

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชัน
ปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITIES USING POLYA'S PROBLEM-SOLVING PROCESS COMBINED
WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS TO ENHANCE THE ABILITY TO SOLVE MATHEMATICAL
PROBLEMS ON A SYSTEM OF LINEAR EQUATIONS IN TWO VARIABLES
FOR MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS

จิราภรณ์ วงษ์ทัน* และ อาทร นกแก้ว

Jiraporn Wongthun* and Artorn Nokkaew

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

Program in Mathematics Education, Faculty of Education, Naresuan University,

Phisanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author: E-mail: jirapornwongthun@gmail.com

รับบทความ 21 พฤษภาคม 2567 แก้ไขบทความ 4 กรกฎาคม 2567 ตอรับบทความ 16 กรกฎาคม 2567 เผยแพร่บทความ เมษายน 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางและผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 36 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งใน จังหวัดอุดรธานี โดยเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวัดคะแนนเพิ่มขึ้น สัมพัทธ์ และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัย พบว่า

1. แนวทางจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรมีแนวปฏิบัติใน 3 ประเด็น ดังนี้ 1) เลือกแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่เหมาะสมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละระยะ 2) ออกแบบกิจกรรมโดยส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการให้เหตุผลและการถกเถียงอภิปราย และออกแบบการใช้งานแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ร่วมกันเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ 3) ถ่ายโอนความสามารถในการแก้ปัญหาโดยถอนการใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง

2. นักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการคิด/แปลงปัญหาสูงสุด คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ เป็น 79.17 รองลงมา คือ ด้านการใช้ ด้านการให้เหตุผลและด้านการตีความ คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์เฉลี่ย เป็น 56.86, 42.52 และ 32.96 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้, กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา, แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์

ABSTRACT

This action research aimed to investigate guidelines and outcomes of a learning activity management based on Polya's problem-solving process integrated with artificial intelligence (AI) applications to enhance

the mathematical problem-solving ability on a system of two linear equations. The research participants consisted of 36 Mathayomsuksa 3 students from a school in Uttaradit Province, Thailand. The research instruments included lesson plans, worksheets, reflection forms, and a mathematical problem-solving ability test. The data analysis was conducted using relative gain scores and content analysis.

The research results revealed that:

1. The proposed guidelines for managing learning activities included three aspects: 1) selecting AI applications suitable for each step of the mathematical problem-solving process; 2) designing activities that promote group work, using questions to stimulate reasoning and discussion, and collaboratively designing AI applications to enhance mathematical process skills; and 3) Gradually withdrawing AI application support to transfer problem-solving abilities, encouraging students to solve problems independently.
2. The students demonstrated the greatest improvement in their problem-solving ability in terms of thinking and transforming problems, with a relatively gained score of 79.17. Improvements were also observed in their utilization, reasoning, and interpretation, with average relative gain scores of 56.86, 42.52 and 32.96 respectively.

Keywords: Mathematical Problem-Solving Ability, Learning Activity Management, Polya's Problem-Solving Process, Artificial Intelligence Applications

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต แต่ในสภาพปัจจุบันนั้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรดังจะเห็นได้จากการประเมินนักเรียนระดับนานาชาตินับตั้งแต่การประเมินครั้งแรกใน PISA 2000 แม้ว่าประเทศไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์น้อยกว่าค่าเฉลี่ย OECD แต่ก็เป็นคะแนนคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไทยทำได้สูงสุดตั้งแต่ที่มีการประเมินมาหลังจากนั้นตลอดระยะเวลาเกือบ 20 ปี ความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่ได้มีการพัฒนาขึ้นซึ่ง พบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนตั้งแต่การประเมินรอบแรกจนถึงปัจจุบัน ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของไทยไม่เปลี่ยนแปลง (ศูนย์ดำเนินการงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, หน้า 177) และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) พบว่า ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ในปีการศึกษา 2565 มีคะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ ร้อยละ 24.39 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน กล่าวคือ คะแนนส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาระดับชาติ O-NET ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระดับโรงเรียน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์อยู่ที่ร้อยละ 23.58 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศและสาระที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต จากการวิเคราะห์เนื้อหาสาระจำนวนและพีชคณิตตามมาตรฐาน ค 1.3 เป็นเนื้อหาสาระใช้ปัจจัย สมการ อสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้ ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 6 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร นอกจากนี้ยังพบว่า ผลการเรียนรู้เฉลี่ยรวมในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 รหัสวิชา ค 23102 มีระดับการเรียนรู้เฉลี่ยต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่ทางโรงเรียนกำหนดไว้ เมื่อพิจารณาเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนค่อนข้างต่ำ พบว่า เป็นเนื้อหาเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นการแก้โจทย์ปัญหาและเนื้อหาที่มีลักษณะที่เป็นนามธรรม อีกทั้งจากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยที่เป็นครูมา 7 ปี ปัญหาที่พบ คือ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มักจะทำโจทย์ปัญหาไม่ได้ อ่านโจทย์ไม่เข้าใจ ทำให้เขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง ทำให้แก้โจทย์ปัญหาไม่ได้ ดังนั้น ครูผู้สอนจึงหาวิธีการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น และ Mohamad Rasidi Pairan (2020) ได้ศึกษาผลกระทบของแอปพลิเคชันมือถือ Photomath ต่อความสำเร็จและทัศนคติของการเรียนรู้สมการพีชคณิตสำหรับนักเรียน

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศมาเลเซีย ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 33 คน ผ่านการทดสอบก่อนและหลังและแบบสอบถาม ข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนและหลังใช้เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของนักเรียนหลังการใช้ Photomath มีการทดสอบคะแนนเฉลี่ยที่แตกต่างกันสำหรับการทดสอบก่อนและหลังการทดสอบ และใช้การทดสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบที วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา การศึกษานี้ พบว่า การประยุกต์ใช้โฟโตแมทช่วยเพิ่มการเรียนรู้สมการพีชคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความเชื่อและความพร้อมของผู้เข้าร่วมต่อ Photomath ยังอยู่ในระดับปานกลาง และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาที่ได้รับความนิยม ได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหาโพลยา (Polya, 1957, p. 16) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ 4 ขั้นตอน ซึ่งสรุปได้ดังนี้ 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่พิจารณาถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการหาคำตอบ จะทำให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจน 2. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้แล้วใช้ความรู้ประกอบกับประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาในการวางแผนเพื่อให้ได้วิธีการในการหาคำตอบของปัญหา 3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ลงมือกระทำตามแผนที่วางไว้จนได้คำตอบของปัญหา และ 4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาว่าครบถ้วนถูกต้องทุกขั้นตอนหรือไม่ และคำตอบที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่ จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา ปานพระจันทร์ จันทร์พรหม (2565) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้บาร์โมเดลร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รัฐวัฒน์ หอมรื่น และคณะ, 2566, หน้า 234)

จากความสำคัญและปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนากระบวนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถเลือกแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งสามารถนำแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ไปใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำกระบวนการแก้ปัญหามาใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ในชั้นการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) เป็นขั้นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการมองไปที่ตัวปัญหาโดยพิจารณาโจทย์ แล้วใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจสอบข้อมูลที่นักเรียนสร้างขึ้น ศึกษาแบบการนำเสนอการทำความเข้าใจในแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาวัยวิธีใด จะแก้ปัญหายังไง จะต้องใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ แอปพลิเคชันใดในการช่วยเรียนรู้วิธีการหาคำตอบ แล้วพิจารณาข้อมูลหรือคำตอบที่ได้ว่ามีความสัมพันธ์กับโจทย์ที่กำหนดให้หรือไม่ หากไม่มีความสัมพันธ์กับโจทย์ที่กำหนดให้จะใช้แอปพลิเคชันใดที่มีความสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้ผลตามเป้าหมายของปัญหาของแอปพลิเคชันแบบต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) เป็นขั้นตอนที่ใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาแล้วนักเรียนทำความเข้าใจขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา และตรวจสอบความเป็นไปได้คำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ และใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหานักเรียนในแต่ละขั้นตอน

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์โดยพิจารณาและตรวจสอบว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ โดยตรวจสอบเพื่อผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ โดยใช้การแทนค่าคำตอบ แล้วพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาให้กะทัดรัดชัดเจนเหมาะสมขึ้นเพื่อนำมาพูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิด ขั้นตอนนี้ครอบคลุมถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านมาขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการอื่น ๆ

2. แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ หมายถึง โปรแกรมหรือกลุ่มของโปรแกรมที่มีการผสมผสานปัญญาประดิษฐ์ ได้แก่ Photomath, Graspable Math, QANDA, Gemini (Google brad) และ Alisa Ai โดยครูใช้ตัวอย่างในแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ในการนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาและใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ นักเรียนศึกษาตัวอย่างในแอปพลิเคชันควบคู่กับการทำแบบฝึกหัดจนทำให้บรรลุผลลัพธ์ ตอบโจทย์ของผู้เรียนในการช่วยแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาประยุกต์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ผู้แก้ปัญหานำความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์ที่ศึกษาจากแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ในการหาวิธีการดำเนินการ การหาคำตอบของปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ในการทำความเข้าใจปัญหา ระบุมุมมองที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม นำวิธีที่เลือกมาปฏิบัติหาคำตอบและนำผลการดำเนินการมาวิเคราะห์ สรุปและสื่อสาร วัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และใบกิจกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมุ่งวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 การคิด/แปลงปัญหา นักเรียนสามารถอ่าน ถอดความ ทำความเข้าใจคำถาม ภาระงาน รวมทั้งสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาและระบุตัวแปรที่มีความสำคัญ โดยสามารถจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหา โดยสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่าย สามารถวิเคราะห์และแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์โดยใช้เครื่องหมายแทนลักษณะจำเพาะให้กับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งสามารถให้เหตุผลและเข้าใจข้อจำกัดและสมมติฐานในปัญหา ประกอบด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.1 สามารถระบุประเด็นปัญหา คือ นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการจากสถานการณ์ปัญหา

1.2 ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์เพื่อทำการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น คือ นักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

1.3 ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ในสถานการณ์ปัญหา

1.4 ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ คือ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

องค์ประกอบที่ 2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ นักเรียนสามารถแสดงวิธีการคำนวณ เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์โดยสามารถนำเสนอวิธีการ ลำดับขั้นตอนในระหว่างการทำผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ คือ นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กัน

2.2 นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอน วิธีการ กระบวนการที่หลากหลายและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา คือ นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์

2.3 ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนเรียนสามารถให้เหตุผลว่าเหตุใดจึงเลือกใช้กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์

องค์ประกอบที่ 3 คือความและประเมินนักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ว่าคำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ และสามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

3.1 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหา คือ นักเรียนสามารถอธิบายผลลัพธ์ของสถานการณ์และนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัญหา

3.2 ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหา คือ นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา

3.3 อธิบายและให้เหตุผลว่า เหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหา

หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

การเรียนการสอนเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนมีวิธีการที่ดีในการแก้โจทย์ปัญหามากกว่าที่จะสอนให้รู้คำตอบของปัญหา โดยพยายามส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบรูปแบบหรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีกระบวนการสอนคืออย่างมีลำดับขั้นตอน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบและถูกต้องมากยิ่งขึ้น กระบวนการที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา Polya (1957, pp. 5–40) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจในปัญหา ผู้ที่แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะต้องพยายามทำความเข้าใจในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น จะต้องวิเคราะห์ปัญหาว่สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มานั้นมีอะไรบ้าง มีเงื่อนไขหรือไม่ อย่างไร มีการเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร เงื่อนไขหรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ข้อมูลเหล่านั้นเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการหาคำตอบหรือไม่ ถ้าใช้การวาดรูปการเขียน แผนภูมิ การใช้สัญลักษณ์ที่เหมาะสม การแบ่งเงื่อนไขต่าง ๆ ออกเป็นส่วน ๆ และบันทึกข้อมูลเพื่อจะช่วยให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หรือหาแนวทางแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะต้องหาความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวพันของข้อมูลที่มีอยู่กับสิ่งที่ต้องการทราบ ต้องถามตนเองว่าเคยเห็นปัญหาแบบนี้ หรือที่มีรูปแบบ หรือโครงสร้างเช่นนี้มาก่อนหรือไม่ เคยพบปัญหาที่เกี่ยวข้องทำนองนี้มาก่อนหรือไม่มีทฤษฎี หรือหลักเกณฑ์ใดที่เคยเรียนมาแล้ว จะนำมาใช้หากยังหาแนวทางแก้ปัญหาไม่ได้ก็ต้องการทราบค่า และพยายามคิดถึงปัญหาที่เคย พิจารณาว่าจะนำส่วนใดมาใช้ได้บ้างข้อมูลที่มีอยู่ สามารถปรับแปรความหรือขยายความเพิ่มเติมหรือเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันได้อย่างไร

