



การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่องวัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
5 ขั้น ร่วมกับความรู้นิเทศหาหน่ววิธีการสอนและเทคโนโลยี
Development of Scientific Literacy of Mathayomsuksa 3
Students on the Topic of Daily Materials Using
Inquiry Model (5E) Combined with TPACK

อนุชิต ศรีสุนาครว¹ อรุณรัตน์ คำแหงพล² และ อนันต์ ปานสุขวัชร³
Anuchit Srisunakrua,¹ Arunrat Khamhaengpol² and Anun Pansupphawat³

Article History

Receive: September 5, 2023

Revised: November 20, 2023

Accepted: November 20, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแผนจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้นิเทศหาหน่ววิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้นิเทศหาหน่ววิธีการสอนและเทคโนโลยี แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.50/76.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$)

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ; ความรู้นิเทศหาหน่ววิธีการสอนและเทคโนโลยี ; ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ; วัสดุในชีวิตประจำวัน

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, Master 's Degree Student in Department of Science Teaching, Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, Assistant Professor, Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University

³ รองศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, Associate Professor, Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University



ABSTRACT

The purposes of this research were to create learning management plans of inquiry model (5E) combined with technological pedagogical content knowledge (TPACK) for Mathayomsuksa 3 students on the topic of daily materials to meet the 75/75 efficiency criteria, compare the scientific literacy and learning achievement of before and after the learning management, and study the students' satisfaction. The samples of this research were 22 Mathayomsuksa 3/3 which used a cluster random sampling using classroom as a random unit. The research tools were inquiry model (5E) combined with TPACK learning management plans, a scientific literacy test, a learning achievement test, and a satisfaction questionnaire. The statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Samples. The findings found that the efficiency of learning management plans was at 76.50/76.59 which was consistent with 75/75 the criteria. The student's scientific literacy after learning was significantly higher than before at .01 level. The learning achievement of the students after learning was significantly higher than before at .01 level. The satisfaction of the students was at the high level ($\bar{X}$ = 4.28).

Keywords : Inquiry Model (5E) ; TPACK ; Scientific Literacy ; Learning Achievement ; Daily Materials

บทนำ

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่แสดงถึงความสามารถในการเข้าใจในเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ผู้ที่มีความฉลาดรู้วิทยาศาสตร์จะสามารถเข้าใจหลักการ แนวคิดและทฤษฎี ข้อเท็จจริง ที่สำคัญสามารถเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ จากการวิเคราะห์รายงาน ผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ปี 2018 นักเรียนไทยประมาณ 56% มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ทุกปี โดยที่ระดับ 2 นี้ นักเรียนสามารถรู้คำอธิบายที่ถูกต้องของปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อนเกินไป สามารถใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อบอกว่าการลงข้อสรุปถูกต้องสอดคล้องกับข้อมูลที่มี (IPST, 2021) ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ปัจจุบัน ควรส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเข้าใจประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ ที่ผ่านมามีครูผู้สอนได้ สอนตามหนังสือเรียน บรรยายตามเนื้อหา ซึ่งในยุคโลกาภิวัตน์ครูควรพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะของเป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียน และนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการแสวงหาความรู้ต่างๆ และเชื่อมโยงข้อมูลการเรียนรู้แล้วลงข้อสรุปในเนื้อหาได้ ด้วยตัวเอง (Keeratchamroen and Phonnonng, 2020) จากการศึกษพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ 5 ขั้น มีความสอดคล้องกับเนื้อหาข้างต้นมากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้า หาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จะค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอน ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหาไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้ มีความมุ่งหมาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำการค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองฝึกให้นักเรียน คิดอย่างมีเหตุผล (Yodtep, 2019) ทั้งนี้ ในรูปแบบการจัดการเรียน การสอนครูควรส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล เข้าไปในการเรียนการสอนเพื่อสร้าง ความคุ้นเคยและยกระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (IPST, 2021) ซึ่งครูจะต้องมีความรู้ในการนำเทคโนโลยีมาบูรณาการ ให้เข้ากับเนื้อหา มาตรฐาน ตัวชี้วัด เพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ครูต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแล้วสามารถนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้ ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้ PowerPoint, QR Code, Quizizz, YouTube และมัลติมีเดียอื่นๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เห็นภาพสถานการณ์ต่างๆ มากยิ่งขึ้น จึงช่วยในการ วิเคราะห์สถานการณ์ต่างๆ ได้ชัดเจน มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจ ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีสมรรถนะทางการเรียนรู้ที่สูงขึ้นด้วย (Phuaphan, 2019) จากเหตุผล ที่กล่าวมาข้างต้น การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้กรอบแนวทาง การประเมินผู้เรียนตามสมรรถนะของ PISA ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน เป็นการส่งเสริมให้เกิดความฉลาดรู้และเจตคติที่ดีต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางในการจัดการเรียน การสอนเพื่อรองรับหลักสูตรฐานสมรรถนะที่จะเกิดขึ้นในอนาคตที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีสมรรถนะตามมาตรฐานสากล เพื่อเป็นการเตรียมผู้เรียนสู่ศตวรรษที่ 21 ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. สร้างแผนจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในวิจัยเรื่องการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น คือการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดคำถามเกิดความคิดและลงมือค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีหน้าที่กระตุ้นและให้คำแนะนำให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลปฏิบัติกิจกรรม และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มี 5 ขั้น ดังนี้ (Bureau of Educational Testing, 2019)

