

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

The Effects of Inquiry-Based Learning (5Es) with a Flipped Classroom to Develop Academic Achievement and Analytical Thinking Ability on Electrochemistry of Mathayomsuksa 6 Students

วงศ์กร ป่านจันทร์* วชรภรณ์ ประภาสะโนบล** สุธิดา ทองคำ** วิภาวัน แสงสี***

* ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

** สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

***ครูโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย เพชรบุรี

Wongsakorn Parnjan* Vachraporn Prapasanobol** Suthida Thongkam** Wipawan Sangsawi***

* Bachelor of Education Student, Division of Chemistry, Phetchaburi Rajabhat University

** Assistant Professor, Division of Chemistry, Phetchaburi Rajabhat University

*** Teacher of Princess Chulabhorn Science High School Phetchaburi

Received: September 02 2022 / Revised: November 11, 2022 / Accepted: December 23, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ด้วยการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ด้วยการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 22.52$, S.D. = 2.55) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 8.54$, S.D. = 4.75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 12.63$, S.D. = 3.52) และนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระดับดีขึ้นไปร้อยละ 41.67

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ห้องเรียนกลับด้าน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

Abstract

The purposes of this study were to 1) to compare the learning achievement before and after learning of Mathayomsuksa 6 students on Electrochemistry by using Inquiry-Based Learning (5Es) with a Flipped classroom 2) To study the analytical thinking ability after learning of Mathayomsuksa 6 students on Electrochemistry by using Inquiry-Based Learning (5Es) with a Flipped classroom. The sample group consisted of 24 students in Mathayomsuksa 6/5 by simple random sampling. The research instrument was 1) A Chemistry achievement test on Electrochemistry, and 2) An Analytical thinking ability test. The results of the study revealed that 1) The students' achievement after learning ($\bar{x} = 22.52$, S.D. = 2.55) by using Inquiry-Based Learning (5Es) with a Flipped Classroom were higher than before learning ($\bar{x} = 8.54$, S.D. = 4.75) with statistically significant at 0.05 2) The students' analytical thinking ability after learning ($\bar{x} = 12.63$, S.D. = 3.52) by using Inquiry-Based Learning (5Es) with a Flipped Classroom were at intermediate level and the good level by 41.67%.

Keywords: Inquiry-Based Learning, Flipped Classroom, Academic Achievement, Analytical Thinking Ability

บทนำ

โลกในศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งข้อมูล ความรู้ สื่อ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ทำให้ผู้คนที่ต้องปรับตัวให้เท่าทันกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป แต่สำหรับด้านการจัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและระดับปริญญาตรี ผู้สอนส่วนใหญ่ยังคงสอนแบบบรรยาย วิธีการสอนที่เน้นถ่ายทอดความรู้แต่ไม่ถ่ายทอดความคิด มุ่งเน้นการท่องจำ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่มีความหลากหลายและแปลกใหม่ การสอนจะเน้นเนื้อหาด้านทฤษฎีมากกว่าปฏิบัติ ทำให้ผู้สอนไม่สามารถฝึกผู้เรียนเป็นรายบุคคล ทำให้ผู้เรียนขาดโอกาสที่จะได้ฝึกทักษะต่างๆ อย่างเต็มที่ ทั้งนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ให้มีความสามารถในการคิด ซึ่งหนึ่งในนั้นคือ การคิดวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม จะเห็นได้ว่าการจัดการศึกษานั้นให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แต่การพัฒนาทักษะการคิดยังทำได้ในขอบเขตจำกัดและยังไม่บรรลุเป้าหมายสูงสุดที่ต้องการ ด้วยค่านิยมของสังคมที่ไม่เน้นให้คนในสังคมต้องคิด เป็นเหตุหนึ่งซึ่งส่งผลไปถึงระบบการจัดการศึกษาที่ไม่ประสบความสำเร็จ (Aksornkan, 2019) และจากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O-NET) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยทั่วประเทศเท่ากับ 32.68 คะแนน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 50 (National Institute of Educational Testing Service, 2020) และผลการสอบ 9 วิชาสามัญ ปีการศึกษา 2564 ของวิชาเคมีในระดับประเทศ พบว่าจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้ คือ 22.66 ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้นั้น เป็นค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำสุดเป็นอันดับที่สามของรายวิชา 9 วิชาที่มีการจัดการสอบ (National Institute of Educational Testing Service, 2021)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 ปีการศึกษา 2565 ในรายวิชา รายวิชาเคมีเชิงความร้อนและไฟฟ้าเคมี (ว30224) เรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์และการดุลสมการรีดอกซ์ นั้นพบว่า นักเรียน

