



Effect of Learning Management on Vectors Using Problem-Based Learning with Creative Questioning for Promoting Mathematical Connection Skills of Grade-11 Students

Phannipa Janma^{1*} and Montri Thongmoon²

¹*Teaching of Science and Mathematics, Faculty of Education, MahaSarakhm University*

²*Faculty of Science, MahaSarakhm University*

* E-mail: 63010558010@msu.ac.th

Received <3 Jan. 2026>; Revised <17 Mar. 2026>; Accepted <24 Mar. 2026>

Abstract

This study aimed to: (1) determine the efficiency of problem-based learning (PBL) combined with creative questioning based on the 70/70 criterion; (2) compare students' mathematical knowledge connection skills after the intervention with the 70% criterion; (3) compare students' mathematics learning achievement after the intervention with the 70% criterion; (4) compare students' mathematical knowledge connection skills before and after the intervention; and (5) compare students' mathematics learning achievement before and after the intervention. The sample consisted of Grade-11 students at Khonsan Wittayakhom School in the first semester of the 2022 academic year, selected through cluster random sampling. The research instruments included lesson plans based on PBL combined with creative questioning, a subjective test measuring mathematical knowledge connection skills, and a four-option multiple-choice test measuring mathematics learning achievement. The results showed that the efficiency of the problem-based learning combined with creative questioning was 78.47/76.03, which was higher than the specified criterion. Students who learned through problem-based learning combined with creative questioning had mathematical knowledge connection skills higher than the 70 percent criterion, with statistical significance at the .05 level. Students who learned through problem-based learning combined with creative questioning had mathematics learning achievement higher than the 70 percent criterion, with statistical significance at the .05 level. Students' mathematical knowledge connection skills after learning were significantly higher than before learning at the .05 level. Lastly, students' mathematics learning achievement after learning was significantly higher than before learning at the .05 level.

Keywords: Problem-based learning; Creative questioning; Mathematical knowledge connection skills; Mathematics learning achievement

ผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

พรรณนิภา จันมา^{1*} และ มนตรี ทองมูล²

¹สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

*E-mail: 63010558010@msu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1. เพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ และ 5. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคอนสารวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ มีประสิทธิภาพ 78.47/76.03 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์มีทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์มีทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน; การใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์; ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

บทนำ

คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างมีระบบ และระเบียบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างละเอียด รอบคอบ สามารถสร้างข้อ คาดการณ์วางแผนตัดสินใจและสามารถแก้ปัญหาได้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ ศาสตร์อื่น ๆ จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ดังกล่าว หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนด สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ในหลักสูตรทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาจนถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อให้นักเรียนมี ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาการดำเนินชีวิตและศึกษาต่อ มีเหตุผลมีเจตคติที่ดีต่อวิชา คณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและมีความคิดสร้างสรรค์ (Ministry of Education, 2017)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญศาสตร์หนึ่ง มีเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตร มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎีในสาระคณิตศาสตร์ที่จำเป็นพร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ การแก้ปัญหา การ สื่อสารสื่อความหมาย การเชื่อมโยง การให้เหตุผลและมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึง ความสำคัญของคณิตศาสตร์สามารถนำความรู้ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ตลอดจนการประกอบ อาชีพและมีความสามารถในการเลือกสื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือ ในการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

จากการที่ผู้วิจัยได้สอบถามครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอคอนสาร พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำความรู้จากเรื่องที่เรียนไปใช้หรือเชื่อมโยงกับเรื่องอื่นได้ และไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากที่ตนเองเคยเจอ นักเรียนเชื่อมความสัมพันธ์ของเนื้อหาไม่ได้ มักมีข้อผิดพลาดในการใช้สูตร ทฤษฎี กฎ นิยาม และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งด้านคำนวณและการตีโจทย์ นักเรียนมักมองไม่เห็นคุณค่าของ คณิตศาสตร์ และจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ต่ำกว่าเกณฑ์ จำเป็นต้องได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ซึ่งมีความสำคัญไม่ น้อยไปกว่าทักษะอื่น ๆ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหา และ หลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ผู้เรียนสามารถสัมพันธ์ความรู้ หรือปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่เรียนมากับปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ และพัฒนาความเข้าใจ และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Makhanong (2016) กล่าวว่า การเชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป การเชื่อมโยงมี ความสำคัญ และจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงจะ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้นตลอดจนมองเห็น ความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของ การเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้ กับศาสตร์สาขาอื่นได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจไม่ใช่เป็นเพียง วิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทักษะการ เชื่อมโยงจึงถูกเน้นมากในการเรียนการสอนปัจจุบัน