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากเรื่องที่สงสัย และความสนใจของตัวผู้เรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่นำเสนอจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถามผู้สอนอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นที่ผู้สอนกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา
2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) หมายถึง การทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล โดยใช้เทคโนโลยี หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบ
3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) หมายถึง เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้อธิบายและสรุปผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ
4. การขยายความรู้ (Elaboration) หมายถึง การนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลอง และข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากแสดงว่าเข้าใจมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น
5. การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้ อะไรบ้างอย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ การนำความรู้และแบบจำลอง ไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถามรวมทั้งปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

จากที่กล่าวมา การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น จึงมีความเหมาะสมช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกับผู้อื่น และการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การสนับสนุนการเรียนรู้แบบนี้จะสร้างประสบการณ์การเรียนรู้และส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน (Chum-ongwa, Wongchalee and Suwannatrai, 2020)



ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) คือการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับความรู้อีกสองด้านของการสอนของครู การบูรณาการเทคโนโลยี (Tamtrakul and Bongkotphet, 2022) กล่าวคือรวมความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความรู้ทั้งสามส่วน ได้แก่ ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge) หรือ TK วิธีการสอนทั้งในและนอกชั้นเรียน (Pedagogical Knowledge) หรือ PK ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) หรือ CK มาบูรณาการในวิชาที่สอนด้วยการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมในรูปแบบที่แตกต่างกันตามความชำนาญของครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Phuaphan, 2019)

ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สามารถนำความรู้ด้านเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้ตามตัวชี้วัด กล่าวคือ การนำความรู้ด้านเทคโนโลยีมาประกอบกับการเรียนการสอน ถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน รวมไปถึงกลยุทธ์ หรือกระบวนการ การปฏิบัติหรือวิธีการสอน ทั้งในและนอกชั้นเรียน จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้นเกิดการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเนื่องจาก สามารถเชื่อมโยงข้อมูลในเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น (Hasamoh, 2019)

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผู้ที่มีความเข้าใจประเด็นในธรรมชาติที่มันเป็นอย่างนี้ แล้วสามารถสื่อสารโต้แย้งได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งจะต้องรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก จำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีที่สำคัญ (Office of the Education Council, 2019) ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ จนเกิดเป็นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (IPST, 2021) สามารถแบ่งเป็นสมรรถนะหลักได้ 3 สมรรถนะดังนี้

สมรรถนะที่ 1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)

1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล (A1)
2. ระบุใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย (A2)
3. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (A3)
4. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล (A4)
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม (A5)

สมรรถนะที่ 2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)

1. ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B1)
2. แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (B2)
3. เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B3)
4. ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ (B4)
5. บรรยายและประเมินวิธีการต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและ

ความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย (B5)

สมรรถนะที่ 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)

1. แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น (C1)
2. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุป (C2)
3. ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผลในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (C3)
4. แยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากพิจารณา

จากสิ่งอื่น (C4)

5. ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย (เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร) (C5)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

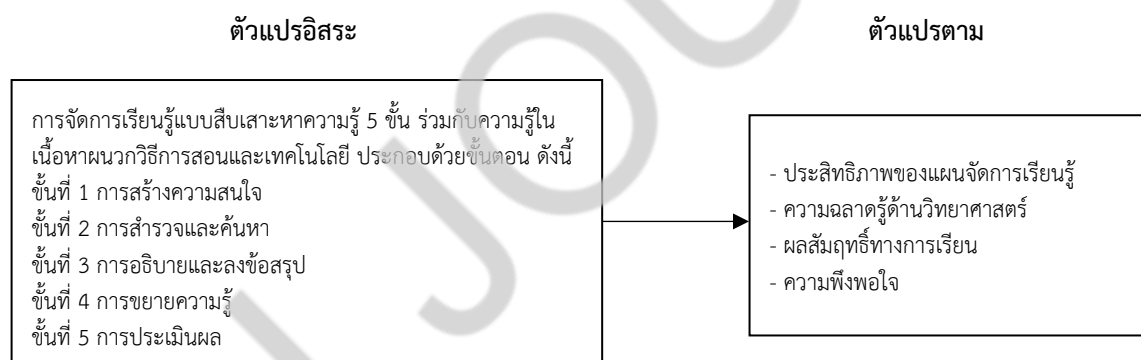
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถ ทักษะ และความรู้ที่เกิดขึ้นหลังจากบุคคลได้รับประสบการณ์ ทั้งที่ครูกำหนดให้และจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก ความสามารถทางร่างกาย และสมองเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล (Awae, Chomchuen and Sama-ae, 2018) จึงกล่าวได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถบอกถึงคุณภาพการศึกษา ความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน เกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมในด้านต่างๆ ในการจัดการเรียนมีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ซึ่งวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Suwansil, 2023)

ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้

ความพึงพอใจ หมายถึง ภาวะของอารมณ์ ความรู้สึกร่วม ของบุคคลที่มีต่อการเรียนรู้และประสบการณ์ที่เกิดจาก แรงจูงใจอันเป็นพลังที่เกิดขึ้นภายในของแต่ละบุคคล (Krostsalee, Pansuppawat and Khamhaengpol, 2020) อันเป็น ความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายที่คาดหวังและความต้องการในด้านจิตใจ นำไปสู่การค้นหาลักษณะที่ต้องการ มาตอบสนอง เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการแล้วจะเกิดความรู้สึกมีความสุข กระตือรือร้น มุ่งมั่นเกิดขวัญกำลังใจ ก่อให้เกิด ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการกระทำกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ (Prommanee, Pitayavatanachai and Tappa, 2020) อีกนัยหนึ่งของความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกในเชิงการประเมินค่าอันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเรียนรู้ที่สัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ของการเรียน ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีช่วยส่งเสริมการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนด ไว้ 2 ตัวแปร ดังภาพที่ 1 ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. แผนจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องวัสดุในชีวิตประจำวัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อน และหลังการทดลอง (One Group Pre-Test and Post-Test Design)



ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้องเรียน ประกอบด้วย ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 รวมจำนวนนักเรียน 95 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้นในเนื้อหา แผนวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน จำนวน 4 แผน 11 ชั่วโมง ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่มีประสบการณ์สอนในโรงเรียนระดับเชี่ยวชาญพิเศษ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ หรือ (Index of Item-Objective Congruence : IOC) โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.50–1.00 ขึ้นไป ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Tuntavanitch and Jindasri, 2018) จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญได้ผลเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 และค่าความสอดคล้องของคุณภาพแผนจัดการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ด้าน 1) ด้านองค์ประกอบของแผน 2) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) ด้านการวัดผลและประเมินผล ตั้งแต่ 0.50–1.00 ขึ้นไป ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญได้ผลเฉลี่ยเท่ากับ 1.00

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นแบบอัตนัย ซึ่งประกอบด้วยโจทย์สถานการณ์ปัญหา ที่สอดคล้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลเฉลี่ย เท่ากับ 1.00 และมีผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป (Srisa-ard, 2010) พบว่า มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วพิจารณาคัดเลือกคะแนนความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 พบว่า ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จากการวิเคราะห์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 และมีผลการวิเคราะห์หาความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่า p ตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่า r ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป วิเคราะห์หาความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่า มีความยาก รายข้อ (p) อยู่ระหว่าง 0.38-0.78 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) อยู่ระหว่าง 0.22-0.56 (Srisa-ard, 2010) มีความเชื่อมั่นที่ 0.95

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน จำนวน 20 ข้อ ผลวิเคราะห์คุณภาพ หาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นที่ได้ต้องมากกว่า 0.70 ขึ้นไป จึงสามารถนำมาใช้ได้ (Songsak, 2018) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.93

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เดือนมีนาคม พ.ศ.2566 โดยดำเนินการ ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้นในเนื้อหาแผนวิธีการสอนและเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบกิจกรรมท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบสอบถามความพึงพอใจ

2. ขั้นตอนการ ก่อนการเริ่มดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทุกคนทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้เครื่องมือ คือ แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ทำกิจกรรม ใบงาน ตามแผนที่วางไว้

ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะสอดแทรกแบบฝึกหัดที่เป็นสถานการณ์ตามบริบทของสังคมสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกสมรรถนะรายบุคคล โดยนักเรียนจะได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมผ่านอินเทอร์เน็ตและแอปพลิเคชันต่างๆ เพื่อประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีครูคอยแนะนำให้คำปรึกษาและร่วมกันลงข้อสรุปอภิปราย

3. การวัดและประเมินผล เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน (Pre-test) และทำแบบสอบถามความพึงพอใจนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

3. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

- ใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

- นำคะแนนมาเทียบระดับเกณฑ์มาตรฐานวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA ซึ่งคะแนนในการกำหนดสัดส่วนของคะแนนที่เท่ากันของแต่ละระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดร้อยละคะแนนต่ำสุดของแต่ละระดับของแต่ละสมรรถนะไว้ดังต่อไปนี้ (Chanapimuk, Sawangmek, and Nangngam, 2020).

