การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

Developing Science Learning Activities via Technological Pedagogical Content Knowledge in The Topic of Heat with Changes of Substances for Seventh-Grade Students

อรอุมา พันธ์เกตุ[1*] และ อุบลรัตน์ บุญประเสริฐ[2]

Onuma Phankhat[1*] and Ubonrat Boonprasert[2]

[*1-2] โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[*1-2] The Demonstration School of Ramkhamhaeng University Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

*ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: onuma.p@ds.ru.ac.th

Received: February,5 2024

Revised: March,26 2024

Accepted: April,1 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สะท้อนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 50 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน ผ่านการแก้ไขและตรวจสอบความเที่ยงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 คน (IOC อยู่ในช่วง 0.67-1.00) 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย มีค่าตั้งแต่ 0.26 - 0.78 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.30 - 0.81 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (KR-20) เท่ากับ 0.93 และ 3) แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's α) เท่ากับ 0.94 ข้อมูลวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ สถิติทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.8/81.2 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (หลังเรียน M = 24.90 ± SD 2.16 และก่อนเรียน M = 12.62 ± SD 2.67) และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก (M = 3.78 ± SD 1.00)

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์, ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop science learning activities via technological pedagogical content knowledge (TPACK) in the topic of Heat with Changes of Substances for seventh-grade students and 2) to study the results of using these science learning activities, reflected through academic achievement and satisfaction level. The research participants were 50 seventh-grade students selected using the purposive sampling method in the academic year 2022. The research instruments consisted of: 1) four learning activity plans revised and content-validated by three science education experts (IOC = 0.67-1.00), 2) a 30-item multiple-choice science learning achievement test in the topic of Heat with Changes of Substances with an index of difficulty between 0.26 and 0.78, an index of discrimination between 0.30 and 0.81, and overall reliability of 0.93, and 3) a 15-item questionnaire measuring students' satisfaction with the science learning activities based on TPACK using a 5-point Likert scale, with Cronbach's α reliability coefficient of the criteria was 0.94. The data were analyzed using mean, standard deviation, percentage and paired sample t-test.

The research findings are as follows: 1) the effectiveness of the science learning activities (E1/E2) is 80.8/81.2, which exceeds the set standard of 80/80; 2) students' academic achievement in science after the learning activities is significantly higher than before, with a significance level of .05 (after learning M = 24.90 ± SD 2.16 and before learning M = 12.62 ± SD 2.67); and 3) students' satisfaction level with science learning activities is at high level (M = 3.78 ± SD 1.00).

Keywords: Science Learning Activities, Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)

บทนำ

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (technological pedagogical content knowledge : TPACK) เป็นการผนวกแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (pedagogical content knowledge : PCK) ของ Shulman (1986) โดยการนำเทคโนโลยีมาใช้สนับสนุนช่วยเหลือการจัดการเรียนรู้ (Pierson, 2001) เพื่อเพิ่มศักยภาพการสอนในเนื้อหาที่จำเพาะ รวมถึงสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ ดังนั้นความรู้ด้านเทคโนโลยี วิธีการสอน และเนื้อหาจึงเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรการศึกษาครู เพื่อเตรียมนักศึกษาวิชาชีพครู (Pusparini et al., 2017) ปัจจุบันนี้ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีเป็นกรอบแนวคิดที่มีบทบาทสำคัญต่อการวิจัยทางการศึกษาและการฝึกฝนผู้สอนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาครูมืออาชีพ (professional teacher) (Zhang & Tang, 2021) เป็นการอธิบายชนิดของความรู้ที่จำเป็นของผู้สอนในการผนวกเทคโนโลยีกับเนื้อหาในการสอนของตนเอง เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด Mishra & Koehler (2006)

