

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
THE ENHANCING OF LEARNING ACHIEVEMENT AND CRITICAL THINKING SKILL
FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS
USING THE PHENOMENON-BASED LEARNING

Corresponding author²
nopmanee@go.buu.ac.th

ทันตธร จุ้ยสวัสดิ์¹, นพมณี เชื้อวัชรินทร์²
และปริญญา ทองสอน³
Thuntathorn Chuysawat¹ Nopmanee Chauvatcharin²
and Parinya Thongsorn³

Received: Feb 8, 2021

Revised: March 19, 2021

Accepted: May 1, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมาใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง จลนศาสตร์เคมี โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ (1) เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และ (2) เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบทดสอบหลังเรียน และแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการด้วยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 5 วงจรปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ และข้อมูลเชิงบรรยาย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (ร้อยละ 80.42 ± 8.53) มากกว่าก่อนเรียน (ร้อยละ 30.83 ± 13.28) มีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง โดยมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ที่ 71.60 ± 12.15 ภายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน (ร้อยละ 87.29 ± 9.35) มากกว่าก่อนเรียน (ร้อยละ 25.21 ± 7.97) มีพัฒนาการด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูงมาก โดยมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ที่ 83.15 ± 12.29 ภายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

¹ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน, ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ,
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ABSTRACT

This research applied the phenomenon-based learning to develop the learning activities in chemical kinetics topic. The objectives of this research were (1) to study the development of students' learning achievement and (2) to study the development of students' critical thinking skill. The aim group for this research was 24 eleventh grade students. The research instruments were consisted of the lesson plans containing phenomenon-based learning, the learning achievement test, the critical thinking skill test, the post tests, and the learning observation form. The data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation, relative gain score, and content analysis. The consequences were as follow: (1) the students' posttest learning achievement average score (80.42 ± 8.53 percent) was higher than the students' pretest learning achievement average score (30.83 ± 13.28 percent) and the relative gain score was 71.60 ± 12.15 after treated with the phenomenon-based learning; and (2) the students' posttest critical thinking skill average score (87.29 ± 9.35 percent) was higher than the students' pretest critical thinking skill average score (25.21 ± 7.97 percent) and the relative gain score was 83.15 ± 12.29 after treated with the phenomenon-based learning.

Keywords: Critical Thinking Skill, Learning Achievement, Phenomenon-based Learning

บทนำ

วิทยาศาสตร์สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศไทยให้มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านการเกษตร การแพทย์ การสื่อสาร การคมนาคม อุตสาหกรรม เศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง การศึกษา และด้านอื่น ๆ ก่อให้เกิดคุณภาพชีวิตที่ดีแก่ประชาชนและการพัฒนากระบวนการคิดที่หลากหลายและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตในยุคโลกาภิวัตน์ อาทิ การคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อีกทั้งส่งเสริมให้เกิดการสร้างองค์ความรู้และการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ (วิสุทธิ ไบไม้, 2559) การศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดที่หลากหลายนั้นจึงมีความสำคัญอย่างมาก เพราะเป็นการพัฒนาประชาชนให้มีกลวิธีและทักษะกระบวนการคิดรูปแบบต่าง ๆ ในระดับสูงขึ้น การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนเป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัด

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข บุคคลที่มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดีสามารถคิดวิเคราะห์ได้อย่างมีหลักการและแบบแผน สามารถจัดการและตรวจสอบความคิดของตนเองได้ และสามารถตัดสินใจหรือแก้ไขปัญหาโดยอาศัยการวิเคราะห์เหตุผลประกอบได้อย่างเหมาะสม (คันทันย์ ฉัตรคุปต์ และ อุษา ชูชาติ, 2544, น. 41-45; Bailin, 2002, p. 362)

กระบวนการหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริง ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-Based Learning หรือ PhenoBL) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงมาใช้เป็นจุดตั้งต้นของกิจกรรมการเรียนรู้ นำไปสู่การสืบเสาะด้วยมุมมองที่หลากหลายโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย ผ่านกระบวนการคิดไตร่ตรอง คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อสร้างองค์ความรู้และพัฒนาทักษะของนักเรียน เกิดองค์ความรู้และประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียน รูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้มีรากฐานมาจากการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีหลักการว่าผู้เรียนคือผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ข้อมูลความรู้คือผลผลิตที่ได้จากการแก้ไขปัญหา และครูผู้สอนปฏิบัติตนเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้เท่านั้น ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ยังต้องอาศัยการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ ทำให้เกิดบริบทของสังคมแห่งการเรียนรู้ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (พงศธร มหาวิทยาลัย, 2560; อรพรรณ บุตรภักดี, 2561) กล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้สามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้ความสามารถในการออกแบบและทักษะการทดลองของนักเรียน และเพิ่มพูนประสบการณ์การสร้างองค์ความรู้ และประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติอย่างแท้จริงและนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิตของนักเรียน เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเป็นบุคคลที่ทันยุคทันสมัยอยู่เสมอ (สุบิน ไชยยะ และคณะ, 2558) ตัวอย่างเช่น อนุเบศ ทับนิยม และ สุมาลี ชุกำแพง (2563) สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพได้ และ พงศธร มหาวิทยาลัย (2562) นำจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานบูรณาการกับการเรียนรู้เชิงรุกให้กับนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในรายวิชาการประถมศึกษา ส่งผลให้นักศึกษามีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานนี้สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่หลากหลายและแตกต่างกันได้อย่างสัมฤทธิ์ผลภายใต้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นำไปสู่การประยุกต์ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อแก้ไขปัญหาใหม่ ทำให้ความรู้และประสบการณ์นั้นคงอยู่ได้ยาวนานขึ้นอีกด้วย

