



วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/edkkuj>

ดำเนินการวารสารโดย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง สมบัติของแก๊ส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

Development of Chemistry Problem-Solving Ability focused on Gas Properties through Inquiry-based Learning integrated with Metacognitive Strategy for Secondary School Student

สุกัญญา กิ่งกลาง¹ และ มังกร ศรีสะอาด²

Sukanya Kuengklang¹, and Mangkorn Srisa-ard²

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม¹, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม²

Faculty of Education, Mahasarakham University, Thailand¹, Faculty of Science, Mahasarakham University, Thailand²

Received: May 25, 2021 Revised: September 27, 2021 Accepted: September 28, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง สมบัติของแก๊ส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยนี้คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 24 คน จากการเลือกแบบเจาะจง การวิจัยนี้ดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงรอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง สมบัติของแก๊ส 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง สมบัติของแก๊ส 3) แบบสัมภาษณ์นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยในวงรอบที่ 1 พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 5 คน ในวงรอบที่ 2 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 15 คน และวงรอบที่ 3 นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 24 คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี กลวิธีเมตาคอกนิชัน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

Abstract

This classroom action research aimed to develop secondary school students' chemistry problem-solving ability focused on gas properties in order to overcome 70 percent criteria of full score, using inquiry-based learning integrated with metacognitive strategy. The participants were 24 secondary school students derived from purposive sampling. There were 3 action research cycles. Research instruments were composed of 1) lesson plans of inquiry-based learning integrated with metacognitive strategy in topic gas properties

*Corresponding author. Tel.: -

Email address: beauty4936@gmail.com

2) chemistry problem-solving ability tests in topic of gas properties 3) interviewing form. Descriptive statistics e.g. mean, percentage, and standard deviation were employed to analyze quantitative data. Findings of this study revealed that there were 5 participants (20.83%) passed 70 percent criteria of full score in action research cycle 1, there were 15 participants (62.50%) passed 70 percent criteria of full score in action research cycle 2, all participants (100%) passed 70 percent criteria of full score in action research cycle 3.

Keywords: Chemistry problem-solving ability, Metacognitive strategy, Inquiry-based learning integrated with metacognitive strategy

■ บทนำ

ในปัจจุบันนี้โลกของเรามีการเปลี่ยนแปลงในหลายๆ ด้านอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีทางการสื่อสาร เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยีอวกาศ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการผลิตอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกสบายในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ปัจจัยพื้นฐานที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ล้วนมีพื้นฐานมาจากการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยความรู้จากสาขาฟิสิกส์ ชีววิทยา โลก ดาราศาสตร์ และเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยที่รายวิชาเคมี เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง สมบัติของสาร และการเปลี่ยนแปลงของสาร ซึ่งประกอบไปด้วยระดับมหภาค อนุภาค และสัญลักษณ์ โดยมีความเป็นนามธรรม ไม่สามารถสังเกตด้วยตาได้ และยากต่อการทำความเข้าใจ (Gabeel, 1999) และเนื้อหาที่มีความซับซ้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเคมีคำนวณ เพราะนักเรียนจะต้องแก้โจทย์ปัญหาที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และทักษะการคำนวณนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้โจทย์ปัญหา (Osborne & Collins, 2000)

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอนในฐานะนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในรายวิชาเคมี 2 ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเคมีคำนวณ ในภาคเรียนที่ 2/2562 ให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผู้วิจัยพบปัญหาที่เกิดขึ้นในเบื้องต้นจากการจัดการเรียนการสอน คือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ และนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนสอบกลางภาคต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของโรงเรียน เมื่อพิจารณาลักษณะของข้อสอบกลางภาคดังกล่าว ผู้วิจัยพบว่าข้อสอบทุกข้อมีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องอาศัยทั้งความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมี ทักษะการคำนวณ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จากประเด็นปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีโดยปรับปรุงและอ้างอิงมาจากงานวิจัยก่อนหน้า (อุษา ขมพุกฤกษ์, 2561) แบบทดสอบก่อนเรียนนี้มีลักษณะเป็นอัตนัยและมีขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน และผ่านการพิจารณาความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมีก่อนนำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มดังกล่าวในภาคเรียนที่ 1/2563 ผลที่ได้ คือ นักเรียนจำนวน 24 คน มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาลดต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่เข้ารับการทดสอบ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนกลุ่มนี้

หลังจากที่ผู้วิจัยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่ากลวิธีหนึ่งที่นักการศึกษาใช้กันแพร่หลายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับหลากหลายวิชาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ กลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นกลวิธีที่ช่วยให้นักเรียนใช้ควบคุมกระบวนการทางความคิด เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544) ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันแบ่งย่อยได้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) วางแผนแก้ปัญหา (Planning) ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และตั้งเป้าหมายในการแก้โจทย์ ตลอดจนออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา 2) กำกับการแก้ปัญหา (Monitoring) ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องแสดงวิธีทำ หรือลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

3) ประเมินการแก้ปัญหา (Assessing) ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องมองย้อนกลับไปตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละขั้นตอน และคำตอบที่ได้มา ถูกต้องและสอดคล้องกับเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ (Beyer, 1997) กลวิธีนี้สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีลำดับขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ (อจริยา สีหามาตย์, 2552) และยังทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีที่ต่อรายวิชา (ศิริภา นามโน, 2560) และสามารถสร้างความพึงพอใจในการเรียนให้กับนักเรียนได้ (อุษา ชมพูพฤษ, 2561) แต่การจะนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ยังจำเป็นต้องอาศัยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถช่วยส่งเสริมให้การนำกลวิธีไปใช้นั้นประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้หนึ่ง ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีต่างๆ มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ถึงวิธีการที่จะใช้สติปัญญาของตนเองในการแก้ปัญหา โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้รับความรู้จากการคิดวิเคราะห์ และได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อม ๆ กัน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น คือ 1) สร้างความสนใจ 2) สำรวจและค้นหา 3) อธิบายและลงข้อสรุป 4) ขยายความรู้ และ 5) ประเมิน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) เมื่อนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนแล้ว ผู้วิจัยคาดว่าส่งผลให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติกิจกรรมจนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ แต่กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ยังขาดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงสนใจนำกลวิธีเมตาคอกนิชันมาเสริมเข้าไปในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นในขั้นขยายความรู้ เพื่อให้นักเรียนนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้เป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มเติมในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ค้นพบไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ เพื่อให้เกิดความรู้ง่างขวางขึ้น การที่นักเรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอนด้วยกระบวนการติดตามและควบคุมความคิดของกลวิธีเมตาคอกนิชัน จะสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้ รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดี มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จดจำได้ถาวร และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น (ทิตนา แคมณี, 2557) ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันแล้ว ผู้วิจัยคาดว่านักเรียนจะสามารถเรียนรู้และสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้นโดยอาศัยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของกลวิธีเมตาคอกนิชัน

จากหลักการเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจการทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เพื่อให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้หรือหลักการที่นักเรียนค้นพบด้วยตนเองไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีได้อย่างมีลำดับขั้นตอน

■ จุดประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา เรื่อง สมบัติของแก๊ส ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โจทย์ปัญหา คือ โจทย์ที่มีข้อความ เรื่องราว หรือเป็นคำพูดที่ไม่สามารถหาคำตอบหรือผลลัพธ์ได้ทันที ต้องคิดค้นหรือหาวิธีการในการหาคำตอบในเชิงปริมาณ หรือตัวเลข โดยต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจลงมือแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงมีการตีความ แปลความโจทย์ก่อนลงมือทำ (หน่วยศึกษานิเทศก์, 2545) โดยโจทย์ปัญหาในงานวิจัยนี้

เป็นโจทย์ปัญหาทางเคมีคำนวณที่ประกอบด้วยสถานการณ์ทางเคมี ที่ต้องอาศัยกระบวนการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบเชิงปริมาณ

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ ความสามารถในการดำเนินการหาคำตอบด้วยวิธีการที่เหมาะสมโดยอาศัยกระบวนการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Doktor et al, 2016) ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ระดับความสนใจ ทักษะ ความพร้อมส่วนบุคคล (อินยากร ช่วยทุกข์เพื่อน, 2559) และเมื่อได้คำตอบแล้ว สามารถสังเคราะห์ความรู้เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆต่อไปได้ (Krulik & Rudnick, 1989) องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการบูรณาการความสามารถในการอ่าน การคิดคำนวณขั้นพื้นฐาน การวิเคราะห์โจทย์ และการหาวิธีการที่เหมาะสมเข้าด้วยกัน (สุนีย์ เหมาะะประสิทธิ์, 2534)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือสมการองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ (สุวิทย์ คำมูล และอรทัย คำมูล, 2545) การจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ได้แก่

1. สร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรูมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามหรือกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. สำรวจและค้นหา (Exploring) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ในขั้นนี้นักเรียนต้องวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ

4. ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

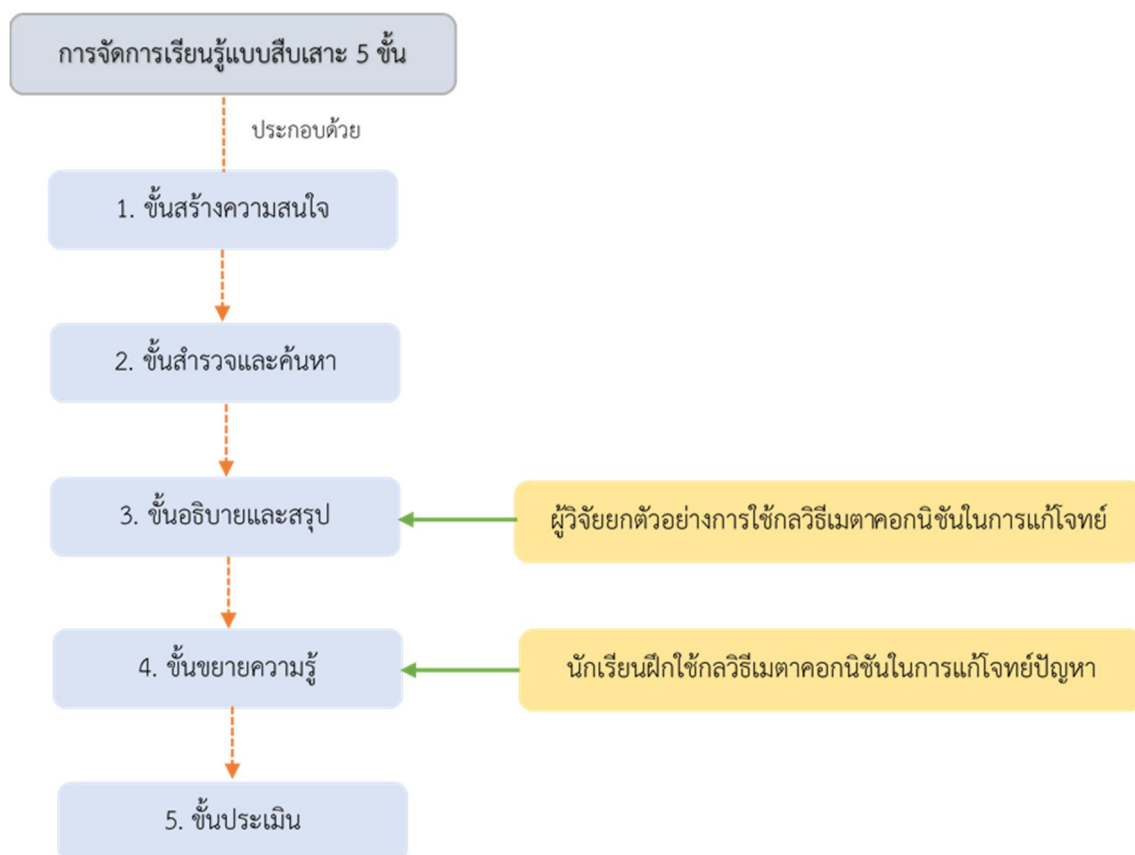
กลวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นกลวิธีที่พัฒนามาจากแนวคิดเมตาคอกนิชัน ซึ่งหมายถึงการรู้คิด การตระหนักรู้ (Awareness) เกี่ยวกับความรู้ในกระบวนการคิดของบุคคล หรือการที่บุคคลมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการคิดของตนเอง สามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดและผลที่เกิดจากการคิดของตนเองได้อย่างมีเป้าหมายและมีทิศทาง (Flavell, 1979) กลวิธีเมตาคอกนิชันเกี่ยวข้องกับกระบวนการวางแผน การกำกับติดตาม และการประเมิน ในการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปใช้ทำงานจนสำเร็จ โดยกระบวนการเหล่านี้ทำให้การคิดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Beyer, 1997) การแก้โจทย์ปัญหากลวิธีเมตาคอกนิชันในงานวิจัยนี้ จึงประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การวางแผน (Planning) นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหา กำหนดเป้าหมาย และมีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะต้องระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสินใจเลือกกลวิธี หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา แล้ววางแผน ออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