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผนเป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนในระหว่างทำควรได้มีการตรวจสอบการกระทำทีละขั้น ๆ ว่าถูกต้องหรือไม่ สามารถพิสูจน์หรือให้เหตุผลได้ในแต่ละขั้นตอนจนได้คำตอบที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบย้อนกลับ พิจารณาคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่มีเหตุผลหรือวิธีการตรวจสอบย้อนกลับอย่างไร นอกจากนั้นควรพิจารณาด้วยว่ามีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีวิธีอื่น ๆ หรือไม่ คำตอบที่ได้หรือกระบวนการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นสามารถนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ ได้อีกหรือไม่

แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ (AI)

Thaiprogrammer (2018) อ้างอิงใน กมลชนก พูลสวัสดิ์, รุ่งนภา วันเพ็ญ, ศศธร ห่มซ้าย และพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ (2565, หน้า C3) กล่าวว่า ปัญญาประดิษฐ์ หรือ Artificial Intelligence (AI) เป็นระบบประมวลผล ความฉลาดเทียมที่สร้างให้กับสิ่งไม่มีชีวิตให้เท่าเทียมกับมนุษย์ มีระบบประมวลผลคล้ายสมองของมนุษย์ ก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นการทำงาน เช่น การจดจำคำพูด การแปลภาษา Chatbots การโต้ตอบอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติที่ใช้หุ่นยนต์ทำงาน เป็นต้น ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในปัจจุบันไม่ได้เป็นเพียงแค่คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ แต่ได้พัฒนาสู่หลากหลายแพลตฟอร์ม รวมถึงการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการศึกษาซึ่งจะทำให้ศักยภาพในการปฏิวัติวิธีที่เราสอนและเรียนรู้ทำให้การศึกษามีประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ และผู้เรียนเข้าถึงได้มากขึ้น ตั้งแต่การเรียนรู้ส่วนบุคคลไปจนถึงการจัดการงานโดยอัตโนมัติ โดยแอปพลิเคชันได้แก่

1. Photomath แอปที่ขับเคลื่อนด้วย AI มอบแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้ใช้สามารถจับภาพปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้นแอปจะให้อธิบายวิธีแก้ปัญหาละขั้นตอน
2. QANDA เป็นแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่ใช้ AI ใช้เทคโนโลยี Optical Character Recognition (OCR) เพื่อสแกนปัญหาทางคณิตศาสตร์และให้แนวทางแก้ไขปัญหารวมคำอธิบายเป็นขั้นเป็นตอน "QANDA" ซึ่งเป็นแอปบนมือถือที่ช่วยให้นักเรียนทุกระดับชั้นได้รับวิธีแก้โจทย์ทันทีและการช่วยเหลือแบบตัวต่อตัวโดยผู้สอนจากมหาวิทยาลัยชั้นนำ
3. Alisa Ai รับบทเป็นผู้ช่วยส่วนตัว ผู้เข้าใจภาษาไทยและสามารถพูดคุยผ่าน Official Line Account ถามตอบ-ช่วยทำงานได้ผ่าน LINE OA โดย "Alisa (อลิสา)" สามารถถามตอบได้ทั่วไป หรือช่วยเหลือข้อมูลต่าง ๆ ได้
4. BARD หรือ Gemini คือ AI หรือ ปัญญาประดิษฐ์ที่ Google กำลังจะเตรียมเปิดตัวให้ใช้ทั่วโลก จัดอยู่ในประเภท chatbot ที่มีความสามารถรอบด้านเหมือนกับ ChatGPT, BARD ถูกขับเคลื่อนด้วยโมเดลของ LaMDA (Language Model for Dialogue Applications) โมเดลภาษาขนาดเล็ก ของ Google ที่ใช้จำลองภาษาเพื่อใช้ในการสนทนา

ความสามารถในการปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 12-57) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าความสามารถของนักเรียนในการทำความเข้าใจปัญหา คัดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งมีกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร ต้องการให้หาอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง เกี่ยวข้องกับความรู้ใดบ้าง การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ ช่วย เช่น วาดภาพ เขียนตาราง เป็นต้น
2. วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใดจะแก้ได้อย่างไร รวมถึงพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ผู้เรียนมีอยู่ เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหา ตอนนี้เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้

4. ตรวจสอบ เป็นการพิจารณาความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

กรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ PISA 2003 และ PISA 2012 มีขอบเขตการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ 1) กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2) เนื้อหาคณิตศาสตร์ และ 3) สถานการณ์หรือบริบท (contexts) และในปี 2021 มีการประเมินคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่

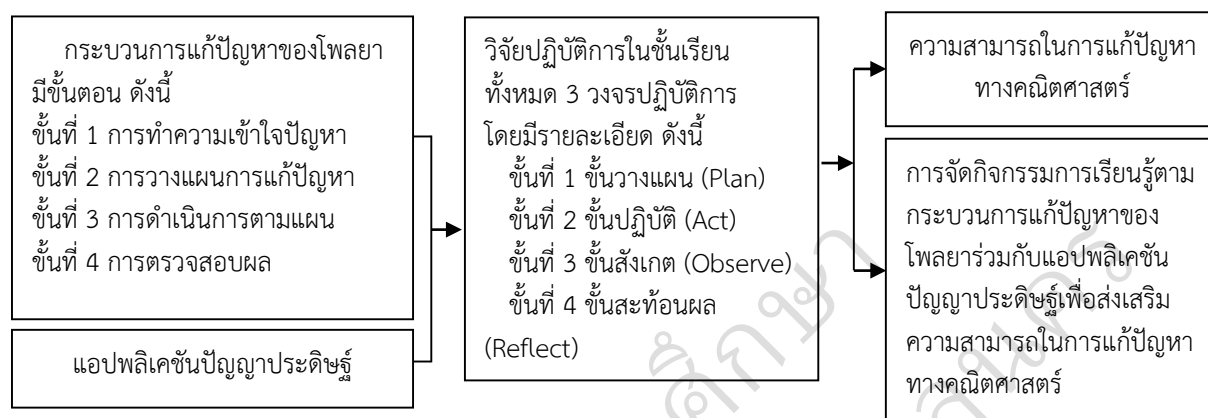
1. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical reasoning) และการแก้ปัญหา (Problem solving) ที่บุคคลใช้เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical content) ที่บุคคลนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
3. บริบท (Context) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและทักษะที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งสัมพันธ์กับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

