaluate & summary concept) เป็นการประเมินแนวคิดจากการอภิปราย และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ โดยผู้สอนควรมีการตั้งคำถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น เกิดการวิเคราะห์ จนได้แนวคิดที่ถูกต้องและชัดเจนขึ้น จากนั้นให้นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดเพื่อประเมินความคิดของนักเรียนลงในการรายงาน

ผลการตรวจสอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wallace, Hand and Prain (2004) ที่กล่าวว่า การเขียนสรุป ส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ถือเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบจากการลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับศุภชัย นิยมารักษ์ และคณะ (2565) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ เพื่อค้นพบองค์ความรู้ใหม่ แต่เมื่อพิจารณาสภาพการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมในปัจจุบัน พบว่าครูผู้สอนไม่ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการจากการลงมือปฏิบัติ แต่ให้ความสำคัญกับการสอนที่เน้นการบรรยายให้นักเรียนท่องจำมากกว่าการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถาม ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย และมีเจตคติที่ไม่ดีต่อรายวิชานั้น สอดคล้องกับสุระ วุฒิพรหม (2549) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้ถ่ายทอดหรือเน้นครูเป็นศูนย์กลาง ไม่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น ดังนั้นหากผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E ที่ส่งเสริมหรือพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) เหตุผล/หลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง 3) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป และ 4) การโต้แย้งกลับ สามารถส่งผลให้เกิดการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ และกระบวนการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล สอดคล้องกับศุภชัย นิยมารักษ์ และคณะ (2565) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบสอบหาความรู้ สร้างบรรยากาศที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิด อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัครวิน ธาระนัต และคณะ (2558) ที่ได้พัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเน้นการโต้แย้ง สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดของเรื่องที่เรียน เนื่องจากในขณะที่มีการโต้แย้ง นักเรียนจำเป็นต้องนำความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการอธิบายหรือโต้แย้งกลับโดยใช้เหตุผลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือประกอบการบรรยาย นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบ 4E ยังเป็นการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนมีการค้นคว้าหาคำตอบ เก็บรวบรวมข้อมูลบนพื้นฐานเหตุผลและหลักฐานทางหลักวิทยาศาสตร์ นำมาสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จนได้แนวคิดที่ถูกต้องและชัดเจนขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 เมื่อผู้สอนนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ควรมีการปรับสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง และปรับใช้ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาตามระดับชั้นของนักเรียน เพื่อส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบ 4E สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น เมื่อผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และควรมีการเสริมแรง เพื่อกระตุ้นความสนใจในการค้นคว้าหาคำตอบ เพื่อเกิดเป็นองค์ความรู้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ผลจากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 4E เพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ไปเป็นแนวทางของการศึกษา และพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หรือการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐวัตร อ้ายแก้ว และสุมาลี ชูกำแพง. (2564). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์. วารสารครุพิบูล, 8(1), 135-147.
- เมธานนท์ ส่งชาติ, เอกภูมิ จันทระขันติ และวีระศักดิ์ ฟุ้งเฟื่อง. (2561). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งในบทเรียนเรื่อง ฮอริโมนและต่อมไร้ท่อ. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56 (หน้า 155-162). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุ่งทิวา การะกุล และประสาธต์ เนื่องเฉลิม. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการแพร่ภาพสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, 3(2), 38-53.
- ศุภชัย นิยมมาร์กซ์ จันทพร พรหมมาศ และเกษมสันต์ พานิชเจริญ. (2565). ผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวสืบสอบร่วมกับการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 20(1), 546-564.
- สำนักงานวิชาการการศึกษาและมาตรฐานการศึกษา. (2549). แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิน พันธุ์พินิจ. (2553). เทคนิคการวิจัยทางสังคมศาสตร์. วิทย์พัฒน์.
- สุระ วุฒิพรหม. (2547). ทางเลือกใหม่ของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ฟิสิกส์ เพื่อเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี, 32(130), 20-23.
- อัศวิน ธาระปัด. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เอกภูมิ จันทระขันติ. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 11(1), 217-232.
- Dawson, V. M. (2010). The Impact of a Classroom Intervention on Grade 10 Students' Argumentation Skills, Informal Reasoning, & Conceptual Understanding of Science. Journal of research in science teaching, 47(8), 952-977.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Science Education, 84(3), 287-312.
- Espeja, G. A. & Lagaron, C. D. (2014). Socio-scientific issues (SSI) in initial training of primary school teachers: Pre-service teachers' conceptualization of SSI & appreciation of

- the value of teaching SSL. Proceeding of International Conference on University teaching & Innovation, Spain, July. 2-4, 2014, 80-88.
- Jantarakantee, E. (2016). Instruction for promoting argumentation skill in science classroom. Journal of Yala Rajabhat University, 11(1), 217-232.
- Lin, S. & Mintzer, J. J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: the effect of ability level. International Journal of Science & Mathematics Education, 8(6), 993-1017.
- Sampson, V. Blanchard MR. (2012). Science Troutman & Lichtenberg ers & scientific argumentation: Trends in views & practice. Journal of research in science teaching, 49(9), 1-27.
- Wallace, C. S., Hand, B. and Prain, V. (2004). Writing and learning in the science classroom. Boston. MA: Kluwer Academic.