

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้
ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้
เรื่อง แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

DEVELOPMENT OF PROBLEM-SOLVING ABILITY USING FLIPPED
CLASSROOM TOGETHER WITH INQUIRY-BASED LEARNING ON THE TOPIC
OF GAS FOR 11TH GRADE STUDENTS

พัชระ จำปানা¹ และพรณวิไล ดอกไม้²
Phatchara Champana¹ and Panwilai Dokmai²

^{1,2} หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
^{1,2} Master of Education Program in Science Education, Maha Sarakham Rajabhat University
E-mail: 658210300103@rmu.ac.th

Received:	June 17, 2024
Revised:	August 30, 2024
Accepted:	September 3, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนจตุรมิตรวิทยาการ จังหวัดขอนแก่น จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 2) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบบอัตนัย 3) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน 4) แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังต่อไปนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 23 คน มีคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 49.74 ($\bar{X} = 11.94$, $SD = 6.04$) วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน มีคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 59.06 ($\bar{X} = 14.17$, $SD = 3.65$) วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 6 คน มีคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 70.10 ($\bar{X} = 16.82$, $SD = 2.72$) และวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 100 มีคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 78.47 ($\bar{X} = 18.83$, $SD = 1.17$) นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์มีจำนวนลดลงในทุกวงจรปฏิบัติการ แสดงว่าการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้

คำสำคัญ

แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ABSTRACT

This was an action research study that aimed to develop problem-solving ability using the Flipped Classroom concept together with the Inquiry-Based Learning model on the topic of Gas for 11th-grade students to pass the criteria of 70 percent. The target group consisted of 32 11th-grade students in the first semester of the 2023 academic year at Jaturamit Witthayakhan School, Khon Kaen Province. The research instruments were 1) four Lesson plans of Flipped Classroom together with Inquiry-Based Learning, 2) problem-solving ability tests, 3) student learning behavior observation forms, and 4) student reflective journals. Data were analyzed using descriptive statistics, including percentage, arithmetic mean, and standard deviation.

The research results showed that after implementing learning management using the Flipped Classroom concept together with the Inquiry-Based Learning model, students developed their problem-solving ability as follows: Action Cycle 1: 23 students did not pass the 70% criteria, with a total score of 49.74% ($\bar{x}$ = 11.94, SD = 6.04). In Action Cycle 2, 17 students did not pass the 70% criteria, with a total score of 59.06% ($\bar{x}$ = 14.17, SD = 3.65). In Action Cycle 3, 6 students did not pass the 70% criteria, with a total score of 70.10% ($\bar{x}$ = 16.82, SD = 2.72), and in Action Cycle 4, all students passed the 70% criteria, accounting for 100%, with a total score of 78.47% ($\bar{x}$ = 18.83, SD = 1.17). The number of students who did not pass the criteria decreased in every action cycle, indicating that learning management using the Flipped Classroom concept together with the Inquiry-Based Learning model could develop students' problem-solving abilities.

Keywords

Flipped Classroom Concept, Inquiry-Based Learning Model, Problem-Solving Ability

ความสำคัญของปัญหา

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งความรู้และกระบวนการจากวิธีการสังเกต สืบเสาะหาความรู้ และทดลอง แล้วนำผลที่ได้มา จัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐาน ในวิชาวิทยาศาสตร์ เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีทักษะที่สำคัญ ในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี สามารถพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ

ความสามารถในการแก้ปัญหา การจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ สอดคล้องกับรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สารเคมี ที่ต้องการให้นักเรียนเข้าใจถึงเรื่อง กฎต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผล ถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผล เกิดความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ (Office of the Basic Education Commission, 2017)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนควรได้เรียนวิทยาศาสตร์ในแนวทางที่ใกล้เคียงกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มากที่สุด ควรได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้และทักษะกระบวนการ บุคลิกภาพ และเจตคติของนักเรียน โดยคณะอนุกรรมการสถาบันวิจัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Research Council) ระบุว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ และนำเสนอคำอธิบายตามหลักฐานที่ได้รับ มีกิจกรรมที่หลากหลาย ประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การวางแผนเก็บข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล การตีความหมายข้อมูล การสรุปผล และการนำเสนอข้อมูล วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมอย่างยิ่งที่นำมาใช้ในการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ (Chomchid, 2019) ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ มีทักษะการเรียนรู้ ทักษะทางปัญญา มีความฉลาดรู้ดิจิทัล นักเรียนและครูสามารถร่วมวางแผนการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ทำกิจกรรมและปฏิบัติการต่าง ๆ ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 จนเกิดสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ที่สามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตได้อย่างเป็นระบบ พัฒนานักคิด นักแก้ปัญหา และสามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต เชื่อมมั่นและศรัทธาในความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017)

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการใช้คำถามที่เป็นรูปแบบระบุเป็นขั้นตอน ลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก โดยใช้คำถามที่เป็นภาษาระบุถึงพฤติกรรมที่ต้องการ ให้นักเรียนแสดงออกได้อย่างชัดเจน สามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบที่ได้มาได้ การแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเฉพาะการเรียนรู้รายวิชาเคมี ที่นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ปัญหาและนำกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณโจทย์ปัญหาและประยุกต์ใช้ชีวิตประจำวันได้ หากนักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาที่ดีจะส่งผลให้มีผลการเรียนที่ดีขึ้น เกิดคุณลักษณะและเจตคติที่ดี (Rattanauthailkul & Ladachart, 2022) ซึ่ง Polya (1945, cited in Charlie & Pruekpramool, 2019) ระบุว่า การแก้โจทย์ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน 1) การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 2) วางแผน 3) ดำเนินการตามแผน และ 4) การมองย้อนกลับ เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือระดมความคิดเห็นร่วมกัน ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มฝึกการค้นคว้าหาความรู้ ข้อมูล ข้อเท็จจริง เพื่ออภิปรายให้ผู้อื่นรับทราบและสามารถถ่ายทอดวิธีการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ไปสู่การแก้ปัญหาโดยทั่ว ๆ ไป (Saelueng, 2014)

ผู้วิจัยทำการสำรวจความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวนทั้งหมด 32 คน โรงเรียนจตุรมิตรวิทยาการ จังหวัดขอนแก่น ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2565 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 32 คน ที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีคะแนนร้อยละเฉลี่ย 38.67 และจากการตรวจแบบทดสอบของนักเรียนแล้วทำให้ทราบสาเหตุว่า นักเรียนขาดทักษะการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ไม่สามารถระบุได้ว่าสถานการณ์โจทย์กำหนดอะไรให้ โจทย์ถามหาอะไร มีความเข้าใจความหมายตัวแปรคลาดเคลื่อน ไม่สามารถตีความหมายข้อมูลในโจทย์ได้ รวมทั้งยังขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ทำให้มีอุปสรรคในการดำเนินการหาคำตอบ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมาไม่ดีเท่าที่ควร จนทำให้นักเรียนบางคนไม่ชอบเรียนวิชาเคมี รู้สึกว่าเนื้อหาวิชายากเกินไป ไม่มีแรงจูงใจที่จะเรียนรู้ จากสภาพปัญหาดังกล่าวจะเห็นว่า ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการแก้โจทย์ปัญหา การส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงต้องมีการจัดกิจกรรมและแบบฝึกที่สนับสนุนทักษะการคิดเชิงคำนวณ ฝึกแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจนกลายเป็นทักษะความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งพื้นฐานคณิตศาสตร์เป็นเสมือนเครื่องมือในการหาคำตอบของการแก้โจทย์ปัญหารายวิชาเคมี ซึ่งทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเป็นทักษะที่มีความจำเป็นอย่างมากต่อการเรียนวิชาเคมี

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เป็นอีกหนึ่งวิธีการเรียนแนวใหม่ที่ฝึกตำราการสอนแบบเดิมมีองค์ประกอบสำคัญที่เกิดขึ้น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย และการสาธิตและประยุกต์ใช้ ห้องเรียนกลับด้านช่วยให้เกิดการเปลี่ยนวิธีการสอนของครูเพื่อใช้เทคโนโลยีการเรียนที่นักเรียนในยุคสมัยใหม่ชอบและช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อนให้ชวนขหายหาความรู้ เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู เพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกันเอง สอดคล้องกับที่ Phooddee, Sompita, Bootdeevong, Wadeesirisak, Udomdechawet & UTaisan (2024) กล่าวว่า ปัจจุบันเทคโนโลยีเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งสอดคล้องกับการบูรณาการห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสอนแบบสืบเสาะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือดิจิทัลผ่านห้องเรียนเสมือนจริงให้กับนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน โดยครูต้องเปลี่ยนแปลงตนเองให้เป็นผู้อำนวยความสะดวก และสร้างแรงบันดาลใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ให้คำปรึกษา ดูแล แนะนำ แสวงหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ และแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดทักษะกระบวนการ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sukontorn (2018) ที่พบว่า การใช้ห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมี สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำได้จริง เนื่องจากการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน นักเรียนแต่ละคนสามารถเข้าไปศึกษาเนื้อหาจากวิดีโอการสอนได้อย่างไม่จำกัด ทำให้นักเรียนซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน มีอิสระในการกำหนดแนวทางการเรียนด้วยตนเอง

จากการศึกษาความสำคัญและปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา รายวิชาเคมี 4 เรื่อง แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยนำรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน แทรกในแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน มีการนำเทคโนโลยีออนไลน์ที่ทันสมัยมาใช้เป็นสื่อกลางการเรียนนอกห้องเรียน ด้วยหวังว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้น จะช่วยให้นักเรียนเกิดการค้นพบองค์ความรู้ใหม่หรือขยายความรู้เดิมที่มีอยู่ให้เกิดความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น รวมถึงมุ่งเน้นพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา อีกทั้งจะทำให้นักเรียนเกิดความสุข มีความสนุกกับบทเรียน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองพัฒนาได้ตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ

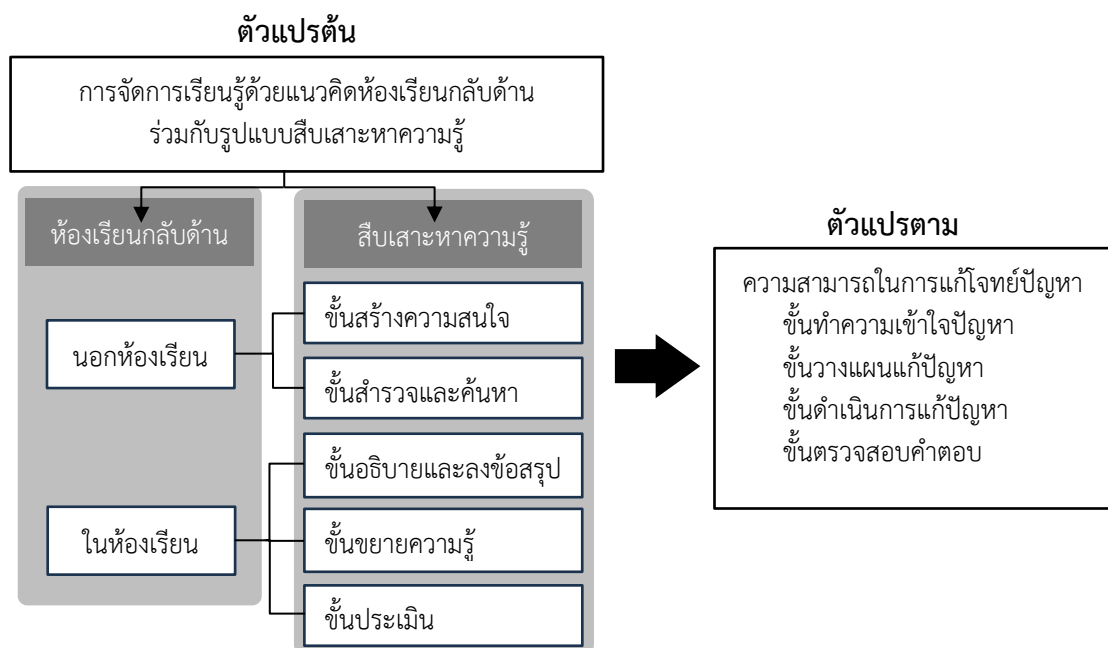
โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จะพัฒนาอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เป็นกลุ่มนักเรียนที่เกิดปัญหาแสดงถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาเคมี จำนวน 32 คน

เครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แก๊ส จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กฎของบอยล์และกฎของชาร์ล วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กฎของเกย์-ลูสแซกและกฎรวมแก๊ส วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กฎของอาโวกาโดรและกฎแก๊สอุดมคติ วงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กฎความดันย่อยของดอลตัน แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และมีค่าความเหมาะสมเท่ากันทุกแผน คือ 4.79 โดยมีรายละเอียดการจัดการเรียนรู้ แสดงดังตาราง ที่ 1

ตารางที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นการจัด การเรียนรู้		กิจกรรมห้องเรียนกลับด้านร่วมกับ รูปแบบสืบเสาะหาความรู้
นอกห้องเรียน	ขั้นสร้างความ สนใจ	นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองบนห้องเรียนออนไลน์ CANVA เกมการเรียนรู้เพื่อทบทวน ความรู้เดิม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้บนกระดานถามตอบออนไลน์
	ขั้นสำรวจและ ค้นหา	นักเรียนทำใบกิจกรรมร่วมกับการศึกษาสถานการณ์จำลอง การทดลองอย่างง่ายและ ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาตามความสามารถของตนเอง พร้อมสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้
ในห้องเรียน	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	นักเรียนร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวทางคำตอบของกระดานถามตอบออนไลน์ และข้อ ค้นพบที่ได้จากนอกห้องเรียนร่วมกันในชั้นเรียน
	ขั้นขยายความรู้	นักเรียนร่วมกันอภิปรายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่โจทย์ปัญหาพร้อมฝึก ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจากใบงาน
	ขั้นประเมิน	นักเรียนร่วมกันประเมินความถูกต้องที่พบจากการแก้โจทย์ปัญหาพร้อมแลกเปลี่ยน เรียนรู้และแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อวางแผนในการเรียนรู้นอกห้องเรียนครั้งถัดไปของตนเอง

2. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊ส เป็นแบบอัตนัยจำนวน 8 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อคำถามทั้งหมด 4 ขั้นตอนย่อย ขั้นตอนละ 3 คะแนน รวมสถานการณ์ละ 12 คะแนน เมื่อสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการใช้แบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา 2 สถานการณ์ โดยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีค่าดัชนีความ สอดคล้องหรือค่า IOC เท่ากับ 1 ในทุกข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.61-0.67 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ ระหว่าง 0.43-0.54 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.86

3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน เกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบคำตอบ

4. แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน หลังการจัดการเรียนการสอนแต่ละวงจรปฏิบัติการ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่
ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นการสังเกตและขั้นการสะท้อนผล จำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1. ขั้นวางแผน สำนวณสภาพแวดล้อมและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน โดยใช้ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบบอัตนัย เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อคัดเลือกรักเรียน
กลุ่มเป้าหมายและหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น และศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่
เหมาะสมในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา กำหนดเนื้อหาขอบเขตเนื้อหาและดำเนินการ
สร้างเครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหา
ความรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนของนักเรียน ระหว่าง
การจัดการเรียนการสอน และแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน หลังการจัดการเรียนการสอนแต่ละวงจร
ปฏิบัติการ นำเครื่องมือวิจัยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบเหมาะสม และดำเนินการ
ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. ขั้นปฏิบัติการ นำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทุกคน โดยเริ่มจาก
วงจรปฏิบัติการที่ 1 ไปจนถึงวงจรปฏิบัติการที่ 4

3. ขั้นการสังเกต ทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม
การเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน และวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 4 ชุด หลังสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ
นักเรียนสะท้อนผลหลังการจัดการเรียนการสอนแต่ละวงจรปฏิบัติการในแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