สมรรถนะที่	ค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดของแต่ละระดับ
ระดับ 1b	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 12.5
ระดับ 1a	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 25
ระดับ 2	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 37.5
ระดับ 3	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 50
ระดับ 4	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 62.5
ระดับ 5	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 75
ระดับ 6	มีร้อยละของคะแนนต่ำสุดร้อยละ 87.5

4. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

5. การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี แบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยใช้ร้อยละค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน มีค่าคะแนนรวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 153.01 คะแนน จากคะแนนเต็ม 200 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.50 และการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาได้จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า มีค่าคะแนนรวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 45.95 คะแนนจากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.59 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.50/76.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังตารางที่ 1



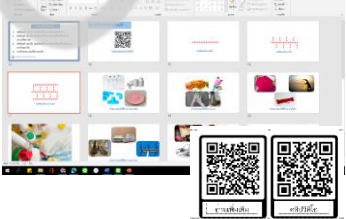
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2)

กระบวนการ/ผลลัพธ์	คะแนนเต็ม	N	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	200	22	153.00	20.37	76.50
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	60	22	45.95	6.11	76.59
ประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 76.50/76.59$					

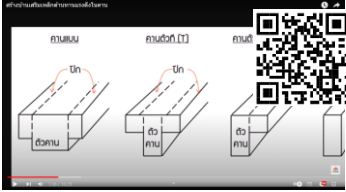
จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีเรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 76.50 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 76.59 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 76.50/76.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพราะแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีกระบวนการตรวจสอบผู้เชี่ยวชาญ เป็นไปตามขั้นตอนอย่างมีระบบ ซึ่งผู้วิจัยยึดเนื้อหาตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควบคู่ไปพร้อมกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามรูปแบบการประเมิน PISA เป็นแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี มีรายละเอียดดังตารางที่ 2 และมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ วิเคราะห์ตัวชี้วัดการเรียนรู้ และสมรรถนะตามแนว PISA ที่เรียกว่า “Literacy” ซึ่งในที่นี้จะใช้คำว่า “ความฉลาดรู้” ทักษะกระบวนการ ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ภาระงานชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและการได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับ Bumrungudomrat and Wutchana (2021) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และสอดคล้องกับ Thepbamrung and Aumgri (2018) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ TPACK Model ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อใช้เทคโนโลยีผนวกในเนื้อหาวิธีการสอนทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนมากยิ่งขึ้น เพราะผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลและเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ TPACK Model มีค่าเท่ากับ 87.67/82.43 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ในแต่ละแผน ผู้วิจัยมีการใช้เทคโนโลยีผนวกกับวิธีการสอนตามความเหมาะสมของเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

แผนจัดการเรียนรู้	กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี	จุดเด่น
เรื่อง พอลิเมอร์	 Microsoft PowerPoint สรุปรเนื้อหาและนำเสนอภาพตัวอย่างพอลิเมอร์แต่ละประเภท และตัวอย่าง QR Code ให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม เรื่องประเภทของพอลิเมอร์ และสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์	สามารถสร้างเนื้อหาและนำเสนอเนื้อหา เรื่อง พอลิเมอร์ รวมถึงการใช้ประโยชน์จากพอลิเมอร์ประเภทต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเห็นภาพการจำลองโครงสร้างของพอลิเมอร์ได้ชัดเจน และมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ประกอบกับการสืบค้นผ่าน QR Code ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม
เรื่อง เซรามิก	 วิดีโอ ขั้นตอนการผลิตเซรามิก และอุตสาหกรรมเซรามิก จากเว็บไซต์ https://www.youtube.com	เป็นคลิปวิดีโอแสดงให้เห็นถึงประเภทคุณสมบัติทางกายภาพของเซรามิก และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทเซรามิก ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการผลิตเซรามิก และอุตสาหกรรมเซรามิกมากขึ้น

