



**การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**
**Problem-Based Learning with Science Writing Heuristic (SWH) for Promoting Scientific
Reasoning Ability in Chemistry of Grade 11 Students**

จุฑาทิพย์ นาดิ¹ และกันยารัตน์ สอนสุภาพ²

Juthathip Nadee¹ and Kanyarat Sonsupap²

สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม^{1,2}

Master of Education Program in Teaching of Science and Mathematics, Faculty of Education, Mahasarakham University^{1,2}

Corresponding author, E-mail: 65010554002@msu.ac.th¹, kanyarat.s@msu.ac.th²

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมีให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 35 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ One Sample t-test และ Dependent-sample t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 77.92/71.31 2) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน คือ 24.34 ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน คือ 6.23 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์, การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์



ABSTRACT

The purpose of this research were as follows: 1) To develop learning activities based on Problem-Based Learning with Science Writing Heuristic (SWH) in chemistry with a required efficiency of 70/70, 2) To compare the scientific reasoning ability between pre- and post- Problem-Based Learning with Science Writing Heuristic (SWH) and 3) To compare learning achievement with the criteria of 70 %. The sample group of this research was 35 students of Mathayomsuksa 5/7, Currently studying in the first semester of the 2024 academic year at the junior high school in, Roi-Et Province. selected by cluster random sampling technique. The research tools included: 1) 6 lesson plans based on Problem-Based Learning with Science Writing Heuristic (SWH), each lasting 2 hours, for a total of 12 hours. 2) The scientific reasoning ability test and 3) The learning achievement test. The data analysis statistics included means, standard deviation, percentage, One Sample t-test and Dependent-sample t-test for hypothesis testing. The research findings revealed that: 1) The learning activities based on problem-based learning with Science Writing Heuristic (SWH) had efficiency (E1/E2) of 77.92/71.31 2) The scientific reasoning ability post-learning mean score was 24.34, which was significantly higher than the pre-learning mean score of 6.23 at the .05 level of significant. and 3) The learning achievement was 15.00 out of a total of 20 points. which is higher than 70% of the criterion with a statistically significant of .05 level.

Keywords: Problem-Based Learning, Science Writing Heuristic, Scientific Reasoning



บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดมีวิจารณญาณ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy For All) สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล มีผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การให้เหตุผลเป็นหนึ่งในความสามารถที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนก้าวไปสู่ความสำเร็จได้ เพราะการให้เหตุผลเปรียบเสมือนความสามารถในการเดินจากจุดที่เป็นปัญหาไปยังจุดที่เป็นทางออกของปัญหาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง (วิชัย เสวกงาม, 2557) เช่นเดียวกันกับในทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องอาศัยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) มาอธิบายคำตอบของปัญหา นอกจากนั้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ของบุคคลได้ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่ใช้ในการบรรยาย อธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Beyer and Davis, 2008) และในการให้เหตุผลเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้และการดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเราไม่สามารถดำเนินการทางวิทยาศาสตร์โดยปราศจากการให้เหตุผล และในกระบวนการให้เหตุผลนั้นจำเป็นต้องใช้กระบวนการคิดในระดับสูง ทั้งการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุป

ที่ถูกต้อง รวมถึงการที่นักเรียนได้อธิบายเหตุผลจะทำให้นักเรียนได้ทบทวนความคิดของตนเอง ตลอดจนได้ข้อสรุปและสามารถใช้เป็นเครื่องมือเพื่อประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ (Fanetti, 2012) การพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Zeinedin and Abd-El-Khalick, 2010) เนื่องจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดเป็นเหตุเป็นผล และการสร้างการคิดแบบนิรนัยและอุปนัยที่เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Davis, 2009) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือ (Mercier and Sperber, 2011) อีกทั้งยังสนับสนุนการตัดสินใจและการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ (Zeinedin and Abd-El-Khalick, 2010)

จากการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ในปี ค.ศ. 2022 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เท่ากับ 409 คะแนน ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าประเทศไทยมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของ OECD ที่ได้กำหนดไว้ที่ 500 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2565) โดยคะแนนลดลงจากปีที่ผ่านมา ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยไม่สามารถระบุ อธิบาย และประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้ อีกทั้งยังไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายและการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นเหตุผลในการตัดสินใจ นักเรียนมักมีปัญหากับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้ 1) นักเรียนมีอคติในการให้เหตุผลและผล 2) นักเรียนส่วนมากไม่สามารถเสนอข้อกล่าวอ้างของตนเองได้ 3) นักเรียนมักไม่พิจารณาสมมติฐานหรือคำอธิบายอื่น ๆ และ 4) นักเรียนมักจะถือว่าความเชื่อของตนเองเป็นจริงมากกว่าการทดสอบสมมติฐาน รวมถึงข้อมูลจากการศึกษาชั้นเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ โดยสังเกตจากการตอบคำถามที่ครูได้ถามในห้องเรียนและทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งนักเรียนไม่สามารถอธิบายคำตอบได้ และไม่สามารถนำเอาความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ (ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2559) รวมถึงข้อมูลจากการสังเกต



ชั้นเรียนก่อนทำการวิจัยและสอบถามจากคุณครูผู้สอนในรายวิชาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามจากการที่ผู้สอนถามได้ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลว่าทำไมถึงตอบเช่นนั้น และเมื่อทำการเรียนการสอนเสร็จ มีการทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนไม่สามารถอธิบายคำตอบได้ ไม่มีการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ตอบคำถามสั้น ๆ อีกทั้งจากรายงานการประเมินการอ่าน คิควิเคราะห์ให้เหตุผล และเขียนของโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดร้อยเอ็ดพบว่าในปีการศึกษา 2566 มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 121 คน ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะด้านการอ่านคิควิเคราะห์ให้เหตุผล และการเขียนที่สูงขึ้น

การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning หรือ PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบทของการเรียนรู้ (Learning Context) เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาไปพร้อมกันด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก ถ้ามองในแง่ของยุทธศาสตร์การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตนเอง (ไพศาล สุวรรณน้อย, 2559) การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งความรู้ใหม่ได้มาจากการเชื่อมโยง ความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดขั้นสูงต่อไป โดยนักเรียนต้องใช้กระบวนการทำงานแบบกลุ่มเพื่อระดมความคิดและแก้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งต้องอาศัยความเข้าใจโดยการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีลักษณะสำคัญนั้นคือยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่ม ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำมีการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น โดยปัญหาที่ได้มาต้องมีลักษณะคลุมเครือ สามารถแก้ปัญหาได้หลายวิธีโดยที่นักเรียนค้นคว้าจากสื่อภายนอกและ

หาคำตอบด้วยตนเอง (มณฑรา ธรรมบุศย์, 2545) นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา แต่การที่นักเรียนจะมีความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์นั้น นักเรียนต้องมีความสามารถในการให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการให้เหตุผลได้เหมาะสมตามสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ จะเห็นได้ว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญของการได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ด้วยเหตุนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรที่จะเน้นให้นักเรียนได้มีการพัฒนาการให้เหตุผล ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่ส่งเสริมในการให้เหตุผลคือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2555) รวมไปถึงเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic: SWH) เป็นเทคนิคที่ให้ความสำคัญกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้ข้อมูลและความรู้เดิมเพื่อสร้างและสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (เดชทัต เรื่องธรรม, 2559) เป็นการเขียนเพื่อเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง หรือบางกิจกรรมที่นักเรียนไม่ได้เป็นผู้ทำการทดลองด้วยตนเอง แต่ครูผู้สอนเป็นผู้สาธิตการทดลองและนักเรียนเป็นผู้สังเกตและใช้ข้อมูลและความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยก่อนการลงข้อสรุปนักเรียนจะต้องมีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่เข้าความรู้ใหม่ที่ได้รับ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งเป็นรูปแบบของการใช้ภาษาเพื่อการเรียนรู้ ที่นักเรียนเรียนรู้การใช้ภาษาในระหว่างกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การฝึกการปฏิบัติการใช้ภาษาจะถูกบูรณาการเข้าไปอยู่ในกิจกรรมของบทเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นกลไกช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะประสบผลสำเร็จได้นั้น นักเรียนจะต้องได้เรียนรู้รูปแบบของการใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะเริ่มการดำเนินกิจกรรมปฏิบัติในแบบของนักวิทยาศาสตร์ (สกนธ์ชัย ชะนูนันท์, 2557) นอกจากนี้การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่มโดยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดหลักและสามารถ



สร้างองค์ความรู้ด้วยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ รวมทั้งสามารถตรวจสอบได้ว่าความรู้เดิมที่มีนั้นมีความคลาดเคลื่อน หรือถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ (เดชทัต เรื่องธรรม, 2559) แม้ในบางกิจกรรมที่นักเรียนไม่ได้เป็นผู้ทำการทดลองด้วยตนเอง แต่ครูเป็นผู้สาธิตการทดลองและนักเรียนเป็นเพียงผู้สังเกต ก็สามารถได้ข้อมูลการทดลอง ก็จะสามารถใช้เทคนิคนี้ได้เช่นกัน (เดชทัต เรื่องธรรม, 2559)

จากความสำคัญและสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัย ได้สนใจวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียน วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สูงขึ้น ผู้วิจัยคาดหวัง เป็นอย่างยิ่งว่าการจัดการเรียนรู้อย่างนี้จะช่วยจะพัฒนา นักเรียนให้สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการ พัฒนาความรู้ทางด้านเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความตื่นตัว ทำลายกับการเผชิญสถานการณ์หรือ ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคม มีการร่วมกันคิดและลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชา อื่นและสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และยังช่วยพัฒนานักเรียนให้ เป็นบุคคลที่มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ ในศตวรรษที่ 21

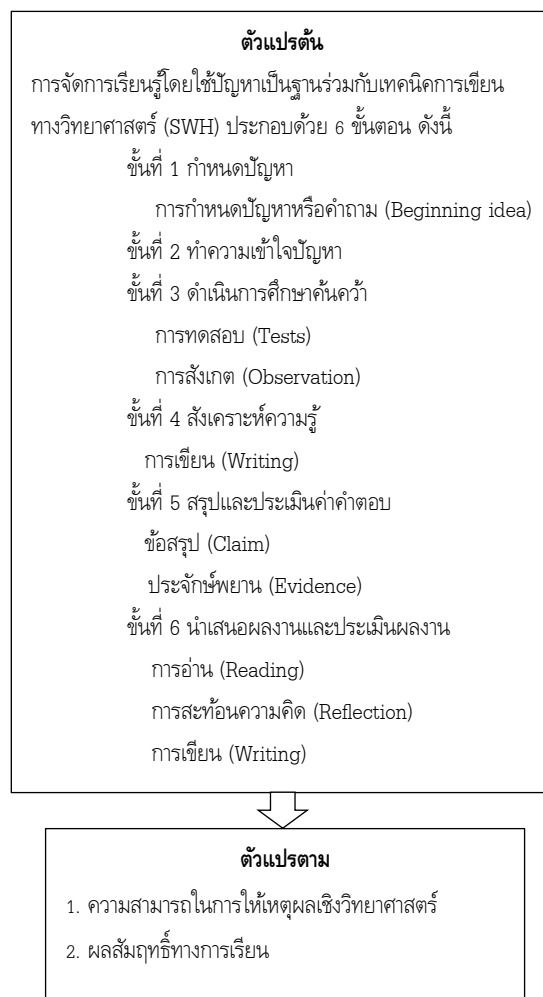
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียน วิชาเคมีให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

สมมติฐานการพัฒนาชุดกิจกรรม

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย



ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 35 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH)

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

งานวิจัยนี้ใช้เนื้อหาบทเรียน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 6 แผนการเรียนรู้รวมระยะเวลา 12 ชั่วโมง

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง

ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์แบบประเมินมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มีเกณฑ์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยพิจารณาจากความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ และความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน

การจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีระดับความเหมาะสมอยู่ในช่วง 4.60-5.00 ซึ่งหมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
ผู้วิจัยออกแบบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอัตนัยเขียนตอบ โดยข้อคำถามแบ่งตามองค์ประกอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ทาคุณภาพของแบบวัด ได้แก่ ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) เป็นรายข้อโดยใช้วิธีการคำนวณของวิทนี และซาเบอร์ (Whitney & Sabers) แล้วคัดเลือกแบบวัดที่มีเกณฑ์ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ระหว่าง 0.20 ขึ้นไป ผลปรากฏว่า 12 สถานการณ์ แบบวัดจำนวน 36 ข้อ ที่คัดเลือกมา 6 สถานการณ์ จำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.51-0.65 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.30-0.53 และนำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกแล้ว มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูศรีอ่อน, 2561) ผลปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.83

