

Effect of 5Es Inquiry-based Learning of Chemical Equilibrium on Mental Models, Chemistry Achievement and Satisfaction of Grade 11 Students

Abdulloh U-ma

M.Ed. (Teaching science and mathematics), Candidate
Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus

Nattinee Mopan

Ph.D. (Science and Technology Education), Lecturer
Department of Education, Faculty of Education
Prince of Songkla University, Pattani Campus

Affi Lateh

Ph.D. (Research and Statistics in Cognitive Science), Assistant Professor
Department of Evaluation and Education Statistics, Faculty of Education
Prince of Songkla University, Pattani Campus

Osman Saree

Ph.D. (Chemistry), Lecturer
Demonstration school, Prince of Songkla University, Pattani Campus

Received : October 10, 2017 / **Revised :** January 22, 2018 / **Accepted :** January 31, 2018

Abstract

The purposes of this research were as following: 1) to study of chemical equilibrium on mental models, 2) chemistry achievement, and 3) satisfaction of grade 11 students using 5Es inquiry - based learning on chemical equilibrium. The sample of the study was thirty - two students of grade 11/1 in the second semester of the academic year 2016 at a School in Pattani Province, Thailand. They were selected by Simple Random Sampling and instructed via 5Es Inquiry - based for 18 hours. The research instruments consisted of lesson plans for 5Es Inquiry - based on Chemical Equilibrium, mental model activity sheets, achievement test and questionnaires on satisfaction towards the instruction. The experimental research was conducted using one group through time - series research design.

The results found that the student's mental models showed an upward trend and the mean scores were differenced at the statistical significant level of .01, however the results of the third with the fifth and the fourth with the fifth of mental models were not differenced. Moreover, the data of achievement test, questionnaires on satisfaction towards the instruction were analyzed by mean and standard deviation. The results were shown as follow. The student's mean score of the post - test on chemical achievement was higher than mean score of the pre - test at the statistical significant level of .01. The students' satisfaction towards 5Es Inquiry - based learning was at highest level.

Keywords: 5Es Inquiry - Based Learning, Mental Models, Chemical Equilibrium

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องสมมูลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นายอับดุลละ อุมาร์

ศษ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์), นักศึกษาปริญญาโท
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ณัฐณี โมพันธ์

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา), อาจารย์

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

อาฟีฟี ลาเตะ

ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

อุสมาน สารี

ปร.ด. (เคมี), อาจารย์

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

วันรับบทความ : 10 ตุลาคม 2560 / วันแก้ไขบทความ : 22 มกราคม 2561 /

วันตอบรับบทความ : 31 มกราคม 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแบบจำลองทางความคิดเรื่องสมมูลเคมี 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5/1 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปัตตานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 18 ชั่วโมง เครื่องที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องสมมูลเคมี ใบกิจกรรมแบบจำลองทางความคิด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน ดำเนินการทดลองแบบศึกษากลุ่มตัวอย่างเดียวมีการวัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (One Group Time-Series Research Design)

ผลการวิจัย พบว่า แบบจำลองทางความคิดเรื่องสมมูลเคมีครั้งที่ 1 ถึง 5 ของนักเรียนดีขึ้นตามลำดับ และพบว่า คะแนนเฉลี่ยแบบจำลองทางความคิดในแต่ละครั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นครั้งที่ 3 กับ 5 และครั้งที่ 4 กับ 5 ส่วนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent t-test) ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es), แบบจำลองทางความคิด, สมมูลเคมี