กล่าวว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ประกอบด้วย องค์ประกอบย่อย 7 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (technological knowledge: TK) คือ ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนเกี่ยวกับเทคโนโลยีและการใช้งานเทคโนโลยี (Koh et al., 2010) 2) ความรู้ด้านเนื้อหา (content knowledge: CK) คือ ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่สอน (Koh et al., 2010; Lin et al., 2013) 3) ความรู้ด้านวิธีการสอน (pedagogical knowledge: PK) คือ ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนเกี่ยวกับวิธีการสอนและการเรียนรู้ (Graham et al., 2009; Koh et al., 2010) 4) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (pedagogical content knowledge: PCK) คือ ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนในการเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน (Shulman, 1986) 5) ความรู้ในวิธีการสอนผนวกเทคโนโลยี (technological pedagogical knowledge: TPK) คือ ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนในการเลือกใช้เทคโนโลยีเพื่อนำไปใช้ในวิธีการสอนที่แตกต่างกัน (Graham et al. 2009; Koh et al., 2010) เช่น การสร้างห้องเรียนออนไลน์ การใช้กระดานอัจฉริยะ การใช้แอนิเมชันในการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น (Saltan, 2017; Cetin-Dindar et. al., 2018) 6) ความรู้ในเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี (technological content knowledge: TCK) คือ ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนในการผนวกเทคโนโลยีจำเพาะสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้ในเนื้อหา (Graham et al. 2009; Koh et al., 2010; Koehler et al. 2013) เช่น การใช้การจำลองสถานการณ์ (simulation) ในการสอนเนื้อหาเคมี เรื่อง แก๊ส และการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น (Cetin-Dindar et. al., 2018) และ 7) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) คือ ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนในการประยุกต์เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนในเนื้อหาจำเพาะ ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ในเนื้อหาวิชาที่สอนได้ด้วยการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม (Koh et al., 2010) เช่น การใช้ Virtual chemistry lab ในการสอนเนื้อหาเคมี (Deng et. al., 2017) การใช้เทคโนโลยีประเมินความเข้าใจของผู้เรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี (Cetin-Dindar et. al., 2018) เป็นต้น การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด ดังนั้นผู้สอนต้องเลือกและใช้กลวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดสืบเสาะ และใช้เทคโนโลยีร่วมสมัยผ่านการเรียนรู้อย่างสนุกสนาน รวมถึงวางแผนการจัดการเรียนรู้ สรรหาและเลือกกิจกรรมที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดเพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) จากผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 - 2565 พบว่ามีคะแนนดังนี้ M = 28.33 ± SD = 7.10, M = 27.49 ± SD = 6.67, M = 30.37 ± SD = 8.60 และ M = 31.02 ± SD = 8.94 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ จากการสังเกต และการสัมภาษณ์ผู้เรียนพบว่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร มีเนื้อหามากและยาก มีการคำนวณ ผู้เรียนต้องเรียนรู้ในสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้จริง โดยได้รับความรู้จากการบรรยายเนื้อหาจากผู้สอนเป็นหลัก ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจในเนื้อหา ขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหา

มาช่วยส่งเสริมสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

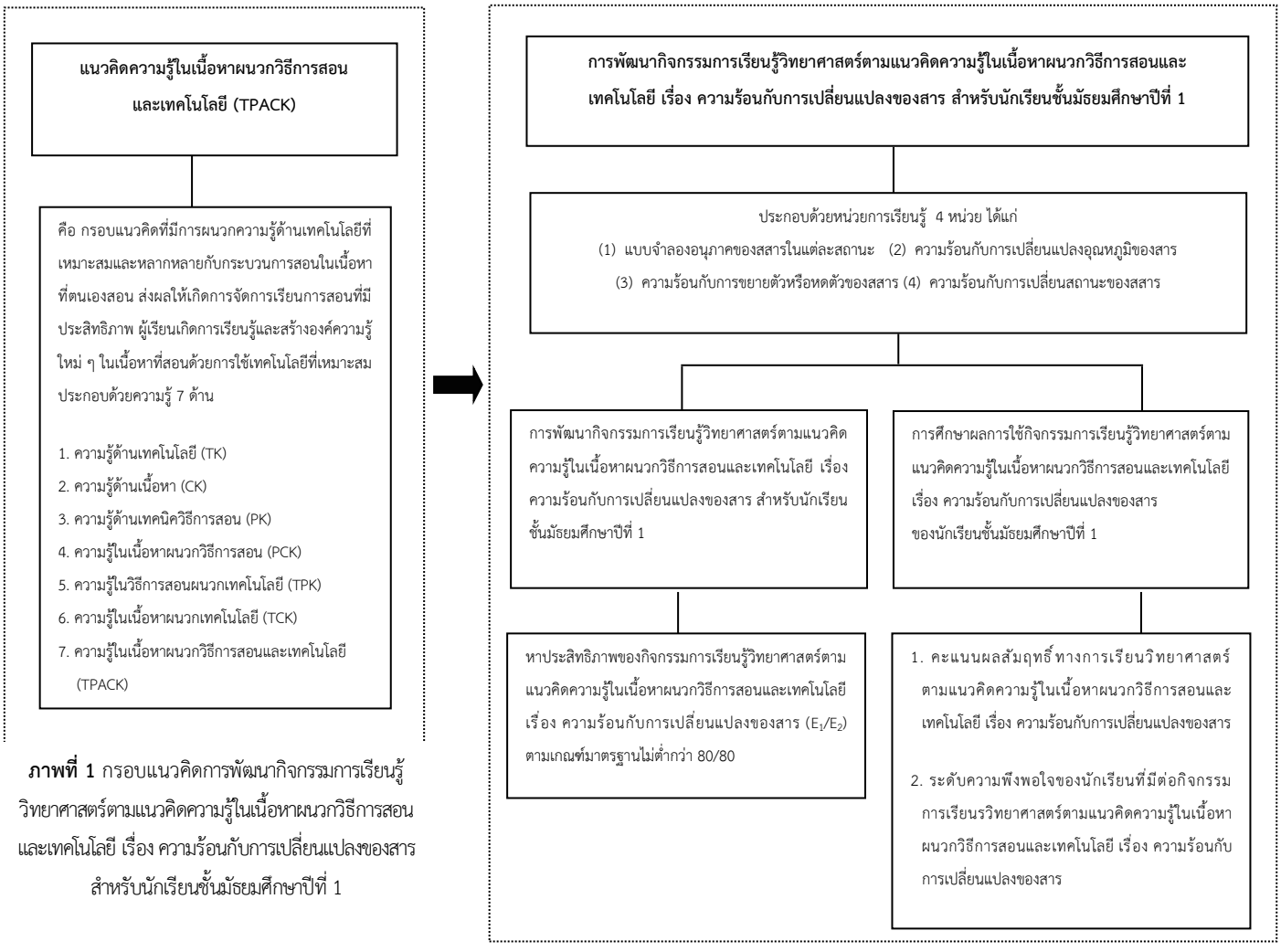
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ออกแบบการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสารสะท้อนจากประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐาน และศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สะท้อนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (pre-experimental research) ดำเนินการวิจัยตามแบบแผนวิจัย one group pretest-posttest design โดยผู้วิจัยมุ่งพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ รวมเวลา 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร สังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 215 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร สังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) นักเรียนมีความสามารถคละกันทั้งระดับเก่ง ระดับปานกลาง และระดับอ่อน และเข้าร่วมวิจัยด้วยความสมัครใจ กำหนดกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิ์ภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลัพธ์ (E_2) กำหนดเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 80/80 จำนวน 1 ห้องเรียน (ห้อง1/8) จำนวนนักเรียน 25 คน และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน (ห้อง 1/5 และ 1/9) จำนวนนักเรียน 50 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4 สัปดาห์ รวมเวลา 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เป็นแนวทางในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เทียบเคียงกับงานวิจัยที่ของ Mishra & Koehler (2006, 2009), Cengiz (2015), Deng et al. (2017) และ Pusparini et al. (2017) ตามองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี จำนวน 7 ด้าน ปรับปรุงตามงานวิจัยของอรอุมา พันธ์เกตุ และคณะ (2563, 2565) ดังตารางที่ 1 คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ สะท้อนจากการตรวจสอบความเที่ยงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 คน (IOC มีค่าอยู่ในช่วง 0.67-1.00)

ตารางที่ 1 นิยามปฏิบัติการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) แยกความรู้ตามองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	นิยามปฏิบัติการ
1. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK)	ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนโดยแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการใช้ และประโยชน์ของเทคโนโลยีที่หลากหลายในการสนับสนุนให้การปฏิบัติงานและการสื่อสารในหน้าที่ผู้สอนให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด

องค์ประกอบ	นิยามปฏิบัติการ
2. ความรู้ด้านเนื้อหา (CK)	ความรู้ความเข้าใจของผู้สอนเกี่ยวกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ที่สอน มโนทัศน์ที่สำคัญ หลักการ ทฤษฎี และกรอบความคิดของเนื้อหาวิทยาศาสตร์
3. ความรู้ด้านวิธีการสอน (PK)	ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของครูผู้สอนเกี่ยวกับกระบวนการและแนวปฏิบัติการสอน วิธีในการปฏิบัติการสอน
4. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK)	ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนในการผนวกความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับวิธีการสอน เทคนิค กลยุทธ์การสอนอย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนาการสอนในเนื้อหาให้ดีมากยิ่งขึ้น
5. ความรู้ในวิธีการสอนผนวกเทคโนโลยี (TPK)	ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนในการผนวกความรู้ในวิธีการสอนกับความรู้ในเทคโนโลยีอย่างหลากหลายเหมาะสม และการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. ความรู้ในเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี (TCK)	ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนในการผนวกความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับความรู้ในเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม เป็นความรู้ในการใช้เทคโนโลยีสนับสนุนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น และทักษะการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบต่าง ๆ ความสามารถในการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อการศึกษา
7. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK)	ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของผู้สอนในการผนวกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวิธีการสอนในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ตนเองสอน ส่งผลให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอนด้วยการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ คุณภาพของแบบทดสอบ สะท้อนจากการตรวจสอบความเที่ยงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 คน (IOC มีค่าอยู่ในช่วง 0.67-1.00) ค่าความยากง่าย มีค่าตั้งแต่ 0.26 - 0.78 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.30 - 0.81 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (KR-20) เท่ากับ 0.93 ผลการทดสอบนำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ สถิติที่ใช้ทดสอบคือ paired sample t-test

3. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) (1 = น้อยที่สุด ถึง 5 = มากที่สุด) จำนวน 15 ข้อ คุณภาพของแบบสอบถามสะท้อนจากการตรวจสอบความเที่ยงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 คน (IOC มีค่าอยู่ในช่วง 0.67-1.00) และค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's α) เท่ากับ 0.94 ปรับปรุงจากงานวิจัย

ของ สุวรรณา แก้วศรีใส และสยาม จวงประโคน (2564) และอรอุมา พันธ์เกตุ และคณะ (2563, 2565) ความหมายของค่าเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ระดับน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย ได้แก่ 1) แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ 2) ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร 3) ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร และ 4) ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร ดังตารางที่ 2 จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้อง (ห้อง 1/8) จำนวนนักเรียน 25 คน เพื่อหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 กำหนดเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 80/80 กำหนดให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ทำใบงาน และแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบระหว่างเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) หลังจากที่นักเรียนศึกษาเนื้อหาครบทั้ง 4 หน่วย ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

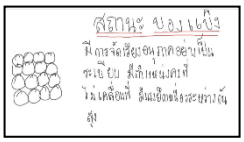
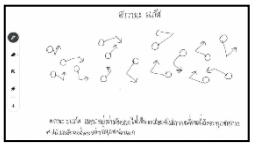
2. ผู้วิจัยศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้อง (ห้อง 1/5 และ 1/9) จำนวนนักเรียน 50 คน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ทำการเก็บข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าทีแบบ dependent samples

2.2 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสสาร

สัปดาห์	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/ สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี	รูปภาพกิจกรรมการเรียนรู้
1	**หน่วยที่ 1 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสสาร** 1. แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ -สสารคืออะไร -แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะต่าง ๆ -การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	1. ผู้สอนใช้คำถามทบทวนและเพื่อกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน เรื่อง สสาร 2. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของสสาร และวิเคราะห์รูปภาพว่า สิ่งใดเป็นสสาร สิ่งใดไม่ใช่สสาร รวมถึงให้นักเรียนยกตัวอย่างสสารแต่ละสถานะที่อยู่ใกล้ตัวหรือในชีวิตประจำวัน 3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในสถานะต่าง ๆ โดยวิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สร่วมกับสื่อ (augmented reality) ชื่อ IPST SciM1 APK **จุดประสงค์ของการทำกิจกรรม** เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส **ขั้นตอนในการทำกิจกรรม** 1. ให้นักเรียนคาดคะเนลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส แล้วบันทึกลงในช่องว่างที่กำหนดให้ รวมทั้งเขียนลูกศรหรือวาดภาพแสดงการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารนั้น ๆ ตามที่คาดคะเน 2. ผู้สอนนำสื่อ AR ชื่อ IPST SciM1 APK มาให้นักเรียนสแกนดูเพื่อศึกษาลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของสสารทั้ง 3 สถานะ พร้อมทั้งให้นักเรียนปรับแก้ลักษณะการจัดเรียงอนุภาคของสสารให้ถูกต้อง **ผลการทำกิจกรรม** นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้	