จะเห็นได้ว่านักเรียนต้องสามารถนำความรู้จากเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในบริบทที่ท้าทายหรือแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตจริง เริ่มตั้งแต่การแปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ ใช้หลักการ วิธีการ และเลือกใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหานั้น จากนั้นตีความและประเมินผลลัพธ์ให้อยู่ในบริบทของชีวิตจริง ซึ่งในแต่ละกระบวนการแก้ปัญหามันต้องอาศัยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น รวมถึงคิดอย่างไตร่ตรองถึงกระบวนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินและตัดสินใจความน่าเชื่อถือของข้อมูล

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยการนำแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์มาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) แบบของ Schmuck, R.(2006) ซึ่งดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน โดยกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) แบบของ Schmuck, R.(2006) ซึ่งดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงจรประกอบไปด้วย ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) ตามลำดับ ในการวิจัยนี้จะดำเนินการ ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ โดยเมื่อดำเนินการมาถึงขั้นสะท้อนผลแล้วผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากขั้นนี้มาสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในขั้นวางแผนของวงจรปฏิบัติการถัดไปจนครบจำนวนวงจรปฏิบัติการที่กำหนด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) สืบค้นและวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วางแผนและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย นำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องจากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) นำแผนการจัดการเรียนรู้มาใช้ในห้องเรียนโดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ว่า ได้ผลหรือไม่โดยจะทำการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ลงแบบสะท้อนผล พร้อมทั้งมีการบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้โดยใช้เครื่องบันทึกวิดีโอ เพื่อใช้ประกอบการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พร้อมกับมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนักเรียนจะทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยจะนำเอาข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 3 คือ แบบบันทึกการสะท้อนผล และแบบบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำผลทั้งหมดที่ได้มาวิเคราะห์ พูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้และวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบวงจร โดยการทำซ้ำไปจนครบทั้ง 3 แผน หรือ 3 วงจร

กลุ่มเป้าหมาย

ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยโดยการคัดเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ห้อง 1 จำนวน 36 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 แผน ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1–2 เรื่อง แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3–7 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 5 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8–12 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 5 ชั่วโมง
โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.13 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร
2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน–หลังเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

วิธีรวบรวมข้อมูล

วิธีรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพและเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้วิจัย ผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้และอาจารย์ที่ปรึกษา มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการและวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้ง เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ทำการตัดทอนหรือลดข้อมูลที่ไม่สำคัญ เพื่อคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่สามารถตอบคำถามที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่ 1) ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ 2) แนวทางการปรับปรุงแก้ไขสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

1.2 ผู้วิจัยนำข้อมูลมาจัดกลุ่มเป็นกลุ่มเดียวกัน และหาลักษณะร่วมของข้อมูลเพื่อตีความข้อมูลเพื่อสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม

1.3 ผู้วิจัยเขียนสรุปการสะท้อนปัญหาและอุปสรรค และแนวทางแก้ไขปัญหามาของแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไปให้ดียิ่งขึ้น

1.4 ผู้วิจัยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการแบบสามเส้า (Triangulation) แบบใช้แหล่งข้อมูลมากกว่าหนึ่งชนิด (Resource Triangulation) โดยนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากผู้วิจัย และผู้ร่วมวิจัยมาวิเคราะห์และสรุปผลการจัดการเรียนรู้ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่อย่างไร

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ปฐมนิเทศ ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัยและทำแบบทดสอบวัด

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งมีปัญหาทั้งหมด 3 ข้อ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง

2.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัว จำนวน 12 ชั่วโมง

2.3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละคนจะร่วมกันศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรมที่กำหนดให้ และมอบหมายให้ทำใบกิจกรรม โดยระดมแนวคิดที่หลากหลายและลงมือแก้ปัญหา ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จะสังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.4 เมื่อนักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีคิดลงในใบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จะให้การประเมินใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคน และผู้วิจัยจะทำการสะท้อนผลการทำกิจกรรมให้นักเรียนทราบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.5 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดให้มาสะท้อนผลเพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

2.6 หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งมีปัญหาทั้งหมด 3 ข้อ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง

2.7 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. การวัดคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ (relative gain score)

การวิเคราะห์หาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการคำนวณหาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์หรือคะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียน (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2557 อ้างอิงใน รัชกร เวชรนันท์ และคณะ, 2562, หน้า 1664) ดังนี้

$$GS(\%) = \frac{(Y-X)100}{(F-X)}$$

GS(%) = คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ หรือคะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียน

X = คะแนนก่อนเรียน

Y = คะแนนหลังเรียน

F = คะแนนเต็ม

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และการวิเคราะห์สรุปผลข้อมูลเชิงเนื้อหาแล้วนำเสนอข้อมูลเชิงพรรณนา

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1.1 การเลือกแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่เหมาะสมกับแต่ละกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์แต่ละแอปพลิเคชันมีความสามารถในการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่ต่างกัน และมีบทบาทที่แตกต่างกันในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขณะที่แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์บางแอปพลิเคชันอาจจะไม่เหมาะสมหรือช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาวิจัยนี้ พบว่า แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ มี 3 ประเภท ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้