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นการสืบเสาะหาความรู้ (Science as Inquiry) เนื่องจากมนุษย์พัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนี้พบว่าการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์แทบทุกสาขาวิชาได้มีการนำแบบจำลองมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือแนวคิดต่าง ๆ ที่ยากต่อการทำความเข้าใจ และไม่สามารถนิยามได้ชัดเจน (กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2556) โดยนักวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้สร้างแบบจำลอง (Models) ขึ้นเพื่ออธิบายข้อมูล ทำนายเหตุการณ์และช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการ และการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเหล่านั้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้นั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องเข้าใจถึงวิธีการสร้างและการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการสร้างแบบจำลอง (สสวท, 2546) ซึ่งถือเป็นเป้าหมายหลักเป้าหมายหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2559) และเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา (สสวท, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์จำนวนมากพบว่าการสร้างแบบจำลองทางความคิด (Mental model) เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาเคมี เนื่องจากธรรมชาติของวิชาเคมีส่วนใหญ่มีลักษณะที่เป็นนามธรรม ซึ่งในทางเคมีนั้นนักเคมีมักจะอธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสารใน 3 ระดับ (Gilbert, 2004) ด้วยกัน ได้แก่ ระดับมหภาค (Macroscopic) ระดับจุลภาค (Microscopic) และระดับสัญลักษณ์ (Symbolic) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างและพัฒนาแบบจำลองทางความคิด (Mental models) ของตนเองเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสารที่ศึกษา อันจะนำไปสู่ความเข้าใจแนวคิดที่ถูกต้องและไม่คลาดเคลื่อน

สมมูลเคมีเป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งในวิชาเคมีที่มีความสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้แนวคิดอื่น ๆ เช่น การศึกษาเรื่องกรดเบสในชีวิตประจำวัน ปฏิริยา

ไฟฟ้าเคมี เป็นต้น (Bergquist and Heikinen, 1990) จากการตรวจสอบเอกสารพบว่าแนวคิดเรื่องสมมูลเคมีเป็นแนวคิดหนึ่งที่ยากสำหรับการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนทั้งในระดับมัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษา เนื่องจากแนวคิดเรื่องสมมูลเคมีเป็นแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Van Driel, 2002) ซึ่งนักเรียนไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ ประกอบกับต้องเชื่อมโยงกับแนวคิดอื่น ๆ จำนวนมาก เช่น ปริมาณสัมพันธ์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น (Huddle and Pillay, 1996) รวมทั้งลักษณะของภาษาที่ปรากฏในหนังสือที่ไม่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนจึงทำให้นักเรียนเกิดความสับสน จากสาเหตุดังกล่าว จึงส่งผลให้แนวคิดเรื่องสมมูลเคมีมีความยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนและนำไปสู่ความเข้าใจแนวคิดเรื่องสมมูลเคมีที่คลาดเคลื่อนได้ (Van Driel, 2002) และจากการสัมภาษณ์ครูเคมีที่สอนเรื่องสมมูลให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตานยานุกูล จังหวัดปัตตานี พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องสมมูลเคมี เช่น นักเรียนไม่เข้าใจสมมูลไดนามิก โดยเข้าใจว่าเมื่อปฏิกิริยาเคมีเข้าสู่ภาวะสมมูลจะไม่มีเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้นที่ภาวะสมมูลไม่มีสารตั้งต้นเหลืออยู่ และเข้าใจว่าที่ภาวะสมมูลความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะเท่ากัน เป็นต้น นอกจากนี้จากการสัมภาษณ์นักเรียนบางส่วนพบว่านักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาเคมี เนื่องจากขาดการลงมือปฏิบัติการทดลองซึ่งบางเรื่องเรียนแต่ภาคทฤษฎีแต่ขาดการทดลอง จะเห็นได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนของครูก็เป็นส่วนสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน การสอนแบบบรรยายโดยไม่มีการทดลองหรืออภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในห้อง ส่งผลให้ผู้เรียนไม่ชอบเรียนวิชาเคมี เพราะคิดว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่ยาก น่าเบื่อและไม่น่าสนใจ

จากความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีที่ยังเป็นปัญหาอยู่มากและยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร รวมทั้งลักษณะของแนวคิดเรื่องสมมูลเคมีที่มีแนวคิดส่วนใหญ่เป็นนามธรรมทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับปัญหาของผู้วิจัยในฐานะผู้สอนวิชาเคมีที่พบว่านักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาเคมี เนื่องจากนักเรียนเห็นว่าเนื้อหาวิชาเคมีเป็นเนื้อหาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ ดังนั้นผู้วิจัย

จึงสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และความพึงพอใจของนักเรียน ผู้วิจัยคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดเรื่อง สมดุลเคมีซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนแนวคิดอื่น ๆ ในชั้นสูงต่อไป มีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาเคมีที่สูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ รวมถึงเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับครูผู้สอนในการปรับปรุง และพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ในเนื้อหาวิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมีและเนื้อหาอื่น ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)
3. เพื่อพัฒนาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยในครั้งนี้กลุ่มประชากรที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2/2559 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปัตตานี จำนวน 8 ห้องเรียน 262 คน และกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 32 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 8 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 24 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับฉลาก (Simple Random Sampling) โดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2. เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการวิจัย

การทำวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่องสมดุลเคมี ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อย ดังนี้ เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ เรื่องภาวะสมดุล เรื่องผลของ

ความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล เรื่องผลของความดันต่อภาวะสมดุล และเรื่องผลของอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2/2559 เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ จำนวน 18 คาบ

4. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

ตัวแปรตาม ได้แก่ แบบจำลองทางความคิด เรื่องสมดุลเคมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และความพึงพอใจ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) หมายถึง การจัดการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้หรือองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยแนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) โดยในขั้นที่ 5 เป็นการประเมินการเรียนรู้โดยใช้ใบกิจกรรมแบบจำลองทางความคิด

2. แบบจำลองทางความคิดเรื่องสมดุลเคมี หมายถึง ภาพวาดและภาษาที่นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนเหตุการณ์ เพื่ออธิบายเกี่ยวกับเรื่องสมดุลเคมี ประกอบด้วย 5 เรื่องย่อย ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ภาวะสมดุล ผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล ผลของความดันต่อภาวะสมดุล และผลของอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี หมายถึง ความรู้ความสามารถและทักษะของผู้เรียน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และวิเคราะห์ เรื่องสมดุลเคมี โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) หมายถึง ความรู้สึกชอบ และความสนใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

หาความรู้ (5Es) วิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมี โดยใช้แบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) จำนวน 3 แผน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ใบกิจกรรมแบบจำลองทางความคิด และแบบวัดความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ท (Likert Scale)

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 30 ข้อ จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ จำนวน 18 ชั่วโมง โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมแบบจำลองทาง

ความคิด ทั้งสิ้น 5 ครั้ง เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งเป็นชุดเดียวกับก่อนเรียน และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ นำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติการทดสอบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent t-test) ส่วนใบกิจกรรมแบบจำลองทางความคิด ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำคำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มซึ่งประยุกต์มาจากการจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดของ Chi and Roscoe (2002) และข้อมูลเชิงปริมาณโดยนำข้อมูลมาทดสอบด้วยสถิติไค-สแควร์และสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA)

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองแบบศึกษากลุ่มตัวอย่างเดียวมีการวัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา (One Group Time-Series Research Design) ซึ่งมีรูปแบบ ดังนี้

	T ₁	X	Y ₁	X	Y ₂	X	Y ₃	X	Y ₄	X	Y ₅	T ₂
เมื่อ	T ₁	แทน	ทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน									
	X	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)									
	Y ₁	แทน	แบบจำลองทางความคิด เรื่อง ปฏิบัติที่ฝึกฝนได้									
	Y ₂	แทน	แบบจำลองทางความคิด เรื่อง ภาวะสมดุล									
	Y ₃	แทน	แบบจำลองทางความคิด เรื่อง ผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล									
	Y ₄	แทน	แบบจำลองทางความคิด เรื่อง ผลของความดันต่อภาวะสมดุล									
	Y ₅	แทน	แบบจำลองทางความคิด เรื่อง ผลของอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล									
	T ₂	แทน	ทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดความพึงพอใจ									

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1. แบบจำลองทางความคิดของนักเรียน

ในการศึกษาแบบจำลองทางความคิดในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ใบกิจกรรมแบบจำลองทางความคิดเรื่องสมดุลเคมีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำคำตอบที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพนั้น ผู้วิจัยอ่านและวิเคราะห์คำตอบในแต่ละใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียด โดยสามารถแบ่งลักษณะแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ซึ่งประยุกต์จากการแบ่งกลุ่มแบบจำลองทาง