คุ้นชินกับการเรียนแบบบรรยาย รับฟังมากกว่าคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง เมื่อครูผู้สอนถามคำถามที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์หรือให้ทำแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์ และเมื่อให้นักเรียนลงมือปฏิบัติและทำการทดลอง พบว่า มีนักเรียนที่ไม่สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองและอภิปรายผลได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ ลดบทบาทของผู้สอนจากผู้ออกเล่าบรรยาย เป็นผู้วางแผนกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยนำไปสู่กระบวนการถามและศึกษาหาคำตอบโดยคิดและลงมือทำ แสวงหาความรู้ นำมาวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก แนะนำ ช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ให้นักเรียน เช่น ในการสืบค้นหาจากแหล่งเรียนรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่น การวิเคราะห์ ศึกษาข้อมูล การสรุปข้อมูลและการอภิปรายข้อมูล โดยมีการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Khammanee, 2013)

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นวิธีการจัดการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่วนผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งถือว่าเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตามความสามารถและความถนัดของตนเองอย่างเป็นอิสระ (Tageaw, 2021) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jadeerat, Prasitpong & Vanichanon (2020) ที่ได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม พบว่าทักษะการคิดวิเคราะห์หลังจากรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เป็นการจัดการเรียนรู้แนวใหม่ ในยุคที่สื่อและเทคโนโลยีเข้ามา มีบทบาทสำคัญ รูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้และนำเสนอบทเรียนของผู้เรียนจากการบรรยายหน้าชั้นเรียน เป็นการทบทวนเนื้อหาจากที่บ้าน ซึ่งผู้เรียนศึกษาเนื้อหาผ่านสื่อเทคโนโลยีที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้ก่อนเข้าชั้นเรียน แล้วมาทำกิจกรรม การทดลอง และถามตอบปัญหาในชั้นเรียน ผู้สอนมีหน้าที่ออกแบบการสอน ช่วยเหลือแนะนำ ประเมินผลการสอน (Limvong & Saengri, 2019) โดยมุ่งเน้นการสร้างสรค์องค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเองตามทักษะความรู้ ความสามารถและสติปัญญาตามความสามารถทางการเรียนแต่ละคน จากกิจกรรม ทั้งในห้องเรียนที่เกิดจากการเรียนการสอนทางตรงจากครูผู้สอน และกิจกรรมนอกห้องเรียนจากผ่านสื่อเทคโนโลยีไอซีทีที่หลากหลายประเภทที่มีในปัจจุบัน ซึ่งผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ในการศึกษาข้อมูลจากแหล่งสารสนเทศผ่านสื่อเทคโนโลยีไอซีที เพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดของเนื้อหาและทำความเข้าใจถึงความเรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ (Atisabda, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saa (2016) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางในระดับมาก

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้านมาใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน เนื่องจากเนื้อหาใน

รายวิชาเคมีเชิงความร้อนและไฟฟ้าเคมี (ว30224) โดยเฉพาะ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ที่มีจำนวนเนื้อหาที่เยอะและมีความยาก ดังนั้นเพื่อลดระยะเวลาในการเรียนส่วนของเนื้อหา เพิ่มระยะเวลาในการลงมือทำกิจกรรมให้มากยิ่งขึ้น และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tagaew (2021) ที่นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน มาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และของ Pimwan (2019) ได้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นผู้วิจัยเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ด้วยการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ด้วยการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน

สมมติฐานของงานวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีไฟฟ้า หลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับดี

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One group Pretest-Posttest design) ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลังการทดลอง (One group Posttest only design) ในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 6 ห้อง รวมทั้งหมด 144 คน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 จำนวนนักเรียน 24 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ใช้วิธีการจับสลากโดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า
 - 2.2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 คาบ โดยผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมากที่สุด และหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ มีค่าเท่ากับ $85.21/75.42$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ $75/75$ ซึ่งเป็นเกณฑ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาทักษะของผู้เรียนและเนื้อหาที่มีความยาก (Thongngam, 2012)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อย คือ เซลล์กัลวานิก ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์กัลวานิก เซลล์ความเข้มข้น เซลล์อิเล็กโทรไลต์ การใช้กฎของฟาราเดย์ในการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบโลหะ และการทำโลหะให้บริสุทธิ์ ตรวจสอบความตรง โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 แล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 16 คน มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.25-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.25-0.75 และค่าความเชื่อมั่น (KR-21) มีค่าเท่ากับ 0.84

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ตามแนวคิดของ Bloom (1956) จำนวน 20 ข้อ ตรวจสอบความตรง โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.33-1.00 สำหรับข้อที่มีค่าต่ำกว่า 0.50 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงข้อสอบก่อนนำไปทดลองใช้ แล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 16 คน มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.25-0.88 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.13-0.63 ค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.76

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยแบบแผนการทดลองในการทำวิจัย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองของการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย	แบบแผนการวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องเคมีไฟฟ้า ด้วยการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน	One Group Pretest-Posttest Design	Paired-samples t-test
	$O_1 \times O_2$	
2) เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ด้วยการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน	One Group Posttest-Only Design	คิดเป็นร้อยละ เทียบกับเกณฑ์
	$- X O_2$	
	X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน O_2 แทน การทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน	

การวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ขั้นการเตรียมการ ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพของกลุ่มตัวอย่าง จัดเตรียมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้เรียน ชี้แจงให้ผู้เรียนทราบเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน จัดเตรียมสื่อวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างก่อนทำกิจกรรมการเรียนการสอน
3. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง เคมีไฟฟ้า กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้คือ 4 แผน 12 คาบ
4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
5. เก็บข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียน จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
6. นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามองค์ประกอบ ดังนี้

1. นำข้อมูลที่ได้รวบรวมโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Paired-samples t-test

2. นำข้อมูลที่ได้รวบรวมโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งวิเคราะห์โดยสถิติ คือ ร้อยละ แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การวัดระดับความสามารถของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การกำหนดระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ร้อยละ	การแปลความ
80 - 100	ดีเยี่ยม
75 - 79	ดีมาก
70-74	ดี
65 - 69	ค่อนข้างดี
60 - 64	ปานกลาง
55 - 59	พอใช้
50 - 54	ผ่าน
0 - 49	ควรปรับปรุง

ที่มา: Academic and Educational Standards, Bureau. (2009)

ผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 เรื่อง เคมีไฟฟ้า โดยใช้แบบทดสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Paired-samples t-test พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 22.52$, S.D. = 2.55) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 8.54$, S.D. = 4.75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเปรียบเทียบ (t-test) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5

	\bar{x}	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	8.54	4.75	17.53**	0.00
หลังเรียน	22.52	2.55		

**p < .05

2. ระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 เรื่อง เคมีไฟฟ้า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และนำคะแนนเทียบกับเกณฑ์การวัดระดับความสามารถของกระทรวงศึกษาธิการ พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ($\bar{x} = 12.63$, S.D. = 3.52) ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และอยู่ในระดับดีขึ้นไป ร้อยละ 41.67 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5

ระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์	จำนวน	คิดเป็นร้อยละ
ดีเยี่ยม	5	20.83
ดีมาก	3	12.50
ดี	2	8.33
ค่อนข้างดี	1	4.17
ปานกลาง	3	12.50
พอใช้	3	12.50
ผ่าน	3	12.50
ควรปรับปรุง	4	16.67

