

# การเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด-เบส และเจตคติต่อวิชาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน

## Enhancing The Analytical Thinking of Mathayomsuksa 5 Students on “Acid-Bases” and Attitudes Toward Chemistry by The Inquiry Method Integrated with Problem-Based Activities

เกศศิริชฎี ศรีทรสุทธิ<sup>1</sup>, เอมอร ศักดิ์แสงวิจิตร<sup>2</sup>  
Ketsirat Sritornsut<sup>1</sup>, Aimorn Saksengwijit<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน ในเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ 4) แบบประเมินเจตคติต่อวิชาเคมีแบบมาตราส่วนของลิเคอร์ท วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยพัฒนาการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนได้ การใช้เทคนิคการตั้งคำถามที่เหมาะสมในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงในกิจกรรมช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ฝึกการเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องและให้เหตุผลอธิบายผลที่สังเกตได้จากกิจกรรม จึงทำให้เกิดการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนทดสอบการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน หลังจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนทดสอบการคิดวิเคราะห์เกินเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้นักเรียนมีระดับเจตคติต่อวิชาเคมีในระดับมาก แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เรื่องกรด-เบส ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในระดับสูง

**คำสำคัญ:** กิจกรรมปัญหาเป็นฐาน การคิดวิเคราะห์ เจตคติต่อวิชาเคมี

<sup>1</sup> นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเคมีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

<sup>2</sup> ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

<sup>1</sup> Master of Science in Chemistry for Teachers Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi

<sup>2</sup> Department of Chemistry Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi



## Abstract

The purposes of this research were to develop the analytical thinking and positive attitude to Chemistry of Mathayomsuksa 5 students using the inquiry method integrated with problem-based activities on acid-base topic. The research instruments used in this work were lesson plans using the inquiry method integrated with problem-based activities, an analytical thinking test and a Likert scale questionnaire on the attitude towards chemistry. The data were analyzed by using mean and standard deviation.

The study showed that the inquiry method integrated with problem-based activities enhanced the analytical thinking and positive attitude to chemistry. Through appropriate questioning techniques in inquiry process and hand-on activities, the students were encouraged to learn and develop their thinking skills. The students practiced to solve problems in given situations, to connect all related knowledge and to explain the rationale behind their observations in activities. This led to the development of analytical thinking of students. The results showed that the post-test score in analytical thinking test was higher than the pre-test score. After the developed learning implementation, the number of students that had the analytical thinking skill higher than the set criterion (70% of the full score) was increased. In addition, the students' attitude toward chemistry was at high level. This indicated that the students had strongly positive attitude toward chemistry and learning engagement on acid-base topic via the developed learning process in high level.

**Keywords:** Problem-based activities, analytical thinking, attitude to chemistry

## บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) เป็นหลักสูตรที่มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยยึดหลักผู้เรียนเป็นสำคัญ กระบวนการเรียนรู้ต้องมีการเชื่อมโยงความรู้อีกกับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์

วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญ ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูล หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน (กระทรวงศึกษาธิการ)

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในฐานะครูเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มาเป็นเวลา 2 ปี พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา



เคมีต่ำ โดยเฉพาะเรื่องกรด-เบส เนื่องจากเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นการคำนวณและทดลองซึ่งต้องอาศัยพื้นฐานความเข้าใจในหลักการเพื่อวิเคราะห์เป็นลำดับขั้น จากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา นักเรียนส่วนใหญ่มีการเรียนเพิ่มเติมจากติวเตอร์หรือโรงเรียนกวดวิชามาล่วงหน้าโดยเน้นการคำนวณด้วยวิธีลัดและการท่องจำโดยขาดความเข้าใจและการเชื่อมโยงในหลักการทำให้ไม่สามารถทำโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยเห็นมาได้ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ ซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนขาดการคิดวิเคราะห์หาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือโจทย์ที่กำหนดกับสิ่งที่เรียนในห้องได้ ซึ่งสอดคล้องกับการที่นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ สรุป และอภิปรายผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการได้ เนื่องจากนักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่เกี่ยวข้อง ขาดทักษะในการสืบค้นข้อมูล