2. การกำกับและควบคุม (Monitoring) นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือคำถามของโจทย์

3. การประเมิน (Assessing) นักเรียนจะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้ ว่ามีความถูกต้อง ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

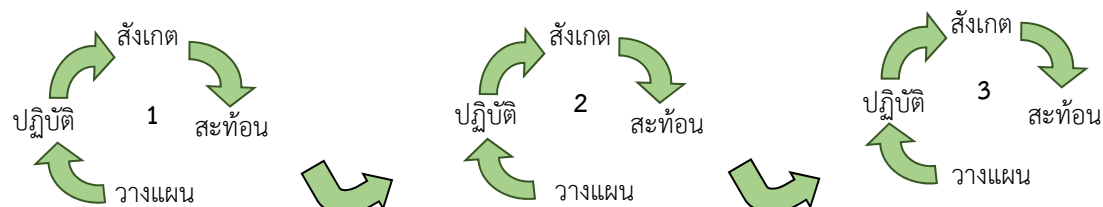
วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามหลักการและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน และสอดแทรกกลวิธีเมตาคอกนิชันเข้าไปในขั้นตอนการเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยมีผู้วิจัยทำการยกตัวอย่างการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีให้กับนักเรียนในชั้นอธิบายและสรุปหลังจากนักเรียนทำการสรุปองค์ความรู้ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุปเสร็จสิ้นขั้นตอนของวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในงานวิจัยนี้ มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยรวมดังรูปภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพรวมของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันของงานวิจัยนี้

■ วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (Kemmis & McTaggart, 1988) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยประกอบด้วย 3 วงรอบ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เพื่อระบุกลุ่มเป้าหมาย โดยเป็นนักเรียนที่มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีก่อนเรียนต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม นักเรียนที่เข้ารับการทดสอบครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 1/2563 จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตชั้นเรียนเพื่อสำรวจปัญหาในการวิจัยเมื่อครั้งยังเป็นนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในภาคเรียนที่ 2/2563 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีก่อนเรียน มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

จำนวนนักเรียนที่เข้ารับการทดสอบ และค่าร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

นักเรียนที่เข้ารับการ ทดสอบ (คน)	นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม		นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม	
	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละโดยเฉลี่ย ของคะแนนที่ได้	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละโดยเฉลี่ย ของคะแนนที่ได้
30	24	39.17	6	74.31

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนจำนวน 30 คน พบว่ามีนักเรียนจำนวน 6 คนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนจำนวน 24 คนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ดังนั้นกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนจำนวน 24 คน ที่มีคะแนนจากทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีก่อนเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง สมบัติของแก๊ส จำนวน 7 แผน โดยแบ่งเป็น 3 วงรอบ ในวงรอบที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 2 เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก ใช้เวลาดำเนินการทั้งสิ้น 3 ชั่วโมง ในวงรอบที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 - 5 เรื่อง กฎรวมแก๊ส กฎอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ ใช้เวลาดำเนินการทั้งสิ้น 5 ชั่วโมง และในวงรอบที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 - 7 เรื่อง กฎความดันย่อยของดาลตัน และกฎการแพร่ของเกรแฮม ใช้เวลาดำเนินการทั้งสิ้น 3 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน และมีความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.43 - 4.56

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีที่มีลักษณะเป็นแบบอัตนัยตามการแก้โจทย์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน 1 ชุด เรื่อง การหาสูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่าย จำนวน 2 ข้อ คะแนนเต็ม 12 คะแนน กำหนดเวลาในการทดสอบ 30 นาที ใช้เพื่อระบุกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยครั้งนี้ และแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง สมบัติของแก๊ส จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ คะแนนเต็ม 18 คะแนน แบบทดสอบหลังเรียนแต่ละชุดมีเนื้อหาสอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ กำหนดเวลาในการทดสอบครั้งละ 30 นาที โดยจัดให้นักเรียนทดสอบหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ แบบทดสอบทุกชุดผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านและมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็น 1.00 ทุกข้อ และมีระดับความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน มีค่า 4.40 - 4.80

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง 1 ชุด โดยมีข้อความคำถามที่ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับ และการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน แบบสัมภาษณ์นี้ใช้เก็บข้อมูลหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบโดยการสุ่มสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 3 คนจากกลุ่มเป้าหมาย แบบสัมภาษณ์นี้ผ่านการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อความคำถามและประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการทราบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยมีค่าเป็น 1.00 ทุกข้อคำถาม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ชี้แจงข้อตกลงในชั้นเรียน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และกลวิธีเมตาคอกนิชันให้กับนักเรียนก่อนเริ่มทำการสอน เพื่อให้ นักเรียน ได้เตรียมความพร้อมเพื่อทำกิจกรรมในชั้นเรียน

2. ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในแต่ละวงรอบและสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนโดยรวมนักเรียนทำการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันในชั้นเรียนแล้วจดบันทึกหลังสอน และรวบรวมชิ้นงานของนักเรียนเพื่อสะท้อนปัญหาของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันของนักเรียน

3. วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นหลังจากจัดการเรียนรู้อย่างเสร็จสิ้นในแต่ละวงรอบ และสุ่มสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 3 คนจากกลุ่มเป้าหมายหลังการจัดการเรียนการสอนสิ้นสุดในแต่ละวงรอบ