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษารูปแบบการสอนต่าง ๆ ในการส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และได้สนใจการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหรือ PBL ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากวิธีดั้งเดิมที่เน้นตัวสาระความรู้และ มุ่งเน้นที่ผู้สอนเป็นสำคัญ แต่การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเน้นผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียน เกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ในสาขาวิชาที่ตนศึกษา ด้วย (Thammabut, 2002) การเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะ และกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้ สามารถเรียนรู้โดยชี้นำตนเอง ซึ่งมีวิจัยที่สอดคล้อง เช่น การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา: วิธีใด มีประสิทธิภาพมากกว่ากัน ในการส่งเสริมความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้โดยใช้ PBL และ CBL ทั้งสองการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และชี้ให้เห็น ว่าควรสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Dewi and Nurjanah, 2022)

การใช้คำถามเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการเรียนรู้ ทำให้เกิดทักษะการขยายความคิดของผู้เรียนเกิดการสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงความคิด นำนักเรียนเข้าสู่ปัญหาใหม่ที่สนใจและครูสามารถตรวจสอบพื้นฐานและประสบการณ์เดิมของนักเรียน ทำให้สามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการใช้คำถามมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับบริบทและ

จุดประสงค์ของการเรียนรู้ซึ่ง Yanachai (2006) ได้กล่าวว่าการถามอย่างสร้างสรรค์ เป็นคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด หรือคำถามที่สามารถตอบได้หลายทิศทาง นำไปสู่การคิดแบบจินตนาการประยุกต์ ความคิดเห็นใหม่ ๆ สู่กระบวนการคิดและการค้นพบวิธีการแก้ไขปัญหาใหม่ ๆ ซึ่งเป็นความคิดที่คนอื่นมองข้าม หรือคาดไม่ถึง เป็นคำถามที่สามารถคิดได้กว้าง เน้นทั้งปริมาณและคุณภาพ ซึ่งเป็นการผสมผสานสัมพันธ์ เชื่อมโยงระหว่างความคิดเข้าด้วยกันอย่างต่อเนื่องกันไป ผู้วิจัยจึงสนใจการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์มาช่วยในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ประเภท คือ 1. ประเภทคล่องแคล่ว 2. ประเภทคิดยืดหยุ่น 3. ประเภทคิดริเริ่ม 4. ประเภทละเอียดลออ

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันเป็นจุดเริ่มต้นและกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจของกระบวนการเรียนรู้ที่นำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองจากการค้นคว้า สืบค้นข้อมูล ผู้สอนมีบทบาทในการเสนอแนะใช้เทคนิคการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ตลอดการจัดการเรียนรู้ และอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขึ้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ประเภทคิดคล่องแคล่ว ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ประเภทละเอียดลออ ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ประเภทละเอียดลออ ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ประเภทยืดหยุ่น ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ประเภทละเอียดลออ ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ประเภทคิดยืดหยุ่นและคิดริเริ่ม

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ ดังรูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์

เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการชี้แนะให้นักเรียนได้คิด สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันได้ และเพื่อเป็นข้อมูล แนวทางสำหรับครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์
5. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์

สมมติฐานการวิจัย

- 1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ มีทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70
- 2. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าร้อยละ 70
- 3. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ มีทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
- 4. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดสอบ (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบวิจัยกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (แผนการเรียน วิทย์-คณิต) จำนวน 4 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 119 คน โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในอำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จัดการเรียนการสอนแบบความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 29 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง เวกเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ แผนละ 1 ชั่วโมง ประกอบไปด้วย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	การบวกเวกเตอร์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	การลบเวกเตอร์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	ระยะทางระหว่างจุดสองจุดในระบบพิกัดฉากสามมิติ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติและสามมิติ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	ผลคูณเชิงสเกลาร์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	การใช้เวกเตอร์ในการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	การใช้เวกเตอร์ในการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาประเมินคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสมความชัดเจน ความเป็นไปได้ของการนำไปใช้ และความสอดคล้องขององค์ประกอบ และนำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาดำเนินการหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นแบบมาตรฐานส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ค่าเฉลี่ย	หมายถึง
4.51-5.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	มีความเหมาะสมมาก
2.51-3.50	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.50	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