เมื่อวิเคราะห์คะแนนพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ตามแนวคิดของ Bloom (1956) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดง ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนรายด้านที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน

ด้าน	คิดเป็นร้อยละ	ระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์
การวิเคราะห์ความสำคัญ	71.53	ดี
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	63.89	ค่อนข้างดี
การวิเคราะห์หลักการ	56.25	พอใช้

จากตารางที่ 5 พบว่าหลังจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 71.53 ซึ่งอยู่ในระดับดี รองลงมา คือ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 63.89 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างดี และด้านที่ได้คะแนนต่ำสุด คือ ด้านการวิเคราะห์หลักการ คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 56.25 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 เรื่อง เคมีไฟฟ้า พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 22.52$, S.D. = 2.55) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 8.54$, S.D. = 4.75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาวิธีทัศน์ที่ครูจัดเตรียมให้จนเกิดความรู้ ความเข้าใจและนำสิ่งที่ศึกษามาตอบคำถามหลังจากดูวิดีโอผ่าน Google Form ก่อนเข้าเรียน เพื่อเป็นการให้นักเรียนศึกษาวิดีโอทัศน์ อีกทั้งนักเรียนสามารถทบทวนความรู้เข้าใจได้ตามความต้องการ การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองตามทักษะความรู้ความสามารถและสติปัญญาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (Bergmann & Sams, 2012) และช่วยให้ก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sukontorn & Chittradub (2020) ที่ศึกษาแนวทางการใช้ห้องเรียนกลับด้านในการเรียนการสอนวิชาเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ

ห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เริ่มต้นจากการนำคำถามใน Google Form ที่ผู้เรียนทำก่อนเข้าห้องเรียน เพื่อเป็นการ warm up หลังจากนั้นครูใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยและนำไปสู่การค้นคว้าทดลองและลงมือปฏิบัติกิจกรรม จนเกิดองค์ความรู้ขึ้น หลังจากนั้นครูจะใช้คำถามหรือสร้างสถานการณ์ที่แตกต่างกันในการขยายความรู้ และประเมินผลการเรียนรู้จากแบบฝึกหัดและ Quizizz ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลายทั้งการทำกิจกรรมทดลองในห้องปฏิบัติการ ให้ผู้เรียนได้สังเกต สำรวจตรวจสอบทดลอง รวมทั้งการทำแบบฝึกหัด กิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมแลกเปลี่ยน ความรู้ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้มีความรู้คงทนยาวนาน (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bumrungudomrat & Wutchana (2021) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์โดยใช้ Google Sites เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์โดยใช้ Google Sites หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tagaew (2021) ที่นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน มาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 เรื่อง เคมีไฟฟ้า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ($\bar{x} = 12.63$, S.D. = 3.52) ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากก่อนการทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ นักเรียนต้องเข้าร่วมกิจกรรมของทางโรงเรียนหลายกิจกรรม ส่งผลให้ไม่มีเวลาในการเตรียมตัวสำหรับการทดสอบมากพอ และนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับควรปรับปรุงจำนวน 4 คน เมื่อวิเคราะห์พฤติกรรมผลการเรียนของผู้เรียนรายบุคคล อาจจะเป็นเพราะนักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ไม่มีสมาธิในการเรียน และเล่นโทรศัพท์ในเวลาเรียน แต่อย่างไรก็ตามมีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 41.67 เนื่องจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน แต่ละขั้นเน้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทั้งจากการศึกษาวิทัศน์นอกชั้นเรียนและการทำกิจกรรมในชั้นเรียนที่จะต้องใช้การคิดวิเคราะห์ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง มีการใช้สถานการณ์ที่ท้าทายหรือโจทย์ปัญหาในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saa (2016) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Soikudreua & Dokmai (2021) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้วงจรปฏิบัติการซ้ำต่อเนื่องกันเป็น 3 วงจร พบว่านักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูง(การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า)

ในวงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 21.43 ในวงจรปฏิบัติที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 50.00 และ ในวงจรปฏิบัติที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 100.00