4. อภิปรายและสรุปผลการทำวิจัยจากข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพที่รวบรวมได้ในวงรอบนั้นๆ แล้วสะท้อนปัญหาหามาถึงหาแนวทางแก้ไขในวงรอบถัดไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 รูปแบบดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ รวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตชั้นเรียน ชิ้นงานของนักเรียน และจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนจากกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยวิเคราะห์โดยการตีความและสรุปในรูปการบรรยาย

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง สมบัติของแก๊ส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ผลคะแนนของนักเรียนในวงจรที่ 1 – 3 มีรายละเอียดดังนี้

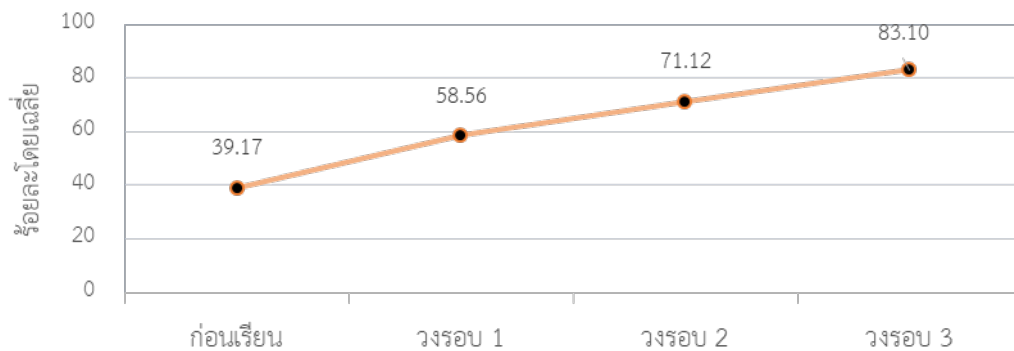
ตารางที่ 2

คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มในวงจรที่ 1-3

แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	ค่าร้อยละโดยเฉลี่ย	จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย (24 คน)			
				ไม่ผ่าน	ร้อยละ	ผ่าน	ร้อยละ
ก่อนเรียน (12 คะแนน)	4.70	0.70	39.17	24	100	0	0
วงจรที่ 1 (18 คะแนน)	10.54	2.68	58.56	19	79.17	5	20.83
วงจรที่ 2 (18 คะแนน)	12.80	2.56	71.12	9	37.50	15	62.50
วงจรที่ 3 (18 คะแนน)	14.96	1.58	83.10	0	0	24	100

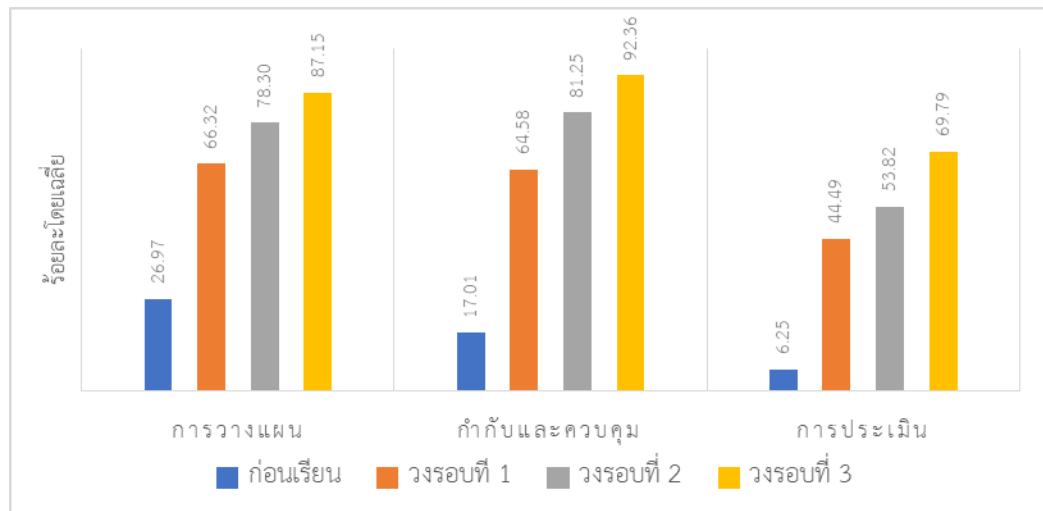
จากตารางที่ 2 ผลจากการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา เรื่อง สมบัติของแก๊ส ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 24 คน มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 คะแนน (S.D. = 0.70) จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 39.17 โดยเฉลี่ย หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 ผลจากการทดสอบพบว่า มีนักเรียนจำนวน 5 คน ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 20.83 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีเท่ากับ 10.54 คะแนน (S.D. = 2.68) จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 58.56 โดยเฉลี่ย ในวงจรที่ 2 มีนักเรียนจำนวน 15 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์

คิดเป็นร้อยละ 62.50 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 12.80 คะแนน (S.D. = 2.56) จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.12 โดยเฉลี่ย และในวงรอบที่ 3 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด จำนวน 24 คนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบเท่ากับ 14.96 คะแนน (S.D. = 1.58) จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.10 โดยเฉลี่ย เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นหลังได้ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ ดังแสดงในภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3 ร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

เมื่อพิจารณาค่าร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนในขั้นการวางแผน ขั้นการกำกับและควบคุม และขั้นการประเมินตามที่นักเรียนได้แสดงวิธีแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนมีค่าร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนในขั้นการวางแผน ขั้นกำกับและควบคุม และขั้นการประเมินเพิ่มสูงขึ้นในทุกๆ วงรอบ และขั้นตอนที่นักเรียนมีค่าร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนน้อยที่สุดในแต่ละวงรอบคือ ขั้นการประเมิน โดยหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงรอบในการวิจัยนี้แล้ว นักเรียนยังคงมีค่าร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนในขั้นการประเมินต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มในขั้นนี้ ดังแสดงในภาพที่ 4 ดังนี้



ภาพที่ 4 ร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน
ในขั้นการวางแผน ขั้นกำกับและควบคุม และขั้นการประเมิน