จากนั้นพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดให้มีความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.51-5.00 เป็นเกณฑ์คุณภาพความเหมาะสมที่ยอมรับว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพ และสามารถนำไปใช้ได้

2. แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชนิดอัตนัย จำนวน 6 ข้อ นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยตั้งแต่ 0.5-1.00 จำนวน 3 ข้อ ประกอบไปด้วย ข้อที่ 1 การบวกลบเวกเตอร์ ข้อที่ 2 การหาระยะทางระหว่างจุด ข้อที่ 3 การหาขนาดเวกเตอร์และการคูณเชิงเวกเตอร์ นำแบบทดสอบที่พิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเวลา และนำคะแนนมาวิเคราะห์หาความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย อยู่ในช่วง 0.31 - 0.51 และอำนาจจำแนก อยู่ในช่วง 0.60 - 0.72 โดยพิจารณาค่าความยากง่ายให้อยู่ในเกณฑ์ 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ 0.20 ขึ้นไป (Srisa-ard, 2013) แล้วนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.99

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ผลการทดสอบมาหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B-index) เป็นรายข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย อยู่ในช่วง 0.28 - 0.62 และอำนาจจำแนก อยู่ในช่วง 0.48 - 0.83 เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ไว้ใช้ และนำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.89

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. แบบแผนที่ใช้ในการทดลอง การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One Group Pretest Post-test Design) รูปแบบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One Group Pretest Post-test Design) (Worakham, 2019)

ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
O_1	X	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้

- O_1 แทน การทดสอบและการวัดที่จัดกระทำก่อนการทดลอง
- X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์
- O_2 แทน การทดสอบและการวัดที่จัดกระทำหลังการทดลอง

2. วิธีการดำเนินการวิจัย การดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 เตรียมความพร้อมของนักเรียน ชี้แจงรายละเอียดขั้นตอน และวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์แก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ ดังนี้

1. เชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา: จัดกลุ่มนักเรียนและนำเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ต้องเรียนในชั่วโมงนั้นและเป็นสถานการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ผู้วิจัยจะใช้คำถามประเภทคิดคล่องแคล่ว เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มระบุความรู้ หัวข้อ ชื่อเรื่อง หรือเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือต้องใช้ในการแก้ปัญหา

2. ทำความเข้าใจกับปัญหา: นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองกันพิจารณาสถานการณ์ทำความเข้าใจและวางแผนในการศึกษาค้นคว้าความรู้ที่เกี่ยวข้อง ครูผู้สอนใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ประเภทละเอียดลออเพื่อให้ผู้เรียนวางแผนในการสืบค้นข้อมูล คอยให้คำชี้แนะและตรวจสอบความถูกต้อง

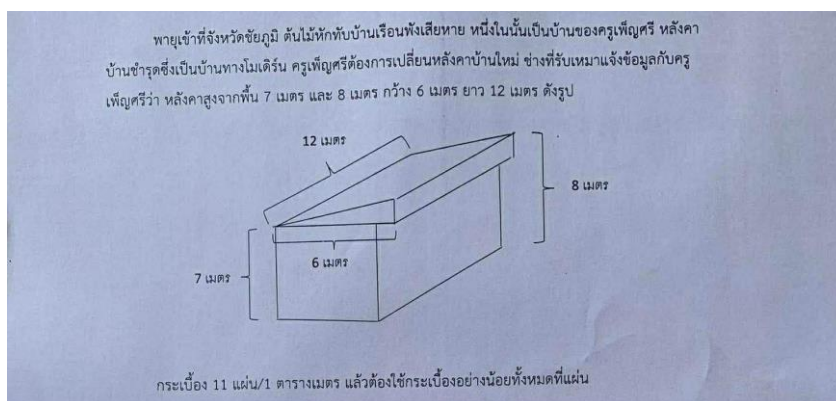
3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า: นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 ครูใช้เทคนิคการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ประเภทยืดหยุ่นเพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการสืบค้นข้อมูล จนได้ข้อมูลเพียงพอต่อการแก้ปัญหา โดยครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียน

4. สังเคราะห์ความรู้: นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามา และร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้ ครูใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ประเภทยืดหยุ่น เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สังเคราะห์ความรู้

5. สรุปและประเมินค่าของคำตอบ: นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหา พร้อมตรวจสอบคำตอบ ครูใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ประเภทละเอียดลออเพื่อให้ผู้เรียนสรุปวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบได้อย่างถูกต้อง

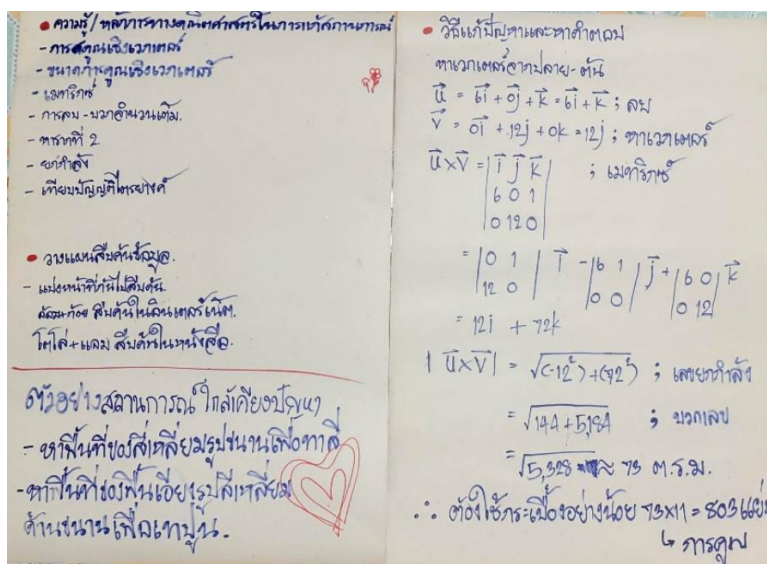
6. นำเสนอและประเมินผลงาน: ครูเลือกกลุ่มนำเสนอผลงาน โดยเลือกจากคำตอบและวิธีการหาคำตอบ หากกลุ่มใดมีวิธีการและคำตอบที่เหมือนกันจะเลือกมาแค่กลุ่มเดียว นักเรียนกลุ่มที่ถูกคัดเลือกนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องร่วมกันประเมินผลงาน ครูผู้สอนใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ประเภทยืดหยุ่นเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นที่แตกต่างและประเภทคิดริเริ่มเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นที่แปลกใหม่หากสถานการณ์เปลี่ยนไป

ผู้วิจัยได้แสดงตัวอย่างสถานการณ์ที่นำเสนอให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ ดังรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 2 ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยได้แสดงผลงานนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ ดังรูปภาพที่ 3



รูปภาพที่ 3 ตัวอย่างผลงานนักเรียน

2.4 ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) หลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.5 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

2.6 วิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ ปัญหา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และสรุปผลการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และ เรื่อง เวกเตอร์ มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 70/70

3. ทดสอบการแจกแจงปกติ (normal) ของคะแนนทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบการแจกแจงปกติ ซึ่งเป็นสมมติฐานของการทดสอบ t-test โดยผู้วิจัยใช้การทดสอบ Shapiro-Wilk Test เนื่องจากจำนวนข้อมูลเท่ากับ 29 ตัวอย่าง (น้อยกว่า 50) ผลการทดสอบทดสอบการแจกแจงปกติของคะแนนทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การทดสอบการแจกแจงปกติ (Normal) ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ก่อนเรียน	.150	29	.096	.940	29	.100
หลังเรียน	.175	29	.023	.917	29	.025

a. Lilliefors Significance Correction

พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมีค่า Sig. เท่ากับ 0.1 มากกว่า 0.05 นั่นคือ เป็นข้อมูลที่ไม่ผ่านการแจกแจงปกติ แต่หลังเรียนมีค่า Sig. เท่ากับ 0.025 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ทำให้ข้อมูลไม่ผ่านการแจกแจงปกติ เนื่องจาก