คณิตศาสตร์และการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1.1.1 แอปพลิเคชันสนทนา (AI chatbot) ได้แก่ Alisa Ai และ Gemini (Bard) โดยที่ Alisa Ai เป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์โจทย์ทางคณิตศาสตร์ ได้ทั้งในรูปแบบสมการคณิตศาสตร์ และโจทย์ที่เป็นข้อความ ผู้เรียนสามารถถามแบบต่อเนื่อง หรือ ถามแบบแยกส่วนได้ Alisa Ai มีความสามารถในการเข้าใจภาษาที่มีลักษณะไม่เป็นทางการของนักเรียนได้ดี ดังนั้น Alisa Ai จึงเหมาะสมสำหรับการเป็นตัวช่วยในกระบวนการแก้ปัญหาแบบโพลยาในทุกขั้นตอน ส่วน Gemini (Bard) เป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์โจทย์ทางคณิตศาสตร์ ได้ทั้งในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์และโจทย์ที่เป็นข้อความ Gemini มีประโยชน์ในการใช้ควบคู่ไปกับ Alisa Ai เนื่องจากแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ทั้งสองตัวจะให้คำตอบที่แตกต่างกัน ซึ่งจะช่วยเปิดกระตุ้นให้เกิดการให้เหตุผล การอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิด และหาข้อสรุปในชั้นเรียน Gemini มีความเหมาะสมสำหรับการเป็นตัวช่วยในกระบวนการแก้ปัญหาแบบโพลยา ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา ขั้นการดำเนินการตามแผนและขั้นการตรวจสอบผล Gemini นักเรียนจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้

1.1.2 แอปพลิเคชันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ Photomath โดยที่ Photomath เป็นแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยหาคำตอบ อธิบายและแสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทีละขั้นตอน โดย Photomath นำเสนอวิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่หลากหลาย โดยนักเรียนสามารถถ่ายรูปโจทย์คณิตศาสตร์เพื่อให้ Photomath แสดงวิธีการแก้ปัญหาของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร Photomath ควรถูกใช้ร่วมกับ Graspable math เพื่อให้นักเรียนได้ลองทำตาม ลองแก้ปัญหาทางพีชคณิตเพื่อหาคำตอบของระบบสมการ

1.1.3 แอปพลิเคชันตรวจคำตอบ ได้แก่ QANDA โดยที่ QANDA เป็นแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่ช่วยหาคำตอบโจทย์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถป้อนในรูปแบบข้อความ สมการคณิตศาสตร์ หรือ เป็นรูปภาพ QANDA จะช่วยหาคำตอบ หรือวิธีการแสดงคำตอบที่เคยมีคนสร้างไว้ในระบบมาแสดงให้นักเรียนดู

1.2 ออกแบบกิจกรรมให้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรมีแนวปฏิบัติ ดังนี้

1.2.1 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยอาจมอบหมายการเรียนรู้ที่แตกต่างกันให้นักเรียน เช่น สมาชิกในกลุ่มรับผิดชอบใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่แตกต่างกันหรือสมาชิกแต่ละคนรับผิดชอบแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน นำคำตอบ วิธีการมาเปรียบเทียบและอภิปรายกัน

1.2.2 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการให้เหตุผลและการถกเถียง อภิปราย ครูตั้งคำถามให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยน เช่น ได้คำตอบเหมือนกันหรือไม่ คำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ วิธีการหาคำตอบแบบใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากันจากมุมมองของนักเรียน และหากนักเรียนต้องแก้ปัญหาในลักษณะเดิมอีก นักเรียนจะเลือกใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาเพราะเหตุใด

1.2.3 การออกแบบการใช้งานแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ร่วมกันเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เนื่องจากแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ถูกสร้างมา มีวัตถุประสงค์แตกต่างกัน การหาคำตอบจากแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์อย่างเดียวยังจะทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการบางอย่าง ในกรณีการเรียนรู้เรื่องการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การให้นักเรียนหาคำตอบจากแอปพลิเคชันเพียงอย่างเดียว อาจจะทำให้นักเรียนขาดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเชิงพีชคณิต ดังนั้น ครูต้องหาแอปพลิเคชันที่เหมาะสมเข้าให้นักเรียนใช้งานร่วมกันเพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์การลงมือทำ การลองผิดลองถูกและการเรียนรู้จากประสบการณ์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ใช้แอปพลิเคชัน Graspable math ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันออนไลน์ที่เป็นสภาพแวดล้อมที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางตัวเลขและการดำเนินการทางพีชคณิต

1.3. การถอดบทเรียนการใช้เทคโนโลยี นักเรียนแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในใบงานด้วยตัวเองโดยไม่ใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ ด้วยวิธีที่นักเรียนมั่นใจ หากติดปัญหาให้นักเรียนปรึกษาเพื่อนในกลุ่ม แต่ยังไม่พบว่ามีนักเรียนบางส่วนที่สามารถอธิบายวิธีการหาคำตอบระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้โดยที่ครูให้คำแนะนำเพิ่มเติม แต่นักเรียนยังไม่สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาของตัวเองได้ถูกต้อง ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีทำบนกระดานและอธิบายวิธีการแสดงวิธีการแก้ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดของแต่ละกลุ่ม ในกรณียังมีนักเรียนที่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ให้นักเรียนกลับมาแก้ปัญหาใช้เครื่องมือแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ Photomath อีกครั้ง โดย

ให้นักเรียนสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาใน Photomath เป็นภาษาของตนเองและครูคอยประกบเพื่อให้นักเรียนคำแนะนำเวลาที่นักเรียนมีปัญหา หรือไม่เข้าใจ รวมทั้งครูช่วยให้ผลสะท้อนการปฏิบัติของนักเรียน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 36 คน โดยได้ออกแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ดังรายละเอียด ดังนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน	คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	S.D.
คิด/แปลงปัญหา	45.60	88.66	12	5.47	10.64	79.17	0.20
ใช้	5.25	59.10	18	0.94	10.64	56.86	0.26
ตีความ	3.70	35.42	12	0.44	4.25	32.96	0.08
ให้เหตุผล	5.32	45.60	12	0.64	5.47	42.52	0.19

การวัดทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียน ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแต่แสดงให้เห็นธรรมชาติของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาด้านการคิดในระดับสูง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 45.60 ในขณะที่ทักษะการแก้ปัญหาด้านอื่น ๆ อยู่ในระดับที่ต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องจากการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต้องการความรู้ในวิธีการแก้ปัญหาย่างเป็นระบบ พอนักเรียนแก้ปัญหาก็ไม่ได้ทำให้ไม่สามารถตอบคำถามในข้ออื่น ๆ ได้ คะแนนด้านการใช้การตีความและการให้เหตุผลจึงมีคะแนนต่ำในทิศทางเดียวกัน หลังการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของนักเรียนโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกด้านในสัดส่วนที่แตกต่างกัน คะแนนด้านทักษะการคิดเพิ่มขึ้นสูงที่สุด คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 88.66 รองลงมา คือ คะแนนเฉลี่ยด้านการใช้ การให้เหตุผลและการตีความ ได้คะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 59.10, 35.42 และ 45.60 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร้อยละคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์เฉลี่ยโดยเทียบเคียงกับคะแนนเดิมของนักเรียน นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์สูงสุด คือ ด้านการคิดสูงสุด ร้อยละคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์เฉลี่ย เป็น 79.17 รองลงมา คือ ด้านการใช้ด้านการให้เหตุผลคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์เฉลี่ยและด้านการตีความ เป็น 56.86 ,42.52 และ32.96 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของโพลยาพร้อมกับการใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ช่วยพัฒนาให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้านการคิด ด้านการใช้ และด้านการให้เหตุผล แต่ยังพัฒนาด้านการตีความได้น้อยที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญอย่างแรกควรเริ่มจากครูศึกษาแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการทำการวิจัย จากนั้นครูจะต้องทำความเข้าใจวิธีการใช้แอปพลิเคชันดังกล่าวเพื่อให้มีความชำนาญเพื่อให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนในกรณีที่นักเรียนเกิดปัญหาจากการใช้แอปพลิเคชัน จากนั้นกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบท หรือสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสนใจ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียนเป็นการทบทวนความรู้ให้นักเรียนให้พร้อมที่จะนำไปสู่เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ 3 ประเด็น ดังนี้

1.1 การเลือกแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่เหมาะสมกับแต่ละกระบวนการในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ พบว่า แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ มี 3 ประเภท ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1.1.1 แอปพลิเคชันสนทนา (AI chatbot) เป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์โจทย์ทางคณิตศาสตร์ ได้ทั้งในรูปแบบสมการคณิตศาสตร์ และโจทย์ที่เป็นข้อความ ผู้เรียนสามารถถามแบบต่อเนื่อง หรือถามแบบแยกส่วนได้ โดยสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สอดคล้องกับวิจัยของ

รัตนารณณ์ เชยชิต และอรนุช ลิมตศิริ (2565, หน้า 1) พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ระบบการตอบกลับข้อความอัตโนมัติ Chatbot มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 82.12/81.21 และเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้ระบบการตอบกลับข้อความอัตโนมัติ Chatbot หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แอปพลิเคชันการสนทนา จำนวน 2 แอปพลิเคชัน จากการใช้แอปพลิเคชันสนทนา ได้แก่ Alisa AI ในขณะที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัย Alisa AI ได้มีการเปิดให้ใช้ฟรีไม่จำกัดจำนวนครั้ง ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเสร็จสิ้นแล้วพบว่า Alisa AI ได้มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชัน 2.0 เปิดให้ผู้ใช้งานสอบถามลิมิตการใช้ฟรีวันละ 6 ครั้ง ในการวิจัยครั้งถัดไปควรศึกษาข้อจำกัดของแอปพลิเคชัน Alisa AI นอกจากนั้นการใช้แอปพลิเคชัน Gemini ควรระวังความถูกต้องของคำตอบในข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์

1.1.2 แอปพลิเคชันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ Photomath เป็นแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยหาคำตอบ อธิบายและแสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ละขั้นตอน Photomath โดยนำเสนอวิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่หลากหลายควรถูกใช้ร่วมกับ Graspable math เพื่อให้นักเรียนได้ลองทำตาม ลองแก้ปัญหาทางพีชคณิต จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ พบว่า นักเรียนใช้แอปพลิเคชัน Photomath ร่วมกับ Graspable math ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจขั้นตอนการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ดีขึ้น โดยนักเรียนสามารถแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรใน Graspable math แล้วตรวจสอบวิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรจากแอปพลิเคชัน Photomath สอดคล้องกับวิจัยของ จุฬารัตน์ บุญชูวงศ์ และคณะ (2564, หน้า 494) พบว่า การจัดการเรียนรู้เรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้แอปพลิเคชัน Photomath เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วย หรือเป็นสื่อการเรียนรู้ นักเรียนสามารถศึกษาขั้นตอนการแก้สมการอย่างละเอียดได้ด้วยตนเอง และสามารถใช้อุปกรณ์ Photomath ในการตรวจสอบคำตอบของแบบฝึกหัดที่นักเรียนคิดด้วยตนเอง นักเรียนสามารถทราบผลได้ทันทีว่า นักเรียนทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องหรือไม่ ทำให้นักเรียนมีความสนใจเรียนมากขึ้น มองว่าการแก้สมการเป็นเรื่องที่ไม่ยาก นอกจากนี้ในการใช้งานร่วมกันระหว่างแอปพลิเคชัน Photomath ร่วมกับ Graspable math ครูควรศึกษาขั้นตอนการใช้ Graspable math และนักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานในการใช้ Graspable math จึงจะส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1.3 แอปพลิเคชันตรวจคำตอบ ได้แก่ QANDA โดยที่ QANDA เป็นแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่ช่วยหาคำตอบโจทย์ทางคณิตศาสตร์ ในมุมมองของการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ QANDA อาจจะไม่ใช่วิธีเครื่องมือที่เหมาะสมเนื่องจาก QANDA ให้คำตอบที่ตายตัวตามที่ผู้ใช้เคยนำเข้าระบบและ QANDA สามารถใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบคำตอบได้