ความคิดของ Chi and Roscoe (2002) ได้แก่ 1) แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์ 2) แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ 3) แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องบางส่วน และ 4) แบบจำลองทางความคิดที่ไม่เชื่อมโยง ในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณนั้น ผู้วิจัยนำข้อมูลลักษณะแบบจำลองทางความคิดที่ได้มาหาความถี่และค่าร้อยละเพื่อแสดงจำนวนนักเรียนที่มีลักษณะแบบจำลองทางความคิดในกลุ่มต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

ตาราง 1 ลักษณะแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน

ครั้งที่	เรื่อง	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)				
		แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์	แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	แบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์แต่ไม่ถูกต้องบางส่วน	แบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้องบางส่วน	แบบจำลองทางความคิดที่ไม่เชื่อมโยง
1	การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้	0 (0)	11 (34.38)	0 (0)	5 (15.63)	16 (50.00)
2	ภาวะสมดุล	0 (0)	15 (46.88)	9 (28.13)	8 (25.00)	0 (0)
3	ผลของความเข้มข้นต่อภาวะสมดุล	11 (34.38)	4 (12.50)	17 (53.13)	0 (0)	0 (0)
4	ผลของความดันต่อภาวะสมดุล	15 (46.88)	16 (50.00)	1 (3.13)	1 (3.13)	0 (0)
5	ผลของอุณหภูมิต่อภาวะสมดุล	6 (18.75)	25 (78.13)	0 (0)	0 (0)	1 (3.13)

ตาราง 2 ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน

แหล่งความผันแปร	Sum Square	df	Mean Square	F
จำนวนครั้งในการทดลอง (Sphericity Assumed)	101.59	4.00	25.40	32.00*
ความคลาดเคลื่อน (Sphericity)	98.41	124.00	0.79	
ผลรวม	200.00	128.00	26.19	
Mauchly's W	0.57	Sig.	0.06	
Approx. Chi-Square	16.39			

* $p < .01$

ตาราง 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแบบจำลองทางความคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียน (n = 32)

คะแนนเฉลี่ยแบบจำลองทางความคิด					$\bar{X}$	S.D.
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
2.19	3.22	3.81	4.47	4.09	3.56	1.16

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยแบบจำลองทางความคิดในแต่ละครั้ง

ครั้งที่	1 ($\bar{X} = 2.19$)	2 ($\bar{X} = 3.22$)	3 ($\bar{X} = 3.81$)	4 ($\bar{X} = 4.47$)	5 ($\bar{X} = 4.09$)
1 ($\bar{X} = 2.19$)	-	1.03*	1.62*	2.28*	1.90*
2 ($\bar{X} = 3.22$)		-	0.59*	1.25*	0.87*
3 ($\bar{X} = 3.81$)			-	0.66*	0.28
4 ($\bar{X} = 4.47$)				-	-0.38
5 ($\bar{X} = 4.09$)					-