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ผู้วิจัยออกแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกการหาคุณภาพของแบบวัด ได้แก่ ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) เป็นรายข้อโดยใช้วิธีของเบรนนัน (Brennan's Index: B-Index) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีเกณฑ์ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) ระหว่าง 0.20-1.00 ไว้ใช้ ผลปรากฏว่า เลือกข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.50-0.79 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ในช่วง 0.21-0.58 เมื่อนำแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เลือกแล้ว มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการของโลเวต (Lovett) พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.75



การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการขอความอนุเคราะห์ผู้อำนวยการโรงเรียนในการดำเนินการวิจัย
2. ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จากห้องละความสามารถทั้งหมด 11 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)
3. ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียนนักเรียนห้องกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) กับนักเรียนห้องกลุ่มทดลองจำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมงรวม 12 ชั่วโมง
5. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับนักเรียนห้องกลุ่มทดลอง
6. ผู้วิจัยทำการตรวจให้คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป
7. ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ ปัญหาข้อเสนอแนะต่าง ๆ และสรุปผลการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตรวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ E1/E2 ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ได้จากคะแนนเฉลี่ยจากใบงานกลุ่มและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนในทุกแผนจำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดอัตราส่วน 60:40 ตามลำดับ ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดอัตราส่วน 50: 50 ตามลำดับ

2. ผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ Dependent-sample t-test

3. ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และสถิติทดสอบสมมติฐาน One sample t-test

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลวิเคราะห์การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70



ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ค่าสถิติ (n = 36)	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนหลังเรียน		รวม (100)
	ใบกิจกรรมกลุ่ม	แบบทดสอบย่อย	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	
คะแนนเต็ม	60	40	100	50	100
$\bar{X}$	49.27	28.65	77.92	37.50	71.31
S.D.	1.24	4.28	4.52	3.03	4.67
ร้อยละ	82.12	71.62	77.92	75.00	71.31
ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E1/E2) เท่ากับ 77.92/71.31					

จากตารางที่ 1 พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการเท่ากับ 77.92 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์เท่ากับ 71.31 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.92/71.31 ซึ่งมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผล

เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การทดสอบ	องค์ประกอบ			รวม (36 คะแนน)
	การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (12)	การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ (12)	การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (12)	
ก่อนเรียน	2.26	2.34	1.63	6.23
หลังเรียน	7.69	8.89	7.77	24.34
S.D.	3.84	4.63	4.34	12.81
t	15.062*	18.510*	18.565*	21.142*
p	.000	.000	.000	.000

หมายเหตุ.* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.34 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 6.23 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนรวมแต่ละด้าน 12 คะแนน ด้านที่ได้คะแนนสูงที่สุด คือ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และด้านที่คะแนนน้อยที่สุด คือ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทาง



วิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ในการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (20)	$\bar{X}$ (n=35)	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	p
หลังเรียน	15.00	1.21	14.00	20.359*	34	.000

หมายเหตุ. * มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.00 และเมื่อทดสอบ One sample t-test เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน) พบว่า มีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.92/71.31 หมายความว่า คะแนนระหว่างเรียนซึ่งได้จากการประเมินด้านทักษะกระบวนการกับด้านจิตพิสัยและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนในทุกแผนจำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 77.92 และคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ทั้งหมดหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 71.31 จะเห็นได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ซึ่งถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมที่เน้นการสร้างองค์ความรู้โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และใช้ข้อมูลและความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมโดยการเขียน อธิบายความเข้าใจ แสดงความคิดของตนเองบนพื้นฐานของการทดลอง หรือจากการค้นคว้าหาข้อมูล และประจักษ์พยานที่มีอยู่ มาสรุปองค์ความรู้ทั้งหมด เพื่อเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่สอดคล้องกับที่ประสพท ณื่องเฉลิม (2554) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้จากการเรียนและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นคว้าหาวิธีแก้ปัญหา มุ่งพัฒนาทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ได้มาโดยที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือนักเรียนเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหา เพื่อนำไปสู่การวางแผนร่วมกัน และลงมือทำเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม และการนำเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงโดยเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อนำมาสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่สอดคล้องกับที่เตชทัต เรืองธรรม (2559) กล่าวว่า การนำเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มาร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลองและใช้ข้อมูลและความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมเพื่อเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ที่ได้รับเน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มนักเรียนด้วยกัน ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถที่เกิดจากการลงข้อสรุปที่ถูกต้องในการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์