จำนวนตัวอย่างมีจำนวนไม่มากนัก ทำให้ t-test เป็นการทดสอบที่มีความแกร่ง (robust test) ต่อการแจกแจงของประชากรที่ไม่ใช่แบบปกติ ซึ่งหมายความว่า เป็นการทดสอบที่ไม่ทำให้ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนมากขึ้น ถ้าการแจกแจงของประชากรไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น ด้วยเหตุนี้การทดสอบ t-test ยังคงค่อนข้างมีความน่าเชื่อถือ

ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบการแจกแจงปกติของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน โดยพิจารณาการทดสอบ Shapiro-Wilk Test ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การทดสอบการแจกแจงปกติ (Normal) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ก่อนเรียน	.159	29	.059	.953	29	.214
หลังเรียน	.176	29	.023	.929	29	.053

a. Lilliefors Significance Correction

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนได้ว่า Sig. เท่ากับ 0.214 และหลังเรียน ได้ค่า sig. เท่ากับ 0.053 ซึ่งมากกว่า 0.05 นั่นคือ เป็นข้อมูลที่เป็นการแจกแจงปกติ

3. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one samples (Wongrattana, 2007)

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one samples (Wongrattana, 2007)

5. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเวกเตอร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ โดยนำผลคะแนนของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบ Dependent samples t-test

6. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเวกเตอร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ โดยนำผลคะแนนของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบ Dependent samples t-test

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการสะท้อนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิเคราะห์จากแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ชนิดอัตนัย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชนิดปรนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียนแต่ละคนที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ผลงานระหว่างเรียน และแบบทดสอบก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

เลขที่	คะแนนรวมระหว่างเรียน								ทดสอบ ก่อนเรียน (20)	ทดสอบ หลังเรียน (20)
	พฤติกรรมการร่วมมือ (64)	ใบงานกิจกรรมกลุ่ม (40)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม (144)	พฤติกรรมการร่วมมือ (30)	ใบงานกิจกรรมกลุ่ม (30)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม (100)		
$\bar{X}$	49.38	31.55	31.66	112.59	23.15	23.66	31.66	78.47	7.03	15.21
S.D.	3.11	2.49	3.03	7.08	1.46	1.87	3.03	5.23	1.57	1.50
ร้อยละ	77.16	78.88	79.14	84.02	77.16	78.88	79.14	78.47	35.15	76.03
ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้				78.47/76.03						

ตารางที่ 6 พบว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง เวกเตอร์ มีประสิทธิภาพ ด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.47 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 76.03 แสดงว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.47/76.03 ซึ่งประสิทธิภาพของ กระบวนการเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดส่วนประสิทธิภาพของผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 วิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชนิดอ้อนัย จำนวน 3 ข้อ โดยใช้สถิติ One Sample t-test ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ ร้อยละ 70

ทักษะการเชื่อมโยง ความรู้	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	p
หลังเรียน	29	27	21.38	2.76	18.9	4.84*	28	.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 7 พบว่าทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 เรื่อง เวกเตอร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.38 คิดเป็นร้อยละ 79.19 และเมื่อทดสอบด้วย One Sample t-test พบว่า มีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่าทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 วิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยใช้สถิติ One Sample t-test ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ ร้อยละ 70

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	p
หลังเรียน	29	20	15.21	1.50	14	4.34*	28	.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 8 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 เรื่อง เวกเตอร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.21 คิดเป็นร้อยละ 76.05 และเมื่อทดสอบด้วย One Sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์โดยใช้ สถิติ Dependent samples t-test ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์

ทักษะการเชื่อมโยงความรู้	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนการทดลอง	29	27	14.34	2.36	22.56*	.000*
หลังการทดลอง	29	27	21.38	2.78		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 9 พบว่าทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 เรื่อง เวกเตอร์ ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.34 และหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.38 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่าทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์โดยใช้ สถิติ Dependent samples t-test ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	T	p
ก่อนการทดลอง	29	20	7.03	1.57	41.07*	.000*
หลังการทดลอง	29	20	15.21	1.50		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 10 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.03 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.21 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ มีประสิทธิภาพ ด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.47 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 76.03 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถาม

เชิงสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.47/76.03 ซึ่งประสิทธิภาพของ กระบวนการเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดส่วนประสิทธิภาพของผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70 ผู้เรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน คือ สังเกตพฤติกรรมความร่วมมือ และใบกิจกรรมกลุ่ม ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน คิดเป็นร้อยละ 78.47 และได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.03 แสดงว่าแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งประสิทธิภาพของผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เนื่องจากก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้มีการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบชุดเดียวกันอาจส่งผลให้ผู้เรียนจำข้อสอบได้ ทำให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนมีค่ามากขึ้น ซึ่งในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความตั้งใจในการทำใบกิจกรรมกลุ่ม มีการช่วยกันสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาแก้ปัญหา อีกทั้งผู้สอนเน้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองและมีการสะท้อนผลกลับเพื่อให้นักเรียนได้รับรู้ถึงข้อบกพร่องของตนเองทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในส่วนของประสิทธิภาพของผลลัพธ์นั้น ผู้สอนได้กำหนดสถานการณ์และให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ทำความเข้าใจ ศึกษาค้นคว้าการแก้ปัญหา และสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นประสิทธิภาพของผลลัพธ์จึงสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์นี้เป็นการเน้นให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิด แก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากวิธีดั้งเดิมคือจะมุ่งเน้นตัวสาระ การเชื่อมโยงความรู้ และนักเรียนเป็นสำคัญโดยจะใช้ปัญหาจริงหรือสถานการณ์จำลองเป็นตัวเริ่มต้น กระตุ้นการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมในห้องเรียน ส่งผล ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นและที่สำคัญคือนักเรียนสามารถเกิดสมรรถนะในการเชื่อมโยงองค์ความรู้พื้นฐานกับองค์ความรู้ใหม่ได้แนวคิดในการอธิบายหลักการในการแก้ปัญหาของตน (Bunyanurak and Basanti, 2001)

2. ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงเท่ากับ 21.38 คิดเป็นร้อยละ 79.19 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเน้นการจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า และการเชื่อมโยงความรู้ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ซึ่งนักเรียนอาจพบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นทั้งยุทธวิธีการเรียนการสอนและใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดึงดูดนักเรียนให้เข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา (Torp and Sage, 1998)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้สอนมีบทบาทในการเสนอแนะใช้เทคนิคการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ตลอดการจัดการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยขั้นที่ 1 เชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา และขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในการแก้ปัญหา พิจารณาปัญหาและบอกได้ว่าปัญหาคำหนดอะไรมาบ้าง และปัญหามองต้องการทราบอะไร ช่วยส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านระบุนความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลได้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มที่ ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ และขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนได้ร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ สมการ วิธีการแก้ปัญหา สรุปคำตอบพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ ช่วยส่งเสริมทักษะด้านที่ 2 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้สถานการณ์ปัญหา ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนได้นำเสนอผลงานของตนเองและได้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง ช่วยส่งเสริมทักษะ ด้านที่ 3 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

จากผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นการระบุนความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.00 คิดเป็นร้อยละ 77.78 ด้านการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้สถานการณ์ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.10 คิดเป็นร้อยละ 78.89 และด้านยกตัวอย่างเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.28 คิดเป็นร้อยละ 80.89 ซึ่งจะพบว่าคะแนนความสามารถในเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น และยังเป็นวิธีที่เน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Jairean and Rojsiraphisal (2017) ได้ศึกษาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยผ่านการใช้คำถามเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ ผลการวิจัยพบว่าหลังการจัดการเรียนการสอนผ่านการใช้คำถามเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์นักเรียนร้อยละ 60 มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม ร้อยละ 30 มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่

ในระดับดีมาก ร้อยละ 5 มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี และร้อยละ 5 มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างดี และยังสอดคล้องกับ Aisyah and Usdiyana (2022) ได้ศึกษาการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ โดยรวมมีผลเชิงบวกที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมต่อความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งเสริมให้นักเรียนได้เผชิญปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างใกล้ชิด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความจำเป็น โดยเฉพาะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.21 คิดเป็นร้อยละ 76.05 ทั้งนี้เนื่องมาจากจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ เป็นวิธีการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ เรียนรู้และสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง และผู้สอนมีบทบาทในการเสนอแนะใช้เทคนิคการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ตลอดการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย และอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Susaorat (2010) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการในการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้น โดยที่ปัญหานั้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้และแสวงหาความรู้ หาคำตอบ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในรายละเอียดของปัญหานั้นด้วยตนเอง และผู้เรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงกล่าวได้ว่ากระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง เนื่องจากความรู้และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้เกิดขึ้นด้วยตัวผู้เรียน และผู้วิจัยได้ใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ตลอดการจัดการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด เกิดการอยากเรียนรู้ เชื่อมโยงสถานการณ์ต่าง ๆ เข้ากับเนื้อหาที่กำลังศึกษาจนเกิดเป็นความคิดรวบยอด และยังช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.47/76.03 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 70/70 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์มีทักษะการเชื่อมโยงความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามเชิงสร้างสรรค์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 สำหรับแนวปฏิบัติทางการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนมีการใช้คำถามซึ่งต้องให้เวลากับนักเรียนในการคิดเพื่อตอบคำถาม โดยครูควรถามคำถามให้ทั่วถึง และถามคำถามหลากหลายรูปแบบทั้งถามโดยรวม และถามเป็นรายบุคคล เพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างสม่ำเสมอ