สัปดาห์	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/ สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี	รูปภาพกิจกรรมการเรียนรู้
		นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลในแต่ละหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนผ่านแอปพลิเคชัน Jamboard **จุดประสงค์ของกิจกรรม** เพื่อให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และนำเสนอหน้าชั้นเรียน **ขั้นตอนการทำกิจกรรม** 1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนภาพสรุปการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส พร้อมให้เหตุผล ผ่านแอปพลิเคชัน Jamboard 4. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลเพื่อสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญ และสะท้อนผลการเรียนรู้ให้ผู้เรียน **ผลการทำกิจกรรม** นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ และสรุปมโนทัศน์การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารทั้ง 3 สถานะ และนำเสนอข้อมูลได้ถูกต้อง	  
		นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แบบจำลองของสสารในแต่ละสถานะ ผ่านแอปพลิเคชัน Kahoot จำนวน 10 ข้อ	

สัปดาห์	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/ สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี	รูปภาพกิจกรรม การเรียนรู้
		ผลการทำกิจกรรม การใช้แอปพลิเคชัน Kahoot เพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผู้สอนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ในภาพรวมได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งสามารถทบทวนหรือแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ อีกทั้งบรรยากาศในชั้นเรียนส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้และเป็นเครื่องมือประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียนอีกรูปแบบหนึ่ง (formative assessment)	

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการหาเพื่อหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 กำหนดเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 80/80

2. วิเคราะห์ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร

ผลการวิจัย

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สะท้อนจากการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 80/80 ดังแสดงตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	∑E	M	ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (E_1/E_2)
ระหว่างเรียน	25	30	606	24.24	80.8/81.2
หลังเรียน	25	30	609	24.36	

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (E_1/E_2) เท่ากับ 80.8/81.2 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 โดยประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 80.8 และประสิทธิภาพของผลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.2 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร มีประสิทธิภาพส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. การศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน 50 คน

การทดสอบ	**คะแนนเต็ม**	**M**	**SD**	**ร้อยละ**	**ค่าเฉลี่ยของความต่าง**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต่าง**	**t**	***p*-value**
ก่อนเรียน	30	12.62	2.67	42.07	12.28	2.19	-39.73	.000
หลังเรียน	30	24.90	2.16	83.00				

$p < .05$

จากตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ก่อนเรียนและหลังเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 50 คน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.90 (M = 24.90 ± SD = 2.16) คิดเป็นร้อยละ 83 จากคะแนนเต็ม และก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.62 (M = 12.62 ± SD = 2.67) คิดเป็นร้อยละ 42.07 จากคะแนนเต็ม

2.2 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน 50 คน

ข้อ	รายการประเมิน	M	SD	การแปลผล
1.	เนื้อหาวิทยาศาสตร์ความเหมาะสมกับเวลาที่เรียน	3.96	.73	ระดับมาก
2.	เนื้อหาวิทยาศาสตร์มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	3.58	.93	ระดับมาก
3.	เนื้อหาวิทยาศาสตร์มีการเชื่อมโยงและนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้	3.56	1.07	ระดับมาก
4.	กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในแต่ละขั้นตอน มีความน่าสนใจไม่น่าเบื่อ	3.94	.94	ระดับมาก
5.	กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้มีความเหมาะสม ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.32	.74	ระดับมาก
6.	มีกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ที่ท้าทาย มาสอดแทรกในการเรียนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้	4.08	.94	ระดับมาก
7.	กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความเหมาะสม และความสามารถของนักเรียน	3.92	.83	ระดับมาก
8.	นักเรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยตนเองหรือร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่ม	4.32	.87	ระดับมาก
9.	กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีการใช้วิธีการสอนและสื่อเทคโนโลยี ที่หลากหลายและเหมาะสม แตกต่างจากการสอนแบบเดิม ช่วยให้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น	4.04	.83	ระดับมาก
10.	กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีการใช้รูปภาพ คลิปวีดิทัศน์ แบบจำลองคอมพิวเตอร์ สื่อแอนิเมชันที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	4.04	.64	ระดับมาก
11.	กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีการใช้เทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ เพื่อจัดประสบการณ์จริงแก่ผู้เรียน	4.00	.73	ระดับมาก
12.	กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบจำลอง วีดิทัศน์เสมือนจริงที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในแต่ละหัวข้อเพื่อช่วยให้เรียนรู้ในสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้จริง	3.98	.87	ระดับมาก

ข้อ	รายการประเมิน	M	SD	การแปลผล
13.	การใช้การสื่อสารผ่านอินเตอร์เน็ตกับนักเรียน เพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์	3.96	.90	ระดับมาก
14.	การใช้สื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ ประกอบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน	4.44	.79	ระดับมาก
15.	ภาพรวมความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	3.78	1.00	ระดับมาก

จากตารางที่ 5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาพรวมอยู่ในระดับมาก (M = 3.78 ± SD = 1.00) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อการใช้สื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ ประกอบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน คะแนนเฉลี่ยสูงสุด (M = 4.44 ± SD = 0.79) อยู่ในระดับมาก และนักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อเนื้อหาวิทยาศาสตร์มีการเชื่อมโยงและนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด (M = 3.56 ± SD = 1.07) อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่ามีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.8/81.2 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 ผู้วิจัยมุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือที่สนับสนุน หรือส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาเฉพาะ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ หรือข้อมูลด้วยตนเอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปภาพ วีดิทัศน์ แบบจำลองคอมพิวเตอร์ (simulation) สื่อแอนิเมชันที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่สอน (Nayar & Akmar, 2020) การใช้วิธีการสอนและสื่อเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอนเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้จริง เช่น การใช้สื่อเสริมการเรียนรู้โลกเสมือนผสมโลกจริง (augmented reality) ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ทำให้เรื่องที่เรียนเป็นเรื่องสนุก และน่าสนใจ (ณัฐกานต์ เทพบำรุง และ จรินทร อุ่มไกร, 2559) และการใช้เทคโนโลยีประกอบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อสะท้อนผลการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้เรียนประเมินตนเองว่ามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมากน้อยเพียงใด เช่น การนำแอปพลิเคชัน Kahoot มาใช้เป็นแบบทดสอบเชิงตอบโต้ (interactive quizzing) เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ของผู้เรียน รวมถึงการประเมินเพื่อพัฒนา หรือการประเมินระหว่างเรียน (formative assessment) (Spence, 2019)

นอกจากนี้ การศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียน

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 24.90 (M = 24.90 ± SD 2.16) คิดเป็นร้อยละ 83 จากคะแนนเต็ม สะท้อนได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก (M = 3.78 ± SD 1.00) จากผลการประเมินรายข้อ พบว่า การใช้สื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ ประกอบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (M = 4.44 ± SD 0.79) อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับกับการสังเกตพฤติกรรมขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรม พบว่า การใช้งานแอปพลิเคชัน Kahoot เป็นแบบทดสอบหลังเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนเพิ่มมากขึ้น ผู้เรียนมีความสนุกสนานจากการตอบคำถาม (Wang & Tahir, 2020) หลังจากผู้เรียนตอบคำถามแล้วในแต่ละข้อ ผู้สอนจะทราบว่าผู้เรียนคนใด หรือทราบจำนวนผู้เรียนที่ตอบคำถามถูกต้องได้ทันที ทำให้ผู้สอนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ในภาพรวมของทั้งห้องเรียนได้ จึงทำให้ผู้สอนสามารถทบทวน หรือเน้นย้ำในเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ หรือเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ และการสร้างประสบการณ์ที่ดีขณะที่เรียนรู้ (Sabandar et al., 2018)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้

การนำกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นั้น ผู้สอนต้องมีการปรับ หรือประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และวิธีการสอน ระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนควรใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบภาพสามมิติ แบบจำลองคอมพิวเตอร์ สื่อแอนิเมชันที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในแต่ละหัวข้อมาใช้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ เป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อจัดประสบการณ์จริงให้ผู้เรียน และช่วยให้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน พบว่า การใช้แอปพลิเคชัน Kahoot เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ จัดเป็นเครื่องมือที่ประเมินเพื่อพัฒนา หรือการประเมินระหว่างเรียน ทำให้นักเรียนรู้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของตนเอง ร่วมกับการที่ผู้สอนสะท้อนการประเมินผลรายบุคคลอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผู้เรียนมีความใส่ใจและกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น ดังนั้นประเด็นในการวิจัยครั้งต่อไป อาจศึกษาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อการกำกับตนเองของนักเรียน (self-regulation) และความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียน

เอกสารอ้างอิง

ณัฐกานต์ เทพบำรุง และจรินทร อุ่มไกร. (2559). “การจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านตรอกสะเดา.” **วารสารโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ**. 2(1), 29-35.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). **คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.** ค้นเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2567 จาก https://www.ipst.ac.th/teaching/3487/curriculummanual.html

สุวรรณา แก้วศรีใส และสยาม จวงประโคน. (2564). “กระบวนการจัดการเรียนรู้รายวิชาดนตรีตามกรอบ TPACK MODEL สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหนองดู่ อำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด.” **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 40(1), 129-140.