4. ขั้นการสะท้อนผล วิเคราะห์ข้อมูลและสะท้อนผลจากแบบวัดความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหา แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนของนักเรียน และแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนในแต่ละ
วงจรปฏิบัติการ เพื่อนำมาปรับปรุงและออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและ
เป็นไปตามวัตถุประสงค์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน
ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแบบสืบเสาะหาความรู้โดยวิเคราะห์
ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ และทำการสะท้อนผลการประเมินผลในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบบอัตนัย จำนวน
2 สถานการณ์ ทำเมื่อเสร็จสิ้นแต่ละวงจรปฏิบัติการ แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย
เลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยนักเรียนจะต้องมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์ในแต่ละ
วงจรปฏิบัติการ จนครบ 4 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยใช้กรอบการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาตามแนวคิดของ Polya 4 ขั้นตอน การตรวจให้คะแนน จำแนกเกณฑ์ความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ ปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์ให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	ระดับ	ลักษณะการแก้โจทย์ปัญหา
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	ดีมาก (3)	วิเคราะห์และทำความเข้าใจสถานการณ์ บอกสิ่งที่สถานการณ์กำหนดให้ และเขียนสัญลักษณ์ทางเคมี พร้อมระบุหน่วยได้ถูกต้องและครบถ้วน
	ดี (2)	วิเคราะห์สถานการณ์ บอกสิ่งที่สถานการณ์กำหนดให้ และเขียนสัญลักษณ์ทางเคมี พร้อมระบุหน่วย ผิดหรือไม่ครบ 1 จุด
	พอใช้ (1)	วิเคราะห์สถานการณ์ บอกสิ่งที่สถานการณ์กำหนดให้ และเขียนสัญลักษณ์ทางเคมี พร้อมระบุหน่วย ผิดหรือไม่ครบมากกว่า 2 จุดขึ้นไป
	ปรับปรุง (0)	ไม่เขียนสิ่งที่สถานการณ์กำหนดให้ และไม่เขียนสัญลักษณ์ทางเคมีและไม่ระบุหน่วย
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ดีมาก (3)	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ต้องการทราบ เลือกใช้สมการเคมีได้เหมาะสมกับสถานการณ์ เขียนสัญลักษณ์ทางเคมี พร้อมระบุหน่วยได้ถูกต้องและครบถ้วน
	ดี (2)	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ต้องการทราบ เลือกใช้สมการเคมีและเขียนสัญลักษณ์ทางเคมี พร้อมระบุหน่วย ผิดหรือไม่ครบ 1 จุด
	พอใช้ (1)	ระบุสิ่งที่สถานการณ์ต้องการทราบ เลือกใช้สมการเคมีและเขียนสัญลักษณ์ทางเคมี พร้อมระบุหน่วย ผิดหรือไม่ครบมากกว่า 2 จุดขึ้นไป
	ปรับปรุง (0)	ไม่เขียนสิ่งที่สถานการณ์ต้องการทราบ เลือกใช้สมการเคมีผิด ไม่เขียนสัญลักษณ์ทางเคมีและไม่ระบุหน่วย
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	ดีมาก (3)	เขียนค่าตัวเลขลงตำแหน่งของตัวแปรในสมการได้ถูกต้องและครบถ้วน ดำเนินการทางคณิตศาสตร์จนได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง เขียนสัญลักษณ์ทางเคมี พร้อมระบุหน่วยได้ถูกต้องและครบถ้วน
	ดี (2)	เขียนค่าตัวเลขลงตำแหน่งของตัวแปรในสมการได้ถูกต้องและครบถ้วน ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน
	พอใช้ (1)	เขียนค่าตัวเลขลงตำแหน่งของตัวแปรในสมการผิดตำแหน่งหรือไม่ครบถ้วน 2 จุดขึ้นไป ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน จนได้มาซึ่งคำตอบที่ผิด
	ปรับปรุง (0)	ไม่เขียนตัวเลขลงตำแหน่งของตัวแปรในสมการ ไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์และได้มาซึ่งคำตอบ
ขั้นตรวจสอบคำตอบ	ดีมาก (3)	เขียนสรุปคำตอบและระบุหน่วยได้ถูกต้องและครบถ้วน ระบุถึงหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ สรุปถึงความสมเหตุสมผลของการได้มาซึ่งคำตอบนั้น ๆ ได้ถูกต้องและสมบูรณ์
	ดี (2)	เขียนสรุปคำตอบและระบุหน่วยได้ ระบุถึงหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ สรุปถึงความสมเหตุสมผลของการได้มาซึ่งคำตอบ
	พอใช้ (1)	เขียนสรุปคำตอบและระบุหน่วยได้ สรุปถึงความสมเหตุสมผลของการได้มาซึ่งคำตอบ
	ปรับปรุง (0)	ไม่เขียนสรุปคำตอบและระบุหน่วย ไม่ระบุถึงหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ไม่ได้สรุปถึงความสมเหตุสมผลของการได้มาซึ่งคำตอบ

และทำการเปรียบเทียบค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละด้าน เพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน และแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนหลังการจัดการเรียนการสอนแต่ละวงจรปฏิบัติการ เมื่อเสร็จสิ้นแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และสะท้อนผลการปฏิบัติเมื่อสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยบรรยายตามที่ปรากฏจากการสังเกต ปราศจากอคติหรือความรู้สึกและความคิดเห็นไปด้วย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบความเรียง ลักษณะการอธิบายความ เพื่อนำไปสรุปผลและอภิปรายผล รวมถึงให้ข้อเสนอแนะ แก้ไขปรับปรุงในส่วนที่พบปัญหาและอุปสรรคให้ดีขึ้น เพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนการสอนให้ มีประสิทธิภาพในการดำเนินการครั้งต่อไป

ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นในแต่ละวงจรรอบ เมื่อ ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหากับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยผลลัพธ์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหารายชั้นตอนท้ายวงจรปฏิบัติการ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหารายชั้นตอนท้ายวงจรปฏิบัติการ เรื่อง แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลลัพธ์ท้ายวงจรปฏิบัติการ เรื่อง แก๊ส	นักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์	คะแนนร้อยละความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหารายชั้นตอน				จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์
		ขั้นทำความเข้าใจ	ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	ขั้นตรวจสอบคำตอบ	
วงจรที่ 1	32	82.81	48.44	24.48	43.23	23 คน
วงจรที่ 2	23	94.20	66.67	29.71	45.65	17 คน
วงจรที่ 3	17	98.04	83.33	38.24	60.78	6 คน
วงจรที่ 4	6	100.00	86.11	61.11	66.67	0 คน

จากตารางที่ 3 ผลลัพธ์จากการวิจัย การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 23 คน นักเรียนมีคะแนนขั้นทำความเข้าใจมากที่สุด

คิดเป็นร้อยละ 82.81 และมีคะแนนขั้นต่ำในการแก้ปัญหาที่น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 24.48 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน นักเรียนมีคะแนนขั้นต่ำทำความเข้าใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 94.20 และมีคะแนนขั้นต่ำในการแก้ปัญหาที่น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 29.71 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 6 คน นักเรียนมีคะแนนขั้นต่ำทำความเข้าใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 98.04 และมีคะแนนขั้นต่ำในการแก้ปัญหาที่น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.24 และวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทุกคน นักเรียนมีคะแนนขั้นต่ำทำความเข้าใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 100 และมีคะแนนขั้นต่ำในการแก้ปัญหาที่น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 61.11 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนร้อยละความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหารายชั้นตอน พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีคะแนนขั้นต่ำทำความเข้าใจมากที่สุด รองลงมา คือ ชั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบคำตอบตามลำดับ ทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ

จากการสะท้อนผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทั้ง 4 ชั้น ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน และแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมุ่งความสนใจไปยังนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ สรุปดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน

	ข้อค้นพบ	ข้อปัญหาที่ค้นพบ	แนวทางการแก้ปัญหา
วงจรปฏิบัติการที่ 1	นักเรียนบางคนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาได้ เลือกใช้สมการเคมีถูกต้อง แทนค่าตัวแปรในสมการได้ และสะท้อนผลในแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน “ต้องศึกษาออนไลน์ มาจากบ้านก่อน ถึงจะทำใบงาน และสรุป กับเพื่อนรู้เรื่อง” “ลืมวิธีการย้ายข้างสมการ ไม่มั่นใจ ต้องไปทบทวนอีกรอบ”	นักเรียนเขียนหน่วยไม่ถูกต้อง ขาดการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ขาดทักษะในการคิดคำนวณไม่สามารถคำนวณให้เสร็จสิ้นจนได้มาซึ่งคำตอบ เมื่อไม่สามารถหาคำตอบจากขั้นดำเนินการแก้ไขปัญหาก็จะไม่สามารถพิจารณาความสมเหตุสมผลและสรุปคำตอบได้	สร้างความตระหนักในการเลือกใช้ข้อมูล เสริมทักษะการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา เพิ่มกิจกรรมฝึกทักษะการคำนวณในห้องเรียนออนไลน์ เพิ่มสื่อการเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย นำไปสู่การเชื่อมโยงทฤษฎี
วงจรปฏิบัติการที่ 2	นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ครบถ้วน ทราบถึงเงื่อนไขในการแก้ปัญหา ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้และเลือกใช้สมการเคมีได้ถูกต้อง และสะท้อนผลในแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน “หารเลขไม่เป็น ทำต่อไม่ได้” “จำสูตรผิด ไม่รู้ว่าที่คำนวณไปจะถูกไหม” “ใบกิจกรรมช่วยให้เข้าใจการแปรผันของสูตร”	นักเรียนแทนค่าสมการได้แต่ไม่สามารถคำนวณให้ได้มาซึ่งคำตอบ มีจุดผิดพลาดในการคำนวณเพียงเล็กน้อยแต่คำตอบคลาดเคลื่อน นักเรียนบางคนที่ไม่เขียนอธิบายในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาแต่ได้คำตอบที่ถูกต้องจึงไม่สามารถให้คะแนนได้	เพิ่มรูปแบบกิจกรรมนอกห้องเรียนให้หลากหลายขึ้น เพื่อให้สามารถฝึกทักษะได้หลากหลายรูปแบบ เสริมแรงให้นักเรียนร่วมแสดงออกในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาร่วมกัน ตอบผิดก็ไม่หัก

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	ข้อค้นพบ	ข้อปัญหาที่ค้นพบ	แนวทางการแก้ปัญหา
วงจรกิจปฏิบัติที่ 3	นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วน เขียนสมการและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้และสามารถหาคำตอบได้ ถูกต้อง และสะท้อนผลในแบบบันทึก อนุทินของนักเรียน “สรุปเป็นโน้ตสั้น ๆ มาจากเว็บออนไลน์ ช่วยให้จำสูตร, ตัวแปรได้หมดเลย” “ถ้าทบทวนจาก ห้องเรียนออนไลน์ หาคำตอบได้แน่นอน”	นักเรียนบางคนเกิดความสับสน จังหวะคำตอบไม่ถูกต้อง และทำ ไม่ทันเวลา	เพิ่มช่องการทบทวนการแก้ โจทย์ปัญหามากเวลาให้ใน ห้องเรียนออนไลน์ ลดความ กัดดัน เมื่อนักเรียนร่วม แสดงออกในกิจกรรมใน ห้องเรียน ครูและเพื่อน ๆ ร่วม กล่าวชมเชย เสริมความมั่นใจ ให้นักเรียน
วงจรกิจปฏิบัติที่ 4	นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ระบุสิ่งที่ โจทย์กำหนดมาพร้อมหน่วยได้ถูกต้อง ครบถ้วน เขียนสมการ แทนค่าตัวแปร คำนวณแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ตาม ขั้นตอนและหาคำตอบได้พร้อมระบุหน่วย ได้ถูกต้องครบถ้วน ระบูกฎทฤษฎีที่ได้มา ซึ่งคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วนและสะท้อน ผลในแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน “ห้องเรียนออนไลน์ช่วยให้ได้ทบทวน บ่อย ๆ ช่วยให้จำได้ดีขึ้น เรียนเข้าใจขึ้น” “พอทบทวนออนไลน์บ่อย ๆ ตอนนี้ คำนวณหาคำตอบได้แล้ว”	นักเรียนบางคนเกิดความสับสน จังหวะตัวแปรและหน่วยไม่ ถูกต้อง	เพิ่มกิจกรรมทบทวนความรู้ เดิมก่อนเพิ่มองค์ความรู้ใหม่ ทุกครั้ง

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นให้ความร่วมมือในการจัดการเรียนสอนทุกคน ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อนและครู จากการวิเคราะห์ปัญหาที่พบ พบว่านักเรียนมีอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นตอนการแก้ปัญหามากที่สุด โดยหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนเข้าใจทฤษฎี กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาได้มากขึ้น จนได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่แตกต่างได้

อภิปรายผล

จากการดำเนินการวิจัย การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มขึ้นและผ่านเกณฑ์อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากนักเรียนทุกคนได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ที่อยู่ในความสนใจ

