



การเปรียบเทียบผลการพัฒนาแนวคิดทางเคมีเรื่องสารละลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

A Comparison on the Results of the Development of Chemical Conception on Solutions Using STEM Education Learning Management and Inquiry-Based Learning for Tenth Grade Students

ณัฐริกันต์ คำชู* ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และ ปิยรัตน์ ครอบบัณฑิต

Nattarikan Khamchu* Piyada Jittangprasert and Piyarat Dornbundit

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author, E-mail: nattarikan.k9@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนแนวคิดหลังเรียนของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 70 คน ซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ต่างห้องกันจำนวน 2 ห้องเรียน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และใช้การสุ่มอย่างง่ายเพื่อเลือกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 35 คน ซึ่งจะได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 35 คน ซึ่งจะได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ คู่มือการจัดการกิจกรรม และแบบทดสอบวัดแนวคิดเรื่องสารละลาย จำนวน 25 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติ t-test Independent Sample ผลการวิจัย พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีคะแนนแนวคิดหลังเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา สารละลาย แนวคิด



Abstract

The research aimed to compare the conceptual average post-test scores of students who studied via STEM education learning management and students who were taught using an inquiry-based learning. The samples used in this study were 70 tenth grade students from an extra-large secondary school in Bangkok. The students were from sciences and mathematics different classrooms, and they were selected by using the cluster random sampling. In addition, the simple random sampling was used to select the control group of 35 students who would be taught using the inquiry-based learning and the experimental group of 35 students who learned through STEM education learning management. The research instrument used in this study consisted of the activity guidebook and the conceptual test, with 25 questions on the topic of the solution. The statistics for the data analysis included mean (\bar{X}), standard deviation (S.D.) and t-test for Independent sample. The results showed that the students who studied by using educated STEM had conceptual average post-test score different than the students who were taught using the inquiry-based learning at .01 level significantly.

Keywords: STEM education, Solution, Conception

1. บทนำ

ปัจจุบันสังคมโลกกำลังก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 อันเป็นยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในหลากหลายด้าน อาทิ การเมือง เศรษฐกิจ เทคโนโลยี รวมถึงการดำเนินชีวิต (Dess & Picken, 2000) ซึ่งการแปรเปลี่ยนเหล่านี้ทำให้การศึกษาต้องปรับเปลี่ยนแนวทางการสอนและพัฒนาให้นักเรียนให้สอดคล้องกับโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ด้วยเช่นกัน โดยรูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับยุคของการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 (Ostler, 2012) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการแนวคิดของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เน้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงศาสตร์ทั้ง 4 เข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังรวมสาขาวิชาสิ่งแวดล้อม (Environment) เศรษฐศาสตร์ (Economics) และแพทยศาสตร์ (Medicine) เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาอีกด้วย (Zollman, 2012) การจัดการเรียนการรู้ดังกล่าวมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำรงชีวิต รวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการ หรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและประกอบอาชีพในอนาคต (Salaeh et al., 2017) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในวิชาเคมีตามบริบทต่างๆ โดยเชื่อมโยงกับหลักการทางเคมีในการจัดกิจกรรมที่สนุกสนานและท้าทายนักเรียน เช่น กิจกรรมตามล่าผู้ร้ายโจรกรรมสูตรซ็อกโกแลตโดยใช้ข้อมูลการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของสาร (Marle et al., 2014) กิจกรรมเจ้าของกิจการโรงงานสบู่ที่บูรณาการความรู้เกี่ยวกับสารชีวโมเลกุล : โปรตีนและลิพิด (Tunkham et al., 2016) และกิจกรรมก่อตั้งบริษัทน้ำมัน โดยเชื่อมโยงกับเรื่องปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน (Yathongchai, 2016) ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการความรู้เพื่อนำมาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังช่วยปรับเปลี่ยนทัศนคติของ



นักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสามารถนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเพิ่มความสนใจในการเลือกประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ในอนาคตอีกด้วย (Levine & DiScenza, 2018)

