



A Study of Academic Achievement and Critical Thinking Skills Using Inquiry-Based Learning Combined with Reflective Questioning in Science Subjects of Grade 6 Students

Krittaporn Somkum¹, Sirawan Jaradrawiwat² and Somsiri Singlop³

Faculty of Education, Burapha University, Thailand

¹E-mail: 63920429@go.buu.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-4293-5153>

²Corresponding author e-mail: sirawan@go.buu.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-5637-7994>

³E-mail: singlopsomsiri@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-0453-4394>

Received 03/11/2025

Revised 16/11/2025

Accepted 30/12/2025

Abstract

Background and Aims: The study of academic achievement and critical thinking skills using inquiry-based learning combined with reflective questioning in science subjects of grade 6 students aimed to study the learning achievement of students before and after receiving inquiry-based learning combined with reflective questioning in the Science subject for Grade 6 students, and to compare the post-learning achievement with the 80% criterion. Additionally, to study the students' critical thinking with the 80% criterion.

Methodology: This was a Quasi-Experimental Research using the One-Group Pre-test Post-test Design. The sample group for this research consisted of 23 Grade 6 students, selected by cluster random sampling using the lottery method with the classroom as the sampling unit. The research instruments were: 5 inquiry-based learning combined with reflective questioning lesson plans, a Science learning achievement test with a reliability coefficient of 0.98, and a critical thinking test with a reliability coefficient of 0.95. The statistics used for data analysis were the arithmetic mean, Standard Deviation, Percent, and t-test.

Results: The mean learning achievement significantly improved from 13.00 (pre-test) to 25.43 (post-test). The students' post-test critical thinking mean score was 16.87, which is equivalent to 84.35 percent.

Conclusion: The learning achievement of Grade 6 students in the Science subject who learned using the inquiry-based learning combined with reflective questioning was significantly higher after learning than before learning at the .01 statistical level. Furthermore, the post-learning achievement was significantly higher than the 80% criterion at the .01 statistical level. The critical thinking of Grade 6 students was significantly higher than the 80% criterion at the .05 statistical level.

Keywords: Learning Academic Achievement; Critical Thinking; Inquiry-Based Learning; Reflective Practice



การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กฤตภรณ์ สมคำ¹, สิริวารรณ จรัสรวีวัฒน์² และสมศิริ สิงห์ลพ³

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

ภูมิหลังและวัตถุประสงค์: การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด กับเกณฑ์ร้อยละ 80 รวมทั้งศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด กับเกณฑ์ร้อยละ 80

ระเบียบวิธีการวิจัย: การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pre-test Post-test Design กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนบ้านทับลาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 23 คน ซึ่งได้จากการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม ใช้วิธีการจับฉลากโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด จำนวน 5 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.98 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.95 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัย: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนเท่ากับ 13.00 และหลังเรียนเท่ากับ 25.43 การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนเท่ากับ 16.87 คิดเป็นร้อยละ 84.35

สรุปผล: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน; ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ; การเรียนรู้แบบสืบเสาะ; การใช้คำถามสะท้อนคิด