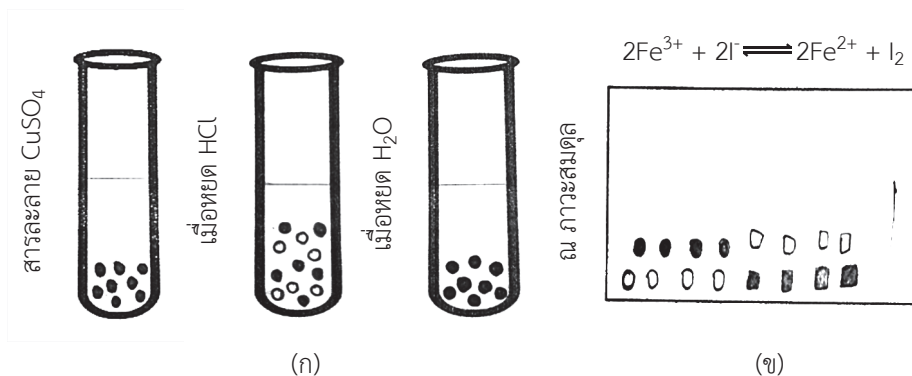
* $p < .01$

จากการวิเคราะห์ลักษณะแบบจำลองทางความคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดเรื่องสมดุลเคมีที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ในทุกเรื่องย่อยของเรื่องสมดุลเคมี อย่างไรก็ตาม พบว่านักเรียนมีพัฒนาการของคะแนนเฉลี่ยของแบบจำลองทางความคิดแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น ยกเว้นครั้งสุดท้ายที่คะแนนเฉลี่ยของแบบจำลองทางความคิดลดลง ดังแสดงในตาราง 3 ทั้งนี้อาจเนื่องจากความแตกต่างของเนื้อหาโดยเรื่องผลของอุณหภูมิต่อภาวะสมดุลมีความซับซ้อนมากกว่าเนื้อหาอื่น ๆ โดยนักเรียนต้องพิจารณาเรื่องของปฏิกิริยาดังกล่าวเป็นปฏิกิริยาคูดความร้อนหรือคายความร้อน เพื่ออธิบายทิศทางของปฏิกิริยาว่าปฏิกิริยาไปข้างหน้าหรือย้อนกลับ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้พิจารณาถึงประเด็นนี้ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่แสดงแบบจำลองทางความคิดไม่ถูกต้องสมบูรณ์

เมื่อพิจารณาลักษณะแบบจำลองทางความคิดจากใบกิจกรรมแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน

ในแต่ละเรื่อง ได้แก่ ครั้งที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่เชื่อมโยง ทั้งนี้เนื่องจากแบบจำลองทางความคิดเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้เป็นแบบจำลองทางความคิดเรื่องแรกของนักเรียน และพบว่านักเรียนยังไม่เคยทำใบกิจกรรมลักษณะนี้ที่ต้องแทนอนุภาคของสารเป็นสัญลักษณ์ และเขียนอธิบายมาก่อน ทำให้นักเรียนไม่ทราบว่าแบบจำลองทางความคิดคืออะไร แล้วก็ทำอย่างไรบ้าง ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่เชื่อมโยง โดยนักเรียนวาดภาพและเขียนบรรยายเท่านั้น แต่ไม่ได้อธิบายเหตุผลและเชื่อมโยงกับอนุภาคแต่อย่างใด ดังตัวอย่างภาพประกอบ 1 (ก) ที่นักเรียนวาด และเขียนบรรยายว่า

“เมื่อหยดสารละลาย HCl ลงในสารละลาย $CuSO_4$ ซึ่งมีสีฟ้า จะได้สารละลายสีเขียวแกมน้ำเงิน และเมื่อหยดน้ำลงไปสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้าเหมือนเดิม”



ภาพประกอบ 1 นักเรียนวาดภาพแสดงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน

แสดงว่านักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองระดับมหภาคกับระดับอนุภาคได้ ครั้งที่ 2 เรื่องภาวะสมดุลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนกลุ่มนี้อธิบายได้ถูกต้องว่ามีอนุภาคของสารทุกชนิดทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์อยู่ในระบบ แต่นักเรียนแสดงจำนวนและอัตราส่วนของอนุภาคต่าง ๆ ไม่เป็นไปตามหลักปริมาณสัมพันธ์ ดังภาพประกอบ 1 (ข) ครั้งที่ 3 ครั้งที่ 4 และ ครั้งที่ 5 เป็นเรื่องปัจจัยที่มีผลภาวะสมดุล ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ปัจจัยได้แก่ ความเข้มข้น ความดัน และอุณหภูมิ พบว่า นักเรียนบางส่วนเริ่มมีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์นั้นแสดงว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงแบบจำลองทางความคิดระดับมหภาคกับระดับอนุภาคได้ จากผลการวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้

จากผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฮามิตะ มูสอ (2554) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่องกรด - เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งมีการใช้คำถามปลายเปิดที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความรู้เดิม การส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน การใช้คำถามเพื่อร่วมกันอภิปราย การใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายเน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาเคมี

ทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับสัญลักษณ์ และระดับจุลภาค และมีการนำแบบจำลองทางความคิดไปใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 46.0 มีแบบจำลองทางความคิดที่สอดคล้องบางส่วนในทุกแนวคิด ยกเว้นแนวคิดเรื่องทฤษฎีกรด - เบสและสารละลายบัฟเฟอร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแบบจำลองทางความคิดที่สอดคล้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนกับแบบจำลองเชิงวิทยาศาสตร์ ทำนองเดียวกับงานวิจัยของ ชัยยนต์ ศรีเชียงหา (2544) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้ให้ความสำคัญกับการใช้คำถามที่ช่วยให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์กันกับเพื่อนในชั้นเรียน ใช้กระบวนการสร้างแสดงออก ทดสอบและประเมินแบบจำลองที่สร้างขึ้น ประกอบกับการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาเคมีทั้ง 3 ระดับ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในทั้งระดับมหภาคและระดับจุลภาคได้ ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีให้มีความคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม

30 คะแนน ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบครั้งละ 60 นาที และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ พัฒนาการทางการเรียนของ

นักเรียน และทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent t - test) ได้ผลดังนี้

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	32	11.06	2.94	9.54**
หลังเรียน	32	18.84	4.04	

** $p < .01$

ตาราง 6 ร้อยละของระดับพัฒนาการทางเรียนของนักเรียน

ระดับพัฒนาการ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ(%)
สูงมาก	1	3.13
สูง	11	34.38
ปานกลาง	12	37.50
ต่ำ	8	25.00

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมีหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อาชิ ดราแม (2558) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับวิธีแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้าสถิต หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อคำถาม

หรือข้อสงสัย เกิดความคิด และแสวงหาคำตอบหรือข้อเท็จจริงด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำมาประมวลคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง และเกิดการเรียนรู้อย่างมากขึ้น ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544 ; ทิศนา แคมมณี, 2545 ; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552 ; และ สุนทร สันธพานนท์, 2558)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มี 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ซึ่งในขั้นนี้ครูจะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย หรือการใช้สื่อต่าง ๆ แล้วกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อคำถามขึ้น และบางครั้งครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยการสาธิต โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสาธิต เป็นต้น โดยครู

เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนเท่าเทียมกันในการตั้งคำถาม ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีความกระตือรือร้น มีการซักถาม ทำให้บรรยากาศการเรียนรู้เป็นไปด้วยความสนุกสนาน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ในขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองเป็นกลุ่ม ซึ่งสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มต้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการทดลองทุกครั้ง โดยผู้เรียนจะแบ่งหน้าที่สลับกันในแต่ละครั้งของการทดลอง ทำให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมและมีโอกาสเรียนรู้ในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติการทดลอง ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงและเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสมดุลเคมีมากขึ้น ซึ่งนักเรียนแต่ละคน มีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนเอง เมื่อผู้เรียนมีข้อคำถามหรือข้อสงสัย ครูจะตั้งคำถามกับผู้เรียนกลับ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด และค้นพบความรู้ หรือคำตอบนั้นด้วยตนเอง ทำให้บรรยากาศการปฏิบัติการทดลองเป็นไปด้วยความสนุกสนาน

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง รูปภาพ เป็นต้น จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง โดยครูคอยตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีความกระตือรือร้น ในการตอบคำถาม มีการปรึกษาหารือกับเพื่อนภายในกลุ่มตลอดจนเพื่อนต่างกลุ่ม โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเท่าเทียมกัน และไม่ได้ตำหนิหากนักเรียนตอบผิด ทำให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออก และนักเรียนมีเหตุผลในการตอบคำถามโดยนักเรียนอ้างอิงจากการปฏิบัติการทดลอง ร่วมกับการอภิปรายร่วมกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นของตนเอง และรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ในขั้นนี้ครูจะยกตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้

ที่ค้นพบจากการศึกษามาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ได้ ดังนั้นในขั้นนี้นอกจากที่นักเรียนจะได้นำองค์ความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นแล้วยังเป็นการตรวจสอบว่าอีกว่าองค์ความรู้ที่นักเรียนค้นพบนั้นมีข้อบกพร่องหรือขัดแย้งหรือผิดไปจากทฤษฎีหรือไม่ อย่างไร