นอกจากนี้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนหนึ่งที่สถานศึกษาส่วนใหญ่นิยมนำมาใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หรือ 5E ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ เพื่อให้เกิดทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2549) โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ 5 ขั้นตอน (5E) คือ ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไป ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้อย่างเป็นกระบวนการและเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (กรมวิชาการ, 2546)

เป้าหมายหลักที่สำคัญในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ และตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้ (The Ministry of Education, 2008) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องเน้นให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตหรือพัฒนาชุมชนและสังคม (Burana & Dabsah, 2017) แต่จากผลการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมี พบว่า นักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในแนวคิดทางเคมีหลายแนวคิด เช่น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (Pramchoo, 2010) สมดุลเคมี (Chaiyen et al., 2007) กรด-เบส (Suksawang, 2006) และสารละลาย (Sritipsak et al., 2017) ซึ่งแนวคิดเรื่องสารละลายนั้นจัดเป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนเคมีคำนวณ เนื่องจากเป็นแนวคิดที่เชื่อมโยงกับการคำนวณเคมีในขั้นสูงขึ้นไป เช่น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของแข็ง ของเหลวและแก๊ส สมดุลเคมี และกรด-เบส เป็นต้น ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มักจะเน้นการคำนวณโดยใช้สูตรมากกว่าการเข้าใจความหมายหรือการใช้แนวคิด ส่งผลให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนหรือพลิกแพลงได้ เพราะนักเรียนไม่มีแนวคิดที่ถูกต้อง (Tekin et al., 2004) จากงานวิจัยของ Dabsah and Coll (2008) พบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ โดยเฉพาะหน่วยโมลาริตี และ โมลลิตี และการเตรียมสารละลาย และจากงานวิจัยของ Luoga et al. (2013) พบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง สมบัติคอลลอยด์ เกี่ยวกับการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดและการลดลงของจุดเยือกแข็งของสารละลาย นอกจากนี้ยังลงความเห็นว่ารหัสวิชาเคมีในเรื่องสารละลายนั้นเกี่ยวข้องกับนามธรรม (abstraction) สัมผัสไม่ได้ (intangible) และเข้าใจยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการคำนวณ รวมถึงไม่ค่อยเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน (Kegley et al., 1996) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน หรือผิดจากแนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น (Supasorn et al., 2016)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาแนวคิดเรื่องสารละลาย โดยใช้กิจกรรมที่นำเนื้อหาวิชาเคมีมาเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ในปัจจุบัน และเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากสมุนไพรไทย ได้แก่ ใบกรงเขมา ซึ่งเป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณในการบรรเทาอาการเจ็บปวด แก้อหอบหืด (Singthong et al., 2005) และเป็นอาหารที่มีสรรพคุณทางยาในการบำรุงร่างกาย ยาแก้ร้อนใน อีกทั้งใช้เป็นอาหารบำบัดผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยในใบกรงเขมาจะมีสารเพกตินเป็นองค์ประกอบ ทำให้มีลักษณะพิเศษในการเกิดเป็นเจลเมื่อนำไปสกัดด้วยน้ำ และสามารถนำมารับประทานได้



(Arkarapanthu et al., 2005) จึงนำมาสู่การนำไปกรุงเขมามาเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างกิจกรรมในรูปแบบของเกมส์การแข่งขัน Mysterious Chef หรือมิสเทียเรียส เชฟ เป็นกิจกรรมทำอาหารที่ตื่นเต้น สนุกสนาน และท้าทาย โดยนักเรียนต้องร่วมกันสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวไม่เพียงแต่นำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ในการนำความรู้วิชาเคมีเรื่องสารละลายมาประยุกต์ใช้ แต่ยังส่งเสริมให้นักเรียนได้ตระหนักถึงประโยชน์ของสมุนไพรไทยที่นับวันจะสูญสิ้นไปจากสังคมไทยอีกด้วย โดยกิจกรรมสะเต็มศึกษานี้สอดคล้องกับปรัชญา พัฒนาการนิยม (Progressivism) ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำ (Learning by doing) ซึ่งเป็นรูปแบบของการจัดการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ และเป็นผู้ที่ต้องศึกษาและถ่ายทอดความรู้ออกมาด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (Ord, 2012) นำมาสู่การพัฒนาแนวคิดในเรื่องสารละลายได้

2. วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบคะแนนแนวคิดเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

3. อุปกรณ์และวิธีการ / วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2561 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวนนักเรียนทั้งหมด 70 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ต่างห้องกันจำนวน 2 ห้องเรียน และเป็นห้องเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และใช้การสุ่มอย่างง่ายภายใน 2 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 35 คน โดยแต่ละกลุ่มได้รับการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

3.1.1.1 กลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.1.1.2 กลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 คู่มือการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาและกิจกรรมสืบเสาะ

คู่มือการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่องสารละลายใช้สถานการณ์ในปัจจุบันเชื่อมโยงเข้าสู่การแข่งขันทำอาหาร (Mysterious Chef) และมีกล่องปริศนา (Mystery box) ได้แก่ ใบกรุงเขมา ซึ่งเป็นสมุนไพรไทยที่มีลักษณะพิเศษในการเกิดเป็นเจลเมื่อสกัดด้วยน้ำ เพื่อนำมาสู่การออกแบบและสร้างสรรค์อาหารในโจทย์ เจลพลังงานสูงสำหรับนักกีฬา โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้เรื่องสารละลายในการรายงานความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละโดยมวล (%w/w) ส่วนในล้านส่วน (ppm) ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) โมลาลิตี (M) โมลลิตี (m) และเศษส่วนโมล (mole fraction) การเจือจางสารละลายเข้มข้น และสมบัติบางประการของสารละลาย ในการสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์



ตารางที่ 1 แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
<p>ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา : นักเรียนต้องสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ แต่ต้องนำอาหารส่งเข้าไปในถ้ำ เพื่อเพิ่มพลังงานและเตรียมร่างกายให้แก่ผู้ติดถ้ำ ก่อนถูกนำตัวออกจากถ้ำ โดยต้องใช้ ไบโครบรุษ เป็นวัตถุดิบหลักในการทำอาหาร</p>	<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ : ครูใช้สถานการณ์ต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา ได้แก่ สารละลาย จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตที่จะศึกษาให้ชัดเจนมากขึ้น</p>
<p>ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา : นักเรียนต้องนำเทคโนโลยี (Technology) มาใช้ประโยชน์ในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับไบโครบรุษ เจลพลังงานสูง และศึกษาเรื่องสารละลาย</p>	<p>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา : นักเรียนต้องรวบรวมหรือศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง สารละลาย ไบโครบรุษ เจลพลังงานสูง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการสร้างชิ้นงาน</p>
<p>ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา : นักเรียนต้องบูรณาการสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) มาใช้สำหรับการเขียนร่างต้นแบบแสดงรายละเอียดของเจลพลังงานสูงที่สร้างขึ้นจากไบโครบรุษ ลงในกระดาษเพื่อกำหนดเป้าหมาย</p>	<p>ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป : เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้อธิบายสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ จากนั้นครูและนักเรียนลงข้อสรุปร่วมกัน</p>
<p>ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา : นักเรียนต้องกำหนดลำดับขั้นตอน และดำเนินการตามทีละขั้นและวางแผนไว้ โดยใช้ความรู้จากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เรื่อง สารละลาย ในการรายงานหน่วยความเข้มข้นของสารละลาย และการเจือจางสารละลาย และบูรณาการสาขาวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในการคำนวณค่าความเข้มข้น และการใช้อุปกรณ์ ซึ่ง ดวง วัด ให้เหมาะสม</p>	<p>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ : นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากเรื่อง สารละลาย ไปประยุกต์ใช้และเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดใหม่ เพื่อนำไปสู่การอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น</p>
<p>ขั้นที่ 5 ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา : หลังจากที่นักเรียนได้สร้างชิ้นงานแล้ว ต้องมีการทดสอบว่าเป็นไปตามที่ออกแบบและวางแผนหรือไม่ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้นเป็นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ที่ต้องพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้</p>	<p>ขั้นที่ 5 ประเมิน : ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนโดยมีวิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนส่งผลงานหรือชิ้นงาน พร้อมทั้งการนำเสนอผลงานและสรุปผลการทำกิจกรรม เพื่อสะท้อนให้เห็นผลและแนวคิดจากการทำกิจกรรมของนักเรียนว่ามีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาต่อไป</p>
<p>ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลการแก้ไขปัญหา : เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นักเรียนต้องนำเสนอกระบวนการแก้ไขปัญห โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี (Technology)</p>	-