1.2 ควรสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนให้เป็นห้องเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนสามารถซักถามเมื่อเกิดข้อสงสัยและกล้าตอบคำถามโดยไม่กลัวความผิดพลาด เพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก และครูควรมีการเสริมแรงอย่างต่อเนื่อง

1.3 ควรใช้สื่อการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาและเหมาะสมกับลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งคำนึงถึงสภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนการสอน และความสะดวกของการใช้สื่อการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการใช้แนวปฏิบัติทางการสอนแบบอื่น ๆ เช่น เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ เช่น ความน่าจะเป็น

2.2 ควรมีการศึกษาแนวปฏิบัติทางการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ขอความยินยอมจากผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักความเคารพในสิทธิส่วนบุคคล หลักคุณประโยชน์และไม่ก่ออันตรายต่อผู้เข้าร่วมวิจัยและหลักความยุติธรรม พร้อมทั้งได้ดำเนินการขออนุญาตจากทางสถานศึกษาอย่างเป็นทางการ

การใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ เพื่อสนับสนุนการทำการวิจัยและการเขียนบทความได้ในระดับที่เหมาะสม เช่น ตรวจสอบความถูกต้องของการสะกดคำและไวยากรณ์ ใช้ภาษาให้ชัดเจนเท่านั้น ในส่วนของข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผล ผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

References

- Aisyah, S. and Usdiyana, D. (2022). A meta analysis study: is Problem Based Learning (PBL) effective toward students' mathematical connections ability?. *Journal of Physics: Conference Series*, 2157, 012036.
- Bunyanurak, P. and Basanti, M. (2001). **Problem-based learning** (in Thai). Bangkok: Thana Press and Graphic.
- Dewi, E. R. and Nurjanah, A. (2022). Problem-based learning and case-based learning: Which is more effective for fostering mathematical connection?. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 9(2), 124-136.
- Jairean, J. and Rojsiraphisal, P. (2017). Using questions to promote mathematical connection skills for grade-11 students (in Thai). *Proceedings of the 22nd Annual Meeting in Mathematics (AMM 2017)* (pp. EDM-05, 1-10). Chiang Mai: Chiang Mai University.
- Makhanong, A. (2016). **Mathematical skills and processes: Development for progress** (in Thai). Bangkok: Center for Textbooks and Academic Documents Faculty of Education Chulalongkorn University.
- Ministry of Education. (2017). **Basic Education Core Curriculum B.E. 2551, revised B.E. 2560** (in Thai). Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Printing House.
- Srisa-ard, B. (2013). **Statistical methods for research** (in Thai). Bangkok: Suweeriyasarn.
- Susaorat, P. (2010). **Development of thinking**. (4th ed) (in Thai). Bangkok: Technic Printing.
- Thammabut, M. (2002). Development of learning quality using PBL (Problem-Based Learning). *Academic Journal*, 5(2), 11-17.
- Torp, L. and Sage, S. (1998). **Problems as Possibilities: Problem-Based Learning for K-12 Education**. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Wongrattana, C. (2007). **Techniques for using statistics for research** (in Thai). Nonthaburi: Taineramitkij Inter Progressive.
- Worakham, P. (2019). **Educational Research**. (10th ed) (in Thai). Maha Sarakham: Taksila Printing.
- Yanachai, M. (2006). What are the characteristics of questions that promote creativity? (in Thai). *Academic Journal of Uttaradit Rajabhat University*, 2(2), 22-31.