ผลการสนทนากลุ่มนักเรียนจำนวน 3 คนจากกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มใน
 วงรอบที่ 1 นักเรียนได้สะท้อนว่าพึงพอใจกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับ เมื่อได้ทำการทดลองแล้วนำความรู้มา
 ประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้เรียนมากยิ่งขึ้น แต่การจัดการเรียนรู้ที่
 นักเรียนได้รับนี้มีขั้นตอนเยอะเกินไป ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนมีความเร่งรีบในวันที่เป็นคาบเรียนเดียว และในส่วนของกา
 รแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนได้สะท้อนว่ายังไม่คุ้นเคยกับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วย
 เช่นนี้ และยังไม่เข้าใจในขั้นการประเมิน ทำให้ลงมือทำได้เพียงขั้นการวางแผน และขั้นกำกับและควบคุมเท่านั้น เมื่อการ
 จัดการเรียนการสอนในวงรอบที่ 2 สิ้นสุดลง ผู้วิจัยได้สนทนากลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 คน นักเรียนได้
 สะท้อนว่าบรรยากาศในชั้นเรียนในวันที่เป็นคาบเรียนเดียวยังคงมีความเร่งรีบ แต่นักเรียนเริ่มคุ้นชินกับรูปแบบการจัดการเรียน
 สอนที่ได้รับแล้ว นักเรียนจึงรับรู้บทบาทหน้าที่ของตนเองในแต่ละขั้นของวิธีการจัดการเรียนรู้ ทำให้สามารถทำกิจกรรมแล้ว
 เสร็จตามเวลาที่กำหนดให้ได้ดีขึ้น รวมถึงมีความคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันมากขึ้น ทำใ
 นักเรียนสามารถกำหนดเป้าหมายและมีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอนชัดเจนขึ้น ทราบว่าต้องเริ่มต้นการแก้
 โจทย์ปัญหาอย่างไรเพื่อนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบ แต่มีนักเรียนบางส่วนสะท้อนว่าไม่ต้องการทำขั้นการประเมิน เนื่องจากได้
 คำตอบในขั้นกำกับและควบคุมแล้ว จึงไม่ต้องการลงมือทำในขั้นตอนที่เหลือ อีกปัญหาหนึ่งที่นักเรียนสะท้อนคือหลังจากได้
 เรียนเนื้อหา เรื่อง สมบัติของแก๊ส เพิ่มขึ้น นักเรียนเริ่มเกิดความรู้สึกสับสนเกี่ยวกับตัวแปรของปริมาณต่างๆ และจำสูตรไม่ได้ หลัง
 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3 สิ้นสุดลง ผู้วิจัยทำการสนทนากลุ่มนักเรียนจำนวน 3 คนจากกลุ่มเป้าหมายอีกครั้ง
 ผลจากการสนทนากลุ่มนักเรียนเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้สะท้อนว่ายังคงพึงพอใจและมีความคุ้นเคยมา
 ข้นกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับ ถึงแม้ว่านักเรียนจะคุ้นเคยและพยายามให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
 บรรยากาศของชั้นเรียนในวันที่เป็นคาบเรียนเดียวยังคงมีความเร่งรีบเช่นเดิม และมีนักเรียนบางส่วนทำใบงานในชั้นขยาย
 ความรู้ไม่ทันเวลาที่กำหนด ในส่วนของกา
 รแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนได้สะท้อนว่าหลังจากได้
 ฝึกแก้โจทย์ปัญหาอย่างต่อเนื่องทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในกลวิธีเมตาคอกนิชันมากขึ้นและสามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน
 เพื่อแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีได้คล่องขึ้น แต่มีนักเรียนบางส่วนที่สะท้อนว่าหลังใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อแก้โจทย์ปัญหาทาง
 เคมีแล้วในบางครั้ง นักเรียนยังไม่ค่อยมั่นใจว่าตนเองลงมือแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องแล้วหรือไม่

นอกจากการสัมภาษณ์แล้ว ผู้วิจัยได้สังเกตชั้นเรียนขณะทำการสอนในวงรอบที่ 1 – 3 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือและมีความกระตือรือร้นในชั้นเรียน โดยเฉพาะในคาบที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมการทดลอง และกล้าถามเมื่อมีข้อสงสัย เมื่อใกล้สิ้นสุดการวิจัย พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นลดลงแต่ยังคงให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนจากการวิเคราะห์ปัญหาจากชิ้นงานของนักเรียนที่นักเรียนลงมือทำในชั้นขยายความรู้ เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่านักเรียนประสบปัญหาในขั้นการประเมินมากที่สุดในทุกวงรอบการวิจัย โดยที่นักเรียนบางส่วนทำการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นการวางแผน และขั้นกำกับและควบคุมเพื่อให้ได้คำตอบเท่านั้น หลังจากนั้นนักเรียนได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันในชั้นเรียนอย่างต่อเนื่อง นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีได้ถูกต้องมากขึ้น แต่ยังคงมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อน หรือโจทย์ที่ไม่กำหนดค่าของตัวแปรมาให้โดยตรงได้ รวมทั้งการคำนวณค่าคำตอบผิด