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แผนจัดการเรียนรู้	กรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี	จุดเด่น
เรื่อง วัสดุผสม	 วิดีโอการสร้างบ้านเสริมเหล็ก ด้านทานแรงดึงในคน จาก เว็บไซต์ https://www.youtube.com แสดงถึงประโยชน์ของการใช้ วัสดุผสม	ทำให้นักเรียนได้เห็นภาพจำลอง การสร้างบ้านเสมือนจริง ได้ทราบถึง ประโยชน์ของการใช้วัสดุผสมในการ เสริมแรง ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจ ในเรื่องวัสดุผสมมากยิ่งขึ้น
เรื่อง ผลกระทบ	 มี QR Code ในใบความรู้ เรื่อง ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้ เพิ่มเติม	นักเรียนมีความรู้จากการอ่านเนื้อหา สถานการณ์จำลองที่ครูกำหนดให้ รวมถึงมีข้อมูลเพิ่มเติมจากการสแกน QR Code ทำให้นักเรียนสามารถใช้ ข้อมูลในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมจาก ขยะพลาสติกได้ นอกจากนี้ยังช่วย ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีระหว่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที
(t-test for Dependent Samples) ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่
เกิดจากการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุใน
ชีวิตประจำวัน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

สมรรถนะ	คะแนนเต็ม	N	ก่อนเรียน			ระดับความ ฉลาดรู้	หลังเรียน			ระดับความ ฉลาดรู้	t
			$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ		$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ		
การอธิบายปรากฏการณ์ใน เชิงวิทยาศาสตร์ (A)	10	22	5.73	1.28	57.30	3	8.41	1.26	84.10	5	11.58**
การประเมินและออกแบบ กระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)	10	22	6.64	1.73	66.40	4	9.23	1.07	92.30	6	8.50**
การแปลความหมายข้อมูล และการใช้ประโยชน์ใน เชิงวิทยาศาสตร์ (C)	10	22	4.91	0.97	49.10	2	7.95	1.56	79.50	5	10.77**
รวม	30	22	17.27	3.45	57.58	3	25.59	3.65	85.30	5	16.27**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เกิดจาก
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง
วัสดุในชีวิตประจำวัน พบว่า มีคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 17.27/25.59 คะแนน
จะเห็นว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละก่อนเรียนหลังเรียนเท่ากับ 57.58/85.30 เมื่อนำค่าเฉลี่ย
ร้อยละแต่ละด้านมาเทียบกับมาตรฐานความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ 7 ระดับ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ B เท่ากับ
ร้อยละ 92.30 ระดับ 6, A เท่ากับร้อยละ 84.10 ระดับ 5, C เท่ากับร้อยละ 79.50 ระดับ 5 และมีระดับความฉลาดรู้
ในภาพรวม เท่ากับร้อยละ 85.30 ระดับ 5 เมื่อเปรียบเทียบผลต่างร้อยละผลรวมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียน
กับก่อนเรียน แต่ละสมรรถนะ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ค่าเท่ากับ C: 79.50-49.10 เท่ากับ 30.40, A: 84.10-



57.30 เท่ากับ 26.80 และ B: 92.30-66.40 เท่ากับ 25.90 จะเห็นว่าผลการเรียนในสมรรถนะ C จะมีผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมากที่สุดแสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C) มากกว่าทุกสมรรถนะ ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A) นักเรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะนี้ผ่านการสืบค้นข้อมูลในชั้น 2 การสำรวจและค้นหาและชั้น 4 ขยายความรู้ ซึ่งในชั้นนี้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ต่างๆในอินเทอร์เน็ต โดยมีครูคอยแนะนำการสืบค้นในแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมาร่วมกันวิเคราะห์ สังเคราะห์ และวิจารณ์ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายข้อคำถามหรือปัญหาต่างๆ ตามที่ครูผู้สอนได้กำหนดและสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผลผ่านการดูตัวอย่างจาก Youtube และนักเรียนได้นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ทั้งนี้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ก่อนบันทึกใบกิจกรรมมีโอกาสในการแสดงข้อมูลจากการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองในการอธิบายข้อมูลที่สืบค้น (Chanapimuk, Sawangmek and Nangngam, 2020) ดังภาพที่ 2

สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B) นักเรียนจะได้ร่วมกันระบุประเด็นปัญหาและอภิปรายสถานการณ์ที่กำหนดให้ อีกทั้งนักเรียนจะต้องร่วมกันระดมความคิดเพื่อร่วมกันอภิปรายเพื่อประเมินวิธีการของกลุ่มอื่นๆ ดังภาพที่ 2 นักเรียนจะถูกพัฒนาจากการจัดการเรียนรู้ 2 ชั้น ได้แก่ ขั้นการสำรวจและค้นหาและขั้นการอธิบายลงข้อสรุป ซึ่งนักเรียนจะได้ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาที่จะตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ครูผู้สอนได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยี เช่น การสืบค้นผ่านอินเทอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์ต่างๆ ออกแบบการทดลอง เพื่อให้ นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลอย่างเต็มที่พร้อมทั้งคอยแนะนำและอธิบายในส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสถานการณ์ต่างๆ และรู้วิธีการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อออกแบบการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ต่างๆ ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Tamtrakul and Bongkotphet (2022) ได้กล่าวว่า สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากนักเรียนได้ร่วมกันลงมือปฏิบัติกิจกรรม ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาที่จะตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาออกแบบวิธีการตรวจสอบ จากนั้นนำเสนอและประเมินวิธีการตรวจสอบร่วมกัน

