วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปีที่ 18 ฉบับที่ 2 : พฤษภาคม – สิงหาคม 2564

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

The Open-ended Inquiry Process of Flipped Classroom for High-Order Thinking Skills Enhancing of the 11th Grade Students

ARTCLEINFO

Article history:
Received 18 May 2021
Revised 19 July 2021
Accepted 18 August 2021
Available Online

นัฏฐารุจา สร้อยกุดเรือ[1] และ พรรณวิไล ดอกไม้[2]
Nattharuja Soikudreua[1] and Panwilai Dokmai[2]

ABSTRACT

This research aimed to study the Open-ended Inquiry Process of Flipped Classroom for High-Order Thinking Skills enhancing of the 11th grade students according to the criteria of 75 percentages. The participants were selected by purposive sampling including 42 grade 11 students in the second semester of the 2020 academic year at Sarakhampitthayakhom School, Muang District, Mahasarakham Province. The research instruments consisted of 1) 9 lesson plans of Open-ended Inquiry Process of Flipped Classroom on Electrochemistry within 14 hours. 2) 36 items of the High-Order Thinking Skills of four multiple choice test and 9 items of subjective test, 15 items of cycles and 3) the high-order thinking skills observation forms based on the action research. The numerical data was analyzed by mean ($\bar{x}$), standard deviation (S.D.) and percentage (%)

The research revealed that: after students' learning through the Open-ended Inquiry Process of Flipped Classroom, their High-Order Thinking Skills were higher than before the experiment. In cycles 1, 9 students had the HOTS score passing the criteria of 75 percent in all aspects, and 33 students could not pass the criteria of ($\bar{x}$=3.21, S.D.=1.01). In cycles 2, 21 students had the HOTS score passing the criteria of 75 percent, whereas 21 students could not pass the criteria of ($\bar{x}$=3.79, S.D.=1.02). In the cycles 3, students had the HOTS score passing the criteria of 75 percent of all ($\bar{x}$=4.32, S.D.=0.45).

Keywords : Flipped Classroom / High-Order Thinking Skill / Open-Ended Inquiry / Action Research

[1] หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประเทศไทย
[1] Education of Master Degree, Department of Science Educational, Faculty of Education, Rajabhat Mahasarakham University, Thailand
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประเทศไทย
[2] Assistant Professor, Department of Science Educational, Faculty of Education, Rajabhat Mahasarakham University, Thailand
Corresponding author: E-mail address; natruja522@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 จำนวน 1 ห้อง รวมทั้งสิ้น 42 คน โรงเรียนสารคามพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด จำนวน 9 แผน 14 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดทักษะการคิดขั้นสูง แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ และแบบอัตนัย 9 ข้อ วงจรปฏิบัติการละ 15 ข้อ รวมทั้งสิ้น 3 ฉบับ และ 3) แบบบันทึกผลสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูง โดยใช้รูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละ (%)

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด มีทักษะการคิดขั้นสูงในวงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ทุกด้านจำนวน 9 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 33 คน ($\bar{x}$=3.21, S.D.=1.01) ในวงจรปฏิบัติที่ 2 นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ทุกด้านจำนวน 21 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 21 คน ($\bar{x}$=3.79, S.D.=1.02) และในวงจรปฏิบัติที่ 3 นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ทุกคน ($\bar{x}$=4.32, S.D.=0.45)

คำสำคัญ : รูปแบบห้องเรียนกลับด้าน / ทักษะการคิดขั้นสูง / กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด / วิจัยเชิงปฏิบัติการ

บทนำ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มุ่งเน้นให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์ แก้ปัญหาเป็น มีความตระหนัก มีจิตสำนึก และสามารถนำความรู้ไปปฏิบัติในชีวิตประจำวันและชีวิตการทำงานได้ เป็นผู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี เพื่อสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 ที่ระบุแนวการจัดการศึกษาว่าการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ทั้งนี้ การจัดการเรียนในศตวรรษที่ 21 นอกจากนักเรียนจะต้องรู้เนื้อหาแล้ว ยังจำเป็นต้องฝึกทักษะสำคัญเพื่อการทำงานในโลกอนาคต ดังนั้นกระบวนการของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะสำคัญจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง และครูต้องใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมายดังกล่าว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563)

สภาพปัจจุบันการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียนทางด้านความรู้ความเข้าใจเป็นสิ่งที่ได้รับการเอาใจใส่มากกว่าด้านอื่น ๆ โดยขาดการส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิด ทำให้นักเรียนขาดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถคิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2557) นอกจากนี้กระบวนการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่เน้นเนื้อหาสาระและความจำมากกว่าการพัฒนาทักษะและสมรรถนะ ส่งผลให้นักเรียนขาดการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด ทั้งการคิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งขาดทักษะการแก้ปัญหา การตั้งคำถาม

และแสวงหาความรู้ รวมทั้งขาดการพัฒนาทักษะการจัดการข้อมูลสารสนเทศ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีข้อมูลให้สามารถเข้าถึงได้จำนวนมาก หลากหลายช่องทาง นักเรียนจึงจำเป็นต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อเลือกใช้ประโยชน์ และถ่ายทอดอย่างถูกต้องเหมาะสม (คณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา, 2560) การพัฒนาความสามารถในการคิดและทักษะในการคิดนั้นมีความจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 และการพัฒนาศักยภาพทางความคิดนั้นจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาการหรือทักษะการคิดขั้นสูงคิดระดับสูง (ทิศนา แขมมณี, 2544)

ทักษะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking Skills : HOTS) เป็นคุณลักษณะทางความคิดที่ซับซ้อนลึกซึ้ง และมีกระบวนการคิดหลายขั้นตอน โดยอาศัยการสื่อความหมายและทักษะการคิดที่เป็นแกนหลายทักษะในแต่ละขั้นในการประมวลองค์ความรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่คำตอบเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งในการประมวลองค์ความรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ การศึกษาในปัจจุบันจึงได้มุ่งพัฒนาส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดที่จะนำความรู้ความเข้าใจไปใช้วิเคราะห์ เพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์จรรโลงชีวิตให้สามารถดำรงอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข การที่นักเรียนจะสามารถคิดเป็นนั้นต้องมีพื้นฐานทางประสบการณ์ มีความรู้ และการเรียนรู้ เพราะการคิดเป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดจากการเรียนรู้ (Shaffer, 1985, อ้างถึงใน นวลพรรณ ไชยมา, 2554) สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom (Bloom's Taxonomy) ที่กล่าวถึง ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งแบ่งการคิดออกเป็นการคิดขั้นพื้นฐานและการคิดขั้นสูง โดยการคิดขั้นสูงประกอบด้วย การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งการวิเคราะห์ เป็นการจำแนก แยกแยะสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง อาจเป็นวัตถุสิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์แล้วนำมาประกอบเป็นเหตุผลเพื่อใช้ในการตัดสินใจเชื่อหรือสรุปอย่างมีเหตุผล การสังเคราะห์ คือ ความสามารถของนักเรียนในการที่จะใช้สมองคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น โดยอาศัยความสามารถของตนเอง และการประเมินค่า คือ การพิจารณาตรวจสอบ วินิจฉัยเรื่องราว ความคิด เหตุการณ์ วิจารณ์ ตัดสินโต้แย้ง ป้องกัน สนับสนุน ตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าในด้านความคิด การกระทำ รวมถึงวัตถุสิ่งของต่าง ๆ โดยใช้เหตุผลและหลักการ ซึ่งการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่ควรจะพัฒนาให้กับนักเรียน (Bloom, et al., 1956, อ้างถึงใน รัฐพล ประดับเวทย์, 2560)

อย่างไรก็ตามการจัดหลักสูตรการเรียนรู้สื่อและเทคโนโลยีไม่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นักเรียนไทยมีชั่วโมงเรียนมาก จำนวนวิชามาก แต่สัดส่วนของจำนวนชั่วโมงต่อวิชาเรียนหลักอาจยังไม่เหมาะสม จากรายงานการวิจัยของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาปี 2560 พบว่าการเปรียบเทียบผลการทดสอบ PISA (Programme for International Student Assessment : PISA) ระหว่างประเทศที่มีค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product) ต่อหัวใกล้เคียงกับไทยพบว่าสัดส่วนวิชาเรียนหลักทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และภาษาของประเทศไทยน้อยกว่าสิงคโปร์และเวียดนาม จึงทำให้ผลการทดสอบ PISA ของไทยอยู่ในระดับไม่ดีเท่าที่ควร (มนต์นภัส มโนการณ์, 2561) และพบว่าการเรียนการสอนในยุคปัจจุบันได้ปรับเปลี่ยนจากระบบการเรียนการสอนที่ผู้สอนเป็นผู้บรรยายแต่ผู้เดียว มาเป็นการใช้เทคโนโลยีควบคู่ไปกับการสอน และผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากผู้ให้ความรู้ เป็นผู้ชี้แนะแนวทางการเรียน ด้วยการสอนแบบเดิมที่ผู้สอนเป็นศูนย์กลางไม่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นจึงต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอนและปรับความเข้าใจในบทบาทของนักเรียนและผู้สอนให้ถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะที่สำคัญและจำเป็นอยู่เสมอ ซึ่งจะช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีความพร้อมในการใช้ชีวิตอย่างมีความสุขในศตวรรษที่ 21 ที่สิ่งแวดล้อมรอบตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่อเทคโนโลยีถูกพัฒนาและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งความเร็วและความเสถียร การนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างหลากหลายนั้นมีประสิทธิภาพสำหรับการใช้งานที่แตก

ต่างกันโดยนับวันจะพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว (วิภาพรรณ พินลา, 2559 และ ศยามน อินสะอาด, 2559) และจากรายงานประจำปีของสถานศึกษา (Self–Assessment Report) ปีการศึกษา 2562 พบว่าผลการประเมินตนเองของโรงเรียนสารคามพิทยาคม ในมาตรฐานที่ 3 ด้านกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ในส่วนจุดที่ควรพัฒนาของสถาบันชี้ว่าครูควรจัดกิจกรรมเน้นให้นักเรียนได้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์คิดสังเคราะห์อย่างหลากหลายและใช้แหล่งเรียนรู้ในการพัฒนาตนเอง และครูควรจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีที่หลากหลาย สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์หาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ สื่อเทคโนโลยีให้มากขึ้น และพัฒนาสื่อและแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องปฏิบัติการให้อยู่ในสภาพดี และพร้อมใช้งานเสมอ (รายงานประจำปีของสถานศึกษา, 2562) สอดคล้องกับผลการสำรวจทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 ของผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยในแต่ละด้าน ได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 54.76 ทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 35.24 และทักษะการคิดประเมินค่า คิดเป็นร้อยละ 70.48 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเร่งการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนบรรลุผลตามที่โรงเรียนมีนโยบายในการยกระดับผลการเรียนและทักษะการคิดให้สูงขึ้นกว่าเดิมและสอดรับกับที่โรงเรียนให้ความสำคัญต่อการจัดการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณธรรม

การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ได้รับการคิดค้นจากประสบการณ์การสอนในชั้นเรียนวิชาเคมีของครู Jonathan Bergmann และ Aaron Sams ในโรงเรียน Woodland Park รัฐโคโลราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีสาเหตุมาจากนักเรียนหลายคนไม่สามารถเข้าเรียนได้ตามเวลาปกติ เช่น บางคนต้องฝึกซ้อมกีฬา บางคนต้องทำกิจกรรมอื่น ๆ จึงไม่สามารถเข้าเรียนได้ หรือเนื้อหาในวิชาเรียนที่ต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ ทำให้ไม่สามารถเรียนได้หมดในชั่วโมงเรียนได้ ครูทั้งสองท่านจึงมีแนวคิดว่าจะเลือกเทคโนโลยีใดที่นำมาใช้สอนนักเรียน และนักเรียนสามารถเรียนเนื้อหานั้นได้โดยใช้อุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ มือถือ ฯลฯ ที่จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนนอกเวลาเรียนได้ อีกทั้งใช้กิจกรรมต่าง ๆ เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างครูกับนักเรียน เช่น การส่งอีเมล์ของนักเรียนมาถึงครูเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย หรือครูถามนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ใช้เรียนบนเว็บไซต์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ซึ่งวิจารณ์ พานิช (2556) ได้กล่าวถึงห้องเรียนกลับด้านว่า เป็นการเรียนเนื้อหาวิชาที่บ้านและทำการบ้านที่โรงเรียน หรือรับการถ่ายทอดวิชาความรู้ที่บ้าน แล้วมาสร้างความรู้ต่อยอดจากวิชาที่รับการถ่ายทอดมาให้เป็นความรู้ที่สอดคล้องกับชีวิตทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีพลังเกิดทักษะ ที่เรียกว่าทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ครูยังทำหน้าที่เป็นครูฝึกหรือครูติวเตอร์ และใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนสมัยใหม่ชอบ หรืออาจเรียกว่าเป็นการนำโลกของโรงเรียนเข้าสู่โลกของนักเรียนคือเป็นโลกดิจิตัล เพื่อช่วยนักเรียนที่มีงานยุ่ง ช่วยนักเรียนที่เรียนอ่อนแต่ขวนขวาย ช่วยนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนที่แตกต่างกันให้สามารถก้าวหน้าได้ตามสามารถของตน ช่วยให้นักเรียนสามารถที่จะหยุดหรือกรอกลับครูของตนได้ ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับผู้อื่น เป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ปกครองในคุณภาพของการเรียนการสอน ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้แบบ Flipped–Mastery Approach 21 (วิจารณ์ พานิช, 2556) ซึ่งห้องเรียนกลับด้านทำให้เกิดการเรียนรู้แบบรู้จริง (Mastery Learning) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา มีความรับผิดชอบต่อการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าใช้ความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นไปตามแนวทางการปฏิรูปความรู้อย่างแท้จริง กอปรกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งผลต่อความรับผิดชอบของนักเรียน (วิจารณ์ พานิช, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับที่ Robert, et al.

(2016) พบว่าการเรียนการสอนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน เป็นการเปลี่ยนวิธีการสอนที่เพิ่มการเรียนรู้นอกห้องเรียนเพิ่มมากขึ้น เป็นวิธีการเรียนรู้แบบ Active Learning ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนและครูได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schultz, et al. (2014) ที่พบว่านักเรียนทุกคนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจดีขึ้นเมื่อเรียนด้วยการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เนื่องจากในการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านนักเรียนสามารถหยุด–ย้อนกลับ ทบทวนการบรรยาย และการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านยังช่วยเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้เป็นรายบุคคลและครูมีความพร้อมช่วยเหลือนักเรียนมากขึ้น นอกจากนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรอนงค์ แคนจา และคณะ (2563) ที่พบว่านักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหามาล่วงหน้า ซึ่งทำให้นักเรียนแต่ละคนมีการเรียนเรียนรู้ที่แตกต่างกัน รูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันให้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง และเมื่อผนวกกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีโอกาสได้ศึกษาด้วยตนเองและส่งเสริมนักเรียนให้พัฒนาความคิดอย่างเป็นระบบ (ชบาพร พิมวัน, 2563)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนสร้างคำถามด้วยตนเอง ออกแบบวิธีการ และนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีบทบาทในด้านการให้คำปรึกษาและจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับนักเรียนในระดับชั้นที่สูงกว่าระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์, 2558) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด 3) ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 4) ขั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม 5) ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด 6) ขั้นขยายความรู้ และ 7) ขั้นประเมินผล (รณชัย กลิ่นเกล้า, 2558) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายวิธี อีกทั้งสามารถนำเสนอแนวคิดของตนเองได้อย่างเหมาะสมและมีความถูกต้องชัดเจน นักเรียนมีการทำงานเป็นระบบ มีการวางแผนและกติกา และครูสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง มีการเชื่อมโยง มีความพร้อมทั้งการเตรียมการสอน ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดอย่างเต็มที่ มีการเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้เกิดพลังความคิดและใช้คำอธิบายในแนวทางที่ถูกต้องได้ดี (นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์, 2554)