3.2.2 แบบทดสอบวัดแนวคิดเรื่องสารละลาย

แบบทดสอบวัดแนวคิดเรื่องสารละลาย ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้แก่ ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และสมบัติบางประการของสารละลาย ซึ่งข้อสอบมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบถูก-ผิด พร้อมกับเขียนอธิบายเหตุผลประกอบเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนคำตอบ จำนวน 25 ข้อ



3.2.2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดเรื่องสารละลาย ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล วิธีการสร้างแบบ ทดสอบและการออกข้อสอบ แบบวัดแนวคิด

ขั้นที่ 2 ศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระเคมี เพื่อสร้าง แบบทดสอบวัดแนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี

ขั้นที่ 3 สร้างแบบทดสอบวัดแนวคิดทางเคมีเรื่องสารละลาย จำนวน 50 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบเป็นประเภท ถูกผิด พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลเพิ่มเติม โดยสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องตามผลการเรียนรู้และครอบคลุมสาระการ เรียนรู้

3.2.2.2 การหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดแนวคิดเรื่องสารละลาย ดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบ (IOC) ของแบบทดสอบวัดแนวคิดเรื่อง สารละลาย โดย เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 1 ท่าน เพื่อทำการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของ แบบวัดแนวคิดเรื่องสารละลาย พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบวัดแนวคิดเรื่องสารละลาย จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่า 0.98

ขั้นที่ 2 นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุง จากนั้นนำแบบทดสอบวัดแนวคิดเรื่องสารละลาย ไป ทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนเรื่องสารละลายแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน เพื่อหาความง่ายยาก (p) และ อำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดแนวคิด จากนั้นคัดเลือกแบบทดสอบวัดแนวคิดจำนวน 25 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง โดยมีค่าความง่ายอยู่ระหว่าง 0.39 – 0.70 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.27 - 0.43 และค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้ KR-20 ของ Kuder Richardson มีค่าเท่ากับ 0.98

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 เลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากโรงเรียนมัธยมขนาด ใหญ่พิเศษ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

3.3.2 สำหรับกลุ่มทดลอง ดำเนินการสอนเรื่องสารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ใช้ ระยะเวลาทั้งหมด 13 คาบ คาบละ 50 นาที

3.3.3 สำหรับกลุ่มควบคุม ดำเนินการสอนเรื่องสารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ใช้ระยะเวลา ทั้งหมด 13 คาบ คาบละ 50 นาที

3.3.4 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดแนวคิดเรื่องสารละลาย โดยใช้ระยะเวลา 1 คาบเรียน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดแนวคิดเรื่องสารละลาย โดยทำการเปรียบเทียบคะแนนหลัง เรียนของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้สถิติ

T-test for independent sample



4. ผลการวิจัย

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนแนวคิดเฉลี่ยหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	P
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	35	75	65.84	9.44	6.84	P < .001
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	35	75	44.00	16.35		

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีคะแนนแนวคิดเฉลี่ยหลังเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิจัย การเปรียบเทียบผลการพัฒนาแนวคิดทางเคมีเรื่องสารละลายโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปได้ดังนี้