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C) นักเรียนได้ขั้นการค้นคว้าข้อมูลในชั้น 2 การสำรวจและค้นหาและชั้น 3 อธิบายลงข้อสรุปในกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลมีการบูรณาการกับการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการสืบเสาะหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครูได้กำหนด นักเรียนได้มีการระดมความคิดแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นต่างๆ เข้าไปในตัวโปรแกรมได้ ทั้งยังสามารถสร้างแบบจำลองผ่านเครื่องมือสำเร็จรูปในโปรแกรม ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการแปลความหมายข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ ตาราง ภาพจำลองแบบกราฟิก นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ได้ การหาคำตอบในข้อสงสัยตลอดจนการแก้ปัญหา จากนั้นบันทึกลงในใบกิจกรรมหรือนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยนักเรียนจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย และแยกแยะข้อโต้แย้งที่มาจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และแปลความหมายข้อมูลลงไปในใบกิจกรรม ดังภาพที่ 2 พบว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและลงข้อสรุปได้ จึงทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการความรู้ด้านแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าด้านอื่นๆ (Chanapimuk, Sawangmek and Nangngam, 2020)



Category	ก่อนเรียน (%)	หลังเรียน (%)
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A)	57.3	84.1
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B)	66.4	92.3
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ปะจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (C)	49.1	79.5

ภาพที่ 3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียน

จากภาพที่ 3 เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนนักเรียน 22 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 สมรรถนะ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (A) มีค่าร้อยละ ก่อนเรียนที่ 57.3 และมีค่าร้อยละหลังเรียนที่ 84.1 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (B) มีค่าร้อยละก่อนเรียนที่ 66.4 และมีค่าร้อยละหลังเรียนที่ 92.3 และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประโยชน์



ในเชิงวิทยาศาสตร์ (C) มีค่าร้อยละก่อนเรียนที่ 49.1 และมีค่าร้อยละหลังเรียนที่ 79.5 โดยภาพรวมจะเห็นว่าความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกสมรรถนะ

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 13.73 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 20.36 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนการสอน ได้คำนึงถึงการสร้างบรรยากาศให้มีความสนุกสนาน โดยเริ่มจากครูผู้สอนมีความเป็นกันเอง มีความสัมพันธ์ที่เป็นมิตรกับนักเรียน แต่งกายสุภาพ มีวาทีศิลป์เชิงอารมณ์ขัน จากนั้นสร้างแรงจูงใจให้นักเรียน มีความกระตือรือร้นในการอยากเรียนรู้ สอดคล้องกับ Bumrungpun and Yuenyong (2021) ได้กล่าวว่า การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน พบว่า ความพึงพอใจ ของนักเรียนในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 อยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับ Saelow, Yuangsoi and Roungrong (2022) ได้กล่าวว่า การพัฒนาการเรียนการสอนออนไลน์โดยรูปแบบ TPACK นักเรียน มีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับที่มากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.50/76.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้
2. ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 อยู่ระดับมาก

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เพื่อเป็นแนวทางในการสอน
2. ได้แนวทางพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น
3. ได้ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผู้สอนควรสร้างสถานการณ์ตามกรอบบริบทของ PISA โดยยึดเนื้อหาตามตัวชี้วัดชั้นปี และบูรณาการกับการใช้ เทคโนโลยีการสร้างแบบจำลองต่างๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้มากขึ้น
2. ในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนสามารถนำไปร่วมกับเทคนิควิธีการสอนอื่นๆ ได้ตามความเหมาะสม โดยยึดบริบท ของกรอบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ของ PISA เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความฉลาดรู้ด้าน วิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ผู้ที่มีความสนใจทำการวิจัยการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ควรทบทวนเนื้อหาตามตัวชี้วัดให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ เนื่องจากต้องใช้ความรู้ผนวกกับเนื้อหาการใช้เทคโนโลยี และสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ครูควรแทรกสถานการณ์เหตุการณ์จริงหรือสร้างสถานการณ์ ตามบริบทเนื้อหาที่อาจเกิดได้จริงในชีวิตประจำวัน ตั้งแต่ในแบบฝึกหัด ข้อสอบท้ายแผนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงข้อมูลตามสถานการณ์ต่างๆ