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด โดยผู้วิจัยใช้สื่อเทคโนโลยีหรือสื่อออนไลน์ผ่านทาง Facebook ในการเป็น Resource Center เนื่องจากเป็นสื่อที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนากิจกรรมจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในลำดับต่อไป

วัตถุประสงค์

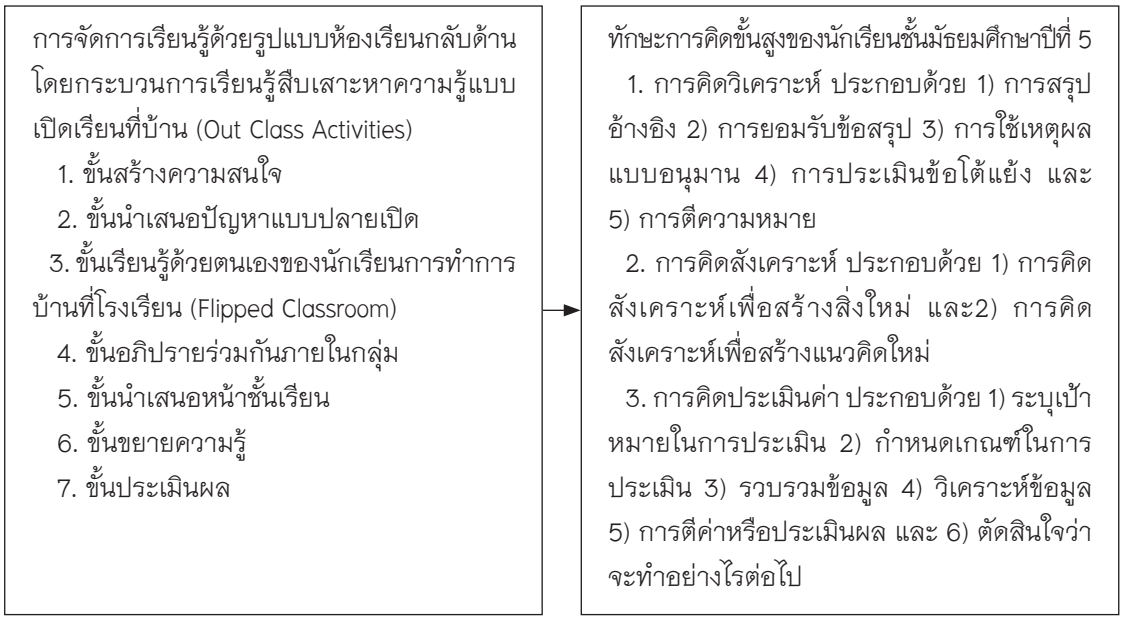
เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75

วิธีดำเนินการวิจัย

การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เขต 26 ได้จากการเลือกห้องที่ผู้วิจัยรับผิดชอบจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมีเพิ่มเติม แบบเจาะจง (Purposive Selection เขต 26) โดยมีเกณฑ์การเลือกดังนี้ เป็นนักเรียนแผนการเรียน วิทย์-คณิต 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 และได้ทำการทดสอบก่อนเรียน พบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยในแต่ละด้าน ได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 54.76 ทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 35.24 และทักษะการคิดประเมินค่าคิดเป็นร้อยละ 70.48 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน ดังนั้นกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 ทุกคน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 3 ชนิด ประกอบด้วย

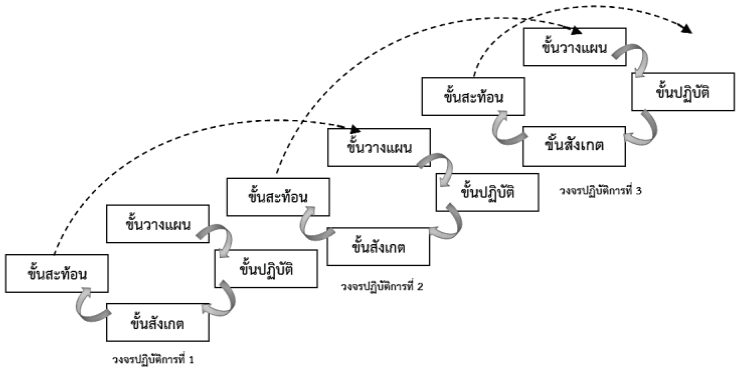
1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เคมีไฟฟ้า ประกอบด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเอง ขั้นอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม ขั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียน ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล จำนวน 9 แผน เวลา 14 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น 3 วงจรดังนี้ วงจรที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 เรื่องเลขออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ และการทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ วงจรที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 เรื่องตัวรีดิวส์ และตัวออกซิไดซ์ การดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยา วงจรที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 เรื่ององค์ประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี ประเภทของเซลล์กัลวานิก และเซลล์อิเล็กโทรไลติก แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการประเมินความเหมาะสมและคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีความเหมาะสมเฉลี่ย 4.35-4.53 (แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 9 แผน มีความเหมาะสมมากที่สุด)

2. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดขั้นสูง เรื่อง เคมีไฟฟ้า เป็นข้อสอบแบบปรนัย 15 ข้อ และอัตนัย จำนวน 3 ข้อ เป็นแบบทดสอบ 3 ชุดที่ใช้ในแต่ละวงจรปฏิบัติ ผ่านการประเมินความเหมาะสมและคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสาระ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน โดยแบบทดสอบมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.33–1.00 มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.45–0.80 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.89

3. แบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูง

ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ประกอบด้วยขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ เป็นวงจรปฏิบัติการซ้ำต่อเนื่องกันเป็น 3 วงจร ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998 as cited in Kijkuakul, 2014) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การดำเนินการของวงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning) เตรียมแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 9 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 14 ชั่วโมง เตรียมสื่อการเรียนรู้เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมถึงการปฐมนิเทศนักเรียน แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และข้อตกลงในการวิจัย

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observation) ขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการบันทึกพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยจากแบบบันทึกผลสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดขั้นสูง ดำเนินการบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากแบบบันทึกการสอนประจำวัน รวมถึงการเก็บข้อมูลจากนักเรียนจากการสัมภาษณ์นักเรียนและแบบทดสอบท้ายวงจร เพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflection) หลังจากการประเมินผลด้วยเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้น คือ แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง เรื่องเคมีไฟฟ้า แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ วัดท้ายวงจรปฏิบัติการ วงจรละ 15 ข้อ ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการประเมินมาวิเคราะห์และตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้น ทำการสรุปผลด้านปัญหา อุปสรรคข้อบกพร่อง เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนได้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง จำนวน 9 แผน วงจรปฏิบัติละ 3 แผน แบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ

3. สะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อใช้ในวงจรต่อไปให้มีประสิทธิภาพ

4. ประเมินผลการเรียนรู้หลังจากดำเนินการปฏิบัติครบทั้ง 3 วงจร โดยให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังนี้

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาการคิดขั้นสูง เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ จากแบบทดสอบวัดทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งนักเรียนจะต้องมีคะแนนอยู่ในระดับดี หรือคิดเป็นร้อยละ 75 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การปฏิบัติในวงจรปฏิบัติ โดยการคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลพิจารณา เกณฑ์การแปลผลแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงของช่วงคะแนนคิดเป็นร้อยละตามระดับคะแนน 5 ระดับ (Rating Scales) ดังตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินทักษะการคิดขั้นสูง

รายการประเมิน		คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1.	ทักษะการคิดวิเคราะห์	2	นักเรียนสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย และหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยได้ถูกทั้งหมด
		1	นักเรียนสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย และหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยได้บางส่วน
		0	นักเรียนการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย และหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยผิดทั้งหมด
2.	ทักษะการคิดสังเคราะห์	2	นักเรียนสามารถรวบรวมเรื่องราวองค์ประกอบต่าง ๆ หรือผสมผสานองค์ประกอบเหล่านั้นให้เป็นสิ่งใหม่ได้ถูกทั้งหมด
		1	นักเรียนสามารถรวบรวมเรื่องราวองค์ประกอบต่าง ๆ หรือ ผสมผสานองค์ประกอบเหล่านั้นให้เป็นสิ่งใหม่ได้บางส่วน
		0	นักเรียนรวบรวมเรื่องราวองค์ประกอบต่าง ๆ หรือ ผสมผสานองค์ประกอบเหล่านั้นให้เป็นสิ่งใหม่ผิดทั้งหมด
3.	ทักษะการคิดประเมินค่า	2	นักเรียนสามารถวินิจฉัย ตัดสินคุณค่าของสิ่งของ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์มาตรฐานได้ถูกทั้งหมด
		1	นักเรียนสามารถวินิจฉัย ตัดสินคุณค่าของสิ่งของ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์มาตรฐานได้บางส่วน
		0	นักเรียนวินิจฉัย ตัดสินคุณค่าของสิ่งของ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์มาตรฐานผิดทั้งหมด

ตารางที่ 2 เกณฑ์การแปลผลแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง

คะแนนคิดเป็นร้อยละ	ระดับคุณภาพ
80 – 100	นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับดีมาก
70 – 79	นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับดี
60 – 69	นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับปานกลาง
50 – 59	นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับพอใช้
0 – 49	นักเรียนมีทักษะอยู่ในระดับปรับปรุง

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาทักษะการคิดขั้นสูง เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด จากแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียน โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละ (%)

จากการทดสอบก่อนเริ่มปฏิบัติการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยในแต่ละด้าน ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน โดยนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์จะเป็นกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เคมีไฟฟ้า ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว พบว่า ในแต่ละวงจรนักเรียนมีแนวโน้มทักษะการคิดขั้นสูงแต่ละด้านสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์สรุประดับทักษะการคิดขั้นสูง เรื่อง เคมีไฟฟ้า วงจรปฏิบัติการที่ 1–3

ด้านทักษะการคิดขั้นสูงที่ประเมิน	ระดับทักษะการคิดขั้นสูง								
	วงจรที่ 1			วงจรที่ 2			วงจรที่ 3		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1. ทักษะการคิดวิเคราะห์	3.43	0.97	ปานกลาง	3.83	1.19	ดี	4.24	0.43	ดี
2. ทักษะการคิดสังเคราะห์	2.45	1.02	พอใช้	3.45	0.92	พอใช้	4.21	0.42	ดี
3. ทักษะการคิดประเมินค่า	3.76	1.05	ดี	4.10	0.96	ดี	4.52	0.51	ดีมาก
รวม	3.21	1.01	ดี	3.79	1.02	ดี	4.32	0.45	ดี
ค่าเฉลี่ยร้อยละ		64.29			75.87			86.54	