1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีคะแนนแนวคิดเฉลี่ยหลังเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยข้างต้นในการเปรียบเทียบผลการพัฒนาแนวคิดทางเคมีเรื่องสารละลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีคะแนนแนวคิดเฉลี่ยหลังเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนพบว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษามีค่าสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ซึ่งเป็นผลมาจากนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีขั้นตอนการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ผ่านการทำกิจกรรม 5 ขั้นตอน ได้แก่ คือ 1) ขั้นตอนความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ 5) ขั้นประเมิน ซึ่งเป็นวัฏจักรที่ต่อเนื่องไปตามลำดับขั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ทำให้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไม่ได้เน้นย้ำให้นักเรียนแก้ไขปัญหาหรือปรับปรุงวิธีการแก้ไขปัญหา จึงส่งผลให้กระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนยังไม่เต็มประสิทธิภาพ นอกจากนี้ถ้านักเรียนไม่รู้สึกลงใจหรือแปลกใจในสถานการณ์ อาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง (ภพ, 2542) ในทางตรงกันข้ามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเน้นให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (National Research Council, 2013) 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา 6) นำเสนอผลการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นวัฏจักรที่สามารถย้อนกลับไปมาได้ตลอด ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือเรียนด้วยการปฏิบัติ (Learning by doing) ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพยายามทำความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้อย่างละเอียดก่อนนำมาอภิปรายร่วมกันใน



กลุ่ม ผ่านการออกแบบและวางแผนอย่างรอบคอบ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Salaeh et al. (2017) ที่จัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิธีการคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ ทำให้นักเรียนรู้จักนำองค์ความรู้ในสาขาต่างๆ มาบูรณาการกัน เพื่อแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตจริง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนมีผลการเรียนในวิชาเคมีเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ord (2012) ที่พบว่า การเรียนรู้โดยการลงมือกระทำ สามารถพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนได้

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของ Prasertsang (2016) ได้แก่ 1) จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง 2) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำทลายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน 3) จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ 4) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริง ซึ่งแนวทางดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (Arsanachai, 2013)

6. บทสรุป

จากการวิจัยสรุปได้ว่า การเปรียบเทียบผลการพัฒนาแนวคิดทางเคมีเรื่องสารละลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งกิจกรรมที่ใช้ในการวิจัยเป็นรูปแบบของเกมส์การแข่งขันทำอาหาร โดยนักเรียนต้องร่วมกันสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น โดยการนำความรู้เรื่องสารละลายเข้ามาประยุกต์ใช้ในการรายงานความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ และการเจือจางสารละลายเข้มข้นให้ได้ความเข้มข้นตามต้องการ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบร่วมกันโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง หลังจากการจัดกิจกรรมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีคะแนนแนวคิดเฉลี่ยหลังเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนแก้ไขปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ตลอด ในขณะที่การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปตามลำดับขั้น จึงเป็นผลให้นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลคะแนนแนวคิดเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ นอกจากนี้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่องสารละลายยังส่งเสริมทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มให้แก่ นักเรียนในระหว่างทำกิจกรรมอีกด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่เป็นผู้สนับสนุนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้