ให้นักเรียนที่เรียนช้า สามารถทบทวนได้และจะดูซ้ำหลายครั้ง เกิดกระบวนการเรียนรู้โดยลงมือทำ (Learning by Doing) ที่จะทำให้นักเรียนรู้สึกและรู้จริง (Panich, 2013) โดยที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากภาระงานที่ได้รับมอบหมายให้เรียนรู้ด้วยตนเองจากสื่อวีดิทัศน์ต่าง ๆ นอกชั้นเรียน ให้นักเรียนเรียนก่อนล่วงหน้า ทบทวนบทเรียนเพิ่มเติม และใช้ความเร็วในการเรียนตามความสามารถของนักเรียน ให้นักเรียนรู้จักการบริหารจัดการภาระงานของตนเองได้ ส่วนการเรียนในชั้นเรียนจะเป็นพื้นที่ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้อภิปรายร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดการคิดและลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง (Khammanee, 2010) ซึ่งนักเรียนทุกคนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนจากการใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ ผ่านการออกแบบและจัดทำอย่างเป็นระบบ จัดกิจกรรมนอกห้องเรียนในชั้นสร้างความสนใจ และขั้นสำรวจและค้นหา ส่วนกิจกรรมในห้องเรียนจัดกิจกรรมในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขยายความรู้ และขั้นประเมิน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Srirak (2022) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าผู้ที่เรียนในรูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยมีรายละเอียดแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 23 คน และมีคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 49.74 ($\bar{X} = 11.93$, $SD = 6.04$) ปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 1 คือ แนวคำถามในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กว้างเกินไป ครูผู้สอนดำเนินกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเร็วเกินไป นักเรียนเกิดความสับสน ไม่สามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาหรือวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนขาดทักษะการคิดคำนวณและการเชื่อมโยงทฤษฎีกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยการทบทวนความรู้เดิม เสริมบทเรียนและองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการพัฒนาทักษะการคิดคำนวณและการแก้สมการในห้องเรียนออนไลน์ ให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาตามขั้นตอนและสร้างความตระหนักให้นักเรียนเห็นความสำคัญของข้อมูลที่สถานการณ์กำหนดให้ ซึ่งนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้องเพื่อช่วยเสริมสร้างความมั่นใจในการทำกิจกรรม สอดคล้องกับทฤษฎีการสอนของ Gagne ที่กล่าวว่า การทบทวนความรู้เดิมช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้นครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องทบทวนและทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนที่จะเริ่มนำเสนอเนื้อหาที่เป็นความรู้ใหม่ ๆ (Gagne, 1985 cited in Boonbanlu, 2016) สอดคล้องกับที่ Phooddee et al. (2024) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้านช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตลอดเวลา ผ่านการใช้งานเทคโนโลยีในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยเครื่องมือดิจิทัล ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในห้องเรียนและนอกห้องเรียน และสอดคล้องกับที่ Sakkanha (2023) กล่าวว่า กระบวนการในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับห้องเรียนกลับด้าน นักเรียนศึกษาได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ ทำให้นักเรียนมีเวลาในการศึกษาค้นคว้าจากประเด็นข้อคำถาม ปัญหา เนื้อหา และทำแบบฝึกหัดมากกว่าการเรียนแบบปกติ นักได้เรียนช้า ย่ำทวน จึงส่งผลให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้

จำนวน 3 ชั่วโมง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 23 คน ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน และมีคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 59.06 ($\bar{x} = 14.17$, $SD = 3.65$) ปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 2 คือ นักเรียนบางคนดูแนวทางการตอบคำถามของเพื่อนโดยลอกมา นักเรียนบางคนมีปัญหาการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ไม่มั่นใจในการคำนวณ ไม่กล้าถามในสิ่งที่สงสัย นักเรียนนิ่งเฉยกับประเด็นคำถามที่ครูใช้ถามกระตุ้นคิดในแต่ละขั้นในการแก้โจทย์ปัญหา เพราะกลัวตอบผิด นักเรียนบางคนสับสนเกี่ยวกับสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยการเพิ่มรูปแบบกิจกรรมนอกห้องเรียนให้หลากหลายขึ้น เพิ่มเกมส์ทบทวนความรู้ วิดีโอการทดลองสมบัติแก๊ส วิดีโอที่ครูอธิบายแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนสามารถฝึกทักษะได้หลากหลายรูปแบบ เมื่ออยู่ในห้องเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สอบถามได้อย่างสบายใจ เสริมแรงให้นักเรียนร่วมคิดและแสดงออกในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา แจ้งนักเรียนว่าการตอบผิดก็ไม่หักคะแนน ให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ให้ความสนใจกับนักเรียนกลุ่มที่อ่อนทักษะการคำนวณเป็นพิเศษ คอยเป็นผู้ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการเสริมความมั่นใจให้นักเรียนกล้าลงมือทำด้วยตนเอง สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Skinner ที่กล่าวว่า พฤติกรรมใด ๆ ก็ตามถ้าได้รับการเสริมแรง พฤติกรรมนั้นมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นอีก การเรียนรู้จะเกิดก็ต่อเมื่อนักเรียนมีความรู้และต้องรู้ว่าคุณค่าที่จะเกิดขึ้นจากการเรียนรู้นั้นคืออะไร (Chomchid, 2019) สอดคล้องกับ Thammawech (2022) ที่กล่าวว่า ห้องเรียนกลับทางเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ก่อนเข้าชั้นเรียน เวลาเรียนในห้องเรียนก็จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่สอนได้ง่าย มีเวลาในการทำกิจกรรมในห้องเรียนมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม สร้างปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยกันวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาาร่วมกัน ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนมีความผ่อนคลายในการเรียนมากขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ชั่วโมง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 17 คน ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 6 คน และมีคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 70.10 ($\bar{x} = 16.82$, $SD = 2.72$) ปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 3 คือ การทำกิจกรรมเมื่อต้องแบ่งหน้าที่ให้สมาชิกกลุ่มช่วยกันทำการทดลอง มีสมาชิกในกลุ่มบางคนไม่ได้ร่วมทำการทดลองกับเพื่อนนักเรียน และนักเรียนที่ยังไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้รู้สึกกดดันจากบรรยากาศที่เพื่อนสามารถเรียนและแก้โจทย์ปัญหาได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยการทำคู่มือการใช้ชุดการทดลองอย่างง่าย อธิบายอุปกรณ์ และขั้นตอนการใช้และเก็บรักษาโดยละเอียด ให้นักเรียนสามารถทำการทดลองซ้ำได้ สับเปลี่ยนสมาชิกร่วมทำการทดลองได้ และครูผู้สอนเพิ่มโจทย์หลากหลายรูปแบบ และช่องการทบทวนการแก้โจทย์ปัญหานอกเวลาให้ในห้องเรียนออนไลน์ ลดความกดดัน เมื่อนักเรียนร่วมแสดงออกในกิจกรรมในห้องเรียน ครูและเพื่อน ๆ ร่วมกล่าวชมเชย เสริมความมั่นใจให้นักเรียน สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้จากการปฏิบัติของ Dewey ที่กล่าวว่า นักเรียนต้องเรียนรู้ควบคู่ไปกับการกระทำ และผู้เรียนต้องมีการทำความเข้าใจความรู้ใหม่โดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่สั่งสมมาเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ การฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาได้จึงเป็นสิ่งจำเป็น (Angurarohita, 2013 cited in