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงสูงขึ้น คิดเป็นร้อยละ 64.29 75.87 และ 86.54 และนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน ซึ่งเกณฑ์ที่ผ่านนั้นมีคะแนนเฉลี่ยแต่ละด้านสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ด้วย

อภิปรายผล

จากการวิจัยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาวิจัยสามารถสรุปผลดังต่อไปนี้

สรุป

จากการดำเนินการวิจัยการเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน

โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติการ และนำมาปรับปรุงแก้ไขในวงจรถัดไป ดังนี้

1. สรุปผลการวัดทักษะการคิดขั้นสูงท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากการวัดทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนการคิดขั้นสูงในแต่ละด้าน คือ คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 68.57 ($\bar{x}$= 3.43, S.D.= 0.91) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 14 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 49 ($\bar{x}$= 2.45, S.D.= 1.02) มีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 33 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดประเมินค่า คิดเป็นร้อยละ 75.24 ($\bar{x}$= 3.76, S.D.= 1.05) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 15 คน และพบว่า หลังเรียนนักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงสูงกว่าก่อนเรียน หลังจากการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เลขออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ และการทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ทั้ง 3 แผน พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 9 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 33 คน

2. สรุปผลการวัดทักษะการคิดขั้นสูงท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากการวัดทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนการคิดขั้นสูงในแต่ละด้าน คือ คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 76.67 ($\bar{x}$= 3.83, S.D.= 1.19) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 20 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 40 ($\bar{x}$= 3.45, S.D.= 0.92) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 33 คน คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดประเมินค่า คิดเป็นร้อยละ 81.90 ($\bar{x}$= 4.10, S.D.= 0.96) โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 15 คน และพบว่าหลังเรียน นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงสูงกว่าก่อนเรียน โดยก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยแต่ละด้านไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน แต่หลังจากการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เลขออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ และการทดลองการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนของโลหะ ทั้ง 3 แผน พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ทั้งหมด 22 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 20 คน

3. สรุปผลการวัดทักษะการคิดขั้นสูงท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากการวัดทักษะการคิดขั้นสูงหลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า หลังจากการจัดเรียนการสอนด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด ทั้ง 3 วงจร พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนการคิดขั้นสูงในแต่ละด้าน คือ คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 84.76 ($\bar{x}$= 4.24, S.D.= 0.43) คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 84.29 ($\bar{x}$= 4.21, S.D.= 0.42) คะแนนหลังเรียนด้านทักษะการคิดประเมินค่า คิดเป็นร้อยละ 90.5 ($\bar{x}$= 4.52, S.D.= 0.51) และนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด 3 ด้าน ทั้งหมดคือ 42 คน คิดเป็นร้อยละ 100

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่ได้ดำเนินการตามรูปแบบกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีข้ออภิปรายผล ดังนี้

จากการศึกษาผลการวิจัย พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น โดยก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนการทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยแต่ละด้านไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 42 คน

จึงนำนักเรียนเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด เรื่อง เคมีไฟฟ้า ทั้ง 3 แผน นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้นโดยมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยในแต่ละด้าน จากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนบ้างคนยังมีรู้ความต้องการของตัวเองทำให้ไม่สามารถสื่อสารกับเพื่อน ๆ ทำให้ไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นและอภิปรายต่าง ๆ กับสมาชิกภายในกลุ่ม เนื่องจากไม่สามารถตั้งคำถาม เลือกวิธีการแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง และนักเรียนบ้างคนไม่มีความสนใจ ไม่มีความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมบ้างกลุ่มไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ ประสบการณ์ในการทำกิจกรรมได้ เพราะนักเรียนมีการวางแผนในกลุ่มไม่ครอบคลุม ทำให้ไม่เป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ส่งผลให้การดำเนินการทดลองเมื่อเกิดปัญหาขึ้นนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ และยังไม่คุ้นเคยกับการใช้แบบวัดทักษะการคิดขั้นสูง สำหรับวงจรปฏิบัติการถัดไป ผู้วิจัยให้ความสำคัญและใส่ใจนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์มากยิ่งขึ้น โดยการปรับปรุงแก้ไขแผนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้นจะมุ่งเน้นการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองตามทักษะ ความรู้ความสามารถและสติปัญญาของเอกัตบุคคล (Individualized Competency) ตามอัตราความสามารถทางการเรียนแต่ละคน (Self–Paced) จากมวลประสบการณ์ที่ครูจัดให้ผ่านสื่อเทคโนโลยี ICT หลากหลายประเภทในปัจจุบัน และเป็นลักษณะการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียนอย่างอิสระทั้งด้านความคิดและวิธีปฏิบัติ และสอดคล้องกับแนวคิดของ ปางลีลา บูรพาพิชิตภัย (2558) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการของการสืบสอบ นักเรียนจะได้เรียนรู้แบบส่วนบุคคลด้วยตนเอง โดยการค้นคว้าหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามของตนเอง นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระหรือในกลุ่มที่จะดำเนินการขั้นตอนการสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม นักเรียนจะทำตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ปัญหา 2) แนวคิดการวิจัย 3) รูปแบบสมมติฐาน 4) ทดสอบสมมติฐาน 5) รวบรวมและประมวลผลข้อมูล 6) สรุป และ 7) นำเสนองาน