1.2 ออกแบบกิจกรรมให้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรมีแนวปฏิบัติในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1.2.1 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยอาจมอบหมายการเรียนรู้ที่แตกต่างกันให้นักเรียน เช่น สมาชิกในกลุ่มรับผิดชอบใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่แตกต่างกันหรือสมาชิกแต่ละคนรับผิดชอบแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรด้วยวิธีการที่แตกต่างกันและนำคำตอบ และวิธีการมาเปรียบเทียบและอภิปรายกัน ส่งผลให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นนักเรียนเข้าใจวิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สอดคล้องกับ Lappan & Schran (1989) อ้างอิงใน ประวิทย์ การินทร (2562, หน้า 113) ที่กล่าวว่า ในการฝึกทักษะการให้เหตุผลต้องใช้การฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่องจากบรรยากาศในห้องเรียนที่สนับสนุนให้มีการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเหตุผลและแก้ปัญหาาร่วมกัน และสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2.2 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการให้เหตุผลและการถกเถียง อภิปราย ครูตั้งคำถามให้เกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยน เช่น ได้คำตอบเหมือนกันหรือไม่ คำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ วิธีการหาคำตอบแบบใดมีประสิทธิภาพมากกว่ากันจากมุมมองของนักเรียน และหากนักเรียนต้องแก้ปัญหาในลักษณะเดิมอีก นักเรียนจะเลือกใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาเพราะเหตุใด สอดคล้องกับ กิตติพงษ์ ยานุกุล และวนิทร พูลไพบุลย์พิพัฒน์ (2564, หน้า 211) การพัฒนาการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์ ครูควรเลือกหรือออกแบบสถานการณ์ปัญหาหลายเปิดที่หลากหลายรูปแบบและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายโต้แย้งถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และวิธีการ

แก้ปัญหา

1.2.3 การออกแบบการใช้งานแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ร่วมกันเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เนื่องจากแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ถูกสร้างมา มีวัตถุประสงค์แตกต่างกัน การหาคำตอบจากแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์อย่างเดียวยังจะทำให้เด็กไม่ได้อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาบางอย่าง ในกรณีการเรียนรู้ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การให้นักเรียนหาคำตอบจากแอปพลิเคชันเพียงอย่างเดียว อาจจะทำให้เด็กขาดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเชิงพีชคณิต ดังนั้น ครูต้องหาแอปพลิเคชันที่เหมาะสมเข้าให้นักเรียนใช้งานร่วมกันเพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์การลงมือทำ การลองผิดลองถูก

1.3 การถอดบทเรียนการใช้เทคโนโลยี นักเรียนแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในใบงานด้วยตัวเองโดยไม่ใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ ด้วยวิธีที่นักเรียนมั่นใจ หากติดปัญหาให้นักเรียนปรึกษาเพื่อนในกลุ่ม แต่ยังไม่พบว่ามีนักเรียนบางส่วนที่สามารถอธิบายวิธีการหาคำตอบระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้โดยที่ครูให้คำแนะนำเพิ่มเติม แต่นักเรียนยังไม่สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหามาเองได้ถูกต้อง ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีทำบนกระดานและอธิบายวิธีการแสดงวิธีการแก้ปัญหามาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดของแต่ละกลุ่ม ในกรณียังมีนักเรียนที่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ให้นักเรียนกลับมาแก้ปัญหาคำถามที่ครูให้ด้วยแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ Photomath อีกครั้ง โดยให้นักเรียนสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหามาใน Photomath เป็นภาษาของตนเองและครูคอยประกบเพื่อให้นักเรียนคำแนะนำเวลาที่นักเรียนมีปัญหา หรือไม่เข้าใจ รวมทั้งครูช่วยให้ผลสะท้อนการปฏิบัติของนักเรียน

2. ผลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหามาของโพลาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนมีความสามารถในการคิด/แปลงปัญหา มีคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด 79.17 ซึ่งเพิ่มขึ้นมากที่สุด คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด 79.17 องค์ประกอบที่ 3 ติความและประเมินผลนักเรียนมีคะแนนด้านติความและประเมินผลน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 35.42 และคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด 32.96 นักเรียนมีคะแนนการติความเพิ่มน้อยที่สุดเนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบนักเรียนจะขึ้นชั้นเรียนช้าและใช้เวลาในการทำความเข้าใจกระบวนการในแต่ละกิจกรรมนาน ทำให้มีเวลาในการอภิปรายน้อยจึงทำให้ไม่สามารถส่งเสริมทักษะด้านการติความและการติความเป็นความสามารถที่พัฒนาได้มากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปริญญา ชมนก และสิรินภักดิ์ เกื้อกุล (2567) ที่นักเรียนสามารถพัฒนาการด้านการติความและประเมินเป็นลำดับท้ายสุด เนื่องจากนักเรียนมีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน หากดำเนินการในด้านการใช้ไม่ได้ไม่สมบูรณ์ เป็นเรื่องยากที่นักเรียนจะสามารถติความผลลัพธ์ อธิบายขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิด รวมถึงติความและประเมินความเป็นไปได้ของสถานการณ์ปัญหาหลัก

องค์ความรู้ใหม่

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหามาของโพลาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นวิจัยเชิงคุณภาพและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 วงจรปฏิบัติการ มีภาพรวมแนวปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหามาของโพลาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กระบวนการแก้ปัญหามาของโพลาร่วมกับแอปพลิเคชัน	แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์/บทบาทของแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์	การแก้ปัญหามาทางคณิตศาสตร์	แนวปฏิบัติที่ส่งเสริมการแก้ปัญหามาทางคณิตศาสตร์ (คิด ใช้ ติความ ให้เหตุผล)	สิ่งที่ควรระวัง
ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem)	 Alisa  Bard Alisa AI / Gemini (Bard)	คิด	- ใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ให้ช่วยวิเคราะห์การตีโจทย์ปัญหาหรือ ตรวจสอบการ	

กระบวนการ แก้ปัญหาของโพลยา	แอปพลิเคชัน ปัญญาประดิษฐ์/บทบาท ของแอปพลิเคชัน ปัญญาประดิษฐ์	การแก้ปัญหา ทาง คณิตศาสตร์	แนวปฏิบัติที่ส่งเสริมการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คิด ใช้ ตีความ ให้เหตุผล)	สิ่งที่ควรระวัง
	ตรวจสอบการวิเคราะห์ โจทย์		วิเคราะห์โจทย์ปัญหา	
ขั้นที่ 2 การวางแผน การแก้ปัญหา (Devising a Plan)	 Alisa  Bard Alisa AI / Gemini (Bard) แสดงการแทนด้วย สมการ  photo math smart camera calculator เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่ หลากหลาย	คิด	– ใช้แอปพลิเคชัน ปัญญาประดิษฐ์สร้าง สมการทางคณิตศาสตร์ – ใช้แอปพลิเคชัน ปัญญาประดิษฐ์ในการ ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาที่ หลากหลาย	นักเรียนมักยึดติดกับ วิธีที่นักเรียนเข้าใจ แล้ว แม้แอปพลิเคชัน ปัญญาประดิษฐ์จะ แสดงวิธีการที่ แตกต่างหลากหลาย หรือ เพื่อนเสนอ วิธีการที่หลากหลาย แต่นักเรียนจะใช้วิธี เดิม
		ให้เหตุผล	– แอปพลิเคชัน ปัญญาประดิษฐ์สร้าง สมการที่แตกต่างกัน นำมา สู่การให้เหตุผล และการ อธิบาย	
ขั้นที่ 3 การ ดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan)	PhotoMath ควบคู่กับ Graspable math  photo math smart camera calculator เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการการแก้ ระบบสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปร  Graspable Math www.graspablemath.com ฝึกปฏิบัติการดำเนินการ การแก้ระบบสมการเชิง เส้นสองตัวแปร	ใช้	– เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการแก้ระบบ สมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่ หลากหลาย – ปฏิบัติการแก้ระบบ สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้ Graspable Math ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ ระบบสมการเชิงเส้นสองตัว แปรเทียบกับขั้นตอนที่ แสดงใน Photomath	

