



ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS  
ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี และผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียน เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
Effects of 5E Inquiry Model with SSCS Technique on Chemistry Problem  
Solving Ability and the Learning Achievement Entitled Stoichiometry  
of the Tenth Grade Students

ARTICLE INFO

Article history:

Received 3 NOVEMBER 2021

Revised 12 APRIL 2022

Accepted 29 APRIL 2022

Available Online 30 APRIL 2022

โชติโรด ฮับสมบุญ<sup>1</sup> และ วันเพ็ญ ประทุมทอง<sup>2</sup>

Chotirod Habsomboon<sup>1</sup> and Wanphen Pratoomtong<sup>2</sup>

ABSTRACT

The purposes of this research were to: (1) compare the students' pretest and post-test results on the problem-solving ability in chemistry by using the 5E inquiry model with the SSCS technique as the criteria of 60 percent, and (2) compare the students' pretest and posttest learning achievement results by using the model and the technique. The samples of the research consisted of 25, tenth-grade students who studied at Nongmaikaen Wittaya School. The samples for the research used cluster sampling. The research instruments consisted of (1) lesson plans, (2) Chemistry problem-solving ability tests, and (3) learning achievement tests. The research used a Dependent Samples t-test and a One-Sample t-test.

The results of the research were as follows: 1) After learning the model and the technique, the Chemistry problem-solving ability of the students' post-test scores were higher than their pretest scores at the significance level of .05 but it was similar to the criteria as 60 percent. 2) The students' learning achievement post-test scores were higher than their pretest scores at the significance level of .05, but it was lower than the criteria at a similar level.

**KEYWORDS:** 5E INQUIRY MODEL / SSCS TECHNIQUE / PROBLEM-SOLVING ABILITY IN CHEMISTRY / LEARNING ACHIEVEMENT

<sup>1</sup> หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้) คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประเทศไทย

M.Ed. (Educational Science and Learning Management), Faculty of Education, Srinakharinwirot University, Thailand.

<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประเทศไทย

Assistant Professor, Faculty of Education, Srinakharinwirot University, Thailand.

Corresponding author ; E-mail address : kchotirodhab@gmail.com

## บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ก่อนเรียนและหลังเรียน และเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ก่อนเรียนและหลังเรียนและเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 กลุ่มตัวอย่างการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองไม้แก่นวิทยา จำนวน 25 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบกลุ่ม เครื่องมือวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ การทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน และการทดสอบทีแบบ 1 กลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่แตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) และ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) / เทคนิค SSCS / ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี / ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## บทนำ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นควรมุ่งเน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และเพื่อพัฒนา กระบวนการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการตัดสินใจ ดังนั้นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงมุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, 2560) แต่อย่างไรก็ตามสภาพจริงของการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันไม่ได้เอื้อให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง แต่ให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านกิจกรรมสำเร็จรูป ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้ใช้ความคิดเพิ่มเติม (ชูลิพร บุตรโคตร, 2556) โดยเฉพาะใน รายวิชาเคมีที่พบว่า ครูส่วนใหญ่ยังใช้การจัดการเรียนรู้เชิงบรรยาย ทำให้นักเรียนขาดความตั้งใจในการ เรียนรู้ (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2555 และสะท้อนให้เห็นจากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ตั้งแต่ปีการศึกษา 2560-2562 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 26.32 29.47 และ 28.87 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ตลอดระยะเวลา 3 ปีที่ผ่านมา ผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนยังคงไม่ถึงร้อยละ 50 และเมื่อ พิจารณาเนื้อหาในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร พบว่าเนื้อหาที่นักเรียนต้องเรียนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ เรื่องปริมาณสัมพันธ์ถือเป็นเรื่องที่มีความสำคัญแต่เป็นเรื่องที่เข้าใจยาก เนื่องจากเป็นการคำนวณเพื่อ แก้ปัญหา (Schmidt, 1997 อ้างถึงใน อติศักดิ์ สิงห์สีโว, 2549) และเมื่อพิจารณาถึงกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนหนองไม้แก่นวิทยา จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าจากผลการ ทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2562 ขณะนักเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยใน



วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร ต่ำกว่าร้อยละ 40 เหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีอย่างเป็นระบบตั้งแต่นักเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางซึ่งทำให้นักเรียนพัฒนาความคิดและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ คือ “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)” (พันธ์ ทองชุม, 2544) ซึ่งพัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ของ Myron Atkin และ Robert Karplus โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) แต่อย่างไรก็ตามจากประสบการณ์การสอนในรายวิชาเคมีของผู้วิจัย ตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 พบว่า เมื่อให้นักเรียนนำองค์ความรู้จากเรื่องที่เรียนมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ นั้น นักเรียนจะรู้สึกว่ายากและไม่อยากทำ เพราะไม่ทราบว่าจะเริ่มแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการทบทวนวรรณกรรมเพิ่มเติมและพบว่า เทคนิคที่สามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้โจทย์ปัญหาได้ คือ “เทคนิค SSCS (Search Solve Create Share)” ที่คิดค้นโดย Pizzini & Shepardson (1989) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาชัดเจน และเหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ทั้งนี้นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ที่สุดเมื่อได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ (Butt, 1966 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2561) ซึ่งการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์เป็นกระบวนการที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเทคนิค SSCS มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) โดยสอดแทรกเทคนิค SSCS ในขั้นที่ 4 คือ ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เนื่องจากในขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ จะทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) และเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์อย่างเป็นระบบขั้นตอนมากขึ้น ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหานี้เป็นกระบวนการคิดขั้นสูงที่สอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญของนักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ในสมรรถนะข้อที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยมุ่งหวังให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักการและเหตุผล เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ แสวงหาความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

นอกจากนี้ยังพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ โดยเห็นได้จากงานวิจัยของนักวิจัยหลายท่าน (Gokhan & Gulsen, 2014; Ong & Keok, 2020; Senol & Ozge, 2016; พัชรกร ยิ่งยงยุทธ, 2560; สมฤดี เลี่ยมทอง, 2557) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) นั้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอผลกิจกรรม แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและครูกับนักเรียน ได้เรียนรู้ผ่านการสาธิตการทำงานเป็นกลุ่ม และการคิดวิเคราะห์

จากข้อมูลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค SSCS นั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ทำให้เกิดความเข้าใจในสิ่ง



ที่เรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาเพิ่มเติมเคมี โดยนำขั้นตอนการแก้ปัญหาของเทคนิค SSCS ไปสอดแทรกในชั้นที่ 4 คือ ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS กับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ร่วมกับเทคนิค SSCS กับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60

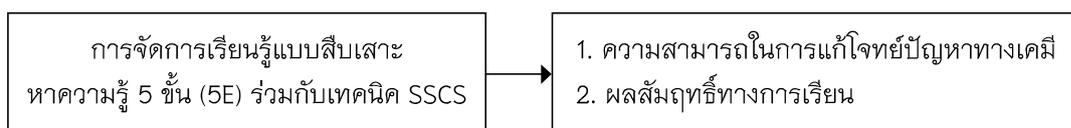
### วิธีการวิจัย

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 49 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนหนองไม้แก่นวิทยา
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนหนองไม้แก่นวิทยา ตำบลหนองไม้แก่น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาฉะเชิงเทรา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 25 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร ต่ำกว่าร้อยละ 40 จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2562

#### กรอบแนวคิด

การวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้





## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือวิจัยในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS เรื่องปริมาณสัมพันธ์ จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 18 คาบเรียน ครอบคลุมเนื้อหา เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ทั้ง 5 เรื่องย่อย ได้แก่ 1) ปฏิกริยาเคมี 2) สมการเคมี 3) การคำนวณปริมาณสารในปฏิกริยาเคมี 4) สารกำหนดปริมาณ และ 5) ผลได้ร้อยละ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS การวัดและประเมินผล สื่อและอุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวนคาบเรียน และการวัดและประเมินผล เท่ากับ 1.00 โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิม

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ และการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล และนำเสนอผล เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสรุปองค์ความรู้ในเรื่องที่ศึกษา

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำองค์ความรู้จากเรื่องที่เรียนมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี ซึ่งในขั้นนี้ใช้เทคนิค SSCS ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1) การค้นหา (Search, S) เป็นการค้นหาข้อมูลจากโจทย์ปัญหาทางเคมี เพื่อวิเคราะห์ถึงข้อมูลที่โจทย์ให้มา และข้อมูลที่โจทย์ต้องการ