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน จากการสังเกต พบว่า ในตอนแรกนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถคิดขั้นสูงได้ นักเรียนอาจจะยังไม่เข้าใจการจัดกิจกรรมไม่มีความกระตือรือร้นที่จะเข้าเรียนในห้องเรียนออนไลน์ (กลุ่มเฟสบุ๊ค) และไม่สนใจที่จะเรียนรู้ จากการสอบถามพบว่านักเรียนไม่ชอบเรียนรู้ด้วยตนเอง ชอบการฟังบรรยายมากกว่า เมื่อมีปัญหานักเรียนจะไม่พยายามทำด้วยตนเอง จะคอยสอบถามผู้วิจัยและเพื่อนทันที ส่วนนักเรียนที่มีที่มีทักษะการคิดขั้นสูงผ่านเกณฑ์ร้อย 75 ได้ทั้งหมด 3 ด้าน จากการสังเกต พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่เรียนอยู่ในระดับดี เมื่อมอบหมายงานให้ทำจะพยายามทำด้วยตนเอง เมื่อมีข้อสงสัยจะถามผู้วิจัย และตั้งใจฟังครูอธิบาย และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนสามารถสรุปและวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน เนื่องจากครูจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้นทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำนักเรียนเกิดกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ความมั่นใจที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการเลือกหัวข้อที่ตนสนใจรวมทั้งบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดูไม่เป็นทางการ ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกผ่อนคลายจากวิธีการเรียนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Bergmann and Sams (2012, อ้างถึงใน วิจารณ์ พานิช, 2556) ที่กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้านนั้นเป็นการสอนให้นักเรียนรับผิดชอบการเรียนของตนเอง และเรียนให้รู้จริง และยังเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการสร้างนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้านหรือเกิดการเรียนให้รู้จริงอย่างท่องแท้ นอกจากนี้ ยังทำให้พฤติกรรมของนักเรียนเปลี่ยนไป ซึ่งในห้องเรียนแบบเดิมจะเห็นได้ว่า นักเรียนนั่งฟัง รับคำสั่ง และรับถ่ายทอดแล้วตอบข้อสอบเพื่อพิสูจน์ว่าตนได้เรียนรู้จริงนั้นส่งผลต่อนักเรียนส่วนน้อย นักเรียนอีกจำนวนหนึ่งหมดความสนใจและหลุดไปจากกระบวนการเรียนรู้ แต่ในห้องเรียนแบบกลับด้านนั้นเน้นเรียนให้รู้จริง ซึ่งนักเรียนจะต้องได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากสื่อวิดีทัศน์ที่น่าสนใจและให้ความเพลิดเพลินนอกจากนี้ ยังช่วยให้นักเรียนฝึกการฟัง การดูและวิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญได้ ทั้งนี้ยังมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษาอยู่เสมอ รวมทั้งการเรียนไม่ใช่สิ่งที่กระทำต่อนักเรียน

แต่กลายเป็นสิ่งที่นักเรียนเป็นเจ้าของเป็นผู้กระทำและจะเป็นทักษะที่ติดตัวตลอดไป และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิชานนท์ ชุมแวงวาปี (2558) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคห้องเรียนกลับด้านทำให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการเรียนรู้เป็นอย่างดีในเรื่องที่นักเรียนสงสัย นักเรียนที่เรียนรู้ผ่านทางสังคมออนไลน์ ยังได้ใช้ฟังก์ชั่นการสนทนาเพื่อสอบถามประเด็นที่สงสัยและครูก็สามารถให้คำแนะนำต่อนักเรียนได้ทันที ส่วนนักเรียนที่ไม่ได้เรียนรู้ผ่านทางสังคมออนไลน์ นักเรียนจะจดบันทึกประเด็นที่สงสัยจากนั้นจะนำมาสอบถามครูในชั้นเรียนและครูสามารถใช้เวลาในชั้นเรียนในการตอบคำถามของนักเรียนได้อย่างดี

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน โดยนักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงเฉลี่ยในแต่ละด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดขั้นสูงทั้ง 3 ด้าน และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ทุกคน จากผลการสังเกตการณ์ การวัดทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดประเมินค่า การคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์ เรียงตามลำดับ 3 ด้านด้วยกันคือ ด้านทักษะการคิดประเมินค่า โดยแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถตัดสินและใช้กฎเกณฑ์ ในการตรวจสอบ (Checking) และการวิพากษ์ (Critiquing) เป็นอย่างดี รองลงมาคือ ทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยแสดงให้เห็นได้ว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถแยกแยะข้อเท็จจริง สามารถให้เหตุผลแสดงความคิดเห็น และสนับสนุนข้อสรุปด้วยข้อความขยาย มีเป้าหมายในการทำงานและสามารถบริหารจัดการเวลาได้อย่างเหมาะสม และทักษะการคิดสังเคราะห์ในขั้นอภิปรายและนำเสนอร่วมกันภายในกลุ่ม นักเรียนสามารถอภิปรายและเปรียบเทียบข้อเท็จจริงได้ และ ทักษะการเรียนรู้เพิ่มขึ้นตามลำดับของวงจรปฏิบัติการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตนศรี พรหมใจรักษ์ (2556) ที่กล่าวว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลการประเมินดีขึ้นตามวงจรปฏิบัติการ ทั้งนี้เป็นเพราะตลอดระยะเวลาของการเข้าร่วมกิจกรรม ผู้ศึกษาจะให้ความรู้ต่าง ๆ โดยเน้นเรื่องการปฏิบัติจริง โดยมีการสังเกตพฤติกรรมและประเมินทักษะต่าง ๆ ของนักเรียน แล้วนำข้อค้นพบมาปรับแก้แผนการจัดกิจกรรมต่อไปทันทีตามกระบวนการการดำเนินงานของงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Limniou, et al. (2018) ได้ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อแนวทางการสอนของครูสอนคนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง (HOTS) ของนักเรียนที่ใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน และห้องเรียนปกติพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมีความชอบในด้านสื่อการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ถึงแม้ว่าไม่มีความแตกต่างกันมากระหว่าง 2 แนวทางการสอน ในขณะเดียวกันวิธีการมีส่วนร่วมและการช่วยเหลือของครูในการจัดกิจกรรมการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านทำให้นักเรียนสามารถเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง (HOTS) ของนักเรียนได้มากกว่า