Chomchid, 2019) สอดคล้องกับที่ Soikudreua & Dokmai (2021) กล่าวว่า ครูจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้นทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลายทำให้นักเรียนเกิดกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ความมั่นใจที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการเลือกบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ไม่เป็นทางการ

วงจรปฏิบัติการที่ 4 ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ชั่วโมง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 คน ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จากวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้ง 6 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และมีคะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 78.47 ($\bar{X} = 18.83$, $SD = 1.17$) จากการสังเกตพบว่านักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ตามขั้นตอนแนวคิดของ Polya เนื่องจากครูผู้สอนให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมและทบทวนความรู้ตามความต้องการของผู้เรียนบนเว็บไซต์จากนอกห้องเรียน แล้วจึงนำสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือข้อคำถามมาอภิปรายร่วมกันในห้องเรียนให้เห็นภาพชัดขึ้น มีการเพิ่มกิจกรรมทบทวนความรู้เดิมก่อนไปสู่องค์ความรู้ใหม่และการฝึกแก้โจทย์ปัญหาทุกครั้ง สอดคล้องกับแนวคิดของ Bergman and Sams ที่กล่าวถึง ห้องเรียนกลับด้าน ว่าเป็นการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่หลากหลายและยั่งยืน โดยที่ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกวิธีการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน (Bergman & Sams, 2012) สอดคล้องกับที่ Sithsungnoen (2017) กล่าวว่า แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เป็นวิธีการสอนที่ทำให้เกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เปลี่ยนบทบาทครูจากผู้บรรยายมาเป็นผู้จัดกระบวนการเรียนรู้ เป็นนักออกแบบกิจกรรมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ (Pedagogy) อำนวยความสะดวกและเสนอแนะเครื่องมือการเข้าถึงองค์ความรู้ผ่านวิธีการต่าง ๆ โดยเฉพาะผ่าน Technology ให้เข้าถึงความรู้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ให้นักเรียนใช้เป็นเครื่องมือไปเรียนรู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในห้องเรียน ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning ที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับที่ Kongrat (2022) กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้าน เป็นแนวคิดสำหรับการจัดการเรียนรู้ในวิถีใหม่โดยการเปลี่ยนกระบวนทัศน์จากการจัดการเรียนรู้แบบเดิม (Traditional paradigm) ไปสู่กระบวนทัศน์ใหม่ (New paradigm) ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการเรียนรู้

แสดงให้เห็นว่าจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพที่สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนมีความเข้าใจ มีการวางแผนก่อนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและตรวจสอบคำตอบ มีความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรม โดยกิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาและเรียนรู้นอกห้องเรียนด้วยกิจกรรมอย่างหลากหลาย นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง แสดงออกถึงความสามารถของตนเองได้อย่างหลากหลาย เกิดการแข่งขันกันเรียนอย่างเข้มแข็ง แต่ในขณะเดียวกันก็เสริมสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูผู้สอน มีบรรยากาศที่ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ฝึกการวางแผนการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบตนเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การวัดประเมินผลกิจกรรมนอกห้องเรียน ควรมีช่องทางการส่งงานหลากหลาย เช่น เพิ่มทางเลือกภาระงานแบบออนไลน์ สำหรับนักเรียนที่มีอินเทอร์เน็ตไม่พร้อมใช้งาน
2. แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีขั้นตอน จึงเหมาะกับการนำไปใช้สอนในเนื้อหาวิทยาศาสตร์คำนวณ เช่น วิชาฟิสิกส์ วิชาเคมีคำนวณ
3. แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ มีบริบทกิจกรรมนอกห้องเรียนที่สร้างความสนใจในการเรียนของนักเรียน จึงเหมาะกับการนำรูปแบบการสอนที่มีสื่อทันสมัยมาใช้ควบคู่ไปด้วย เช่น ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการทดลองแบบย่อส่วน เป็นต้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งถัดไป

1. จากการศึกษาแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่ามีความหลากหลายในการใช้สื่อการเรียนการสอน จึงเหมาะที่จะนำมาพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะความสามารถอื่น ๆ เช่น ความคิดเชิงสร้างสรรค์ ทักษะในการทำงานร่วม ทักษะด้านเทคโนโลยี เป็นต้น
2. แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ มีบริบทการเรียนนอกห้องเรียนที่โดดเด่น เหมาะกับการนำไปบูรณาการจัดการเรียนการสอนร่วมกับหลักสูตรท้องถิ่น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนนอกห้องเรียนจากสื่อที่หลากหลายและใกล้ตัวผู้เรียน

References

- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flipped Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day*. 1st ed. Washington DC: International Society for Technology in Education.
- Boonbanlu, N. (2016). *kānphatthana phānkan chat kitchakam kānriānru tām nāokhit khong kā ye ruam kap kānchai sū man ti mī dīa phūa soemsāng khwāmsāmāi nai kān khit wikhro rūang 'Āsīān suksā chan prathom suksā pī thī hok* [Development Learning Activities on Gagne's Concept of Utilizing the Multimedia Activity Package Based for Enhancing Analytical Thinking Ability on ASEAN Studies for PratomSuksa 6]. Master Thesis. Maha Sarakham: Maha Sarakham Rajabhat University.