อภิปรายผล

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงรอบที่ 1 แล้วทำการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.54 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน นักเรียนจำนวน 5 คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 20.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เมื่อพิจารณาค่าร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละขั้นตามกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงรอบที่ 1 นี้ พบว่าค่าร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนในขั้นการวางแผน ขั้นกำกับและควบคุม และขั้นประเมิน มีค่าเท่ากับร้อยละ 66.32 64.58 และ 44.49 ตามลำดับ โดยขั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือขั้นการประเมิน ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะคำตอบจากชิ้นงานของนักเรียน พบว่านักเรียนหลายคนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ สามารถทำการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ระบุคำถามของโจทย์ และสามารถระบุสูตรที่ใช้ได้ แต่ข้ามขั้นตอนการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาแล้วไปทำการคำนวณหาคำตอบในขั้นกำกับและควบคุม และไม่ลงมือทำขั้นประเมิน ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนได้สะท้อนว่าคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาโดยการวิเคราะห์โจทย์ ระบุค่าตัวแปร แล้วแทนค่าในสูตรเพื่อคำนวณหาคำตอบเท่านั้น แต่เมื่อใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา และเมื่อคำนวณหาคำตอบแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบย้อนกลับทั้งขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาและตรวจสอบคำตอบ (Beyer, 1997) เมื่อพิจารณาประกอบกับการสังเกตชั้นเรียนขณะที่ผู้วิจัยทำการสอนในวงรอบที่ 1 นี้ มีนักเรียนหลายคนมีคำถามเกี่ยวกับขั้นการประเมิน ไม่เข้าใจว่าต้องตรวจสอบคำตอบ และตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไรในขณะที่ได้รับมอบหมายให้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาในชั้นเรียน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจในกลวิธีเมตาคอกนิชัน จึงไม่สามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาได้ทุกขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วราภรณ์ เกลี้ยงกลั่น (2557) ที่ได้ทำการศึกษาศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาวិชาเคมี เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน ที่พบว่านักเรียนมีคะแนนในขั้นประเมินต่ำที่สุด เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจและไม่เห็นความสำคัญของขั้นตอนดังกล่าว จากการที่นักเรียนเหล่านี้ไม่ออกแบบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นวางแผน ส่งผลให้นักเรียนไม่มีแนวทางที่จะใช้ตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นประเมิน คะแนนในขั้นประเมินและของนักเรียนจึงต่ำ และทำให้นักเรียนกลุ่มนี้มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องอาศัยความเข้าใจในกลวิธีหรือเทคนิคที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจึงจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Brueckner & Grossnickle, 1974) เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ลักษณะคำตอบจากชิ้นงานของนักเรียน พบว่านักเรียนบางส่วนไม่สามารถทำการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ ทำให้ระบุค่าตัวแปรและคำถามของโจทย์ผิด มีการจดจำสูตรไม่ได้ รวมถึงการคำนวณหาคำตอบผิด ซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานี้ จำเป็นต้องอาศัยทั้งความสามารถในการอ่านเพื่อวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และความสามารถในการคำนวณพื้นฐาน (สุนีย์ เหมาะะประสิทธิ์, 2534) รวมถึงการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิด

ความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว (เสฏฐวุฒิ มุลอมาตย์, 2549) เมื่อนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์และคำนวณได้ รวมถึงขาดการฝึกฝนการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ อย่างไรก็ตามยังคงมีนักเรียนจำนวน 5 คนจากกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีผ่านเกณฑ์ นักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และมักถามเพื่อให้ผู้วิจัยช่วยตรวจสอบความถูกต้องในขณะที่ฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน และลงมือทำการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันครบทุกขั้นตอน ทำให้นักเรียนสามารถควบคุมและกำกับการเรียนรู้ของตนเอง เกิดการจัดระเบียบกระบวนการทางความคิด ซึ่งช่วยให้เกิดความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา (Ertmer & Newby, 1996) นอกจากนั้นแล้ว การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง ให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ (ทิตินา แคมมณี, 2557) และการนำกลวิธีเมตาคอกนิชันแทรกเสริมเข้าไปในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ก็ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามกระบวนการควบคุมความคิด จึงช่วยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Beyer, 1997) ปัญหาที่พบในวงรอบที่ 1 ที่ส่งผลให้นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ คือความไม่คุ้นเคยและไม่เข้าใจในการนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีในขั้นตอนการออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา และขั้นการประเมิน และนักเรียนบางส่วนขาดทักษะที่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ปัญหา เช่น ทักษะการคำนวณ การอ่านเพื่อวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขในวงรอบถัดไปเพื่อให้นักเรียนสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนตามความมุ่งหมายของงานวิจัย

หลังจากที่ผู้วิจัยปรับปรุงการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนในวงรอบที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีเฉลี่ยเท่ากับ 12.80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน นักเรียนจำนวน 15 คนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ในวงรอบที่ 2 นี้ พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบเพิ่มสูงขึ้น และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นจากวงรอบที่ 1 ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสัมภาษณ์สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนเริ่มมีความคุ้นเคยกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับและมีความเข้าใจในกลวิธีเมตาคอกนิชันมากขึ้น ผลจากการวิเคราะห์คำตอบในชิ้นงานของนักเรียน ยังคงพบลักษณะคำตอบเช่นเดียวกับวงรอบที่ 1 ที่ทำให้นักเรียนไม่ได้คะแนนเต็มในชั้นย่อย แต่โดยภาพรวมนักเรียนสามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีได้ดีขึ้น มีนักเรียนที่ถามผู้สอนในระหว่างฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีในชั้นขยายความรู้น้อยลงเมื่อเทียบกับวงรอบที่ 1 หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างต่อเนื่อง โดยที่นักเรียนเป็นผู้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ สืบถามสืบค้นจนสามารถสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง และมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน (ภพเลาห์ไพบูรณ์, 2542) ในวงรอบที่ 2 นี้ นักเรียนได้สะท้อนจากบทสัมภาษณ์ว่าได้รับรู้ถึงบทบาทหน้าที่ของตนเองและภาระงานที่จะต้องทำในชั้นเรียนแล้ว นักเรียนจึงทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้คล่องแคล่วขึ้น นอกจากนั้นนักเรียนยังได้สะท้อนว่าการได้ทำการทดลองแล้วนำความรู้ที่ได้มาใช้แก้โจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปตามความคาดหวังของผู้วิจัยที่สอดแทรกกลวิธีเมตาคอกนิชันเข้าไปในชั้นขยายความรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนฝึกนำความรู้ที่ได้จากชั้นสรุปและอภิปรายมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เพื่อขยายความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหานั้นๆ และเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี ผลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัทธมน วิริยะธรรม (2561) ที่ทำการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลจากการวิจัยในงานวิจัยนี้พบว่าผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง งานวิจัยข้างต้นได้สอดแทรกเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาเข้าในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีระบบ ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงรอบที่ 2 นี้ จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนจาก

แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาคำร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนในชั้นการวางแผน ขึ้นกำกับและควบคุม และชั้นประเมิน พบว่ามีคำร้อยละโดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 78.3 81.25 และ 53.82 ตามลำดับ ขั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดยังคงเป็นชั้นการประเมิน ผลจากการวิเคราะห์คำตอบในชั้นงานของนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่านักเรียนหลายคนในกลุ่มนี้มีการเขียนอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไม่สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนลงมือทำ รวมถึงมีนักเรียนหลายคนที่ยังเขียนอธิบายการตรวจสอบคำตอบผิด เมื่อทำการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มนี้ พบว่ายังคงมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่ต้องการลงมือทำขั้นประเมินหลังจากที่คำนวณหาคำตอบในชั้นกำกับและควบคุมได้แล้ว เนื่องจากมองว่าเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหาคือการหาเพียงคำตอบเท่านั้น ถึงแม้จะลงมือทำขั้นการประเมินก็ยังคงได้คำตอบเท่ากับคำตอบที่คำนวณได้ในชั้นกำกับและควบคุม การลงมือแก้โจทย์ปัญหาในชั้นการประเมินเป็นชั้นที่ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกตรวจสอบความถูกต้องของการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง เป็นการมองย้อนกลับไปตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาว่าสอดคล้องกับขั้นตอนที่วางแผนเอาไว้หรือไม่ แต่ละขั้นตอนถูกต้องแล้วหรือไม่ และคำตอบที่ได้สอดคล้องและถูกต้องกับคำถามของโจทย์หรือไม่ เพื่อประเมินความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง (Beyer, 1997) หากนักเรียนไม่เห็นความสำคัญและไม่ลงมือทำขั้นนี้ นักเรียนจะไม่ทราบว่าตนเองได้แสดงวิธีหาคำตอบในชั้นกำกับและควบคุมถูกต้องแล้วหรือไม่ นอกจากประเด็นดังกล่าวแล้วนักเรียนในกลุ่มที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ได้สะท้อนว่าเริ่มประสบปัญหาเนื่องจากต้องท่องจำสูตรในเนื้อหา เรื่อง สมบัติของแก๊สเพิ่มขึ้น ทำให้เริ่มสับสนและจำสูตรไม่ได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถทำการแก้โจทย์ปัญหาในข้อนั้นๆ ได้ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนักเรียนขาดการทบทวนเนื้อหา บทบาทของครูในการสอนเพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาคือต้องคอยกำกับให้นักเรียนหมั่นทบทวนหลักการ ความรู้ หรือสูตร รวมถึงการฝึกใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันอยู่เสมอๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อเพิ่มความชำนาญมากยิ่งขึ้น (พาสนา จุลรัตน์, 2556) นอกจากปัญหาดังกล่าวแล้ว ยังพบว่านักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ที่ไม่ได้กำหนดค่าตัวแปรมาให้โดยตรงได้ หากนักเรียนไม่สามารถอ่านข้อความของโจทย์ปัญหา แล้วแบ่งข้อความของโจทย์ได้ว่าตอนใดเป็นข้อความของโจทย์ที่กำหนดให้ และข้อความตอนใดเป็นสิ่งที่โจทย์ถาม หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ นักเรียนก็จะไม่สามารถเริ่มต้นแก้โจทย์ปัญหาได้เช่นกัน (สุวร กาญจนมยุร, 2533) ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขในวงรอบถัดไป

เมื่อผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้อันสิ้นสุดวงรอบที่ 3 แล้วทำการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.93 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน นักเรียนทั้งหมด 24 คนในกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผ่านเกณฑ์ คำร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนในชั้นการวางแผน ขึ้นกำกับและควบคุม และชั้นประเมินมีค่าเท่ากับร้อยละ 87.15 92.36 และ 69.79 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบคำร้อยละโดยเฉลี่ยของคะแนนในชั้นย่อยกับวงรอบที่ผ่านมา พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นทุกชั้น จากการสังเกตชั้นเรียนและการรวบรวมข้อมูลจากชั้นงานนักเรียน พบว่าในวงรอบนี้นักเรียนทุกคนมีความคล่องแคล่วในการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา แทบจะไม่มีนักเรียนถามผู้วิจัยในช่วงที่นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาในชั้นเรียน เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนให้นำความรู้ที่ได้ค้นพบมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของกลวิธีเมตาคอกนิชันอย่างต่อเนื่องจนเกิดความชำนาญในการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มสูงขึ้น (สุวร กาญจนมยุร, 2533) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริธนา นามโน (2560) ที่ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้นในทุกวงรอบวิจัยหลังจากนักเรียนได้ฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้เหตุผลดังกล่าวแล้ว จากการที่ครูขอความร่วมมือให้นักเรียนบางส่วนที่สามารถแก้โจทย์ปัญหายด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันได้แล้ว ช่วยเหลือคำแนะนำเพื่อนในกลุ่มเมื่อนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันขณะฝึกแก้โจทย์ปัญหา ส่วนนี้จึงเป็นอีกหนึ่งเหตุผลที่ส่งเสริมให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีระบบและประสิทธิภาพมากขึ้นจากการได้แบ่งปันประสบการณ์และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน (De Jong & Ferguson, 1996) อย่างไรก็ตาม คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้

โจทย์ปัญหาทางเคมีในวงรอบที่ 3 นี้ นักเรียนยังคงมีคะแนนในชั้นประเมินต่ำกว่าชั้นการวางแผนและชั้นกำกับและควบคุม ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนหลายคนทำแบบทดสอบไม่ทันในชั้นตอนท้ายๆ เนื่องจากการจัดการทดสอบในแต่ละครั้ง มีข้อจำกัดด้านเวลา และผู้วิจัยไม่สามารถตัดจำนวนโจทย์ปัญหาทางเคมีในแบบทดสอบออกไปได้เพื่อให้เหมาะสมกับเวลา เพราะโจทย์ปัญหาถูกกำหนดมาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบวิจัย เป็นผลให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เต็มที่ในเวลาที่กำหนดให้อย่างจำกัด และส่งผลต่อคะแนนในชั้นประเมินของนักเรียนโดยตรง ในกรณีนี้ผู้สอนควรคำนึงถึงความเหมาะสมของโจทย์ ระดับความยากง่ายและการกำหนดเวลาในการทดสอบ เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเต็มความสามารถในทุกข้อและทุกขั้นตอน (น้อมศรี เคท, 2537) เพื่อให้ได้มาซึ่งคะแนนที่สะท้อนถึงความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน

■ บทสรุปจากการวิจัย

วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มได้ โดยหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 นักเรียนจากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 5 คนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นเป็น 15 คน และเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3 นักเรียนทั้งหมดจำนวน 24 คนในกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีเพิ่มขึ้นในแต่ละวงรอบหลังจากที่ได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่องด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธี เมตาคอกนิชัน ดังนั้น รูปแบบการจัดการเรียนรู้จึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เนื้อหาที่เหมาะสมในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ควรมีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณเป็นหลัก และเนื่องด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีหลายขั้นตอน จึงไม่เหมาะกับรายวิชาที่เป็นคาบเรียนเดียว

■ ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. ผู้สอนพยายามลดบรรยากาศความตึงเครียดหรือความจำเจในชั้นเรียนเนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ตายตัว อาจสอดคล้องกิจกรรมในรูปแบบเกมเข้าไปในการจัดการเรียนรู้หรืออาจเสริมแรงด้วยการให้รางวัลเป็นสิ่งที่นักเรียนให้ความสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นตลอดคาบเรียน
2. ในเนื้อหาที่ต้องมีการทำปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนควรเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีให้มีความพร้อมมากที่สุดเพื่อลดขั้นตอนและเวลาในชั้นสำรวจและค้นหา
3. ในการแก้โจทย์ปัญหาที่โจทย์ไม่ได้ให้ข้อมูลโจทย์มาโดยตรงหรือโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อน ผู้สอนจะต้องเน้นให้นักเรียนอ่าน ตั้งข้อสังเกต และวิเคราะห์โจทย์ให้ได้เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปริมาณที่เกี่ยวข้องให้ได้ เพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาในขั้นถัดไปได้

4. ในขั้นการประเมินของการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นขั้นที่นักเรียนประสบปัญหามากที่สุด เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจคำตอบ ผู้สอนควรยกตัวอย่างประกอบการอธิบายให้ชัดเจนและหลากหลายขึ้น เพื่อเพิ่มแนวทางหรือทางเลือกให้นักเรียนได้เปรียบเทียบและทำความเข้าใจ

5. หากนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาครั้งต่อไป ผู้สอนควรทบทวนหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนก่อนทำการสอน เพื่อเพิ่มโอกาสให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อทำวิจัยครั้งต่อไป

1. นำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่นที่มีขั้นตอนน้อยลง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหรือการแก้ปัญหาในเนื้อหาอื่น หรือกลุ่มเป้าหมายอื่น

2. นำแนวคิดของเมตาคอกนิชันไปประยุกต์ใช้พัฒนาในด้านอื่นๆ ไม่จำกัดอยู่เพียงการแก้ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาในบทเรียน อาจนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน หรือนำแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการรู้คิด การคิดเชิงเหตุผลอย่างมีคุณภาพ เป็นต้น

3. ศึกษาข้อจำกัดของกลวิธีหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปใช้ในการวิจัยก่อนเริ่มทำการวิจัยเพื่อที่จะสามารถวางแผนในการลดข้อผิดพลาดและจุดบกพร่องของกลวิธีหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นๆ ได้

4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ไม่เหมาะกับรายวิชาที่เป็นคาบเดี่ยว เหมาะกับรายวิชาที่มีคาบสอนเป็นคาบคู่มากกว่า เนื่องจากขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้หลายขั้นตอน หากนำไปใช้ในรายวิชาที่เป็นคาบเดี่ยว นักเรียนอาจไม่สามารถทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนได้เต็มที่ และจะทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนมีความเรงรีบ

5. การทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยควรกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบให้เหมาะสมตามจำนวนข้อ และระดับความยาก-ง่ายของแบบทดสอบ เพื่อให้ นักเรียนสามารถแสดงศักยภาพในการทำแบบทดสอบได้เต็มที่ และเพื่อให้การทดสอบสามารถสะท้อนผลที่ตรงกับความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน

6. เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของขั้นประเมินจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีในวงรอบที่ 3 ยังคงต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มในขั้นนี้ การวิจัยครั้งต่อไปจึงควรเพิ่มระยะเวลาในการวิจัย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนให้สมบูรณ์ทุกขั้นตอนตามหลักการของกลวิธีเมตาคอกนิชัน

7. ในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรเพิ่มเครื่องมือวิจัยที่เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อนำมาใช้สนับสนุนให้การวิจารณ์และการสรุปผลวิจัยมีความสมบูรณ์และน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

■ กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้

References

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ทิตนา แคมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- น้อมศรี เคท. (2537). *เรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- พัชมน วิริยะธรรม. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(2), 140-152.
- พาสนา จุลรัตน์. (2556). เมตาคอกนิชันกับการเรียนรู้. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 1(14), 1-17.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ภพ เลหาไพบูรณ์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วรารณ เกลี้ยงกลั่น. (2557). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 8(3), 189-196.
- ศิริภา นามโน. (2560). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสรรสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2534). การพัฒนาชุดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา*, 4(2), 62-73.
- สุวร กาญจนมยุร. (2533). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สุวิทย์ คำมูล, และอรรถ คำมูล. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบบความคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- เสฏฐวุฒิ มุลอมาตย์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้ชุดการเรียนตามแนวอริยสัจ 4. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- หน่วยศึกษานิเทศน์. (2545). *การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- อัญญา สีหามาศย์. (2552). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการ แก้ไขปัญหา เรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 32(1), 116-123.
- อุษา ชมภูพฤษ. (2561). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Beyer, B. K. (1997). *Improving Student Thinking : A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon.

- Brueckner, L.T., & Grossnickle, F. E. (1974). *How to Make Arithmetic Meaningful*. Philadelphia: John C. Washington.
- De Jong T., & Ferguson-Hessler. (1996). Types and Qualities of Knowledge. *Journal of Educational Psychologist*, 31(2), 133–136.
- Docktor, J. L., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K. A., Yang, J. (2016). Assessing Student Written Problem Solutions: A Problem-Solving Rubric With Application to Introductory Physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 15–26.
- Ertmer, P., & Newby, T. J. (1996). The Expert Learner: Stratic, Self-Regulated and Reflective. *Instructional Science*, 24, 1–24.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring. *American Phycholohist*, 34(10), 906–911.
- Gabeel, D. (1999). Improving Teaching and Learning Through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 74(4), 548–553.
- Osborne, J., & Collins, S. (2000). *Pupils' and Parents' Views of the School Science Curriculum*. London: King's College London.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner*. (3rd ed). Victoria: Deakin University.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1989). *Problem Solving: A Handbook for Senior High School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon.