การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITY BY 6E LEARNING ON STEAM EDUCATION WITH PROBLEM-BASED LEARNING TO ENHANCING SCIENTIFIC INQUIRY PROCESS EVALUATING AND DESIGN COMPETENCY INQUIRY BASED ON THE TOPIC OF CHEMICAL REACTION FOR GRADE 9 STUDENTS

[1]ภัทราภรณ์ เจริญศิลป์ และ [2]ชำนาญ ปาณาวงษ์

[1]Phattaraporn Charoensin and [2]Chamnan Panawong

มหาวิทยาลัยนเรศวร, ประเทศไทย

Naresuan University, Thailand

[1]phattarapornmew23@gmail.com, [2]chamnanp@nu.ac.th

Received : December 13, 2024; **Revised** : March 19, 2025; **Accepted** :April 29, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน 2) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน ระหว่างก่อนและหลังเรียน 3) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มี

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลการสร้างและหาประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี พบว่าสามารถสังเคราะห์การออกแบบ 6E ตามแนว STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาเพื่อสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจตรวจสอบ ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 5 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ปรับปรุงและลงข้อสรุป ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปและประเมินผล และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.6153 คิดเป็นร้อยละ 61.53 2. ผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนเมื่อผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอน พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. ผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนเมื่อผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอน พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับดีมาก

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM, การจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐาน, สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were 1) To create and determine the effectiveness of 6E learning on STEAM Education with problem-based 2) Studying the learning between prior or after such study by 6E learning on STEAM Education with problem-based learning. 3) Studying the learning by 6E learning on STEAM Education with problem-based learning after studying with 75 percent criteria. 4) Studying the satisfaction about learning activities by 6E learning on STEAM Education with problem-based learning. The results of this research were as follows: 1. The result of appropriate

learning activities by 6E learning on STEAM Education with problem-based to enhance Scientific Inquiry Process Evaluating and Design Competency Inquiry on the topic of chemical reaction for grade 9 students was each activity consists of 6 steps: Step 1 Problem Identification for engagement Step 2 Exploration Step 3 Explain and understand the problem Step 4 Planning and engineering Step 5 Synthesizing knowledge and design improvement and summarizing results. Step 6 Summary and evaluation and the effectiveness was 0.6153 or 61.53 percent 2. The Results of the study of learning behavior during study when passing through all 6 steps of learning activities Scientific Inquiry Process Evaluating and Design Competency Inquiry after learning by 6E learning on STEAM Education with problem-based was higher than before learning and Post-test scores significance at the level of .05 3. The Results of the study of learning behavior during study when passing through all 6 steps of learning activities Scientific Inquiry Process Evaluating and Design Competency Inquiry after learning by 6E learning on STEAM Education with problem-based was higher than the standard with statistical 70 percent significance at the level of .05 4. The satisfaction of grade 9 students about learning activities 6E learning on STEAM Education with problem-based was in high levels

Keywords: Learning activity by 6E learning on steam education, Learning activity by Problem-based learning, Scientific Inquiry Process Evaluating and Design Competency Inquiry

บทนำ

การพัฒนาคุณภาพการศึกษาในยุคปัจจุบันมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาแนวทางจากประเทศอื่น ๆ ที่มีผลสัมฤทธิ์สูง เพื่อนำแนวทางที่ประสบความสำเร็จมาปรับใช้ในการยกระดับคุณภาพการศึกษาโครงการประเมินนักเรียนร่วมนานาชาติ (PISA) เป็นหนึ่งในเครื่องมือของการแลกเปลี่ยนการพัฒนาการศึกษาผ่านมุมมองนานาชาติที่ทั่วโลกให้การยอมรับ ซึ่งองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) ได้สร้างขึ้นเพื่อประเมินความรู้ทักษะที่จำเป็นของนักเรียนอายุ 15 ปี ว่ามีการปรับตัวเข้ากับโลกที่เปลี่ยนแปลงในอนาคตหรือไม่ ทั้งนี้ PISA ทดสอบสมรรถนะนักเรียนทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ในทุก ๆ 3 ปี (OECD, 2010) ประเทศไทยเข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติหรือ PISA ในฐานะประเทศนอกสมาชิกของ OECD ตั้งแต่ปี พ.ศ.2545 ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการมอบหมายให้สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นหน่วยดำเนินการ จากการศึกษาผลคะแนนจากการเข้าร่วมการประเมิน PISA พบว่า คะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษาทั้งภาครัฐบาลและเอกชนทุกสังกัดที่ประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี ในประเทศไทย โดยทำการทดสอบทุก ๆ 3 ปี จากการศึกษาผลคะแนนย้อนหลัง 3 ปีการศึกษา ตั้งแต่ปีคริสต์ศักราช 2015, 2018, และ 2022 มีคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ 421, 426 และ 409 ตามลำดับ และผลคะแนนจากการเข้าร่วมการประเมิน PISA สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ทุกสังกัดในประเทศไทย ผลคะแนนย้อนหลัง 3 ปีการศึกษา ตั้งแต่ปีคริสต์ศักราช 2015, 2018, และ 2022 มีคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ 438, 444 และ 423 ตามลำดับ จากคะแนนข้างต้นนั้นพบว่ามีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (ประมาณ 500 คะแนน) มาตลอด ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีค่าเฉลี่ยต่ำซึ่งอยู่ในช่วง 25% รั้งท้ายของตารางการจัดอันดับ จากผลการรายงานของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติหรือ PISA พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศไทยขาดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่เพียงพอต่อการทำกิจกรรม โดยเฉพาะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ อีกทั้งเมื่อพิจารณาแต่ละสาระการเรียนรู้แล้วพบว่า สาระวิทยาศาสตร์กายภาพเกี่ยวกับเนื้อหาปฏิกิริยาเคมี เป็นปัญหาที่ครูต้องปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนให้สูงขึ้น

ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนนำความรู้และทักษะต่างๆ มาออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือผลิตนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาจากการดำเนินชีวิตประจำวัน (สสวท., 2561) มีจุดเด่นคือ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยมีการบูรณาการกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design) ได้ฝึกฝนผ่านการปฏิบัติงาน ตั้งเป้าหมาย วางแผนการทำงาน ตลอดจนการประเมินผลคุณภาพของผลงาน เรียนรู้จากสถานการณ์จริง และนำมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยนำปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงหรือปัญหาที่นักเรียนสนใจเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหานั้นให้เข้าใจอย่างชัดเจน มีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสม โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งจะคอยมีครูคอยชี้แนะและอำนวยความสะดวก (ทิศนา แขมมณี, 2556 : 137-138) จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทั้งความรู้ในเนื้อหาวิชาและทักษะต่างๆ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องกับโลกแห่งความเป็นจริง

จากความสำคัญและปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นและมีความสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์แล้วพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนเนื้อหาที่สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนและหลังเรียน

3. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้การวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอุทัยวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท จำนวน 472 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอุทัยวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 37 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 แผน รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย แผนที่ 1 ปฏิกิริยาของกรดกับเบส แผนที่ 2 ปฏิกิริยาการเกิดสนิมเหล็ก แผนที่ 3 ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง แผนที่ 4 ออกแบบวิธีการลดปริมาณแก๊สเรือนกระจก

2.2 แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 13 ข้อ

2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 16 ข้อ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอตามลำดับ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าร้อยละ (Percentage) โดยรวม รายด้านเพื่อนำไปอธิบายข้อมูลในรูปแบบตารางต่อไป

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดำเนินตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยสามารถ

1.1 ผลการสังเคราะห์การออกแบบ 6E ตามแนว STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาเพื่อสร้างความสนใจ ผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหาที่พบในการดำเนินชีวิตจริง เพื่อนำไปออกแบบและสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจตรวจสอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา มีการใช้กระบวนการสืบเสาะเพื่อค้นหา หลักการ ความรู้ คุณลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการสืบเสาะในขั้นสำรวจ ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา โดยนำมาอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดที่ชัดเจนก่อนนำไปออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยต้องสามารถอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการออกแบบเชิงวิศวกรรม ครูให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ในขั้นก่อนหน้ามาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย มีขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูล 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ปรับปรุงและลงข้อสรุป ครูให้นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อบ่งชี้ ข้อผิดพลาด และนำไปพัฒนางานให้ดีขึ้นหรือออกแบบใหม่

ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปและประเมินผล ครูและนักเรียนประเมินความเหมาะสมของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามา และประเมินชิ้นงานที่ปรับปรุงใหม่เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร และมากน้อยเพียงใด โดยครูประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสภาพจริงผ่านการนำเสนอปากเปล่า การเขียน คำอธิบาย เพื่อสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

1.2 ผลการหาดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณค่าดัชนีประสิทธิผล (Efficiency Index: E.I.) (N = 39)

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\sum X_{pre}$	$\sum X_{post}$	E.I.
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	30	294	833	0.6153

จากตารางที่ 1 พบว่า หลังทำการทดลองใช้การเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอุทัยวิทยาคม จำนวน 39 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 นักเรียนทำคะแนนสอบก่อนเรียนได้ 294 คะแนน และคะแนนสอบหลังเรียนได้ 833 คะแนน ซึ่งคะแนนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.6153 คิดเป็นร้อยละ 61.53 ซึ่งมากกว่า 0.50 แสดงว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2. ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (N = 37)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	Sig
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	30	10.54	3.19	24.32	1.58	27.68*	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีพบว่านักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ($\overline{X}$ = 24.32, S.D. = 1.58) สูงกว่าก่อนเรียน ($\overline{X}$ = 10.54, S.D. = 3.19) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (N = 37)

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์	$\overline{X}$	S.D.	% of mean	t	Sig (1-tailed)
หลังเรียน	30	21	24.32	1.57	81.07	6.60*	.000

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.32 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.07 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์ร้อยละ 70 กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านปัจจัยนำเข้า			
1.1 สื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.62	0.55	มากที่สุด
1.2 กิจกรรมที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.81	0.57	มากที่สุด
1.3 สถานที่ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.54	0.51	มากที่สุด
1.4 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.19	0.66	มาก
รวม	**4.54**	**0.61**	**มากที่สุด**
2. ด้านกระบวนการ			
2.1 ครูมีการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนเรียนในแต่ละกิจกรรม	4.78	0.42	มากที่สุด
2.2 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.92	0.28	มากที่สุด
2.3 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.84	0.37	มากที่สุด
2.4 ครูจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกในกลุ่ม	4.62	0.49	มากที่สุด
2.5 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มจากเนื้อที่ง่ายไปหายาก	4.89	0.31	มากที่สุด
2.6 ครูใช้เทคนิคและวิธีการสอนที่หลากหลายและน่าสนใจ	4.57	0.50	มากที่สุด
2.7 ครูอธิบายเนื้อหาและแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน	4.68	0.47	มากที่สุด
รวม	4.76	0.43	มากที่สุด
3. ด้านผลผลิต			
3.1 นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ของครู	4.54	0.51	มากที่สุด
3.2 นักเรียนเข้าใจ เนื้อหาความรู้ ที่เกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.59	0.55	มากที่สุด
3.3 นักเรียนได้รับการสะท้อนจากครูหลังจากทำกิจกรรม	4.70	0.52	มากที่สุด
3.4 นักเรียนรู้สึกมีความสุขและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	4.62	0.59	มากที่สุด
3.5 นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.65	0.54	มากที่สุด
รวม	4.62	0.52	มากที่สุด
รวมทั้งหมด	4.66	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.66, S.D.= 0.52) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านกระบวนการ ($\overline{X}$ = 4.76, S.D. = 0.43) รองลงมา คือ ด้านผลผลิต ($\overline{X}$ = 4.62, S.D. = 0.52) และด้านเนื้อหา ($\overline{X}$ = 4.54, S.D. = 0.61) ตามลำดับ

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประเด็นที่สามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.1 ผลการสังเคราะห์การออกแบบ 6E ตามแนว STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาเพื่อสร้างความสนใจ ผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหาที่พบในการดำเนินชีวิตจริง เพื่อนำไปออกแบบและสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจตรวจสอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา มีการใช้กระบวนการสืบเสาะเพื่อค้นหาหลักการ ความรู้ คุณลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการสืบเสาะในขั้นสำรวจ ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา โดยนำมาอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดที่ชัดเจนก่อนนำไปออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยต้องสามารถอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการออกแบบเชิงวิศวกรรม ครูให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ในขั้นก่อนหน้ามาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย มีขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูล 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ปรับปรุงและลงข้อสรุป ครูให้นักเรียนทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน ให้

นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อบ่งชี้ ข้อผิดพลาด และนำไปพัฒนางานให้ดีขึ้นหรือออกแบบใหม่ ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปและประเมินผล ครูและนักเรียนประเมินความเหมาะสมของข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามา และประเมินชิ้นงานที่ปรับปรุงใหม่เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร และมากน้อยเพียงใด โดยครูประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามสภาพจริงผ่านการนำเสนอปากเปล่า การเขียน คำอธิบาย เพื่อสะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธีระสิทธิ์ ดิสกุล (2565) ได้ศึกษางานวิจัย เรื่อง การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรด เบส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1.1) ขั้นสร้างความสนใจ ครูนำเสนอสถานการณ์ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย วิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ รวมทั้งระบุปัญหาและแยกแยะประเด็นปัญหา หรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเลือกปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และนำเสนอประเด็นปัญหา 1.2) ขั้นการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนออกแบบและนำเสนอวิธีการตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์และลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้ 1.3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนร่วมกันประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อเรียนรู้แนวคิดสำคัญจากการทำกิจการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอวิธีการทดลองและผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายผลการทดลองรวมทั้งสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ 1.4) ขั้นปรับปรุงนวัตกรรมและขยายความรู้ นักเรียนปรับปรุงการทดลองและลงมือปฏิบัติการทดลอง และร่วมกันอภิปรายผลการทดลองรวมทั้งสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากปรับปรุงการทดทดลองและร่วมกันประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 1.5) ขั้นการวัดและประเมินผล นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ เพื่อการพัฒนาต่อไปหรือเป็นเป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ตามบริบทและกระแสสังคมในปัจจุบันที่ถือว่าเป็นรูปแบบที่สามารถยกระดับการจัดการศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.2 ผลการหาดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.6153 คิดเป็นร้อยละ 61.53 ซึ่งมากกว่า 0.50 แสดงว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สอดคล้องกับดัชนีประสิทธิผลที่กรมวิชาการ (2545, หน้า 64) กล่าวไว้ว่า เกณฑ์ที่ยอมรับได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ประสิทธิผล สามารถช่วยนักเรียนเกิดประสบการณ์เรียนรู้ได้จริง คือ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ดังนั้น เพื่อเป็นการยืนยันให้มีความชัดเจนว่าเป็นผลดีต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นจึงต้องมีการดำเนินการก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มทดลองใช้จริงว่า การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานสามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ให้เกิดขึ้นแก่นักเรียนได้

2. ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\overline{X}$ = 23.78, S.D. = 1.57) สูงกว่าก่อนเรียน ($\overline{X}$ = 8.49, S.D. = 2.422) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตสุภา ฤกษ์อำนวยชัย (2566) ได้ศึกษางานวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานสามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ได้

3. ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตาราง พบว่า การทดสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.34 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ น้ำฝน คูเจริญไพศาล และคณะ (2562) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.49 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.66, S.D. = 0.52) สอดคล้องกับงานวิจัยของ An และ Yang (2019) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้สตีมศึกษาร่วมกับการจัดการเรียนรู้ 6E Learning ในการสอนฟิสิกส์ที่โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศจีนจากการศึกษารายกรณี Case Study และการทดลอง ในเรื่องเสียงอันตราย โดยใช้แบบสอบถาม STEAM Literacy ที่สำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ STEAM + 6E พบว่า ในการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น STEAM-based ประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพ นักเรียนมีความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ศิลปะ และวิศวกรรม สามารถเรียนรู้ได้วิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ความรู้จากกิจกรรมในเวลาเดียวกันทำและผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยรูปแบบ STEAM อยู่ในระดับสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนมีความสุขจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน

องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า สามารถสังเคราะห์การออกแบบ 6E ตามแนว STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐานได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาเพื่อสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจตรวจสอบ ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 5 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ปรับปรุงและลงข้อสรุป ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปและประเมินผล อีกทั้งนักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความพึงพอใจในระดับดีมาก ทั้งนี้เพราะว่านักเรียนมีความสุขจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบ 6E ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับปัญหาเป็นฐาน

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จิตสุภา ฤกษ์อำนวยชัย. (2566). *ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร.* วารสารวิชาการสถาบันพัฒนาพระวิทยากร, 6 (2), 1-12. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/tmd/article/view/262448/177339

ธีระสิทธิ์ ดิสกุล. (2565). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรดเบส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

น้ำฝน คูเจริญไพศาล. (2562). *การพัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่องการปรับปรุง คุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์) 10* (21), 1-16. https://ejournals.swu.ac.th/index.php/swurd/article/view/11387/9580

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญเรียง ขจรศิลป์. (2546). วิธีวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงศธร มหาวิจิตร (2560). นวัตกรรมการเรียนรู้จากฟินแลนด์. *นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอน*

พิสณุ ฟองศรี. (2550). *วิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : เทียมฝ่าการพิมพ์.

ภนิดา ชัยปัญญา. (2546). *การวัดความพึงพอใจ.* กรุงเทพฯ: แสงอักษร.

รัตนะ บัวสนธ์. (2552). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คำสมัย.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). PISA 2022 *สมรรถนะการประเมินและการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์*. https://drive.google.com/file/d/1lBqZ4Q-HYheduigVOjGg3E80TduBYnxs/view

ศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่นวัตกรรมทางการศึกษา และภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา. (2565). *โปรแกรมวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (RESEARCH TOOLS ANALYSIS PROGRAM : RTAP)*. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. http://EDURTAP.MSU.AC.TH/RTAPAPP/

สถาบันส่งเสริมการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *มุมมองการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา*.สืบค้นเมื่อ 23 ตุลาคม 2558. สถาบันส่งเสริมการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2558). *การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21*. นิตยสาร สสวท, 43 (192)

An, L., และ Yang, J.-W. (2019). *Research on the Teaching Design and Experiment in Physics Education at a Junior High School Based on STEAM Education and 6E Learning Process*. Paper presented at the 2019 3rd International Conference on Education, Economics and Management Research (ICEEMR 2019).