ด้วยปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน มาใช้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ประกอบด้วย 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยการใช้ประเด็นปัญหาสอดแทรกในแต่ละขั้นการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและเวลา ซึ่งการจัดการเรียนการสอนร่วมกันนี้มีข้อดีคือ จะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ กระบวนการคิด และความสนใจของนักเรียน ด้วยการตั้งคำถาม ทั้งจากนักเรียนและครู ประเด็น

ปัญหาที่ได้จากสื่อวิดีโอ หรือสถานการณ์ปัญหา ที่ครูกำหนดให้ในกิจกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกวิเคราะห์ วิเคราะห์ และฝึกสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

## วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์และเจตคติ รายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน

## วิธีดำเนินการวิจัย

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนพิชัยรัตนาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 14 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 152 คน

กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนพิชัยรัตนาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 14 ที่เรียนเนื้อหาเรื่องกรด-เบส ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 40 คน โดยผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากนักเรียนทั้ง 4 ห้อง มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนห้องที่ 1 เป็นห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนจัดอยู่ในกลุ่มเก่ง และนักเรียนห้องที่ 2 3 และ 4 เป็นนักเรียนห้องปกติ โดยผู้วิจัยได้เลือก



กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนห้องที่ 2 เนื่องจากความสามารถทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องกรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการจัดการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และมีการแทรกประเด็นปัญหาในขั้นตอนต่างๆ ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและเวลา โดยใช้กิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งในรูปแบบการทำทดลอง สื่อวิดีโอสาธิต เกมส์ ซึ่งมีชุดประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์เพื่อใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาในกิจกรรมนั้นๆ จำนวน 5 แผน ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ 14 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 pH ของสารละลาย อินดิเคเตอร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ปฏิกริยาระหว่างกรดกับเบส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การไทเทรต

2. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

3. แบบประเมินเจตคติต่อวิชาเคมี เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า จำนวน 20 ข้อ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

4. แบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียน มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยหลังจากนักเรียนได้เข้าร่วมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยนักเรียนจะเป็นผู้บันทึกเขียนตอบแบบอิสระตามความเป็นจริง ในประเด็นเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความต้องการเพิ่มเติมอื่นๆ ของนักเรียน ความรู้สึกที่มีต่อการจัดกิจกรรมและสิ่งที่นักเรียนอยากให้มีการปรับปรุง และสรุปองค์ความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือสงสัย

### ขั้นตอนการวิจัย

1. ครูผู้แจ้งการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน ในเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส กับนักเรียนกลุ่มที่ต้องการศึกษา

2. ทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน กับผู้เรียนกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์เรื่อง กรด-เบส และทำแบบประเมินเจตคติต่อวิชาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. จัดการเรียนรู้กับผู้เรียนกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้แผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 14 คาบๆ ละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง ระหว่างการดำเนินกิจกรรมจะเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการวิจัย ได้แก่ ใบงานประกอบการจัดกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียน

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แล้วทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง กรด-เบส หลังการจัดการเรียนรู้กับผู้เรียนกลุ่มที่ศึกษาอีกครั้ง โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง



กรด-เบส ให้เวลา 50 นาที และแบบประเมิน เจตคติต่อวิชาเคมี ให้เวลา 10 นาที ซึ่งเป็นชุด เดียวกับการทดสอบก่อนเรียน

5. ตรวจสอบผลการทดสอบแล้วนำคะแนน ที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตอบ คำถามวิจัยต่อไป

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน

2. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาเคมีของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการแก้ปัญหาเป็นฐาน

วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน

#### ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรม การใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส พบว่าคะแนน การทำแบบทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.70 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.91 เมื่อเปรียบ เทียบกับคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของนักเรียน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 15.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.84 โดยมีการ คิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนถึง 2.7 เท่า ดังแสดงในตาราง 1 และพบว่า นักเรียนที่มีคะแนน เกินที่กำหนด ก่อนเรียนมีจำนวน 6 คน และ หลังเรียนมีนักเรียนจำนวน 29 คน

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์รายด้านของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ด้านของทักษะการคิดวิเคราะห์	จำนวนข้อสอบ	ก่อนเรียน (n=40)		หลังเรียน (n=40)	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ด้านความสำคัญ	5	1.55	1.11	3.73	0.93
ด้านความสัมพันธ์	9	3.05	1.62	7.15	1.19
ด้านหลักการ	6	1.08	0.97	4.30	0.88
ภาพรวม	20	5.70	1.91	15.13	1.84



2. นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส มีเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนเรียนของนักเรียนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 68.79 ซึ่งมีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีในระดับปานกลาง และเมื่อเปรียบเทียบกับการทำแบบประเมิน

เจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 84.45 ซึ่งมีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีในระดับมากนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนผ่านเกณฑ์	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์		ผลการทดสอบ	
			จำนวน (คน)	ร้อยละ	$\bar{X}$	S.D.
ก่อนเรียน	100	>70	18	45.00	68.79	6.08
หลังเรียน			40	100.00	84.45	3.87

3. ผลการวิเคราะห์แบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีและมีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น ซึ่งนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนดังนี้

“สนุก ได้ทดลองจริง ๆ เห็นการเปลี่ยนแปลงชัดเจน ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ”

“เป็นกิจกรรมที่สนุก สามารถเข้าใจการหาค่า pH มากขึ้น”

“เป็นกิจกรรมที่ดีให้พวกเราได้ร่วมกันคิด ได้ศึกษาความแปลกใหม่”

“รู้สึกสนุกและได้เรียนรู้การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำมากยิ่งขึ้นจากการทดลองที่ทำให้เห็นภาพมากยิ่งขึ้น”

## อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนจากการวัดทักษะการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ที่เป็นเช่นนั้น เพราะในการจัดการเรียนรู้โดยแทรกกิจกรรมปัญหาเป็นฐานในแต่ละชั้นการเรียนรู้จะช่วยเพิ่มความสนใจของนักเรียนด้วยประเด็นคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามและหาคำตอบ จากปัญหาในวิดีโอหรือสถานการณ์ที่กำหนดในกิจกรรม กระตุ้นกระบวนการคิด การวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งจะเน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามที่



นักเรียนได้คิดเอง หาเหตุผลทั้งจากความรู้ใหม่และความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น สถานการณ์ปัญหาหรือโจทย์ปัญหา โดยนักเรียนจะต้องวางแผนออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง ตลอดจนสรุปผลการทดลองและนำเสนอ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้รับ รูปแบบของเกมส์โดยใช้โจทย์สอดแทรกอยู่ในคำถามของเกมส์เพื่อเป็นการทบทวนให้นักเรียนได้มีการฝึกคิดอยู่เสมอ หรือในรูปแบบสื่อวิดีโอสาธิตการทดลองและการใช้ชุดคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ทั้งการเชื่อมโยง เปรียบเทียบและการใช้หลักการ ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และสามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง จากตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ โดยในขั้นสร้างความสนใจ ครูได้สาธิตจุ่มสายไฟจากวงจรของการ์ดเสียงลงในสารละลาย 3 ชนิด คือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก สารละลายโซเดียมคลอไรด์ และสารละลายแอมโมเนียที่ความเข้มข้นเท่ากัน แล้วให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้น ครูใช้คำถามกระตุ้นทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนว่าผลการทดลองของสารละลายทั้ง 3 ชนิดให้ผลเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และถ้าแตกต่างกันเป็นเพราะเหตุใด นักเรียนพบว่า สารละลายแต่ละชนิดทำให้การ์ดเสียงมีระดับความดังแตกต่างกันเนื่องจากสารละลายทั้ง 3 ชนิดมีความสามารถในการแตกตัวแตกต่างกัน จากนั้นครูให้นักเรียนจุ่มสายไฟจากวงจรของการ์ดเสียงลงในน้ำกลั่นและพบว่าระดับเสียงที่ได้ยินมีความดังน้อยมากหรือแทบจะไม่ได้ยินเสียงของการ์ดเสียง ครูจึงตั้งประเด็นว่า ถ้าอุณหภูมิของน้ำกลั่นแตกต่างกันจะส่งผลต่อความดังของการ์ดเสียงหรือไม่ อย่างไร จากนั้นนักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและระดมความคิดเพื่อวางแผนในการทดลอง เพื่อ