- Charlie, V. & Pruekpramool, C. (2019) khwāmsāmāṭ nai kān kǎē čhōt panhā thāng fisik rūāng kot kān khluānthī khōng ni wō tan tām krabūānkān kǎē čhōt panhā khōng phō lō yā khōng nakriān radap namat yom suksā pī thī sī [Physics Problem-Solving Ability on the Topic of Newton's Laws of Motion Using Polya's Problem-Solving Process of 10th Grade Students]. **Journal of Kasetsart Educational Review**. 35(3), 72-84.
- Chomchid, P. (2019). **phruttkam kānsōn witthayāsāt** [Teaching behavior in science]. 5th ed. Maha Sarakham: Taksila Printing.
- Khammanee, T. (2010). **sāt kānsōn: 'ongkhwām rū phūā kānchat krabūānkān rīānrū thī mī prasitthiphap** [The science of teaching: Knowledge for organizing an effective learning process]. 13th ed. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Kongrat, C. (2022). hō 'ong rīān klap dān (Flipped Classroom): kānchatkān rīānrū phāsā Thai phūā phatthana phū rīān nai yuk khwām pakati that pai (Next Normal) [Flipped Classroom: Thai Language Learning Management to Develop Learners in the Next Normal Era]. **Ratchaphruek Journal**. 20(2), 1-15.
- Office of the Basic Education Commission. (2017). **tūā chī wat læ sārā kānrīānrū kǎēn klāng klum sārā kānrīānrū witthayāsāt (chabap prapprung Phō, Sō, 2560)** [Indicator and Core Learning Content of Science Learning Area (Revise edition A.D.2017)]. Bangkok: Agricultural Cooperative of Thailand Printing House Limited.
- Panich, W. (2013). **khru phūā sit sāngha 'ong rīān klap thāng** [Teacher for students create Flip Classroom]. 2nd ed. Bangkok: S.R. Printing mass product.
- Phooddee, W., Sompita, C., Bootdeevong, A., Wadeesirisak, T., Udomdechawet, K. & UTaisan, T. (2024). kānphatthana khwām khit sāngsan khōng nakriān dūāi kānchat kitchakam kānrīānrū bāep hok E Learning tām nǎēkhīt sa tem bī sī čhī phūā kānsuksā rap nak rīān namat yom suksā pī thī sām [The Developing Students' Creative Thinking by Using 6E Learning Activities Based on The STEM BCG for Education for Grade-9 Students in Chumchon Bankampok Thadokkaew school]. **Journal of Science and Science Education (JSSE)**. 7(1), 133–146.

- Rattanauthaikul, W. & Ladachart, L. (2022). thaksa k̄an khit ‘aphi panyā nai k̄an k̄e chōt panhā khēmī khōṅg nakriān chan matthayommasuksā tōṅ plāi k̄lum chātṭiphan [Upper Secondary Students’ Metacognitive Thinking Skills in Chemistry Problem Solving]. **Journal of Inclusive and Innovative Education**. 6(1), 72–86.
- Saelueng, N. (2014). suksā khwām sāmāt nai k̄an k̄e panhā thāṅg witthayasāt khōṅg dek thī mī khwāmsāmāt phisēt dān witthayasāt chan prathom suksā pī thī hok dōi chai chut kitchakam phōēmphūn prasopk̄an wicha witthayasāt [A Study of Science Problem Solving Ability of Scientifically Gifted Students in Grade 6 Using Science Enrichment Activities]. Master Thesis. Srinakarinvirot University.
- Sakkanha, W. (2023). k̄anphatthana rūpbāp k̄anchatk̄an riānrū rūāṅg ‘asommak̄an choēṅ sēn tuāprāe diēo bāp sūpsō khākwām rū rōwō makap hō ‘ong riān klap dān phūa songsoēm khwāmsāmāt nai k̄an k̄e panhā thāṅg khanittasāt samrap nak riān namat yom suksā pī thī sām [Developing a learning management model on linear inequality of one variable with the inquiry-based learning with a flipped classroom to promote the ability to solve math problems for Matthayomsuksa 3 students]. **Lampang Rajabhat University Journal**. 12(1), 72–84.
- Sithsungnoen, C. (2017). hō ‘ong riān klap dān: thaksa k̄anriānrū nai satawat thī yīsip ‘et [Flipped classroom: learning skill in century 21ST]. **Journal of MCU Social Science Review**. 6(2-05), 171–182.
- Soikudreua, N. & Dokmai, P. (2021). k̄anchatk̄an riānrū duāi rūpbāp hō ‘ong riān klap dān dōi chai krabuānk̄an sūpsō hā khwāmru bāp pōet phūa soēmsāṅg thaksa k̄an khit khan sūṅg khōṅg nak riān namat yom suksā pī thī hā [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.
- Srirak, W. (2022). phon k̄anchai rabop k̄anriānrū bon khalā rūām kap k̄anchatk̄an riān k̄ansōṅ bāp hō ‘ong riān klap dān rūāṅg ‘atōm lāe khroṅsāṅg ‘atōm phūa phatthana phon samrit thāṅgk̄an riān khōṅg nakriān radap namat yom suksā pī thī hā [Effect of Using Learning System on Cloud Integrated with Flipped Classroom on Atom and Atomic Structure for Developing Learning Achievement of Matthayom Suksa 5 Students]. **Wichcha Journal Nakhon Si Thammarat Rajabhat University**. 42(1), 24-38.

- Sukontorn, B. (2018). **n̄əo thāng k̄anchai h̄o'ong r̄ian klap dān nai k̄an r̄ian k̄ansōn wicha khēmī samrap nakr̄ian matthayommasuksa tōn plāi thī mī phon samrit thāngk̄an r̄ian tam** [Guidelines of Using the Flipped Classroom in Chemistry Instruction for Upper-Secondary Students with Low Achievement]. Master Thesis. Chulalongkorn University.
- Thammawech, N. (2022). **k̄anphatthana khwāmsāmāt nai k̄an k̄e panhā ch̄ot khanittasāt rūāng dōkb̄ia l̄ae m̄unlakhā khōng ngoēn dōi chai krabūank̄an k̄e panhā khōng phō l̄o yā** [The Development of Mathematics Ability in Word Problems Solving in the Topic of Interest and Value of Money by Using Polya's Problem Solving Process]. **Journal of Roi Kaensarn Academi**. 7(11), 324–339.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). **khūmū k̄anchai laksūt r̄aiwicha phōemtoēm witthayasāt wicha khēmī** [Manual of using the science additional curriculum in Chemistry]. Retrieved from <https://www.scimath.org/ebook-chemistry/item/8417-2-2560-2551>.