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการใช้งานวิจัย

1.1 การนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้านมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนและนักเรียนจะต้องเตรียมความพร้อม โดยครูจะต้องชี้แจงนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้และครูผู้สอนจะต้องมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะสอนการจัดกิจกรรมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์และสื่อต่าง ๆ

1.2 แบบฝึกหัดที่ใช้ในการประเมินควรใช้คำถามที่อยู่ในระดับการนำไปใช้ ตามแนวคิดของ Bloom (1956) ขึ้นไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับห้องเรียนกลับด้านในการพัฒนาตัวแปรด้านอื่น ๆ เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการทำงานเป็นทีม

References

- Academic and Educational Standards, Bureau. (2009). *Indicators and core learning subjects for science learning subjects according to the basic education core curriculum*. Ministry of Education.
- Aksornkan, S. (2019). Analytical Thinking: Development of Literature Circles and Higher Order Question. *Suratthani Rajabhat Journal*. 7(1), 35-62. [in Thai]
- Atisabda, W. (2003). WebQuest: Classes that organize learners are organized on the World Wide Web. *Prince of Songkla University Journal of Academic Resources*, 14(2). [in Thai]
- Bergmann, J. and Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: Handbook I: Cognitive domain*. David McKay.
- Bumrungdomrat, P. and Wutchana, U. (2021). The 5E of Inquiry-based Learning Incorporating Online Classroom Using Google Sites in term of Chemical Equilibrium of Grade 11 Students. *NEU ACADEMIC AND RESEARCH JOURNAL*. 11(1), 260-274. [in Thai]

- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (NSTDA). (2003). *Organizing learning subjects for science groups Basic education courses*. Teachers Council of Thailand Trade Organization. [in Thai]
- Jadeerat, P., Prasitpong, S. and Vanichanon, A. (2020). The Development of Analytical Thinking Skill of 10th Grade Students by Using Inquiry Approach with Questioning Techniques. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 32(1), 61-75.
- Khammanee, T. (2013). *Pedagogy and knowledge for effective learning process management*. Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Limvong, T. and Saengri Y. (2019). Flipped Classroom: new learning for 21st Century Skills. *Mahidol R2R e-Journal*, 6(2), 9-17 <https://doi.org/10.14456/jmu.2019.10>. [in Thai]
- National Institute of Educational Testing Service. (2020). *Historical O-NET Statistics*. <https://www.niets.or.th/th/content/view/11821>. [in Thai]
- National Institute of Educational Testing Service. (2021). *General subjects, academic year 2021*. <https://www.niets.or.th/th/content/view/18805>. [in Thai]
- Pimwan, C. (2019). *The 5Es Flipped Classroom for Promoting Critical Thinking Skills and Learning Achievement on the Properties of Genetic Material and Mutation of Grade 12 Student*. [Unpublished master's thesis]. Rajabhat Maha Sarakham University.
- Saa, A. (2016). Effect of Flipped Classroom on Learning Achievement, Analytical Thinking Skills and Instructional Satisfaction of Grade 11 Students. <http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/11074>. [in Thai]
- Soikudreua, N., & Dokmai, P. (2021). The Open-ended Inquiry Process of Flipped Classroom for High-Order Thinking Skills Enhancing of the 11th Grade Students. *Journal of Education Rajabhat Maha Sarakham University*, 18(2), 151–164. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edu-rmu/article/view/252564>. [in Thai]
- Sukontorn, B. and Chittrudub, S. (2020). Guidelines of Using the Flipped Classroom in Chemistry Instruction for Upper-Secondary Students with Low Achievement. *KKU Research Journal (Graduate Studies) Humanities and Social Sciences*, 8(1), 13–25. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/gskkuhs/article/view/241431>. [in Thai]
- Tagaew, A. (2021). The development of learning activities packages on elements and compounds by inquiry-based learning incorporated with flipped classroom for grade-10 students. *Journal of Science and Science Education*, 4(1), 72-83. [in Thai]
- Thongngam P. (2012). *Finding the efficiency of innovation*. <https://kroopisit.wordpress.com/2012/05/23/>