แม้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานยังไม่เป็นที่นิยมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศและต่างประเทศมากนัก แต่กระบวนการศึกษาของการเรียนรู้ในลักษณะนี้สามารถเทียบเคียงได้กับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ร่วมกับการเรียนรู้โดยการสืบเสาะ (Inquiry-Based Learning) ที่มีปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงเป็นจุดตั้งต้น

หรือปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ (คณะกรรมการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2561) ซึ่งล้วนถูกใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนได้ อาทิ ฉัตรชญา ดิงสะ และคณะ (2561) สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้การจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผสมผสานกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ พจมาพร คະເລຣ໌ມ໌ (2559) สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของนักเรียนได้โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเฟื่องลัดดา จิตจักร และคณะ (2558) สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนได้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะซึ่งเป็นแม่แบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานสามารถพัฒนาความรู้ความสามารถของผู้เรียนได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพ

โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ในปี พ.ศ. 2561 ระบุว่าคะแนนการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 426 คะแนน ซึ่งไม่แตกต่างจากคะแนนการประเมินตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 กระทั่งปีดังกล่าว แต่ต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในกลุ่มประเทศที่เป็นสมาชิกขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีค่าอยู่ที่ 489 คะแนน เมื่อพิจารณารายละเอียดของการประเมินนี้ พบว่านักเรียนในประเทศไทยมีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในระดับที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ สามารถนำหลักฐานและประจักษ์พยานไปใช้ในการแปลความหมายในเชิงวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี แต่ยังไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่แตกต่างจากสถานการณ์เดิมในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ รวมถึงยังไม่สามารถนำวิธีการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาหรือแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากสถานการณ์เดิมได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเลือกใช้แนวทางหรือวิธีการศึกษาที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ ผู้วิจัยมีโอกาสดำเนินการวิจัยรายวิชาเคมีให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเน้นพัฒนาความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาจลนศาสตร์เคมีของนักเรียนห้องเรียนหนึ่ง จำนวน 24 คน อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย 70.43 และมีผลการเรียนอยู่ในช่วง 2 – 3.5 กล่าวคือ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนไปใช้ในการสอบคัดเลือกเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นไป แต่ยังไม่สามารถดัดแปลง เชื่อมโยง และประยุกต์ความรู้และวิธีการศึกษาให้เข้ากับการศึกษาปัญหาในชีวิตประจำวันได้ อาจเป็นผลจากเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมสูง ประกอบไปด้วยทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การคำนวณที่ยุ่งยากซับซ้อน การแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติการทดลอง ซึ่งล้วนเป็นสิ่งแปลกใหม่และแตกต่างจากประสบการณ์เดิมของนักเรียน เป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4| วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์: ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2564

ของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลางซึ่งสามารถพัฒนาให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้นได้ ประกอบกับการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ในรายวิชาดังกล่าวซึ่งเป็นรายวิชาที่มีเนื้อหาปริมาณมากที่มีได้เน้นให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองมากเท่าที่ควร กล่าวคือ แม้ว่านักเรียนจะได้ดำเนินการทดลองควบคู่ไปกับการรับฟังบรรยายแล้ว แต่กิจกรรมการทดลองที่นำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้นั้นได้กำหนดวิธีดำเนินการทดลองมาแล้ว ซึ่งมีได้ส่งเสริมให้นักเรียนวางแผนและออกแบบวิธีการทดลองด้วยตนเอง จึงส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการสรรหาเลือกใช้วิธีดำเนินการทดลองที่เหมาะสมกับปัญหาที่ต้องการศึกษา และสถานการณ์ที่นำมาใช้ในการทดลองนั้น มักเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนไม่สามารถประสบพบเจอด้วยตนเองจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนมิได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของเนื้อหาวิชาที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริงหรือนำไปใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตจริงของนักเรียน รวมถึงขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ขาดการเชื่อมโยงองค์ความรู้ไปสู่ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นนอกห้องเรียน และการต่อยอดเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น จึงควรส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสิ่งที่เกิดขึ้นรอบตัวผู้เรียน

ดังกล่าวมานี้ ผู้วิจัยสนใจนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นสำคัญ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเน้นพัฒนาความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 24 คน (1 ห้องเรียน) ผู้วิจัยระบุงุ่มเป้าหมายนี้โดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยนักเรียนกลุ่มนี้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในกลุ่มรายวิชาเคมีในระดับปานกลาง นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับผลการเรียนอยู่ในช่วง 2 – 3.5 สามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการตอบแบบทดสอบได้ แต่ยังไม่สามารถนำองค์ความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาอธิบายเหตุการณ์ สถานการณ์ และปรากฏการณ์

ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน รวมถึงยังขาดทักษะ การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการศึกษาปัญหา จากสถานการณ์และปรากฏการณ์ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดำเนินการผ่านขั้นตอนการวิจัย 4 ขั้นตอน (PAOR) ประกอบด้วย ขั้นตอนวางแผน (Plan หรือ P) ขั้นปฏิบัติตามแผน (Act หรือ A) ขั้นสังเกต (Observe หรือ O) และ ขั้นสะท้อนผล (Reflect หรือ R) ต่อเนื่องกัน 5 วงจร ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรละ 3 คาบเรียน รวมเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 15 คาบเรียน รวมกับการทดสอบก่อนเรียน 2 คาบเรียน และการทดสอบหลังเรียน 2 คาบเรียน รวมทั้งสิ้น 19 คาบเรียน โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

2.1 ขั้นวางแผน ในวงจรที่ 1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อระบุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาวิธีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี ฉบับที่ 1 โดยระบุปรากฏการณ์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และในวงจรที่ 2, 3, 4 และ 5 ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากขั้นสะท้อนผลในวงจรก่อนหน้า ร่วมกับสภาพปัญหาเดิมของนักเรียนมาพัฒนาและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ฉบับถัดไป รวมถึงวางแผนการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้แบบฝึกหัดหลังเรียน แบบทดสอบหลังเรียน แบบสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ การตอบคำถามในชั้นเรียนของนักเรียน บันทึก การเรียนรู้ของนักเรียน และการสัมภาษณ์นักเรียน

2.2 ขั้นปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี จำนวน 5 แผน แต่ละแผนใช้เวลาแผนละ 3 คาบเรียน ต่อเนื่องกันเป็นวงจร จำนวน 5 วงจร

2.3 ขั้นสังเกต ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนิน กิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี

2.4 ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยวิเคราะห์ สรุป และสังเคราะห์ข้อมูลจากขั้นสังเกตเพื่อหา แนวทางแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ในขั้นวางแผนของวงจรถัดไป ในวงจรที่ 5 ผู้วิจัย นำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงบรรยายร่วมกับผลการวิเคราะห์พัฒนาการ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบ ก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี จำนวน 5 ฉบับ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (2) ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้

6 | วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์: ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2564

ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ การเลือกปรากฏการณ์ที่ใช้ในการศึกษา การกำหนดปัญหา และตั้งสมมติฐาน การวางแผนและออกแบบวิธีการทดลอง การดำเนินการทดลอง และการนำเสนอผลการทดลอง และ (3) ขั้นสรุปผลการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละฉบับมีค่าความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.67 – 4.78 และมีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยทุกฉบับ 4.74 ± 0.05 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อคำถาม แบ่งข้อคำถามตามองค์ประกอบการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้เชิงพุทธิพิสัย ตามแนวคิดของ Bloom (1965) ซึ่งแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า มีดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (CVI) ด้านความสอดคล้องของแต่ละข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.75 – 1.00 ค่าความยากง่าย (*D*) ของแต่ละข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.81 ค่าอำนาจจำแนก (*B*) ของแต่ละข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.45 – 0.95 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) อยู่ที่ 0.90 ถือว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีความเชื่อมั่นสูง สามารถนำไปใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อนำผลจากการตอบแบบทดสอบนี้มาวิเคราะห์พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

3.3 แบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อคำถาม แบ่งข้อคำถามตามองค์ประกอบการวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 ด้าน คือ (1) การกำหนดปัญหา (2) การตั้งสมมติฐาน (3) การสรุปอ้างอิง และ (4) การประเมิน คือความสามารถ ในการนำผลสรุปไปเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้กับข้อมูลเพิ่มเติม ในการคาดการณ์สถานการณ์อื่น ๆ มีดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้านความสอดคล้องของแต่ละข้อ อยู่ระหว่าง 0.75 – 1.00 ค่าความยากง่ายของแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0.67 – 0.88 ค่าอำนาจจำแนก ของแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0.43 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับอยู่ที่ 0.96 ถือว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีความเชื่อมั่นสูง นำไปใช้ทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อนำผลจากการตอบแบบทดสอบนี้มาวิเคราะห์พัฒนาการด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

3.4 แบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ฉบับ ฉบับละ 4 ข้อคำถาม รวมทั้งสิ้น 20 ข้อคำถาม โดยแต่ละข้อคำถามในทุกฉบับมีดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้านความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.75 – 1.00 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.79 มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.91 และแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละฉบับมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จำแนก รายฉบับอยู่ที่ 0.89, 0.88, 0.90, 0.85 และ 0.80 ถือว่าแบบทดสอบทุกฉบับนำไปใช้ในการทดสอบหลังเรียน ในแต่ละวงจรได้ เพื่อนำผลจากการตอบแบบทดสอบนี้มาวิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.5 แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี ในชั้นปฏิบัติการตามแผนของแต่ละวงจรการวิจัย โดยบันทึกสภาวะการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

4. ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

4.1 ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการวิจัย โดยแนะนำขั้นตอนดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้ และบทบาทของนักเรียนก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

4.2 นักเรียนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง จลนศาสตร์เคมีและแบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ใช้เวลาทดสอบ 2 คาบเรียน

4.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี จำนวน 5 ฉบับ ฉบับละ 3 คาบเรียน รวมทั้งสิ้น 15 คาบเรียน ให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้วยตนเอง ระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยบันทึกการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมของนักเรียนโดยใช้แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ หลังจากที่ได้เสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรแล้ว นักเรียนทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน โดยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียนนี้ จะไม่นำไปคำนวณร่วมกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4 นักเรียนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ภายหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานครบทั้ง 5 วงจรแล้ว ใช้เวลาทดสอบ 2 คาบเรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนและการสังเกตการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน อาทิ ค่าเฉลี่ย (μ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อนำเสนอในรูปแบบสถิติเชิงพรรณนาหรือข้อมูลเชิงบรรยาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ข้อมูลเชิงปริมาณซึ่งได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบหลังเรียน นำมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ เพื่อพิจารณาระดับพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

5.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพซึ่งได้จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ การวิเคราะห์การตอบแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน ผลงานนักเรียน และคำสัมภาษณ์ของนักเรียน เพื่อนำเสนอผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการทั้ง 5 วงจร ด้วยสถิติเชิงพรรณนา

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ผลดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่านักเรียน มีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมอยู่ในระดับสูง มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ที่ 71.60 ± 12.15 เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่าคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ด้านการสังเคราะห์มีค่ามากที่สุดโดยมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก รองลงมาคือด้านการเข้าใจ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการประเมินค่า ด้านการนำไปใช้ และด้านความรู้ความเข้าใจ ตามลำดับ โดยทุกด้าน มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยและคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (คะแนนเต็ม)	คะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน		คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน		คะแนนพัฒนาการ สัมพัทธ์ (%)		ระดับ พัฒนาการ
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	
	ด้านความรู้ความจำ (3)	1.25	0.66	2.42	0.64	63.89	
ด้านความเข้าใจ (3)	1.25	0.72	2.50	0.71	72.92	38.43	สูง
ด้านการนำไปใช้ (4)	1.33	0.85	3.08	0.91	65.97	33.24	สูง
ด้านการวิเคราะห์ (4)	1.25	1.13	3.25	0.83	71.18	32.72	สูง
ด้านการสังเคราะห์ (3)	0.54	0.64	2.50	0.65	77.08	31.48	สูงมาก
ด้านการประเมินค่า (3)	0.54	0.71	2.33	0.80	70.83	36.08	สูง
รวม (20)	6.17	2.66	16.08	1.71	71.60	12.15	สูง

2. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้ผลดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมอยู่ในระดับสูงมาก โดยมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ที่ 83.15 ± 12.29 เมื่อพิจารณาจำแนกตามองค์ประกอบของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่าคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของการตั้งสมมติฐานมีค่ามากที่สุด รองลงมา คือการสรุปอ้างอิง การระบุปัญหา และการประเมิน ตามลำดับ โดยทุกด้านมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยและคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณ (คะแนนเต็ม)	คะแนนเฉลี่ย		คะแนนเฉลี่ย		คะแนนพัฒนาการ		ระดับ พัฒนาการ
	ก่อนเรียน		หลังเรียน		สัมพัทธ์ (%)		
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	
การระบุปัญหา (5)	1.08	0.91	4.29	0.79	81.11	21.41	สูงมาก
การตั้งสมมติฐาน (5)	1.58	0.95	4.50	0.71	86.18	19.55	สูงมาก
การสรุปอ้างอิง (5)	1.04	0.93	4.38	0.75	83.61	20.02	สูงมาก
การประเมิน (5)	1.33	0.90	4.29	0.79	80.14	24.59	สูงมาก
รวม (20)	5.04	1.59	17.46	1.87	83.15	12.29	สูงมาก

3. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในวงจรที่ 1 – วงจรที่ 5 ผู้วิจัยกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 5 วงจร แต่ละวงจรมีขั้นตอนด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติตามแผน ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล ได้ผลในการจัดกิจกรรมเป็นดังต่อไปนี้

วงจรที่ 1 ขั้นวางแผน ผู้วิจัยได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเรื่อง จลนศาสตร์เคมี ทั้ง 5 ฉบับ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการหาคุณภาพเครื่องมือ (Try out) แล้วนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ขั้นปฏิบัติตามแผน ในวงจรที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ขั้นสังเกต ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาและสมมติฐานของการทดลองได้อย่างถูกต้อง นำไปสู่การออกแบบวิธีดำเนินการทดลอง และสามารถเก็บผลการทดลองได้จริง สืบค้นปรากฏการณ์ที่ใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ นอกเหนือจากแหล่งเรียนรู้ที่กำหนดให้และนักเรียนให้ความสนใจกับปรากฏการณ์ที่นำมาใช้ในการศึกษา แต่นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ เป็นผลมาจากผู้วิจัยอธิบายวิธีการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับจลนศาสตร์เคมีไม่เพียงพอ นอกเหนือจากนี้ นักเรียนมีภาระงานอื่น ๆ นอกเหนือจากภาระงานในรายวิชาที่ต้องรับผิดชอบทำให้นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามในแบบฝึกหัดการและแบบฝึกหัดได้อย่างครบถ้วน เมื่อนักเรียนตอบแบบทดสอบหลังเรียน ฉบับที่ 1 พบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.21 ± 0.71 ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยนำข้อมูลเหล่านี้สะท้อนผลไปสู่วงจรที่ 2 โดยผู้วิจัยต้องเพิ่มการอธิบายการคำนวณเกี่ยวกับจลนศาสตร์เคมีให้มากยิ่งขึ้น ลดจำนวนข้อคำถามในแบบฝึกหัดให้น้อยลง รวมถึงให้นักเรียนตอบแบบฝึกหัดการหนึ่งฉบับต่อนักเรียนหนึ่งกลุ่มเท่านั้น