4.2) การแก้ปัญหา (Solve, S) เป็นการระบุแนวคิดที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เพื่อเลือกวิธีการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี หากนักเรียนพบปัญหาหรือค้นหาข้อมูลไม่ครบถ้วน สามารถย้อนกลับไปค้นหาข้อมูลในขั้นที่ 1 การค้นหา (Search, S) ได้

4.3) การสร้างคำตอบ (Create, C) เป็นการนำข้อมูลจากขั้นที่ 2 การแก้ปัญหา (Solve, S) มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปที่ผู้อื่นเข้าใจง่าย เพื่อสรุปคำตอบ วิธีการ และขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

4.4) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share, S) เป็นการแลกเปลี่ยนวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและพิจารณาวิธีการและขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองอย่างรอบคอบ

5) ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อประเมินว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้หรือไม่

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ เป็นข้อสอบคู่ขนาน จำนวน 2 ฉบับ แต่ละฉบับประกอบด้วยข้อสอบอัตนัยเรื่องย่อยละ 1 ข้อ ได้แก่ 1) ปฏิกริยาเคมี 2) สมการเคมี 3) การคำนวณปริมาณสารในปฏิกริยาเคมี 4) สารกำหนดปริมาณ และ 5) ผลได้ร้อยละ รวมทั้งหมด 5 ข้อ โดยฉบับที่ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.23–0.50 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.54–0.84 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 และค่า RAI เท่ากับ 0.97 และฉบับที่ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดอยู่ระหว่าง 0.67–1.00 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.24–0.63 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง



0.43–0.93 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 และค่า RAI เท่ากับ 0.96

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสัมพันธ์ เป็นข้อสอบคู่ขนาน จำนวน 2 ฉบับ แต่ละฉบับประกอบด้วยข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก ครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 5 เรื่องย่อย ได้แก่ 1) ปฏิกริยาเคมี 2) สมการเคมี 3) การคำนวณปริมาณสารในปฏิกริยาเคมี 4) สารกำหนดปริมาณ และ 5) ผลได้ร้อยละ รวมทั้งหมด 30 ข้อ โดยฉบับที่ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด อยู่ระหว่าง 0.67–1.00 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.30–0.76 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.23–0.69 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 ส่วนฉบับที่ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด อยู่ระหว่าง 0.67–1.00 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.26–0.60 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25–0.70 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี ฉบับที่ 1 จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที และใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 1 จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที แล้วตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี ฉบับที่ 1 และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 1

2. ขณะทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS เรื่องปริมาณสัมพันธ์ จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 18 คาบเรียน โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง

3. หลังทดลอง เมื่อสิ้นสุดการสอนทั้ง 7 แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี ฉบับที่ 2 จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับที่ 2 จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที โดยใช้เกณฑ์การตรวจฉบับเดิม แล้วนำคะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีทั้ง 2 ครั้ง คือ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้นำมาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ Dependent Samples t-test

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้ One-Sample t-test

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ Dependent Samples t-test

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้ One-Sample t-test

#### ผลการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ผลการวิจัย โดยแบ่งเป็น 2 ข้อ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (Dependent Samples t-test) และหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 60 โดยการทดสอบค่าที (One-Sample t-test) ดังตารางที่ 1



**ตารางที่ 1** ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60

ตัวแปรที่ศึกษา	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p	เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60		
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			คะแนน	t	p
ภาพรวมของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี	25	40	7.20	4.41	25.60	7.34	16.20*	.00	24	1.09	.29
ด้านที่ 1 การค้นหาข้อมูล	25	10	2.76	1.51	7.24	1.67	14.38*	.00	6	3.72*	.00
ด้านที่ 2 การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล	25	10	2.00	1.53	6.76	1.81	15.50*	.00	6	2.10*	.05
ด้านที่ 3 การเลือกวิธีการ	25	10	1.48	1.00	6.20	2.02	14.12*	.00	6	0.50	.63
ด้านที่ 4 การคิดคำนวณ	25	10	0.96	0.74	5.40	2.36	10.76*	.00	6	-1.27	.22