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนทำกิจกรรมแบบจำลองทางความคิด โดยใช้ใบกิจกรรมแบบจำลองทางความคิด เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนทุกคนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนหรือไม่ โดยใบกิจกรรมดังกล่าวนักเรียนต้องวาดภาพในระดับอนุภาค และอธิบายเหตุผลประกอบเพื่อเชื่อมโยงความรู้ทั้งระดับมหภาค และระดับอนุภาค ซึ่งการที่นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางความคิดมาใช้ในการอธิบายหรือบรรยายสิ่งที่ศึกษา ซึ่งเป็นแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีเป็นแนวคิดที่ yak ต่อการทำความเข้าใจและเป็นนามธรรม (Van Driel, 2002) แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ อย่างแท้จริง โดยนักเรียนแต่ละคนก็มีแบบจำลองทางความคิดที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละบุคคลและสิ่งแวดล้อม โดยรอบ (ณัชรฤต เกื้อทาน, 2557 ; ภารพิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2556 ; ศุภกาญจน์ รัตนกร, 2552 ; Norman, 1983 ; Harrison and Treagust, 1996 ; Boulter and Buckley, 2000 และ Jonassen and Cho, 2008)

3. ความพึงพอใจของนักเรียน

ในการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ ทำการวัดความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากนั้นแปลความหมายค่าเฉลี่ยเป็นระดับความพึงพอใจ ได้ผลดังนี้

ตาราง 7 แสดงค่าเฉลี่ย (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

รายการประเมิน	X	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านบทบาทผู้สอน	4.60	0.49	มากที่สุด
ด้านบทบาทผู้เรียน	4.33	0.73	มาก
ด้านการจัดการเรียนการสอน	4.54	0.56	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล	4.61	0.52	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.52	0.58	มากที่สุด

จากผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ สรรพรณ บัวจันทร์ (2555) ที่ศึกษาผลของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชและสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นให้ผู้เรียนได้กระทำหรือลงมือปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวผู้เรียนเอง (Learning by doing) และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง และการสร้างแบบจำลองทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ และทฤษฎี และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย เริ่มจากการตั้งคำถาม ครูผู้สอนมักจะใช้คำถามหรือสื่อการสอนต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดการสังเกตหรือเกิดข้อสงสัยขึ้นภายในตนเองเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะและฝึกกระบวนการตั้งคำถาม ซึ่งจะนำไปสู่การดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบผ่านกระบวนการทดลอง จากนั้นลงมือปฏิบัติการทดลอง แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ และใช้เป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายและสังเคราะห์ออกมาเป็นแบบจำลองและคำอธิบายของตนเอง โดยมีครูผู้สอน

คอยทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) และคอยให้คำแนะนำในการเรียนรู้ ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้ฝึกตั้งคำถาม แสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียนโดยเท่าเทียมกันทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจและกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง บรรยากาศการเรียนรู้มีความเป็นกันเองและเกิดความสุขสนุกสนานในการเรียนรู้ สามารถสังเกตได้จากสีหน้า มีเสียงหัวเราะ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และการปฏิบัติการทดลอง การกล้าแสดงความคิดเห็นหรือตั้งคำถามและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น ความร่วมมือภายในกลุ่ม และนอกเวลาเรียนหากผู้เรียนคนใดหรือกลุ่มใดมีข้อสงสัยหรือคำถามเกี่ยวกับการเรียนการสอนผู้เรียนมักจะมาถามครูผู้สอนเสมอ นอกจากนี้มีการประเมินผลที่ชัดเจน มีการแจ้งเกณฑ์การประเมินผลแก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาชิ้นงานของตนเองให้มากที่สุด ครูเตรียมสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียน รวมถึงการที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมแล้วประสบผลสำเร็จตามความต้องการของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนได้รับการตอบสนองเบื้องต้นตามทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow) และการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข เกิดความพึงพอใจในการเรียน (ธีรพงศ์ แก่นอินทร์, 2545 ; อัมพวา รักบิดา, 2549 ; สุภารัตน์ อะหลีแอะ, 2558 และ Scott, 1970)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีการนำไปกิจกรรมแบบจำลองทางความคิดมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนควรให้ความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองทางความคิดและใบกิจกรรมแบบจำลองทางความคิดแก่ผู้เรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจรูปแบบของการเรียนรู้ นอกจากนี้ครูผู้สอนควรยืดหยุ่นเรื่องเวลาในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เมื่อผู้เรียนมีข้อสงสัยหรือคำถามใด ๆ ครูผู้สอนควรใช้คำถามกลับหรือบอกแนวทางเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบนั้นด้วยตัวเองหรือให้ช่วยกันหาคำตอบภายในกลุ่มแทนการตอบคำถามนั้นแบบตรง ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการทำงานร่วมกัน เป็นต้น