ได้จากการศึกษาค้นคว้าสำรวจ ตรวจสอบหรือทำการทดลองอย่างมีเหตุผล ที่จะนำมาเป็นเหตุผลอ้างอิงประกอบและหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล จนนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (เทศทัต เรืองธรรม, 2559) จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้

ค่า E1 สูงกว่าค่า E2 เนื่องจากค่า E1 ได้มาจากคะแนนระหว่างเรียนซึ่งได้จากการประเมินด้านทักษะกระบวนการกับด้านจิตพิสัยและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนในทุกแผนจำนวน 6 แผน การจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มในระหว่างการเรียนรู้ มีการปรึกษาช่วยกันค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนไม่ได้หาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเองคนเดียวและนักเรียนได้ทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผนทันทีหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผน ทำให้มีความรู้และจดจำเนื้อหาที่เรียนได้ ส่วนค่า E2 ได้จากคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนจบครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ในการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการทำด้วยตนเองคนเดียว ไม่มีผู้ใดให้ปรึกษา หาข้อมูลจากภายนอกไม่ได้ มีเวลาที่จำกัดและอาจจะลืมเนื้อหาในบางส่วนที่ได้เรียนไปบ้างแล้ว จึงทำให้คะแนนน้อยกว่า E1 จากเหตุผลข้างต้นส่งผลให้ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 6.23 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.34 โดยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค

การเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) นักเรียนได้ศึกษาหาสาเหตุของปัญหา ทำการทดลอง ร่วมกันแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุและผลบนพื้นฐานของการทดลอง ประจักษ์พยานที่มีอยู่เพื่อหาข้อสรุป สร้างองค์ความรู้ใหม่ และนักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ร่วมกันภายในกลุ่ม ในขั้นนำเสนอผลงานและประเมินผลงานนักเรียนและครูผู้สอนจะได้ร่วมกันสะท้อนความคิด ตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาว่าเข้าใจถูกต้องและแตกต่างไปจากนักเรียนคนอื่นหรือไม่ เพราะเหตุใด จึงได้ตรวจสอบความรู้ที่ถูกต้องอีกครั้งก่อนจะนำมาเขียนอธิบายความเข้าใจ องค์ความรู้ แสดงความคิดเห็นของตนเองบนพื้นฐานของการทดลองหรือการค้นคว้าหาข้อมูล และหลักฐานประจักษ์พยานที่มีอยู่ สรุปองค์ความรู้ทั้งหมดที่เชื่อมโยงกับเนื้อหา และนักเรียนได้ฝึกฝนการเขียนทางวิทยาศาสตร์ครบทุกขั้นโดยแทรกการให้เหตุผลเชื่อมโยงกับเนื้อหาได้ครบถ้วน ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

พิจารณาคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนรวมแต่ละด้านเท่ากับ 12 คะแนน พบว่า ด้านที่ได้คะแนนสูงสุด คือ การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และด้านที่ได้คะแนนน้อยที่สุด คือ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) นักเรียนได้ฝึกการหาเขียนอธิบาย สรุป อภิปรายผลโดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้ประจักษ์พยานจากการทำการทดลองในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดกับความเข้าใจและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้ที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะสามารถอธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจเรื่องราวต่าง ๆ ได้ โดยใช้หลักฐานหรือประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องเหมาะสม แลกเปลี่ยนมุมมองจนนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) จากแผนการจัดการเรียนรู้ข้างต้นส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ได้น้อย และจากการตรวจแบบวัด



ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถเขียนสรุปประเด็นได้ แต่ไม่สามารถตีความของข้อความแล้วเขียนเพิ่มเติมได้ จึงทำให้มีคะแนนด้านการสรุปประเด็นทางวิทยาศาสตร์น้อยกว่าในทุก ๆ ด้านขององค์ประกอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม กระบวนการจัดการเรียนรู้ใช้ปัญหาเป็นหลักในการสร้างองค์ความรู้ โดยให้นักเรียนสร้างความรู้จากปัญหาที่เกิดขึ้น ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550) และการจัดกิจกรรมครั้งนี้ได้นำเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มาร่วมด้วยซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสในการสืบค้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และใช้ข้อมูล ความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมเพื่อเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ที่ได้รับเน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มนักเรียนด้วยกัน ซึ่งตรงกับแนวคิดของ Keys, Hand, Prain and Collins (1999) ที่เสนอว่า เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic: SWH) เป็นรูปแบบการเขียนเพื่อการเรียนรู้ (Writing-to-Learn) จากการทำกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา และนำมาใช้เป็นแนวคิดในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เทคนิคการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์นี้ยังเป็นเครื่องมือที่จะทำให้ทั้งผู้สอนและนักเรียนได้ทำกิจกรรมและเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันผ่านกิจกรรมการทดลองในการสืบเสาะหาความรู้ ช่วยส่งเสริมการคิดและกระตุ้นให้นักเรียนมีเหตุผล โดยกระบวนการเรียนรู้ที่นำมาส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการสำรวจตรวจสอบทฤษฎีหรือสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อเท็จจริงที่มีเหตุผลและมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มายืนยันความเป็นไปได้ของทฤษฎีหรือสมมติฐานนั้น (Howson and Urbach, 2006) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ คือ 1)การสรุปประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 2) การอธิบาย

ปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ 3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ดังที่กล่าวมาข้างต้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 15.00 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากการบวนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทำทดลอง สรุปอภิปรายผล ตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาที่ถูกต้องระหว่างผู้สอนและนักเรียน จากนั้นนำมาเขียนสรุปความรู้ที่ได้มาเป็นความรู้ของตนเอง จะสามารถทำให้จดจำได้ดียิ่งขึ้น และเมื่อทำกิจกรรมเสร็จจึงมีการทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน ทำให้นักเรียนได้ความรู้ที่ถูกต้อง ครบถ้วน และเมื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่า มีนักเรียนจำนวน 33 คนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ไม่มาก และมีนักเรียนจำนวน 2 คนมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ อาจเป็นผลมาจากเนื้อหาในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีเนื้อหาที่มีทั้งการคำนวณและทฤษฎี จึงเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เป็นการจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มบางคนอาจจะไม่ให้ความร่วมมือ ไม่ให้ความสนใจในการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนขาดการสร้างองค์ความรู้ เมื่อทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายบุคคลหลังเรียนจบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผลคะแนนจึงต่ำกว่านักเรียนคนอื่น และต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) ควรเน้นไปที่กิจกรรม หรือขั้นที่ 1 ขึ้นกำหนดปัญหาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยให้นักเรียนแต่ละคนกำหนดปัญหาที่อยากเรียนรู้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550) และจากนั้นอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อ



กำหนดปัญหาหรือคำถาม (Beginning idea) เพื่อจะค้นคว้าหาคำตอบ ผู้สอนจะต้องกระตุ้นนักเรียนด้วยสถานการณ์ที่เข้าใจซึ่งปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่เหมือนกับปัญหาที่นักเรียนสามารถพบในชีวิตจริง (Barrows and Tamblyn, 1980) เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนสนใจ และมุ่งจะแก้ปัญหาอย่างแท้จริง

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา (Barrows and Tamblyn, 1980) ยังทำให้นักเรียนมีทักษะในการตั้งสมมติฐานและการให้เหตุผลดีขึ้น สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองการทำงานเป็นกลุ่มและสื่อสารกับผู้อื่นได้ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพความคงอยู่ของความรู้มากกว่าการเรียนแบบบรรยาย และยังสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้นักเรียนอยากเรียนรู้มากขึ้น (กาญจนา กัวสิทธิ์ และธนศ พงศศิริรัตน์, 2562) ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มาร่วมด้วย ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้การเขียนร่วมกับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และกระบวนการกลุ่มควบคู่ไปกับการทำกิจกรรมการทดลอง ซึ่งนักเรียนต้องระบุข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ใช้ข้อมูลและความรู้เดิมเพื่อสร้างและสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่มโดยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดหลัก และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่รวมทั้งสามารถตรวจสอบได้ว่าความรู้เดิมที่มีนั้นมีความคลาดเคลื่อนหรือถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ (เตชทัต เรืองธรรม, 2559) ซึ่งจากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมีเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นจะใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างนาน โดยเฉพาะขั้นตอนดำเนินการศึกษาค้นคว้า เพราะต้องมีการทำปฏิบัติการทดลอง ครูควรจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสม และคอยกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปตามเวลาที่กำหนดและเหมาะสมกับเนื้อหา