หมายเหตุ: \*p < .05

จากตารางที่ 1 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 และเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบ พบว่า ทั้งองค์ประกอบ ด้านการค้นหาข้อมูล ด้านการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ด้านการเลือกวิธีการ และด้านการคิดคำนวณ มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีในภาพรวมหลังเรียนไม่แตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 และเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบด้านการค้นหาข้อมูล และด้านการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนองค์ประกอบด้านการคิดคำนวณ และด้านการเลือกวิธีการไม่แตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (Dependent Samples t-test) และหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 โดยการทดสอบค่าที (One-Sample t-test) ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60

ตัวแปรที่ศึกษา	n	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p	เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60		
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			คะแนน	t	p
ภาพรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	25	30	7.44	2.27	16.20	4.27	13.34*	.00	18	-2.12*	.05

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตัวแปรที่ศึกษา	n	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p	เทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 60		
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			คะแนน	t	p
ด้านที่ 1 การจำ	25	2	.76	.78	1.12	.33	2.57*	.02	1.2	-1.21	.24
ด้านที่ 2 การเข้าใจ	25	8	2.12	1.13	4.56	1.50	7.35*	.00	4.8	-1.18	.25
ด้านที่ 3 การประยุกต์ใช้	25	4	.64	.64	2.80	.50	12.70*	.00	2.4	2.79*	.01
ด้านที่ 4 การวิเคราะห์	25	16	3.92	1.29	7.72	2.65	7.76*	.00	9.6	-3.74*	.00

หมายเหตุ: \*p < .05

จากตารางที่ 2 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 และเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบด้านการจำ ด้านการเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ และด้านการวิเคราะห์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาพรวมหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 4 และเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบพบว่า มีเพียงด้านการประยุกต์ใช้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านการวิเคราะห์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับด้านการจำและด้านการเข้าใจไม่แตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60

## อภิปรายผล

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่ไม่แตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

1.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีในทุก ๆ ขั้นตอนของการเรียนรู้ ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนผ่านการเล่นเกม การดูคลิปวิดีโอ การสาธิตการทดลองง่าย ๆ หน้าชั้นเรียน หรือการถามคำถาม จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเล่นเกมนามากที่สุด เนื่องจากผู้วิจัยมีคะแนนกลุ่มสะสมเป็นแรงจูงใจด้วย

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบหรือลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากสิ่งที่นักเรียนสงสัยหรือสนใจในขั้นแรก โดยผู้วิจัยจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหา ทั้งในรูปแบบการทดลองและการยกตัวอย่างสถานการณ์หรือยกตัวอย่างโจทย์ เพื่อให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้า และสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ผ่านกระบวนการกลุ่ม ทำให้นักเรียนสามารถปรึกษาช่วยกันได้ เมื่อติดขัดหรือเกิดปัญหา ซึ่งผู้วิจัยจะสังเกต ฟังคำตอบนักเรียน ตลอดจนให้คำปรึกษา

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยจะอธิบายข้อมูลที่ได้มาซึ่ง



คำตอบร่วมกับนักเรียน โดยนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การนำเสนอ การสร้างตาราง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือสรุปองค์ความรู้ในเรื่องที่ศึกษา และถามคำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดรวบยอด พร้อมแสดงหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ

4) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะเน้นให้นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้มาแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยใช้เทคนิค SSCS ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1) **การค้นหา (Search, S)** เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาหรือวิเคราะห์ประเด็นของโจทย์ปัญหา สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้จากเรื่องที่เรียนมาเชื่อมโยงสู่การแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยผู้วิจัยจะให้นักเรียนแยกแยะประเด็นของปัญหา ผ่านชุดคำถาม ดังนี้ โจทย์ต้องการให้เราทำอะไร โจทย์ให้ข้อมูลอะไรที่จำเป็น เราต้องการทราบข้อมูลอะไรเพิ่มเติมบ้าง เพื่อให้ได้ข้อมูลมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

4.2) **การแก้ปัญหา (Solve, S)** เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนหาวิธีการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามความถนัดของตนเอง ได้แก่ การใช้สูตร การเทียบบัญญัติไตรยางค์ และการตัดหน่วย โดยวิธีที่นักเรียนนิยมใช้มากที่สุดคือ การตัดหน่วย เพราะมีการเชื่อมโยงแนวคิดและไม่ต้องจำสูตร ซึ่งนักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่ได้จากขั้นการค้นหา (Search, S) มาใช้ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหา หากเกิดปัญหาระหว่างแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนสามารถย้อนกลับไปขั้นการค้นหา (Search, S) ได้อีกหรืออาจปรับปรุงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