ข้อจำกัดการวิจัย

ข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากบริบทของโรงเรียนเป็นโรงเรียนเอกชน จะมีระเบียบและข้อบังคับให้นักเรียนใช้เครื่องมือสื่อสารค่อนข้างจำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องวางแผนการจัดการเรียนการสอนให้ดี

References

- Awae, P., Chomchuen, A. and Sama-ae, A. (2018). Phon khōng kanchatkañ rianrū dōi chai krabūankān sōñ manō that thī mī tō 'om nō that læ phon samrit thāngkāñ rian khanittasāt [Effects of Learning Management by Concept Attainment Process on Concept of and Achievement in Mathematics]. *Kasem bundit journal*. 19(2),108-124.
- Bumrungpun, W. and Yuenyong, Y. (2021). Kāñ phatthanañ phon samrit thāngkāñ rian witthayasāt læ khwām sāmāt nai kāñ khīt wikhrō dōi chai kāñ chatkāñ rian rū bæp sūpsō hākhwām rū hā E rūām kap theknik phænphang manō that khōng nakriān chan prathom suksā pī thī hā [Enhancing Phathomsuksa 5 Students' Science Learning Achievement and Analytical Thinking Skill Using Inquiry-based Learning Approach (5Es) and Concept Mapping Technique]. *Journal of Humanities and Social Sciences Review*. 23(2),186-207.
- Bumrungudomrat, P. and Wutchana, U. (2021). Kānsuksā phon kanchatkañ rianrū bæp sūpsō hākhwām rū (hā E) rōwō makap botriān 'ōñalai dōi chai Google Sites rūāng samadun khēmī khōng nak rian namat yom suksā pī thī hā [The 5E of Inquiry-based Learning Incorporating Online Classroom Using Google Sites in term of Chemical Equilibrium of Grade 11 Student]. *neu academic and research journal*. 11(1),260-274
- Bureau of Educational Testing. (2019). *Sun PISA samnakngān khana kammakāñ kānsuksā naphuñ thān [PISA CENTER, OBEC]*. Retrieved December 2020, from <https://www.pisacenterobec.org/about-me/>
- Chanapimuk, K., Sawangmek, S. and Nangngam, P. (2020). Kāñphatthanañ kāñ rū witthayasāt dōi chai kanchatkañ rianrū tām nāokhit witthayasāt theknōlōyī sangkhom læ singwætloñ khōng nak rian yom suksā pī thī hā rūāng kāñ charoen tōptō khōng phūt [Promoting Scientific Literacy by Using Science, Technology, Society, and Environment (STSE) Approach of Grade 11 Students on the Topic of Plant Growth]. *Journal of Education Naresuan University*. 22(2),62-73.
- Chum-ongwa, K., Wongchalee, P. and Suwannatnai, K. (2020). Phon kanchatkañ rianrū dōi chai rūbæp sūpsō hākhwām rū hā khan (hā Es) rōwō makap theknik khē dap bin yū 'æ lō (K - W - D - L) thī mī tō khwāmsāmāt nai kāñ kē panhā læ phon samrit thāngkāñ rian khanittasāt khōng nak rian namat yom suksā pī thī sām [Comparison of Science Process Skills and Learning Achievement of Grade 9 Students on the Topic of Life and Environment and Natural Resources by Using the Principles of Sufficiency Economy and Conventional methods]. *Journal of Roi Et Rajabhat University*. 14(1), 15-26.



- Hasamoh, Y. (2019). *Phon khōng kanchatkañ rianrū bāp supso hakhwām rūwō makap theknōyī khwāmpen ching sēm thi mī phon to ‘aka raphat nām nō mati thāng withthayaasāt rūang rabop munwian lūat khōng khon samrap nakriān ra dap namat yom suksā pī thi 5. [Effects Of Inquiry Based Learning And Augmented Reality On Development of Scientific Concept In Human Circulatory System for Grade Eleven Students (Unpublish master’s thesis)]*. Thaksin University, Songkhla, Thailand
- IPST. (2021). *Raingan phon PISA songphansippaet [PISA 2018 Assessment Results Reading, Mathematics and Science]*. Bangkok : Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Keeratichamroen W. and Phonnonng I. (2020) *Kanpriapthiap phon samrit thāngkañ rian læ thaksa kansūsan læ kannaam sance khōng naksuksā radap parinya trī dōi chai withikañ sōn bāp supso hakhwām rū hā E kap withikañ sōn dōi chai prakottakañ pen thān [A Comparison of Learning Achievement and Communication Skills for Undergraduate Students using 5E Inquiry-Based Learning and Phenomenon-Based Learning]* *Community Research Journal*. 14(1),29-43.
- Krostsalee, P., Pansuppawat, T. and Khamhaengpol, A. (2020). *Kanphatthana khwāmkhiti sāngsan khōng nak rian chan prathom suksā pī thi hok rūang sān nai chiwit pracham wan dōi chai kanchatkañ rianrū bāp sa tem suksā rōwō makap phang krafiik [Development of Creative Thinking for Grade 6 Students on the Topic of Daily Life Chemicals by Using Stem Education and Graphic Organizers]*. *Journal of Roi Et Rajabhat University*. 14(1),196-209.
- Office of the Education Council (2019) *Kanchatkañ rianrū choeng ruk [Active Learning]*. Bangkok : 21 Century co., ltd.
- Phuaphan, N. (2019) *Raphat nā raīwicha kansōn nēo mai thi songsoem khwāmru nūahā phanuak withi sōn læ theknōyī khōng naksuksā khru withthayaasāt : kanwichai patibatkañ choeng wiphak bāp mī sō won rūam [Development of an Innovative Methods Course Supporting Preservice Science Teachers’ Technological Pedagogical and Content Knowledge : a critical participatory action research (Unpublish Doctoral’s thesis)]*. Naresuan University, Phitsanulok, Thailand
- Prommanee, P., Pitayavatanachai, Y. and Tappha, J. (2020). *Nēokhit kiēokap khwāmphungphoḥchai læ kōn sāng bāpsōpthām khwāmphungphoḥchai nai ngān wārasān wichakān samākhom sathāban ‘udom suksā ēkkachon hāeng prathet Thai [Concepts of Satisfaction and Construction of Job Satisfaction Questionnaire]*. *Apheit journal*. 26(1),59–66.
- Saelow, W., Yungsoi, P. and Roungrong, P. (2022). *Kan phatthanakāñ rian kan sōn ‘o nalai dōi rūp bāp TPACK phua songsoem kan tham ngān pen thim samrap nisit parinya trī [The Development of TPACK Model Online Instruction to Promote Team Work for Undergraduate Students]*. *STOU Education Journal*. 15(2),102-116.
- Songsak, P. (2018) *Kanphatthana rabop khlinik wichai Khana Suksasat mahawiththayalai Maha Sarakhām [The Development of Research Clinic System, Faculty of Education Mahasarakham University]*. *Social Sciences Research and Academic Journal*. 13(38),59-74.
- Srisa-ard, B. (2010) *Kanwichai buāngton [Introduction to Research]*. Bangkok : Suweerivasarn company limited.
- Suwansil, P. (2023). *Phon samrit thāngkañ rian læ chet khati to ‘akan rian withthayaasāt khōng nak rian chan prathom suksā pī thi hā thi dai rap kanchatkañ rianrū dōi kanphatthana krabūankañ samruat khon hā nai krabūankañ supso hakhwām rū, [The Development of Learning Achievement Through Learning Unit of Processes Change Inside the Earth of Grade 12nd Students by Learning from Creating Infographics]*. *Journal of Legal Entity Management and Local Innovation*. 9(1),151-162.



- Tamtrakul, P. and Bongkotphet, T. (2022). Kānphatthana khwām chalāt rū dān wittayaśāt rūāng krot - bēt duāi kānchatkān rīanrū bāp chai bōribot pen thān roṃwō bōkānchai theknōlōyī samrap nak rīan namat yom suksā pī thī hā [Developing Scientific Literacy through Context-based Learning with Technology involving Acid-Base Topics for 11th Grade Students]. *Journal of Humanities and Social Sciences Nakhon Phanom University*. 12(1),291-305.
- Thepbamrung, N. and Aumgri, C. (2018). Kānchatkān rīanrū bāp TPACK MODEL duāi theknik khwāmpen čing soēm sām miti nai rāiwichā wittayaśāt samrap nak rīan namat yom suksā pī thī nung koṛanī suksā rōng rīan bān trōk sadao [A Learning Management of TPACK MODEL Using 3D Augmented Reality In Science Subject For Grade 7 Students Case Study in Bantonsadao]. *Journal of Applied Information Technology*. 2(1), 29-35.
- Tuntavanitch P. and Jindasri. P (2018). Khwām māi thīthāe čing khō ‘ongkhā IOC [The Real Meaning of IOC]. *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University*. 24(2),3-12.
- Yodtep, S. (2019). Kānphatthana phon samrit thāngkān rīan lāe čet khati tō ‘akān rīan wittayaśāt khōng nakrīan chan prathom suksā pī thī hok doī kānsōn bāp kān supsoḥ hākhwām rū bāp hā Es [The Development of Learning Achievement and Scientific Attitudes for the Pratomsuksa VI Students by Using 5 Es Inquiry Cycle (Unpublish master’s thesis)]. Hatyai University, Songkhla, Thailand.