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนบางคนยังขาดทักษะการคิดสูง เนื่องจากยังไม่เข้าใจกระบวนการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น เช่น การดูวิดีโอคลิปก่อนเข้าห้องเรียน ดังนั้นนักเรียนและครูควรมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและมุมมองของกิจกรรมที่จัดให้มากกว่านี้ และปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา โดยคำนึงถึงความสามารถของนักเรียน ทั้งในด้านของสิ่งอำนวยความสะดวกด้านเทคโนโลยีทั้งครูและนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาทักษะอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับเตรียมความพร้อมให้แก่นักเรียนในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ โครงงานเป็นฐานควบคู่กับทักษะการคิดขั้นสูง หรือปัญหาเป็นฐานควบคู่กับทักษะการคิดขั้นสูง

เอกสารอ้างอิง

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). *5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential features of inquiry).* http://sciedcenter.swu.ac.th/Portals/25/Documents/News/5 Essential features of inquiry_Kamonwan.pdf?timestamp=1434440007462.

งานประกันคุณภาพการศึกษา ฝ่ายบริหารวิชาการ. (2562). *รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self – Assessment Report: SAR).* โรงเรียนสารคามพิทยาคม.

ชบาพร พิมวัน. (2563). *การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ตีพิมพ์], มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ทิชานนท์ ชุมแวงวาปี. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคห้องเรียนกลับด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชาสังคมศึกษา ส21103. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,* 38(4), 7–14.

ทิศนา แขมมณี และ คณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด.* สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์. (2552). การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีแบบเปิด (Open Approach) : กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ระดับประถม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,* 32(4), 76–80.

นวลพรรณ ไชยมา. (2554). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงสำหรับนักศึกษา.* [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ไม่ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปางลีลา บูรพาพิชิตภัย. (2558). *The Flipped Classroom กับการจัดการเรียนการสอนในประเทศไทย.* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนต์นภัส มโนการณ์. (2561). การปฏิรูปการศึกษาขั้นพื้นฐานกับการจัดการศึกษาเชิงพื้นที่. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์,* 19(1), 1–15.

รัตนศรี พรหมใจรักษ์. (2555). *การพัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพ โดยใช้กิจกรรมค่ายการงานอาชีพและเทคโนโลยี (รายงานการศึกษา).* มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

รณชัย กลิ่นกล้า และคณะ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,* 18(1), 211–217.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21.* มูลนิธิสดศรี–สฤษดิ์วงศ์.

วิจารณ์ พานิช. (2556). *ครูเพื่อศิษย์ : สร้างห้องเรียนกลับด้าน (พิมพ์ครั้งที่ 2).* เอส.อาร์.พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์.

ศยามน อินสะอาด. (2559). การออกแบบบทเรียนอีเลิร์นนิงเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงระดับอุดมศึกษา. *วารสาร Veridian E–Journal.* 9(3), 906–922.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท]. (2560). *สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015.* สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท]. (2560). *ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) กับการสอนคณิตศาสตร์.* นิตยสาร สสวท. 49(209), 20–21. https://emagazine.ipst.ac.th/209/#II/z.

สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). *การพัฒนาวิชาชีพครูสู่ยุคปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2.* สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 1–2.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2563). *สภาวะการศึกษาไทย 2561/2562 การปฏิรูปการศึกษาในยุคดิจิทัล.* สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา.

อรอนงค์ แคนจา และคณะ. (2558). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์.* การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ. 8(1), 3108–3117.

Bergman G. & Sams S. (2012). *Flip your classroom reach every student in every class every day.* Colorado Publishing.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objective : The classification of educational goals.* David McKay. Kemmis, S. & McTaggart, R., (2014). *The Action Research Planner.* Singapore.

Limniou, M., Schermbrucker, I. & Lyons, M. (2018). *Traditional and flipped classroom approaches delivered by two different teachers: the student perspective.* Educ Inf Technol. 23, 797–817.

Robert, J., Lewis, S. E., Oueini, R. and Mapugay, A. (2016). Coordinated Implementation and Evaluation of Flipped Classes and Peer-Led Team Learning in General Chemistry. *Journal of Chemical Education,* 93(12), 1993–1998.

Schultz, D., Duffield, S., Rasmussen, S. and Wageman, J. (2014). Effects of the flipped classroom model on student performance for advanced placement high school chemistry students. *Journal of Chemical Education,* 91, 1334–1339.