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) มีการทำปฏิบัติการทดลอง ซึ่งผู้สอนต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมีที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรมนั้น ๆ ในแต่ละคาบให้พร้อมใช้งานและเพียงพอโดยผู้สอนต้องทำการจัดเตรียมล่วงหน้าและทดลองว่าผลจะออกมาเป็นอย่างไร ไว้คอยช่วยให้คำแนะนำนักเรียนระหว่างทำปฏิบัติการจริง

1.3 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ควรเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากจนเกินไป เนื้อหาของสถานการณ์เกี่ยวเนื่องและเจาะจงไปในทิศทางเดียวกับเนื้อหาที่จะเรียนในเรื่องนั้น ๆ นักเรียนอ่านแล้วสามารถจับใจความประเด็นปัญหาที่แท้จริงที่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อมุ่งเน้นความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น เพื่อศึกษาพัฒนาความสามารถของนักเรียนเป็นระยะ ๆ และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง

2.2 ในการวิจัยครั้งต่อไปควรพัฒนาองค์ประกอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เพราะเป็นด้านที่ได้คะแนนน้อยที่สุดใน 3 ด้านขององค์ประกอบ



กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยอย่างดียิ่ง ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม จังหวัดร้อยเอ็ด ที่ให้ความร่วมมือในการจัดเก็บข้อมูลวิจัยเป็นอย่างดี จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กาญจนา ก้าวสิทธิ์ และธเนศ พงศ์ธีรรัตน์. (2562). *การพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2559). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 15(1), 106-113.
- เดชทัต เรืองธรรม. (2559). SWH การเขียนทางวิทยาศาสตร์. *รอบรู้วิทย*, 203(45), 7-13.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). *การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9).

กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2554). *รูปแบบการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ไพศาล สุวรรณน้อย. (2559). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL)*. เอกสาร

ประกอบการบรรยายโครงการพัฒนาการเรียน

การสอน สถาบันพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. สืบค้นจาก

<https://ph.kku.ac.th/thai/images/file/km/pbl-he-58-1.pdf>.

มณฑรา ธรรมบุศย์. (2545). *การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning)*. *วารสารวิชาการ*, 5(2), 11-17.

วิชัย เสวกงาม. (2557). *ความสามารถในการให้เหตุผลความสามารถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21*. *วารสารครุศาสตร์*, 52(2), 207-223.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *ผลการประเมิน Pisa 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *ผลการประเมิน Pisa 2022 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

สกันรัช ชะนูนนท์. (2557). *การเขียนเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: บทวิพากษ์เชิงทฤษฎีและแนวปฏิบัติในชั้นเรียน*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 16(4), 200-211.



สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). รายงานประจำปี พ.ศ. 2563. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546). การวัดผลประเมินผล วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชา วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2555). แท็บเล็ตเพื่อการศึกษา: โอกาสและความท้าทาย (*Tablet for Education: The Opportunity and Challenge*). เพชร: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาเพชร เขต 2.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550). รูปแบบการจัดการ เรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถของเด็กในการอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียน และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: สำนักงาน.

Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York: Springer Publishing Company.

Beyer, C. J., & Davis, E. A. (2008). Fostering second graders' scientific explanations using educative curriculum materials: a beginning elementary teacher's perspective and practice. *Journal of the Learning Sciences*, 17(3), 381-414.

Fanetti T. M. (2012). *The effect of problem-solving video games on the science reasoning skills of college students*. (University of Missouri-St. Louis). University of Missouri-St.

Howson, C. & Urbach, P. (2006). *Scientific Reasoning*. Chicago: Carus Publishing Company.

Keys, C. W. Hand, B., Prain, V. & Collins, S. (1999). Using the Science Writing Heuristic as a tool for learning form laboratory investigations in secondary science *Journal of Research in Science Teaching*, 1065-1084.

Zeineddin, A., & Abd-El-Khalick, F. (2010). Scientific reasoning and epidemiological commitments: Coordination of theory and evidence among college science students. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1064-1093.