วงจรที่ 2 ขั้นวางแผน ผู้วิจัยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยอาศัยข้อมูลในขั้นสะท้อนผลของวงจรที่ 1 แล้วนำมาใช้จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในขั้นปฏิบัติตามแผน ขั้นสังเกต ผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถคำนวณได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น รวมไปถึงการระบุปัญหาและสมมติฐานการทดลองและออกแบบวิธีการทดลองที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้ได้วิธี

การทดลองที่เหมาะสมที่สุด และนักเรียนสนใจปรากฏการณ์ที่ใช้ในการศึกษา เมื่อนักเรียนตอบแบบทดสอบ หลังเรียน ฉบับที่ 2 พบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.29 ± 0.68 ในขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยนำข้อมูลเหล่านี้ สะท้อนผลไปสู่ขั้นวางแผนในวงจรที่ 3 โดยผู้วิจัยต้องเน้นการอธิบายการคำนวณที่มีความซับซ้อน รวมถึง เทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับจลนศาสตร์เคมี

วงจรที่ 3 ขั้นวางแผน ผู้วิจัยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยอาศัยข้อมูลในขั้นสะท้อนผล ของวงจรที่ 2 แล้วนำมาใช้จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในขั้นปฏิบัติตามแผน ขั้นสังเกต ผู้วิจัย พบว่า นักเรียนสามารถคำนวณโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจลนศาสตร์เคมีที่มีความซับซ้อนได้ดีมากขึ้น นักเรียนทุกกลุ่มสามารถระบุปัญหาและสมมติฐานการทดลองได้อย่างถูกต้องและออกแบบการทดลอง ในรูปแบบที่เหมาะสม ทว่านักเรียนไม่สนใจต่อปรากฏการณ์ที่นำมาใช้ในการศึกษา เป็นผลจากปรากฏการณ์ ที่นำมาใช้นั้นแตกต่างจากประสบการณ์เดิมของนักเรียนอย่างมาก และเมื่อนักเรียนตอบแบบทดสอบ หลังเรียน ฉบับที่ 3 พบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.08 ± 0.70 ขั้นสะท้อนผล และผู้วิจัยต้องเลือกปรากฏการณ์ ที่นำมาใช้ในการศึกษาให้มีความน่าสนใจต่อการเรียนรู้ของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

วงจรที่ 4 ขั้นวางแผน ผู้วิจัยได้คัดเลือกปรากฏการณ์ที่นำมาใช้ในการศึกษาตามแผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 4 ให้ใกล้ตัวนักเรียนมากยิ่งขึ้น ขั้นปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มาใช้ จัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ขั้นสังเกต ผู้วิจัยพบว่านักเรียนให้ความสนใจปรากฏการณ์ที่ใช้ ในการศึกษามากยิ่งขึ้น โดยแต่ละกลุ่มต่างเสนอประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมจากปรากฏการณ์ ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ นักเรียนยังคงสามารถระบุปัญหาและสมมติฐานการทดลองได้อย่างถูกต้อง ออกแบบ วิธีดำเนินการทดลองได้อย่างเหมาะสม และคำนวณโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจลนศาสตร์เคมีได้ อย่างถูกต้องอีกด้วย นอกเหนือจากนี้นักเรียนเสนอนักเรียนต้องการศึกษาปัญหาที่แตกต่างกันภายใต้ ปรากฏการณ์เดียวกัน และเมื่อนักเรียนตอบแบบทดสอบหลังเรียน ฉบับที่ 4 พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.33 ± 0.55 ในขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะของนักเรียนมาสะท้อนผลไปยังวงจรที่ 5 โดยให้นักเรียน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ เพื่อดำเนินการทดลองศึกษาปัญหาที่แตกต่างกันภายใต้ปรากฏการณ์เดียวกัน