4.3) **การสร้างคำตอบ (Create, C)** ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เป็นการนำผลที่ได้มาจากการขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหามาสร้างคำตอบ โดยคำตอบนั้นจะต้องอยู่ในรูปที่ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ง่าย และสื่อสารกับคนอื่นได้ ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจสอบทั้งคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนสามารถนำเสนอประสบการณ์การแก้โจทย์ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่อไปได้

4.4) **การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share, S)** เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอแลกเปลี่ยนคำตอบและวิธีการแก้โจทย์ปัญหา รวมทั้งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้องและเข้าใจง่าย โดยผู้วิจัยอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา รวมทั้งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น สนับสนุนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และรับฟังข้อแลกเปลี่ยน เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิธีการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่

5) **ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation)** ผู้วิจัยประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ผ่านวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ การตอบคำถาม การเล่นเกม ผู้วิจัยประเมินทั้งความรู้และทักษะของนักเรียน เพื่อตรวจสอบและประเมินว่าสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ถูกต้องหรือไม่ รวมทั้งให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม เพื่อแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

นอกจากนี้การที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS เป็นระยะเวลา 18 คาบต่อเนื่องกันนั้น นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการทบทวนความรู้เดิม การตั้งคำถาม การลงมือปฏิบัติทดลอง การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ การอภิปราย และสามารถสรุปองค์ความรู้จากเรื่องที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีได้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive Psychology) ที่กล่าวว่า กระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา ล่ามตรวจสอบ และค้นคว้า



ด้วยวิธีต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) และสอดคล้องกับทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลของ Sternberg (1986) ที่กล่าวถึงกระบวนการคิดที่นำไปสู่การแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหาและทบทวนปัญหา 2) การระบอบองค์ประกอบของปัญหา 3) การเลือกวิธีการแก้ปัญหา 4) การใช้ตัวแทนทางความคิดเกี่ยวกับข้อมูลของปัญหา 5) การกำหนดและค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม และ 6) การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชณี แสงประสิทธิ์ (2558) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S คือ 1) Search ทำให้นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่ไม่ชัดเจน 2) Select การเลือกสูตรหรือสมการ 3) Solve การแทนค่าตัวเลขในสมการ และ 4) Share การอธิบายความหมายของตัวเลข ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภการณ์ ปลาสุวรรณ (2561) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เน้นให้นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหา ออกแบบการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่หลากหลาย ดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง นำไปสู่การสรุปความรู้ นำเสนอความรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงขึ้น เฉลี่ยร้อยละ 45.00 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลาง

1.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีไม่แตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ผู้วิจัยไม่ได้ทำการวัดพื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน เพราะการจะแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การบวก ลบ คูณ หาร อัตราส่วนอย่างต่ำ สัมประสิทธิ์ เศษส่วน การเปลี่ยนหน่วย การตัดเลข/หน่วย การเทียบบัญญัติไตรยางค์ และร้อยละ ทำให้ผู้วิจัยไม่ทราบพื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน อาจทำให้เป็นข้อบกพร่องในงานวิจัยนี้ ซึ่งสอดคล้องกับ Dahsah (2007) อ้างถึงใน จรรยา ดาสา, 2553) ที่กล่าวถึงปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาเคมีคำนวณ คือ นักเรียนมีปัญหาในการคำนวณ สับสนในการตั้งค่า โดยเฉพาะการเทียบบัญญัติไตรยางค์ และการตัดหน่วย

นอกจากนี้ ในแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี ในข้อคำถามแต่ละเรื่องย่อยนั้น ผู้วิจัยระบุคำถามเพียงแนวคิด วิธีทำ และคำตอบ ไม่ได้ระบุคำถามเกี่ยวกับการตรวจสอบคำตอบที่ได้และวิธีการแก้โจทย์ปัญหา อาจทำให้นักเรียนไม่ได้ตรวจสอบคำตอบที่ได้และวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างละเอียด รอบคอบ ถือเป็นข้อบกพร่องในงานวิจัยนี้อีกประการหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับ ประสิทธิ์ ศรีกุลวงษ์ (2554) ที่กล่าวว่า การตรวจสอบผลลัพธ์ ช่วยให้นักเรียนทราบข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากความสะเพร่า เผลอเรอ ในระหว่างการแก้โจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องนั้นได้ด้วยตนเอง และเกิดคามระมัดระวังในการแก้โจทย์ปัญหาในข้ออื่น ๆ มากยิ่งขึ้น