บทนำ

แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ได้มีกรอบเป้าหมายหลักเพื่อการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศไทย สู่ยุค 4.0 ว่าด้วยเรื่องของคุณลักษณะเด็กไทยในโลกศตวรรษที่ 21 (3Rs+8Cs) ประกอบด้วย 3Rs ได้แก่ การอ่านออก (Reading) การเขียนได้ (Writing) และ การคิดเลขเป็น (Arithmetic) และทักษะ 8Cs ได้แก่ 1) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและมีทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Solving Problem) 2) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) 3) ทักษะความร่วมมือ ทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ (Collaboration Teamwork and Leadership) 4) ทักษะด้านความเข้าใจความต่างของวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ (Cross Cultural Understanding) 5) ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ (Communication, Information and Media Literacy) 6) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Computing and Media Literacy) 7) ทักษะอาชีพและการเรียนรู้ (Career and Learning Self-reliance) และ 8) ความมีเมตตา กรุณา วินัย คุณธรรม และจริยธรรม (Compassion) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ มุ่งเน้นการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิด ทักษะการให้เหตุผล ทักษะกระบวนการกลุ่ม ความรู้และคุณลักษณะจากการเรียนรู้ในห้องเรียนและนอกห้องเรียนโดยใช้เทคโนโลยีและเครือข่ายดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพสนับสนุนการเรียนรู้ ความเข้าใจความต่างทางวัฒนธรรม (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาการศึกษาไทยเป็นอย่างมากและถูกบรรจุอยู่ในคุณลักษณะเด็กไทย 3Rs+8Cs รวมถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งในศตวรรษที่ 21 การคิดอย่างมีวิจารณญาณได้รับการยอมรับอย่างมากสำหรับการวิจัยของนักวิชาการ (Ahmed & Mohssine, 2016) ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นหนึ่งในทักษะการคิดขั้นสูง ต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ในเรื่องของความเข้าใจเพื่อเป็นพื้นฐานของการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อที่จะสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด อีกทั้งการคิดอย่างมีวิจารณญาณของแต่ละบุคคลนั้นย่อมเกิดจากพัฒนาการทางสติปัญญาของแต่ละบุคคลอาจจะเริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึงขั้นพัฒนาสูงสุดคือ 15 ปี หากบุคคลนั้นได้รับการฝึกฝนทางการคิดอยู่เสมอ ย่อมส่งผลให้เป็นผู้ที่มีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบคิดอย่างรอบคอบและมีวิจารณญาณ (Piaget, 1970) ทั้งนี้จึงต้องตระหนักถึงความสำคัญของการส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในเด็กไทยตั้งในช่วงวัยที่สามารถรับรู้ได้ไปจนถึงวัยที่มีการเรียนรู้ในระดับสูงขึ้นไป ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดหาเหตุผล คิดไตร่ตรองเป็นการตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อ อะไรควรทำ (Ennis, R.H. 1962: 82) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีความสอดคล้องกับหลักและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดและผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นได้

จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-Net) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566-2567 โรงเรียนบ้านทับลาน ตำบลบุพราหมณ์ อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปราจีนบุรีเขต 2 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยทุกรายวิชาต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ซึ่งคะแนนรวมเฉลี่ยปีการศึกษา 2566 และ 2567 เท่ากับ 36.40 และ 36.83 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยในสาระวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2566 และ 2567 เท่ากับ 37.17 และ 39.81 ตามลำดับ (โรงเรียนบ้านทับลาน, รายงานผลการประเมินตนเองสถานศึกษา (SAR) 2567: 14) ซึ่งข้อสอบโอเน็ตเป็นข้อสอบที่มีลักษณะที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อีกทั้งรายงานสรุปผลการประเมินมาตรฐาน

การศึกษา ปีการศึกษา 2566 – 2567 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 74.26 และ 75.36 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 80 หรือต่ำกว่าเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าโรงเรียนและครูควรพัฒนานักเรียนในทุก ๆ รายวิชาเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้น และจากการสำรวจข้อมูลของผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอน ในโรงเรียนบ้านทับลานมีครูประจำการไม่ครบทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งจัดกิจกรรมจัดการเรียนการสอนควบคู่กับการเรียนรู้ทางไกลผ่านดาวเทียม (DLTV) ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาการคิดในระดับที่สูงขึ้น โดยเฉพาะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้วิธีการท่องจำและเคยชินกับการสอนแบบบรรยายซึ่งให้ครูเป็นศูนย์กลางและเป็นการสื่อสารแบบทางเดียว ไม่ใช่ใช้วิธีการคิดหาเหตุผลหาหนทางเพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ ซึ่งเมื่อเกิดสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป นักเรียนจะไม่สามารถแก้ปัญหาหรือหาคำตอบนั้นได้ด้วยตนเอง จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่ำกว่าเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด

อีกทั้งการสะท้อนคิดมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เนื่องจากช่วยให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อการเรียนรู้ของตนเอง สามารถกำหนดแนวทางหรือเป้าหมายในการเรียนรู้ของตนเองได้ (Baron, 1981) ซึ่งจากประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยพบว่าในการตั้งคำถามในเชิงวิทยาศาสตร์ให้เกิดสะท้อนคิดของนักเรียนนั้น จะต้องเป็นแนวคำถามที่กระตุ้นความคิดของนักเรียนเพื่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาคำถามที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาวิทยาศาสตร์พบว่ามีคำถามตามแนวคิดของออสบอร์นเป็นรายการของคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการกระตุ้นความคิดของนักเรียนมีความสำคัญ ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลองและวิธีการเชิงเทคนิคใหม่ ๆ ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Adey, 2002) ซึ่งผู้วิจัยสนใจจะนำการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น มาบูรณาการใช้ร่วมกับแนวทางการสะท้อนคิดของกิบส์ (Gibbs, 2013) เพื่อกระตุ้นและพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณรวมถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษามหาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น รวมถึงพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเป็นทักษะในศตวรรษที่ 21 แนวทางหนึ่งซึ่งผู้วิจัยสนใจเพื่อใช้ในการพัฒนานักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ การตั้งคำถามในเชิงวิทยาศาสตร์ให้เกิดสะท้อนคิดของนักเรียน การแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลองและวิธีการเชิงเทคนิคใหม่ ๆ ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Adey, 2002) ซึ่งผู้วิจัยสนใจจะนำการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น มาบูรณาการใช้ร่วมกับแนวทางการสะท้อนคิดของกิบส์ (Gibbs, 2013) เพื่อกระตุ้นและพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณรวมถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การทบทวนวรรณกรรม

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry Based Learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) เป็นกระบวนการที่จำเป็นต่อการแสวงหาและศึกษาข้อความรู้ต่าง ๆ คำถามที่เหมาะสมสามารถนำนักเรียนไปสู่การค้นพบข้อความรู้ใหม่ ๆ ได้ (ทิตินา แคมมณี, 2562: 141) ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ คิด วิเคราะห์ ผ่านกระบวนการทำงานแบบนักวิทยาศาสตร์ รวมถึงเป็นแนวทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับและสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับ ภัทรศรี พุ่มขจร (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา ชี้แนะ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน รวมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยรูปแบบการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้สอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทางด้านทักษะและความรู้ให้กับนักเรียนได้ คือ รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ 7 ขั้น (7E) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งพัฒนานักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองรวมถึงการพัฒนากระบวนการคิดหาคำตอบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) (2) ขั้นนำเร้าความสนใจ (Engagement Phase) (3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) (4) ขั้นอธิบาย/สร้างแนวความคิด (Explanation Phase) (5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) (6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) (7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ใน การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายโอนความรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนจะทำให้ครูค้นพบว่า นักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ใน เนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (Eisenkraft, 2003: 57-59)

ปัจจุบันได้มีการนำแนวคิดเกี่ยวกับการสะท้อนคิด มาใช้ในทางการศึกษา โดยใช้ในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิด เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ผ่านเทคนิคต่าง ๆ ได้แก่ การใช้คำถาม (Questioning) การตอบคำถามด้วยตนเอง (Self-Questioning) การเขียนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) กล่าวคือ การสะท้อนคิด (Reflective Thinking) คือกระบวนการนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาคิดไตร่ตรองเพื่อหากลยุทธ์ในการปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดียิ่งขึ้น (สิรารวรรณ จรัสศรีวัฒน์, 2554) ซึ่งการสะท้อนคิดเป็นกระบวนการคิดพิจารณา

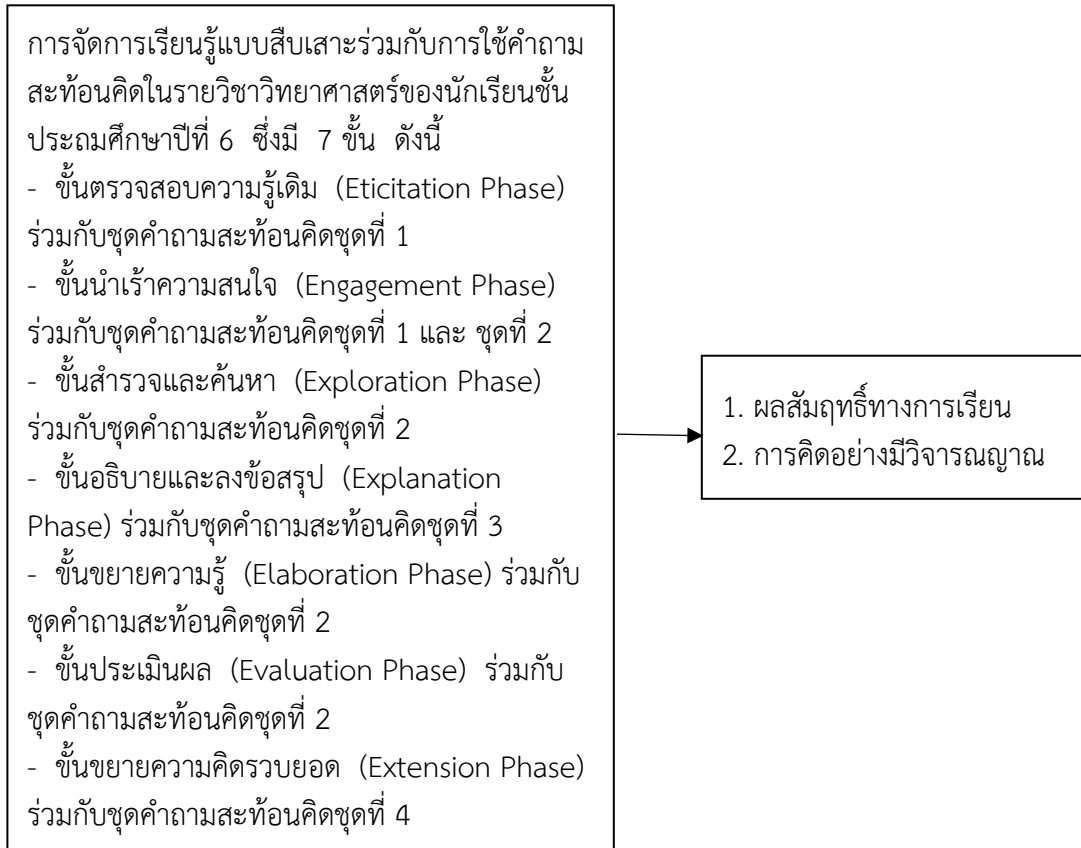
จากเหตุและผลของปัญหาหรือสภาพเหตุการณ์ จำแนกรายละเอียดวิเคราะห์จุดเด่นและจุดด้อย ตลอดจนแนวทางที่เหมาะสมเกี่ยวกับปัญหา หรือสภาพเหตุการณ์นั้น ๆ (อาทิตยา สีหราช, 2561) โดยสามารถเลือกเสนอวิธีการ หลักการ หรือความรู้ใหม่ ซึ่งอาศัยจากประสบการณ์เดิมของตนเชื่อมโยงกัน ทำให้เกิดการนำไปสู่การปฏิบัติที่ถูกต้องเหมาะสม อีกทั้งการสะท้อนคิดมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เนื่องจากช่วยให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อการเรียนรู้ของตนเอง สามารถกำหนดแนวทางหรือเป้าหมายในการเรียนรู้ของตนเองได้ (Baron, 1981) ซึ่งจากประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยพบว่าในการตั้งคำถามในเชิงวิทยาศาสตร์ให้เกิดสะท้อนคิดของนักเรียนนั้น จะต้องเป็นแนวคำถามที่กระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาคำถามที่เกี่ยวข้อง กับรายวิชาวิทยาศาสตร์พบว่าคำถามตามแนวคิดของออสบอร์น เป็นรายการของคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการกระตุ้นความคิดของนักเรียน มีความสำคัญต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลองและวิธีการเชิงเทคนิคใหม่ ๆ ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Adey, 2002)