วงจรที่ 5 ขั้นวางแผน ผู้วิจัยพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โดยอาศัยข้อมูลในขั้นสะท้อนผล ของวงจรที่ 4 ขั้นปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นสังเกต ผู้วิจัยพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มใหญ่สามารถสร้างวิธีดำเนินการทดลองที่สามารถศึกษาปัญหาและสมมติฐาน ที่นักเรียนกำหนดขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดข้อค้นพบที่แตกต่างกัน นำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายใน ชั้นเรียน รวมถึงสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรก่อนหน้ามาอภิปราย ปรากฏการณ์ที่ใช้ในการศึกษาได้ เมื่อนักเรียนตอบแบบทดสอบหลังเรียน ฉบับที่ 5 พบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 3.71 ± 0.45 และขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยได้แนวทางในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกศึกษาปัญหาที่นักเรียนสนใจภายใต้ปรากฏการณ์เดียวกัน ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียน ค้นพบแง่มุมปัญหา วิธีการศึกษา และคำตอบที่หลากหลายจากปรากฏการณ์เดียวกัน

ผลการวิจัย

1. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (80.42 ± 8.53) มากกว่าก่อนเรียน (30.83 ± 13.28) มีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ที่ 71.60 ± 12.15 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
2. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน (87.29 ± 9.35) มากกว่าก่อนเรียน (25.21 ± 7.97) มีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์อยู่ที่ 83.15 ± 12.29 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

อภิปรายผล

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับสูงและสูงมากตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยพบว่ากระบวนการศึกษาของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนต้องนำความรู้เดิมของนักเรียนมาใช้ในการตอบคำถามหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ เพื่อให้ผู้วิจัยทราบว่านักเรียนพื้นฐานความรู้อยู่ในระดับใด เพื่อนำไปใช้เชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ของนักเรียน เป็นไปตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ที่ว่ามนุษย์ปรับตัวเข้ากับสิ่งใหม่โดยผ่านการซึมซับและปรับโครงสร้างของประสบการณ์เดิม (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553)

ในชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้ลงมือสำรวจสืบค้นและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อค้นหาความรู้ ปัจจัยหนึ่งที่กำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนคือปรากฏการณ์ที่นำมาใช้ในการศึกษา หากปรากฏการณ์ที่นำมาใช้เป็นปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนหรืออยู่ในความสนใจของนักเรียน เป็นต้นว่าในกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 ผู้วิจัยเลือกปรากฏการณ์ที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าใกล้ตัวนักเรียน ประกอบกับวิธีที่ใช้ในการศึกษาแตกต่างไปจากประสบการณ์เดิมของนักเรียนมาก ทำให้นักเรียนไม่ให้ความสนใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตอบแบบทดสอบหลังเรียนอยู่ที่ 3.08 ± 0.70 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของวงจรอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในวงจรที่ 5 ที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.71 ± 0.45 เพราะผู้วิจัยได้เลือกปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนมากยิ่งขึ้น ประกอบกับให้อิสระในการระบุนิยามจากปรากฏการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ทำให้นักเรียนมีความสนใจต่อปรากฏการณ์และปัญหาที่นักเรียนศึกษา พฤติกรรมการเรียนรู้เหล่านี้สอดคล้องกับคำกล่าวของ Deahler & Folsom (2016) ที่ว่าปรากฏการณ์ที่เลือกมาใช้ในการศึกษาคควรเป็นปรากฏการณ์ที่อยู่ใน ความสนใจและสอดคล้องกับประสบการณ์และระดับชั้นของนักเรียน และคำกล่าวของ Quattruci (2018) ที่ว่านักเรียนมักจะเลือกศึกษาปัญหาที่นักเรียนสนใจ ซึ่งช่วยพัฒนาแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียน การส่งเสริมให้นักเรียน

ลงมือดำเนินกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การระบุปัญหาที่ต้องการศึกษา การออกแบบวิธีการทดลอง การลงมือปฏิบัติการทดลอง และการนำเสนอข้อมูลนั้น ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบรู้จักจริง และยังทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาสำคัญได้ (วิจารณ์ พานิช, 2556)