อรอุมา พันธ์เกตุ นันทรัตน์ เครืออินทร์ และ ทัศตริน วรรณเกตุศิริ. (2563). “การพัฒนาเกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา.” **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี**. 31(3), 15-28.

อรอุมา พันธ์เกตุ นันทรัตน์ เครืออินทร์ และทัศตริน วรรณเกตุศิริ. (2565). “การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครูชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนรู้ผ่านกรณีตัวอย่าง.” **วารสารพัฒนาการเรียนการสอนมหาวิทยาลัยรังสิต**. 16(1), 216-240.

Cengiz, C. (2015). The Development of TPACK, Technology Integrated Self-efficacy and Instructional Technology Outcome Expectations of Pre-service Physical Education Teachers. **Asia-Pacific Journal of Teacher Education**. 43(5), 411-422.

Cetin-Dindar, A., Boz, Y., Sonmez, D. Y. and Celep, N. D. (2018). Development of Pre-service Chemistry Teachers’ Technological Pedagogical Content Knowledge. **Chemistry Education Research and Practice**. 19(1), 167-183.

Deng, F., Chai, C. S., So, H-J., Qian, Y. and Chen. L. (2017). Examining the Validity of The Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Framework for Preservice Chemistry Teachers. **Australasian Journal of Educational Technology**. 33(3), 1-14.

Graham, C. R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., Clair, L. St. and Harris, R. (2009). Measuring The TPACK Confidence of Inservice Science Teachers. **TechTrends**. 53(5), 70-79.

Koehler, M. J., Mishra, P. and Cain, W. (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)?. **Journal of Education**. 193(3), 13-19.

Koh, J. H. L., Chai, C. S. and Tsai, C. C. (2010). Examing The Teachnological Pedagogical Content Knowledge of Singapore Pre-service Teachers with A Large-scale Survey. **Journal of Computer Assited Learning**. 26(6), 563-573.

Lin, T. C., Tsai, C. C., Chai, C. S. and Lee, M. H. (2013). Identifying Science Teachers' Perceptions of Technological Pedagogical and Content knowledge (TPACK). **Journal of Science Education and Technology**. 22(3), 325-336.

Mishra, P. and Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Integrating Teachology in Teacher Knowledge. **Teachers College Record**. 108(6), 1017-1054.

Nayar, A. and Akmar, S. N. (2020). Technology Pedagogical Content Knowledge (TPCK) and Techno Pedagogy Integration Skill (TPIS) among Pre-service Science Teachers-case Study of A University Based ICT Based Teacher Education Curriculum. **Journal of Education and Practice**. 11(60), 54-65.

Pierson, M. E. (2001). Technology Integration Practice as A Function of Pedagogical Expertise. **Journal of Research on Computing in Education**. 33(4), 413–430.

Pusparini, F., Riandi, R., & Sriyati, S. (2017). Developing Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in Animal Physiology. **Journal of Physics: Conference Series.** 895(1), 012059.

Sabandar, G. N. C., Supit, N. R. and Suryana, E. (2018). Kahoot!: Bring The Fun into The Classroom!. **Indonesian Journal of Informatics Education**. 2(2), 127-134.

Saltan, F. (2017). Online Case-based Learning Design for Facilitating Classroom Teachers' Development of Technological, Pedagogical, and Content Knowledge. **European Journal of Contemporary Education**. 6(2), 308-316.

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**. 15(2), 4-14.

Spence, B. (2019). The Effects of Interactive Quizzing with Kahoot! on Student Learning and Satisfaction: A Pilot Study. **Radiologic Science & Education**. 24(2), 21-28.

Wang, A. I. and Tahir, R. (2020). The Effect of Using Kahoot! for Learning–A Literature Review. **Computers & Education**. 149, 103818.

Zhang, W., & Tang, J. (2021). Teachers' TPACK development: A review of literature. **Open Journal of Social Sciences**. 9(7), 367-380.