การใช้คำถามมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเรียนการสอนเป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียน หากผู้สอนมีความสามารถในการถามคำถามอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ดี (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2546: 182-187) เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ตอบคำถาม ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิด ค้นคว้าหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาและสรุปแนวคิดได้ด้วยตนเองอีกทั้งเป็นเครื่องมือทดสอบความเข้าใจของนักเรียน (วิเศษ พึ่งประยูร, 2562) ซึ่งเทคนิคการใช้คำถามที่ดีนั้นจะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดอย่างเป็นระบบช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้ ครูควรใช้คำถามที่หลากหลายลักษณะโดยไม่ถามเพียงเฉพาะความรู้/ความจำเพียงอย่างเดียว ผู้สอนควรถามคำถามประเภทที่เป็นคำถามแบบเปิดที่นักเรียนต้องใช้ความคิดในการตอบอย่างมีเหตุผล และควรใช้ภาษาที่ง่ายต่อการเข้าใจ ซึ่ง ภพเลาห์ไพบุลย์ (2542) กล่าวว่า ลักษณะของคำถามครูวิทยาศาสตร์ควรใช้คำถามปลายเปิด (Open Question) ซึ่งจะให้นักเรียนต้องใช้ความคิดแบบอเนกนัย ซึ่งสอดคล้องกับ วรารรรถน แสงอยู่ (2556) ที่กล่าวว่าคำถามที่ดีและเหมาะสมในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือคำถามปลายเปิดซึ่งเป็นคำถามที่ทำให้เกิดการคิดในระดับสูง อีกทั้งการใช้คำถามที่สามารถสะท้อนความคิด หรือกระบวนการคิดของนักเรียนให้ผู้สอนได้ทราบทันทีว่านักเรียนมีความรู้หรือทักษะกระบวนการมากน้อยเพียงใด จะเป็นสิ่งที่ตอบโจทย์ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มากขึ้นเนื่องจากผู้สอนจะทราบถึงความก้าวหน้าและพัฒนาการของนักเรียนในทางตรงจากตัวนักเรียนเองและสามารถกำหนดเป้าหมายแนวทางการพัฒนานักเรียนได้ ซึ่งผู้วิจัยสนใจที่จะนำการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น มาบูรณาการใช้ร่วมกับแนวทางการสะท้อนคิดของกิบส์ (Gibbs, 2013) เพื่อกระตุ้นและพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณรวมถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Design) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design ใช้เวลาจัดการเรียนการสอนทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง และทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง ทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง และวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 1 ชั่วโมง รวม 15 ชั่วโมง ทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทับลาน จังหวัดปราจีนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 ประกอบด้วย 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 46 คน ซึ่งจัดห้องเรียนแบบคละความรู้ความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนบ้านทับลาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวนนักเรียน 23 คน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่มด้วยวิธีการจับฉลากโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า จำนวน 5 แผน รวม 12 ชั่วโมง มีความตรงของเนื้อหา (Content validity) และองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39 ซึ่งมีความเหมาะสมและสอดคล้องในระดับมากที่สุด

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า มีความสอดคล้องกับข้อคำถามทั้งหมด มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.26-0.78 และ มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.22-0.75 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.98

3. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งใช้แนวคิดการวัดความสามารถ 5 ด้าน ของ Watson-Glaser ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า มีความสอดคล้องกับข้อคำถามทั้งหมด มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.30-0.83 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.28-0.74 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.95

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาจำนวน 1 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง
2. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว
4. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง เนื้อหาเรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า จำนวน 5 แผน ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง
5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
6. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ค่าสถิติของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้สถิติทดสอบ t-test Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวี รัตน์, 2543)

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด กับเกณฑ์ร้อยละ 80 ด้วยการทดสอบ t-test แบบ One Sample (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559)

3. วิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 (ระดับดีขึ้นไป) ด้วยการทดสอบ t-test แบบ One Sample (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตารางที่ 1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD	$\sum D$	$\sum D^2$	df	t	p
หลังจัดการเรียนรู้	23	30	25.43	1.75	953	40,444	22	30.58*	0.000
ก่อนจัดการเรียนรู้	23	30	13.00	2.78					