ในขั้นสรุปผลการเรียนรู้ นักเรียนจะช่วยกันอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ กระทั่งนักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่โดยอาศัยการแนะนำของผู้วิจัยเพียงเล็กน้อยเท่านั้น รวมถึงนักเรียนยังได้ฝึกแก้ไขโจทย์ปัญหาที่หลากหลายโดยการตอบแบบทดสอบหลังเรียน ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้ในการคำนวณหรือการอธิบายในทันที ซึ่งการทดสอบหลังเรียนนี้มีผลส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพราะนักเรียนจะได้ทราบว่าตนเองเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาจากกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับใด ดังคำกล่าวของบริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2548) ว่าการฝึกฝนผ่านการทดสอบทำให้นักเรียนมีพัฒนาการมากกว่าการฝึกฝนโดยปราศจากการทดสอบ เพราะการทดสอบทำให้นักเรียนต้องนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้ นอกเหนือจากนี้ นักเรียนยังได้ฝึกฝนแก้ไขโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจลนศาสตร์เคมีผ่านแบบฝึกหัดในแต่ละวงจรที่ผู้วิจัยพัฒนาไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ทำให้นักเรียนสามารถจดจำและทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาซ้ำอีกครั้งจนเกิดความเข้าใจที่คงทนตามกฎแห่งการฝึกฝน (Thorndike's Law of Exercise) ที่ว่าการฝึกฝนหรือการกระทำสิ่งใดซ้ำ ๆ หรือบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้เกิดนักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่คงทนถาวร (ทิตนา แคมมณี, 2560) กล่าวได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งพัฒนาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของพิไลวรรณ พรรณขาม และคณะ (2562) ที่ว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นภายหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เคมีอินทรีย์ งานวิจัยของพัทธมน วิริยธรรม และคณะ (2561) ที่ว่านักเรียน มีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นภายหลังจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้นตอน ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และงานวิจัยของอลิศรา ศรีสร้อย และคณะ (2560) ที่ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เมื่อพิจารณาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยพบว่ากระบวนการศึกษาในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนอย่างมาก เพราะนักเรียนได้ศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาเพื่อระบุปัญหาที่สำคัญที่สุดและกำหนดสมมติฐานจากปัญหานั้น ๆ ไม่เพียงแต่นักเรียนจะศึกษาปรากฏการณ์เหล่านั้นจากแหล่งข้อมูลที่ผู้วิจัยกำหนดให้เท่านั้น แต่นักเรียนยังศึกษาปรากฏการณ์จากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ร่วมด้วย อาทิ ห้องสมุด สารสนเทศ และการสัมภาษณ์ปรากฏการณ์ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดสัมพันธภาพกับปรากฏการณ์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น นักเรียนจึงสามารถนำข้อมูลเชิงประจักษ์เหล่านั้นมาประมวลผลเพื่อให้ได้ประเด็นปัญหาที่สำคัญและน่าสนใจเพื่อมาใช้ในการกระบวนการเรียนรู้ (Dressel & Mayhew, 1974; Ennis,

1985) ส่งผลให้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีพัฒนาการขึ้นเป็นอย่างมาก เพราะนักเรียนจะต้องสืบค้น ข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงตั้งประสบการณ์เดิมของนักเรียนมาออกแบบวิธีการทดลองที่สามารถทดสอบสมมติฐาน ได้จริง ซึ่งต้องอาศัยทักษะนี้ในการพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ ทดสอบสมมติฐาน (ณัฐ เนาว์ช้าง และคณะ, 2563)

เมื่อนักเรียนดำเนินการทดลองตามวิธีที่กำหนดไว้แล้ว ประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลอง จะถูกนำมาประมวลผลอ้างอิงร่วมกับทฤษฎีต่าง ๆ ตามองค์ความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน จนได้ผลสรุปของการทดลอง และเมื่อนักเรียนประสบพบเจอกับประเด็นปัญหาหรือปรากฏการณ์ในลักษณะ ที่คล้ายคลึงกันนี้ผ่านคำถามของผู้วิจัยระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือประสบการณ์จริงของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่และคาดการณ์ คำตอบของปัญหาใหม่ได้อย่างถูกต้อง เช่นเดียวกับคำกล่าวของชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558) ที่ว่านักเรียน ต้องนำข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะแสวงหาข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลต่อเนื่องกันมาประมวลผลเพื่อระบุข้อดี ข้อเสีย และจำแนกประเภทเพื่อนำมาแก้ปัญหาใหม่โดยใช้ประสบการณ์เดิมได้อย่างถูกต้อง

เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของระดับพัฒนาการระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยวางแผนไว้เน้นกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญ ทำให้นักเรียนจำเป็นต้องใช้ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณตลอดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 วงจรอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำให้นักเรียน มีพัฒนาการด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระดับสูงมาก แตกต่างจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงเท่านั้น เพราะผู้วิจัยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาผ่านการลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนมิได้ฝึกฝนพฤติกรรมด้านการนำไปใช้และความรู้ความจำมากเท่าที่ควร เป็นผลให้พัฒนาการ ด้านความรู้ความจำและด้านการนำไปใช้อยู่ในระดับต่ำกว่าระดับอื่น ๆ ของพฤติกรรมการเรียนรู้ แต่กลับแตกต่างจากด้านความเข้าใจ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า เพราะพฤติกรรมเหล่านี้เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง มากกว่าการจดจำและการนำไปใช้ในการคำนวณ

ดังกล่าวมานั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้ นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชา ผ่านปรากฏการณ์ สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันผ่านการสืบเสาะ ค้นคว้า ทดลอง จากปัญหาที่นักเรียนสนใจภายใต้ปรากฏการณ์ที่ถูกนำมาใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษา ก่อให้เกิด การเรียนรู้ที่มีความหมาย ตระหนักถึงคุณค่าขององค์ความรู้ที่ได้รับ สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้นี้มาใช้ ในการอธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างไปจากประสบการณ์เดิม ดังคำกล่าวของอรพรรณ บุตรกัตถัญญ (2561) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้และทักษะ จากการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง และการนำทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

ของนักเรียนอย่างต่อเนื่องทั้ง 5 วงจร ช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะดังกล่าวอย่างมาก ซึ่งต้องอาศัยปรากฏการณ์ที่น่าสนใจเพื่อนำมาใช้เป็นจุดชนวนความสนใจใฝ่รู้ของนักเรียน ดังคำกล่าวของกุนทรี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2558) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนจำเป็นต้องอาศัยแรงจูงใจหรือการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงเป้าหมายและความสำคัญในสิ่งที่นักเรียนกำลังศึกษา อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้จำเป็นต้องดำเนินการให้กับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง และครูผู้สอนต้องปฏิบัติตนเป็นเพียงผู้อำนวยการเรียนรู้เท่านั้น เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อันเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (พงศธร มหาวิทยาลัย, 2562)