๘. เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2546). *คู่มือหลักสูตรสอน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). *แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ แนวทางสู่การเรียนรู้การสอนที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตเคอูเคชั่น ซัพพลายส์.
- Arkarapanthu, A., Chavasit, V., Sungpuag, P., & Phuphathanaphong, L. (2005). Gel extracted from *Khruea-ma-noi* (*Cyclea barbata* Miers) leaves: chemical composition and gelation properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(10), 1741-1749.
- Arsanachai, J. (2013). The development of mathematics learning activities based on constructivist instructional mode emphasizing analytical thinking skills on triangles for prathomsuka 5. *Journal of education*, 36(4), 33-34.
- Burana, L., & Dahsah, C. (2017). High School Students' Understanding of Solution Concepts. *Kasetsart Educational Review*, 32(2), 9-17.
- Chaiyen, Y., Pensri, B. W. & Naruemon, Y. T. (2007). Thai High School Students' Conceptions about Chemical Equilibrium. *Songklanakarinn Journal of Social Science and Humanities*, 13(4), 541-553.
- Dahsah, C., & Coll, R. K. (2008). Thai Grade 10 and 11 Students' understanding of Stoichiometry and Related Concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), 573-600.
- Dess, G. G., & Picken, J. C. (2000). Changing roles: Leadership in the 21st century. *Organizational dynamics*, 28(3), 18-34.
- Kegley, S., Stacy, A., and Gutwill, J. (1996). Environmental chemistry in the general chemistry laboratory, part I: A contextbased approach to teaching chemistry. *The Chemical Educator*, 1(4), 1-14.
- Levine, M., & DiScenza, D. J. (2018). Sweet, Sweet Science: Addressing the Gender Gap in STEM Disciplines through a One-Day High School Program in Sugar Chemistry. *Journal of Chemical Education*.
- Luoga, N. E., Ndunguru, P. A., & Mkoma, S. L. (2013). High school students' misconceptions about colligative properties in chemistry. *TaJONAS: Tanzania Journal of Natural and Applied Sciences*, 4(1), 575-581.
- Marle, P. D., Decker, L., Taylor, V., Fitzpatrick, K., Khaliqi, D., Owens, J. E., & Henry, R. M. (2014). CSI—chocolate science investigation and the case of the recipe rip-off: Using an extended problem-based scenario to enhance high school students' science engagement. *Journal of Chemical Education*, 91(3), 345-350.
- National Research Council. (2013). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. National Academies Press.
- Pramchoo, J. (2010). *The Development of Context-Based Learning Activities about Rate of Reaction for Grade-11 Students*. Bangkok: Kasetsart University.



- Prasertsang, P. (2016). Learning Design for STEM Education. *Prae-wa Kalasin Journal of Kalasin University*, 3(3), 129-140.
- Salaeh, N., Mophan, N. & Waedramae, M. (2017). Effect of STEM Education on Chemistry Achievement, Analytical Thinking Ability and Instructional Satisfaction of Grade 10 Students. *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences*, 4(1), 42-53.
- Singthong, J., Ningsanond, S., Cui, S. W., & Goff, H. D. (2005). Extraction and physicochemical characterization of Krueo Ma Noy pectin. *Food hydrocolloids*, 19(5), 793-801.
- Sritipsak, P., Pimthong P., & Songasen, A. (2017). The Way to Develop 10th Grade Students' 21st Century Skills and Concept of Solutions by Project-based Learning Using Information and Communication Technology. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 8(1), 123-140.
- Suksawang, J. M. (2006). *A Study of Mathayomsuksa five students, conceptions and teacher's teaching behavior on acid-base at a school in Jutujak district, Bangkok*. Bangkok: Kasetsart University.
- Supasorn, S., Supasorn, N., Athiwaspong, W., & Phonchaiya, S. (2016). Development of Conceptual Understandings on Solutions by Using Inquiry Experiments in Conjunction with Particulate Animations for Grade 8 Students. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 7(1), 28-47.
- Tekin, S., Kolomuç, A., & Alipasa, A. Y. A. S. (2004). Can I Teach Solubility Concept Trough Using Conceptual Change Texts More Effectively?. *Journal of Turkish Science Education*, 1(2), 47.
- The Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum A.D. 2008*. Bangkok: Kurusapa Printing.
- Tunkham, P., Donpudsa, S., & Dornbundit, P. (2016). Development of STEM activities in Chemistry on "Protein" to enhance 21st century learning skills for senior high school students. *Humanities, Arts and Social Sciences Studies*, 16(3), 217-234.
- Ord, J. (2012). John Dewey and Experiential Learning: Developing the theory of youth work. *Youth & Policy*, 108(1), 55-72.
- Ostler, E. (2012). 21st century STEM education: A tactical model for long-range success. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(1).
- Yathongchai, K. (2016). Development of STEM Education Activity Packages on "Petroleum and Alternative Energy" to Promote Critical Thinking and Problem Solving for High School. Master's thesis, M.Ed. (Chemistry). Graduate School, Srinakharinwirot University.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.