หาคำตอบของปัญหา ออกแบบตารางบันทึกผลและทำการทดลองจนสามารถนำผลการทดลองมาอธิบายประเด็นปัญหาได้ สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ การนำไฟฟ้าและระดับความดังของการ์ดเสียงได้โดยความรู้จากในห้องเรียนร่วมกับความรู้ใหม่ที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจะช่วยพัฒนาความคิดวิเคราะห์โดยเฉพาะความคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์ นอกจากนี้การเรียนรู้โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริงจนได้องค์ความรู้ด้วยตัวเองจะทำให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทนมากขึ้น และจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ค่า pH ของสารละลายและอินดิเคเตอร์ โดยครูให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองจากวิดีโอ ซึ่งเป็นการทดลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์โดยผู้ทำการทดลองจะเป่าลมลงไปนในสารละลาย เป็นผลทำให้สารละลายเกิดการเปลี่ยนสี หลังจากจบการทดลองนักเรียนทุกคนเกิดความสงสัยและมีคำถามว่าสารละลายเกิดการเปลี่ยนสีได้อย่างไร และสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงของสารละลายเนื่องจากการเป่าลมลงไปนในสารละลายอย่างไร ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากหาคำตอบและนักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายถึงสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นจนได้ข้อสรุปโดยมีครูเสริมเพื่อให้การอภิปรายตรงประเด็นมากขึ้น จากนั้นนักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนช่วยครูระบุชนิดของสารละลายใส่สองชนิดที่ฉลากหลุดหายซึ่งมีความเป็นกรดเบสแตกต่างกัน โดยนักเรียนต้องแก้สถานการณ์ปัญหาโดยการระดมสมองและวิเคราะห์หลักการในการหาค่า pH ของสารละลายโดยการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ และได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อออกแบบการทดลอง จากนั้นนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์และช่วงค่า pH ของสาร จนได้



ค่า pH ของสารละลายทั้งสองชนิด จากกิจกรรมนี้นักเรียนได้ฝึกคิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระโดยมีครูคอยให้คำแนะนำ ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดวิเคราะห์ แยกแยะประเด็นปัญหา เพื่อหาข้อมูลมาใช้ในออกแบบการทดลองและแก้ปัญหาต่อไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ นื่องนาง ปรีองาม และน้อย ลิมยิ่งเจริญ (2554: 17-18) ซึ่งได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ผลปรากฏว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถใช้ในการพัฒนาด้านการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการเรียนรู้ และในแต่ละขั้นตอนนักเรียนจะได้ฝึกคิดวิเคราะห์ทั้งวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา และวิเคราะห์วิธีในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ผลการทดลองหรือค้นคว้าข้อมูลใดๆ มาได้ นักเรียนจะพยายามวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ก่อนนำมาสรุปและนำเสนอ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Behiye (2009: 26) ซึ่งได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน โดยการฝึกการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง ได้เผชิญกับสถานการณ์ใหม่ๆ และกำหนดให้ตีความคำถามเพื่อที่จะสามารถเข้าใจสถานการณ์นั้นได้สำเร็จ เป็นวิธีที่สร้างความท้าทายให้แก่นักเรียนในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อช่วยกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและเพื่อพัฒนาทักษะการเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางและกระตุ้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานยังช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การ

แก้ปัญหาเชิงลึก การทำงานเป็นทีม การพูดสื่อสาร และทักษะการเขียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Belecina (2018:109) ได้ศึกษาผลของการใช้สถานการณ์ปัญหาต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยทำการทดสอบเพื่อวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้และในแต่ละชั่วโมงเรียนจะมีใบกิจกรรมที่ออกแบบเป็นสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยจะต้องระบุปัญหาและวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่าทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น และการสอนโดยใช้สถานการณ์ปัญหาทำให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดและมีการจัดระเบียบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้นักเรียนยังมีเจตคติและความรู้สึกเชิงบวกต่อการจัดการเรียนการสอนร่วมกับการใช้สถานการณ์ปัญหา

2. นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ที่เป็นเช่นนั้นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะมีการสอดแทรกกิจกรรมที่เป็นเกมส์หรือสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนต้องแก้ปัญหาโดยทำการทดลองซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระและทำการทดลองเพื่อใช้ในการคิดแก้ปัญหาาร่วมกับเพื่อนภายในกลุ่ม จึงทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกในการเรียนรู้ และเป็นการเรียนที่ไม่น่าเบื่อ ซึ่งด้านที่มีคะแนนเจตคติเพิ่มสูงขึ้นกว่าด้านอื่นๆ คือ ด้านพฤติกรรม ในประเด็นต่อไปนี้ 1) ฉันชอบค้นคว้าหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง 2) ฉันชอบพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในเนื้อหาวิชาเคมี ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนดังนี้ 1) “สนุก ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น” 2) “สนุก ตีคะแนนน่าเบื่อ ได้ทำกิจกรรมกับเพื่อน” หลังจัด





กิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนจะมีความสุข สนุกสนาน เพลิดเพลินไปกับกิจกรรมที่ได้ลงมือ ทำการทดลองด้วยตนเองและมีความสุขที่จะ ทำกิจกรรมกลุ่มมากกว่ากิจกรรมเดี่ยว จากการ สังเกตพฤติกรรมนักเรียนบางคนในตอนแรกไม่ ชอบที่จะทำกิจกรรมกลุ่ม แต่เมื่อนักเรียนได้ทำ กิจกรรมร่วมกับเพื่อนๆ ก็สามารถปรับตัวได้ เนื่องจากแต่ละกลุ่มได้มีการวางแผนการทำงาน โดยทุกคนในกลุ่มจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ ดังนั้น สมาชิกทุกคนจะมีความภูมิใจในตัวเองที่ได้มี ส่วนร่วมในการทำงานได้สำเร็จ และเมื่อหมดเวลา ในแต่ละคาบนักเรียนจะถามครูเสมอว่า “คาบหน้า มีการทดลองหรือทำงานกลุ่มหรือเปล่าคะ” แสดง ให้เห็นว่า นักเรียนชอบที่จะเรียนและทำกิจกรรม ร่วมกับผู้อื่นส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการ เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สารีญา และสุ่ม (2560: 97) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลจากการศึกษา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐาน มีคะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หลังการ จัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ Tuncay (2006: 24) ได้ศึกษาผลของ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียน ในการเรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดย เก็บ รวบรวมข้อมูลจากคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ คะแนน แบบวัดเจตคติ การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองประสบผลสำเร็จมากกว่ากลุ่ม ควบคุม โดยมีคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจากการสังเกต

พบว่า ในระหว่างทำกิจกรรมนักเรียนมีความสนใจ และตั้งใจในการร่วมกิจกรรม

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ กิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการ เรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญโดยผู้สอนไม่ เพียงแต่สร้างความสนใจให้ผู้เรียนและช่วยเหลือ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสืบเสาะและสรุปองค์ความ รู้ได้ด้วยตนเอง ยังได้สอดแทรกประเด็นปัญหา และกิจกรรมที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในชั้นตอนต่าง ๆ เช่น ในขั้นสร้างความสนใจ ผู้สอนไม่เพียงแต่ใช้ วิดีโอคลิปหรือการทดลองกระตุ้นความสนใจของ นักเรียน ผู้สอนยังมุ่งเน้นให้นักเรียนช่วยกันตั้ง ประเด็นปัญหาและช่วยกันวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบ ด้วย ซึ่งจะเป็นการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และ ยังช่วยเพิ่มความสนใจให้เข้มข้นมากขึ้น ในขั้น สำรวจค้นคว้าและชั้นขยายความรู้ มีการกระตุ้น จากการตั้งคำถาม ประเด็นปัญหาที่ได้จากสื่อ วิดีโอ หรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ใน กิจกรรม นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อแก้ ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาที่กำหนด ตามวิธีการที่ นักเรียนได้วางแผนออกแบบเอง สรุปและอภิปราย ผล ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนา กระบวนการคิด ผูกวิเคราะห์ วิเคราะห์ เพื่อสร้าง องค์ความรู้ด้วยตนเอง