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ปรากฏการณ์ที่น่านำมาใช้ในการเรียนรู้จำเป็นต้องอยู่ในความสนใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีแรงจูงใจและจดจ่อที่จะศึกษาด้วยกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
2. กลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยมีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ในระดับสูง จึงควรศึกษาพัฒนาการด้านความรู้และความสามารถที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานของนักเรียนในโรงเรียนอื่น ๆ เพื่อประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ว่าเหมาะสมต่อบริบทการศึกษาวิทยาศาสตร์ของไทยหรือไม่ อย่างไร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ความกรุณา มอบทุนการศึกษาในระดับมหาบัณฑิตให้กับผู้วิจัยและมอบทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

บรรณานุกรม

กุนทรี เพ็ชรทวีพรเดช, ชาตรี เกิดธรรม, บุญเรือง ศรีเหรียญ, และ อุษาคงทอง. (2558). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม*, 5(2), 24-32.

คณะกรรมการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. (2561). *คู่มือการจัดการเรียนรู้: แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาครูในศตวรรษที่ 21*. สืบค้น 4 กันยายน 2562 จาก http://www.edu.ru.ac.th/images/edu_KM/36833_km-05082562.pdf

ฉัตรชญา ติงสะ, อารีรัตน์ ใจกล้า, สุภาพ ตาเมือง และศักดิ์ศรี สุภาพร. (2561). ผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องสมบัติและปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาผลสมผสานกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 1(1), 97-108.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. นนทบุรี: พี บาลานซ์ดีไซน์ แอนปริ้นติ้ง.

ณัฐ เนาวิฑู, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และชำนาญ เชาวเกียรติพงศ์. (2563). ผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองคง จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารวิจัย มข. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ฉบับบัณฑิตศึกษา)*, 8(1), 41-51.

ทศนา เขมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2548). *การนิเทศการสอน*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี

พงศธร มหาวิจิตร. (2560). นวัตกรรมการเรียนรู้จากฟินแลนด์, *นิตยสาร สสวท*. 46(209), 40-45.

พงศธร มหาวิจิตร. (2562). การประยุกต์ใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบเชิงรุกในรายวิชาการประถมศึกษา เพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 42(2), 73-90.

พัทธมน วิริยธรรม, ภัทรภร ชัยประเสริฐ, และ สพลณภัทร์ ศรีแสนรงค์. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(2), 140-152.

พิไลวรรณ พรรณขาม, กิตติมา พันธุ์พุกษา, และ ภัทรภร ชัยประเสริฐ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(4), 224-238.

วิจารณ์ พานิช. (2556). *ครูเพื่อศิษย์ สร้างห้องเรียนกลับทาง*. เอสอาร์พรินติ้งแมสโปรดักส์.

วิสุทธิ ไบไม้. (2559). *การศึกษาและการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย*. สืบค้น 13 ธันวาคม 2562, จาก <http://www.sc.mahidol.ac.th/usr/wp-content/uploads/2016/06/Visut.pdf>

คันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และ อุษา ชูชาติ. (2562). *ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สถาบันส่งเสริมการสอบวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *ผลการประเมิน PISA 2018*.

<https://pisathailand.ipst.ac.th/news-12/>

สุบิน ไชยยะ, พงษ์สิทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์ และปิยพงษ์ สุขเมตติกุล. (2558). ทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของนิสิตนักศึกษาในมหาวิทยาลัย : กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 21(3), 149-176.

สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรพรรณ บุตรกตัญญู. (2561). การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อการสร้างมุมมอง แบบองค์รวม และการเข้าถึงโลกแห่งความจริงของนักเรียน. *วารสารครุศาสตร์*, 46(2), 348-365.

อลิศรา ศรีสร้อย, รังสรรค์ ไฉมยา, และ อรัญ ชูยกระเดื่อง. (2560). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน การเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบปกติ. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 23(พิเศษ), 302-314.

Baillin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education*, 11(4), 361-375.

Bloom, B. S. (1965). *Taxonomy of Educational Objective, The classification of educational goals*.

Pennsylvania: David Mckey Company.

Deahler, K. & Folsom, J. (2016). *Making Sense of SCIENCE: Phenomena-Based Learning*.

<http://www.wested.org/mss>.

Dressel, P. L., & Mayhew, L. B. (1974). *General Education: Explorations in Evaluation* (2nd edition).

Washington D.C.: American Council and Education.

Ennis, R. H. (1985). A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skills. *Educational Leadership*, (1985, October), 44-48.

Quattruci, J. G. (2018). Problem-Based Approach to Teaching Advanced Chemistry Laboratories and Developing Students' Critical Thinking Skills. *Journal of Chemical Education*, 95, 259-266.

Silander, P. (2015). *Phenomenon Based Learning*. Retrieved September 4, 2019, from

<http://www.phenomenoleducation.info/phenomen>.