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ในเรื่องที่เรียน และสามารถนำความรู้ที่เรียนมาเป็นแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีได้ กล่าวคือ การที่นักเรียนจะแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีได้นั้น นักเรียนจำเป็นต้องอาศัยแนวคิดที่ถูกต้องจากเรื่องที่เรียน



ซึ่งสอดคล้องกับ Baroody (1993) ที่กล่าวถึงองค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา 3 ประการ คือ 1) องค์ประกอบด้านความรู้ความคิด (Cognitive Factor) ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับโมโนมิติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา 2) องค์ประกอบด้านความรู้สึกรู้สึก (Affective Factor) เป็นแรงขับภายในตนเองที่เกิดจากความพยายามและความมุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหา และ 3) องค์ประกอบด้านการสังเคราะห์ความคิด (Metacognitive Factor) เป็นกระบวนการคิดวิเคราะห์และแยกแยะว่า สามารถนำอะไรมาแก้ปัญหาได้บ้าง ดังนั้นการฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีจึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดและการแก้ปัญหา สามารถสรุปองค์ความรู้จากผลการทดลองได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชรกร อึ้งยงยุทธ (2560) ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นถึงแนวคิดที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมฤดี เลี่ยมทอง (2557) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) เนื่องจากในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมภายในเวลาที่จำกัด อาจทำให้นักเรียนมีเวลาไม่มากพอในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนไปแล้วได้อย่างครบถ้วน นอกจากนี้ในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนนำความรู้จากเรื่องที่เรียนมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีด้วยเทคนิค SSCS โดยในขั้น 1 การค้นหาข้อมูล (Search, S) และขั้น 2 การแก้ปัญหา (Solve, S) นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อค้นหาข้อมูลถึงสิ่งที่โจทย์ให้และสิ่งที่โจทย์ถาม รวมทั้งการระบุแนวคิดที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง แต่เนื่องจากนักเรียนนั่งเรียนเป็นกลุ่มตามโต๊ะปฏิบัติการ ทำให้นักเรียนไม่สามารถแสดงพฤติกรรมนักเรียนได้อย่างทั่วถึง อาจทำให้นักเรียนไม่ได้ทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาด้วยตนเองทั้งหมดอย่างเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับ Davis (1977) ที่กล่าวว่า การใช้เวลาของนักเรียนในการทบทวนและเรียนรู้เพิ่มเติมที่จะส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น ซึ่งหากนักเรียนไม่ได้แก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองแล้วนั้น อาจส่งผลให้นักเรียนไม่ได้ตรวจสอบหรือพิจารณาคำตอบที่ได้อาจรวมทั้งวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองด้วย ทำให้นักเรียนไม่สามารถประเมินผลการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Bloom (1976) ที่กล่าวว่า การแก้ไขข้อผิดพลาดและรู้ผลว่าตนเองทำถูกต้องหรือไม่ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. ครูควรมีความเข้าใจหลักการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS ทุกขั้นตอน รวมถึงทราบในข้อดี ข้อจำกัด และปัญหาหรืออุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นระหว่างจัดการเรียนรู้ เพื่อพึงระวังและควบคุมให้เกิดปัญหาหรืออุปสรรคน้อยที่สุด
2. ครูควรนำใบกิจกรรมที่ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาจัดทำเป็นรูปเล่ม เพื่อให้นักเรียนสะดวกต่อการทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเนื่องกันได้
3. ในกิจกรรมที่มีการทดลอง ครูควรอภิปรายร่วมกับนักเรียนก่อนทำการทดลองทุกครั้ง ในหัวข้อดังนี้ 1) จุดประสงค์ของการทดลอง 2) วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 3) วิธีการทดลอง 4) ข้อพึงระวังหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลอง โดยครูควรดูแลนักเรียนตลอดการทดลองอย่างทั่วถึงและใกล้ชิด



### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งในด้านการจำ ด้านการเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ และด้านการวิเคราะห์
2. ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี
3. ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค SSCS เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้

### เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- จรรยา ดาสา. (2553). เทคนิคการจัดการเรียนรู้สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาเคมีคำนวณ. *นิตยสาร สสวท.*, 38(167), 72–78.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2561). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* (พิมพ์ครั้งที่ 8). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูลีพร บุตรโคตร. (2556, 7 สิงหาคม). คุณภาพการศึกษาไทยต่ำจนน่าเป็นห่วง. *ศูนย์ข่าว TCJ*.  
<https://www.tcjthai.com/news/2013/07/scoop/2919>
- ประสิทธิ์ ศรีกุลวงษ์. (2554). *ผลของแบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. [http://ir.swu.ac.th/jspui/handle/12345\\_6789/881](http://ir.swu.ac.th/jspui/handle/12345_6789/881)
- พัชณี แสงประสิทธิ์. (2558). *ผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. [http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sci\\_Ed/Patchanee\\_S.pdf](http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sci_Ed/Patchanee_S.pdf)
- พัชรกร ยิ่งงยุทธ. (2560). *การศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับหลัก ส จี ปุ ลี*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. [http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ed\\_SLMW\\_Patcharakorn\\_Y.pdf](http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Ed_SLMW_Patcharakorn_Y.pdf)
- พันธ์ ทองชุม. (2544). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*.
- ศุภการณ์ ปลาสุวรรณ. (2561). ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 11(2), 3373–3386.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. <http://biology.ipst.ac.th/?p=688>



- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. <https://www.scimath.org/ebookchemistry/item/8417-2-2560-2551>
- สมฤดี เลี่ยมทอง. (2557). *ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. ศูนย์เรียนรู้และหอสมุด มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. <http://libdoc.dpu.ac.th/thesis/Somruedee.Lie.pdf>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุพรรณณี ชาญประเสริฐ. (2555). การสอนเคมี : การเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางและการวัดผลแบบ formative. *นิตยสาร สสวท.*, 40(179), 44-46.
- อดิศักดิ์ สิงห์สีโว. (2549). *การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8 Helping Children Think Mathematically*. Macmillan Publishing Company.
- Bloom, B. S. (1976). *Human Characteristic and School Learning*. McGraw-Hill.
- Davis, K. (1977). *Human Behavior at Work*. McGraw-Hill.
- Gokhan, D., & Gulsen, C. (2014). The effect of laboratory activities based on 5e model of constructivist approach on 9th grade students' understanding of constructivist approach on 9th grade students' understanding of solution chemistry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 3120-3124. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814007368>
- Ong, E. T., & Keok, B. L. (2020). The Effect of 5E Inquiry Learning Model on the Science Achievement in the Learning of "MAGNET" Among Year 3 Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 1-10. [https://www.researchgate.net/publication/340868592\\_The\\_Effect\\_of\\_5E\\_Inquiry\\_Learning\\_Model\\_on\\_the\\_Science\\_Achievement\\_in\\_the\\_Learning\\_of\\_Magnet\\_among\\_Year\\_3\\_Students](https://www.researchgate.net/publication/340868592_The_Effect_of_5E_Inquiry_Learning_Model_on_the_Science_Achievement_in_the_Learning_of_Magnet_among_Year_3_Students)
- Pizzini, E. L., & Shepardson. (1989). A Rationale for ant the Development of a Problem Solving Model of Intruction in Science Education. *Science Education*, 73(5), 523-534. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.3730730502>
- Senol, S., & Ozge, O. (2016). The Effects of 5E Inquiry Learning Activities on Achievement and Attitude toward Chemistry. *Journal of Education and Learning*, 6(1), 1-9. [https://scholar.google.co.th/+Effects+of+5E+Inquiry+Learning+Activities+on+Achievement+and+Attitude+toward+Chemistry&hl=th&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.co.th/+Effects+of+5E+Inquiry+Learning+Activities+on+Achievement+and+Attitude+toward+Chemistry&hl=th&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)
- Sternberg, R. J. (1986). *Critical Thinking: Its Nature, Measurement, and Improvement*, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED272882.pdf>