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหา เป็นฐาน จากประสบการณ์ผู้วิจัยพบว่า หาก นักเรียนมีคำถามหรือประเด็นที่สงสัย ผู้สอนควร บอกแนวทางในการได้มาซึ่งคำตอบหรือใช้คำถาม กลับเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ร่วมกัน หาคำตอบได้ด้วยตนเอง และควรมีโจทย์แบบฝึก



ที่นอกเหนือจากในชั้นเรียน ให้นักเรียนได้ฝึกหรือค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ก่อนที่จะนำมาสรุปคำถามร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อฝึกให้นักเรียนได้มีการคิดวิเคราะห์มากขึ้น

2. ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบสะท้อนผลการเรียนรู้ในการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งในแต่ละกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมโดยนักเรียนมักจะสะท้อนว่ากิจกรรมเป็นกิจกรรมที่สนุก มีความเพลิดเพลิน และสะท้อนถึงผลลัพธ์การเรียนรู้ของตนเองว่ามีความเข้าใจมากขึ้นเพียงใดจากการทำกิจกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดว่าหากมีการเพิ่มคำถามเชิงคิดวิเคราะห์หรือให้นักเรียนประเมินการคิดวิเคราะห์ของตนเอง จะทำให้ผู้สอนสามารถติดตามการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้

3. ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนค่อนข้างมาก โดยเฉพาะกิจกรรมที่ทำการทดลองจะต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากกว่ากิจกรรมอื่นๆ เช่น กิจกรรม pH ของสารละลายอินดิเคเตอร์จะเป็นใบกิจกรรมที่ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบและวางแผนการทดลอง ซึ่งต้องใช้เวลาในการระดมความคิดเห็นภายในกลุ่ม ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาด้านเวลาในกิจกรรมนี้ผู้สอนควรมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาประเด็นความรู้บางส่วนหรือวิดีโอที่เกี่ยวข้องเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ที่จำเป็นมาก่อนและเป็นการ

ฝึกตั้งคำถามก่อนจะมาทำกิจกรรมในชั้นเรียน และในบางกิจกรรมที่มีการทำการทดลองอาจให้ใบกิจกรรมและวางแผนการทดลองมาล่วงหน้าเพื่อจะได้มีเวลาเพียงพอในการสรุปหรืออภิปรายผลการทดลอง

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถพัฒนาให้นักเรียนได้ในทักษะต่างๆ เช่น นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีในการทำกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น ดังนั้นควรมีการศึกษาในตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น การโต้แย้ง เป็นต้น

2. การออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าสามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาเคมีได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในงานวิจัยถัดไปควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในรายวิชาเคมีในหัวข้ออื่น และนักเรียนระดับชั้นอื่นๆ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยควรเก็บข้อมูลเชิงลึกกว่านี้ เช่น การสัมภาษณ์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือใช้แบบสอบถามชนิดปลายเปิด เป็นต้น

## เอกสารอ้างอิง

ชนันท ชาติทอง. (2564). *สอนคิด: การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.



- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตโปรดักชั่น.
- ทศนา แชมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- น้องนาง ปรีองาม และน้อยทิพย์ ลิมยิ่งเจริญ. (2554). การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 5(4), 1-12.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรี อินทปัญญา. (2557). การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่องปริมาณสัมพันธ์. *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*, กรุงเทพฯ.
- พิชญา กันธิยะ. (2559). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบันได 5 ชั้น วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่*, เชียงใหม่.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: แฮ็ส ออฟ เคอร์มิสท์.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2560). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21*. พิมพ์ครั้งที่ 12. นครปฐม: เพชรเกษมพรินต์ติ้ง กรุ๊ป.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. กาลสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *ยุทธศาสตร์การคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- Akçay, B. (2009). Problem-based learning in science education. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 26-36.
- Akinoglu, O. and Tandogan, R.O. (2007). The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 71-81.
- Belecina, R.R. and Ocampo, JR, J.M. (2018). Effecting change on students' critical thinking in problem solving. *International Journal for Educational Studies*, 10(2), 109-120.



- Tuncay, O. (2006). Determining effectiveness of student guiding material based on the 5E model in "Force and Motion". *Journal of Turkish Science Education*, 3(2), 24-27.
- Yalcin, F.A. and Bayrakceken, S. (2010). The effect of 5E learning model on pre-service science teachers' achievement of acids-bases subject. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(2), 508-510.