* $p < .01$ ($t_{(0.05,22)} = 1.7171$)

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 13.00 และ 25.43 ตามลำดับ ซึ่งจากการตรวจสอบสมมติฐาน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตารางที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ (ร้อยละ 80)	\bar{X}	SD	% of Mean	t	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียน	23	30	24	25.43	1.75	84.78	3.92*	.0004

* $p < .01$ ($t_{(0.05,22)} = 1.7171$)

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 25.43 คิดเป็นร้อยละ 84.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.75 จากการตรวจสอบสมมติฐานพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. ผลการศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ (ร้อยละ 80)	\bar{X}	SD	% of Mean	t	p
การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังเรียน	23	20	16	16.87	2.16	84.35	1.93*	.0332

* $p < .05$ ($t_{(0.05,22)}=1.7171$)

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 16.87 คิดเป็นร้อยละ 84.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.16 จากการตรวจสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยและมีประเด็นการอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด เท่ากับ 25.43 คิดเป็นร้อยละ 84.78 ซึ่งพบว่า สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน ข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ ผลที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการใช้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ขั้น (7E) มาบูรณาการร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ซึ่งมีทั้งหมด 4 ชุดคำถาม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ ส่งผลถึงการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้คำถามปลายเปิด กระตุ้นให้นักเรียนใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนผลความคิดเห็นตนเอง ผู้เรียนสามารถตอบได้อย่างอิสระ และเชื่อมโยงความรู้ ประสบการณ์เดิม รวมถึงอธิบายคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผลได้ ซึ่งบลูม (Bloom, 1976: 117) ได้อธิบายไว้ว่า ผู้เรียนจะไม่สามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ได้ จนถึงเกณฑ์ที่กำหนดถ้าหากผู้เรียนขาดความรู้เนื้อหา ถึงแม้วิธีสอนจะเป็นที่น่าพอใจ แต่องค์ประกอบทางความรู้สึกละเอียดของการรับรู้ของนักเรียน ทั้งนี้จึงมีการเพิ่มการสะท้อนคิดระหว่างครูกับนักเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ (นาถณรินทร์ วัฒนธรรณันท์, 2563)

จากที่กล่าวมาจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ด้าน คือ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินผล และการสร้างสรรค์ (Bloom's Taxonomy Revised, 2001) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ที่สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ในทุกด้านของพฤติกรรมการเรียนรู้ ทำให้สามารถ ทดลอง อธิบาย แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ อภิปรายเหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ ประสบการณ์ รวมไปถึงสามารถบูรณาการความรู้เพื่อต่อยอดสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ญัฐญา เจริญพันธ์ (2564) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es)

ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นได้ว่าในระดับมัธยมศึกษา ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) อย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในด้านต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ใน ระดับประถมศึกษา โดยการนำมาบูรณาการร่วมกับเทคนิควิธีการสอนต่าง ๆ ดังเช่น ชัชชรีย์ ละครชัย (2566) โดยได้ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้คำถาม หน่วยการเรียนรู้

อาหารและการย่อยอาหารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้คำถาม มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 16.87 คิดเป็นร้อยละ 84.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.16 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 โดยทำการศึกษากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของ ทิศนา ขัมมณี (2559) ดังนี้ คือ สังเกต อธิบาย รับฟัง เชื่อมโยงความสัมพันธ์ วิเคราะห์ และสรุป โดยผู้วิจัยนำกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนี้มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (7E) ร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิดทั้งหมด 4 ชุดคำถาม ในเนื้อหา รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็น การคิดในระดับสูงและมีความความละเอียดรอบครอบเป็นเหตุเป็นผล สามารถใช้หลักเหตุผล แยกแยะ พิจารณา ไตร่ตรอง เชื่อมโยงถึงเหตุและผลรวมถึงข้อเท็จจริงของประเด็นหรือประสบการณ์นั้น ๆ เพื่อตัดสินใจได้ สอดคล้อง กับผลการวิจัยของ ญัฐนันท์ บุญเพ็ญ (2563) ที่ได้ทำการศึกษาผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยหนังสือ อีเล็กทรอนิกส์สืบสวนสอบสวน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถในการเรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์ต่างกัน พบว่า ผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และผลการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยหนังสืออีเล็กทรอนิกส์แบบ สืบสวนสอบสวน (IBL) โดยนักเรียนกลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.20 กลุ่มปานกลาง 16.90 และกลุ่มต่ำ 12.10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 จากเหตุผลดังกล่าว จะเห็นได้ว่า การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนสามารถพัฒนาได้โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry Based Learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) เป็นกระบวนการที่จำเป็น ต่อการแสวงหาและศึกษาข้อความรู้ต่าง ๆ ตั้งคำถามที่เหมาะสมสามารถนำนักเรียนไปสู่การค้นพบข้อความรู้ใหม่ ได้ (ทิศนา ขัมมณี, 2562: 141) ซึ่งในการทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ทำการวิจัยโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเกิด กระบวนการในการจัดการเรียนรู้ ที่มีการตั้งคำถามปลายเปิด และการสะท้อนความคิดในหลากหลายรูปแบบ ระหว่างครูกับผู้เรียนและผู้เรียนด้วยกัน ซึ่งสามารถช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสามารถ ไตร่ตรอง แยกแยะ ให้เหตุผล เชื่อมโยง ข้อเท็จจริงรวมถึงประสบการณ์เพื่อสร้างองค์ความรู้และพัฒนาตนเอง ต่อไปในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูควรอธิบายกระบวนการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจตรงกันอย่างชัดเจนตั้งแต่คาบแรกในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจาก รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด มี

ขั้นตอนและกิจกรรมการทดลองหลายขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนนักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม รวมถึงระยะเวลาในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น ในแต่ละขั้นตอนครูจำเป็นต้องทำความเข้าใจในกระบวนการกับระยะเวลา รวมถึงชี้แจงขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนานักเรียนได้อย่างมีคุณภาพ

2. ครูควรส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงการแสดงออกทางความคิด หรือการสะท้อนความคิด ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การตอบคำถาม การแลกเปลี่ยนความเห็นกับเพื่อนในกลุ่มหรือในห้องเรียน การเขียนสะท้อนคิด รวมถึงการร่วมกันอภิปราย เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิดในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นตอน มีการใช้คำถามในทุกช่วงเวลาโดยที่นักเรียนจะต้องมีความกล้าแสดงออก กล้าที่จะตอบโดยครูชี้แจงข้อตกลงที่ไม่ต้องกังวลถึงความถูกหรือผิดของคำตอบนั้น ๆ เพียงแต่เป็นการสะท้อนความคิดของนักเรียนออกมา ซึ่งนักเรียนบางคนอาจจะยังไม่กล้าแสดงออก ไม่กล้าถาม ไม่กล้าพูด ดังนั้นครูจะต้องสร้างข้อตกลงหรือกระตุ้นด้วยวิธีการเสริมแรงทางบวก เพื่อส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและส่งผลต่อการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

3. ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ในแต่แผนการจัดการเรียนรู้ ครูสามารถสร้างแบบเก็บคะแนน ในรูปแบบออนไลน์ หรือ แบบสังเกต แบบประเมินการตอบคำถาม ในรูปแบบที่ครูถนัดและต้องการ เพื่อให้คะแนนขณะสอนได้ ซึ่งเป็น การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง และเป็นการกระตุ้นนักเรียนให้ตอบสนองการเรียนรู้ได้ดีขึ้นอีกด้วย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป อาจเพิ่มตัวแปรที่จะศึกษาเกี่ยวกับ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือการรู้วิทยาศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อสำรวจเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือการรู้วิทยาศาสตร์ และนำผลการศึกษามาใช้ในการทำวิจัยครั้งต่อไป
2. การทำวิจัยในครั้งต่อไปอาจนำ การใช้คำถามสะท้อนคิด ไปใช้ร่วมกับรูปแบบการสอนอื่น ๆ เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนอื่น ร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด เช่น การสอนโดยใช้เทคนิคหมวก 6 ใบ ร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด หรือรูปแบบการสอนแบบ GPAS 5 Step ร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด เป็นต้น
3. การทำวิจัยในครั้งต่อไปอาจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ไปใช้พัฒนาสมรรถนะของนักเรียน เช่น การพัฒนาสมรรถนะการสื่อสาร หรือพัฒนาสมรรถนะทางการคิด อาจพัฒนาแค่ 1 สมรรถนะ หรือ หลายสมรรถนะที่สอดคล้องกันร่วมกัน เป็นต้น
4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้คำถามสะท้อนคิด ไปใช้กับรายวิชาอื่น ๆ เช่น คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาไทย วิทยาการคำนวณ เป็นต้น
5. ควรดำเนินการวิจัยในระยะต่อไปโดยใช้ การวิจัยกึ่งทดลองที่มีกลุ่มควบคุม (Non-equivalent Control Group Design) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยนวัตกรรมนี้ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียว หรือการสอนแบบปกติ เพื่อยืนยันว่าการใช้คำถามสะท้อนคิด เป็นองค์ประกอบที่สำคัญและส่งผลต่อผลลัพธ์จริง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ซึ้งชัย ละครชัย. (2566). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม หน่วยการเรียนรู้อาหารและการย่อยอาหารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์, สาขาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ.
- ณัฐญา เจริญพันธ์. (2564). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์). มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ณัฐนันท์ บุญเพ็ญ. (2563). ผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสืบสวนสอบสวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถในการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน (วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ทิตนา แคมมณี. (2559). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 21). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2562). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 23). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นาถณรินทร์ วัฒนธนนันท์. (2563). ผลการสอนแบบสะท้อนคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ต่อการตระหนักรู้การรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีวิจัยพฤติกรรมและสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรศรี พุ่มขจร. (2562). การศึกษาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องปฏิกิริยาเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการนำเสนอแนวคิดเคมี 3 ระดับ (วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาเคมีศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์). มหาวิทยาลัยบูรพา.
- โรงเรียนบ้านทับลาน. (2566). รายงานผลการประเมินตนเองของสถานศึกษา (SAR). ปราชินบุรี: โรงเรียนบ้านทับลาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปราชินบุรี เขต 2.
- โรงเรียนบ้านทับลาน. (2567). รายงานผลการประเมินตนเองของสถานศึกษา (SAR). ปราชินบุรี: โรงเรียนบ้านทับลาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปราชินบุรี เขต 2.
- วรารรรณ แสงอยู่. (2556). ผลของการใช้วงจรการจัดการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิเศษ พึ่งประยูร. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิดเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ดุชนิพนธ์, สาขาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2559). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทยจำกัด.
- สิรารวรรณ จรัสวีวัฒน์. (2554). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการสะท้อนคิดของนิสิตฝึกปฏิบัติการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา (ดุชนิพนธ์, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์). มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อาทิตยา สีหราช. (2561). การส่งเสริมความสุขในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ผ่านการสะท้อนคิดด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับในวิชาเคมี (วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, คณะครุศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). *หลักการสอน* (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Ahmed, C., & Mohssine, N. (2016). Teaching and assessing 21st century critical thinking skills in Morocco: A case study. *Arab World English Journal*, 7(4), 21–41.
- Baron, J. (1981). Reflective thinking as a goal of education. *Intelligence*, 5(4), 291–309.
- Bloom, B. S. (1976). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model: A proposed 7E model emphasizes “transfer of learning” and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher*, 70(6), 56–59.
- Ennis, R. H. (1962). A concept of critical thinking. *Harvard Educational Review*, 32, 81–111.
- Gibbs, G. (2013). *Learning by doing: A guide to teaching and learning methods*. Retrieved from <https://thoughtsmostlyaboutlearning.files.wordpress.com/2015/12/learning-by-doing-graham-gibbs.pdf>
- Hu, W., & Adey, P. A. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389–403.
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. New York: Orion Press.