กระบวนการ แก้ปัญหาของโพลยา	แอปพลิเคชัน ปัญญาประดิษฐ์/บทบาท ของแอปพลิเคชัน ปัญญาประดิษฐ์	การแก้ปัญหา ทาง คณิตศาสตร์	แนวปฏิบัติที่ส่งเสริมการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คิด ใช้ ตีความ ให้เหตุผล)	สิ่งที่ควรระวัง
ขั้นที่ 4 การ ตรวจสอบผล (Looking Back)	   photomath smart camera calculator Alisa AI / Gemini (Bard) PhotoMath เรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการตรวจคำตอบ และตรวจสอบคำตอบ	ตีความ	ใช้ ai app เพื่อตรวจสอบ การดำเนินการทาง คณิตศาสตร์	
		ตีความ	การใช้แอปพลิเคชัน ปัญญาประดิษฐ์มากกว่า 1 ตัวเพื่อสร้างความ หลากหลายของวิธีการในชั้น เรียน เพื่อให้นักเรียนได้ อภิปรายเกี่ยวกับการใช้และ การตีความผลลัพธ์จากการ คำนวณทางคณิตศาสตร์	

สรุป

การวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ การเลือกแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่เหมาะสมกับแต่ละกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ออกแบบกิจกรรมให้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการถอดบทเรียนการใช้เทคโนโลยี

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าการจัดการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาแบบโพลยาร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ช่วยพัฒนาให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้ในด้านการคิด ด้านการใช้ และด้านการให้เหตุผล แต่ยังไม่สามารถพัฒนาด้านการตีความ

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่เน้นบรรยากาศให้นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้จากแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เป็นส่วนใหญ่ โดยผู้วิจัยจะทำหน้าที่ในการเดินสำรวจและให้คำแนะนำนักเรียนนักเรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการจัดบรรยากาศภายในห้องเรียนจึงควรจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม ควรจัดกลุ่มให้เหมาะสมกับการเรียนรู้และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุยในกลุ่มย่อยแล้วนำองค์ความรู้จากกลุ่มย่อยมาอภิปรายกับกลุ่มใหญ่

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ (AI) นักเรียนมีวิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่หลากหลาย แต่นักเรียนจะมีความถนัดในการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรวิธีเดียว ดังนั้น ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนได้มีวิธีการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่เหมาะสมกับโจทย์แต่ละข้อ

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ ควรมีการเรียนรู้วิธีการใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์แต่ละแอปพลิเคชัน เรียนรู้ข้อดี ข้อจำกัดของแต่ละแอปพลิเคชันเพื่อให้ครูสามารถวางแผนการใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน และในการเลือกใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้ AI ในการโต้ตอบครูควรศึกษาคำถามที่ใช้ในการถาม และวิธีการใช้คำถามที่ต่อเนื่องกับคำถามก่อนหน้า

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควบคู่กับความคงทนในความรู้ ความเข้าใจ หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ (AI)
- 2.2 พัฒนาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมด้านการตีความและให้เหตุผล

เอกสารอ้างอิง

- กมลชนก พูลสวัสดิ์, รุ่งนา วันเพ็ญ, ศศธร ห่มชัย และพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2565). ปัญญาประดิษฐ์กับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. *วารสารครุศาสตร์ อุตสาหกรรม*, 21(1), C1–C8.
- กิตติพงษ์ ยานกุล และวินนิต พูลไพบูลย์พิพัฒน์. (2564). การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด กรณีศึกษาการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 16(2), 211–220.
- จุฬารัตน์ บุญชูวงศ์, พรสิน สุภาวาลย์ และเดช บุญประจักษ์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้แอปพลิเคชัน Photomath สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 13 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม (หน้า 489–496). นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- ปานพระจันทร์ จันทร์พรหม. (2565). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์*, 8(1), 327–343.
- ปริญญญา ชมนก และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาทรัพยากรน้ำเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 19(1), 9–18.
- ประวิทย์ การินทร์. (2562). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับโปรแกรม The Geomater's Sketchpad (GSP) และเฟซบุ๊ก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 34(3), 106–116.
- รัฐวัฒน์ หอมรื่น, สมวงษ์ แปลงประสพโชค และกฤษณะ โสขมา, (2566). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้บาร์โมเดลร่วมกับแอปพลิเคชัน Photomath. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 13(1), 234–245.
- รัชกร เวชรนนท์, เอกรัตน์ ทานาค, ชาตรี ฝ้ายคำตา และสุรเดช ศรีทา. (2562). การพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20 (หน้า 1664–1674). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รัตนภรณ์ เขยชิด และอรนุช ลิมตศิริ. (2565). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อรายวิชาภาษาอังกฤษ ด้วยระบบตอบกลับข้อความอัตโนมัติ (Chatbot). *วารสารการบริหารนิเทศศาสตร์และนวัตกรรมการท่องเที่ยว*, 8(11), 1–10.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018*

การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

Mohamad Rasidi Pairan. (2020). Learning Algebra Using Augmented Reality: A Preliminary Investigation on the Application of Photomath for Lower Secondary Education, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(16), 123–133.

G. POLYA Polya, George. (1957). *How to Solve it*. Garden City, New York: Double Anchor Book.

Schmuck, R. (2006). *Practical action research for change*. California: Corwin Press a sage Publications Company.