1.3 การประเมินใบกิจกรรมแบบจำลองทางความคิด โดยการวิเคราะห์และแบ่งกลุ่มแบบจำลองทาง

ความคิดของผู้เรียนในแต่ละเรื่อง ควรเพิ่มจำนวนผู้ประเมินอย่างน้อย 3 คน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีการนำใบกิจกรรมแบบจำลองทางความคิดมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ควรศึกษาความเข้าใจคลาดเคลื่อนของผู้เรียนเรื่องสมดุลเคมีในแต่ละหัวข้อย่อย เพื่อให้ผู้สอนนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมและป้องกันความเข้าใจคลาดเคลื่อนของผู้เรียนในครั้งต่อไปได้

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิดเรื่องสมดุลเคมี ผู้สอนควรเก็บข้อมูลเชิงลึกกว่านี้ เช่น การสัมภาษณ์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เป็นต้น

2.3 ครูผู้สอนควรมีการชี้แจงและฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้แบบจำลองทางความคิดก่อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อลดเวลาในการจัดการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

- ชัยยนต์ ศรีเชียงหา. (2554). *การพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ : แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตพอเรชั่น.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- ณัฏฐฤดี เกื้อทาน. (2557). *การพัฒนาแบบจำลองความคิดเรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทิตินา แคมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรพงศ์ แก่นอินทร์. (2545). ผลของวิธีสอนแบบโครงการต่อเจตคติ ความพึงพอใจ คุณลักษณะอื่น และระดับผล การเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 8 (1), 34-45.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1*. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2556). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศุภกาญจน์ รัตนกร. (2552). การศึกษาแบบจำลองทางความคิดและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่องกรด - เบส. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : องค์การค้ำของคุรุสภา.
- _____. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ แนวทางสู่การเรียนรู้การสอนที่มีประสิทธิผล*. กรุงเทพฯ : บริษัท อินเทอร์เน็ตเคชั่น ซัพพลายส์ จำกัด.
- สรวรรณ บัวจันทร์. (2555). ผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพืชและสัตว์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สุนนท์ สินธพานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่..เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควินด์.
- สุดารัตน์ อะหลิแอ. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อาชิ ดราแม. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับวิธีแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อัมพา รักบิดา. (2549). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ฮามิเต้ มูสอ. (2555). การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bergquist, W. and Heikinen, H. (1990). Student Ideas Regarding Chemical Equilibrium. *Journal of Chemical Education*. 67 (12), 1000-1003.
- Boulter, C. J. and Buckley, B. C. (2000). Constructing a typology of models for science Education. Gilbert, J. K. and Boulter, C. J. (Eds). *Developing Models in Science Education*. Dordrecht, The Netherlands : Kluwer, 41-57.
- Chi, M. T. H., & Roscoe, R. D. (2002). The processes and challenges of conceptual change. In M. Limon and L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change : Issues in theory and practice*. Dordrecht, Netherlands : Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, J. K. (2004). Model and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2 (2), 115-130.
- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*. 80 (5), 509-534.

- Huddle, P. A. and Pillay, A. E. (1996). An in-depth study of misconceptions in Stoichiometry and chemical equilibrium at a South African university. *Journal of Research in Science Teaching*. 33 (1), 65-77.
- Jonassen, D. H. and Cho, Y. H. (2008). *Externalizing Mental Models with Mindtools*. University of Missouri, New York : Springer.
- Norman, D.A. (1983). Some observations on Mental Models. In D. GENTNER, and A.L. STEVENS, eds. *Mental Models*. Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Scott, P. (1970). *The Process of Conceptual Change in Science*. New York : Cornell University.
- Van Driel, J.H. (2002). Students' Corpuscular Conceptions in the Context of Chemical Equilibrium and Chemical Kinetics. *Chemical Education: Research and Practice in Europe*. 3 (2). 201-213.