

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์โดยใช้สื่อการสอนด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI)

Development of Learning Skills about Mathematical Shapes for Students in grades 1-6 of Ban Khek Noi School, Khao Kho District, Phetchabun Province using Artificial Intelligence Teaching Materials (AI)

ฉัตรชัย เสมาทอง^{1*}, สุภาพร ชุสาย², ชลธิชา ระลึก³
Chatchai Semathong^{1*}, Supaporn Chusai², Chonthicha Raluk³

Received: 8 February 2024

Revised: 10 October 2024

Accepted: 6 December 2024

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเข้าร่วมอบรมการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 60 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนบ้านเข็กน้อย จังหวัดเพชรบูรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) สื่อมัลติมีเดียเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเข้าร่วมอบรมการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตด้วยการใช้สื่อมัลติมีเดีย การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของสื่อมัลติมีเดียที่ใช้ในการอบรมการพัฒนาทักษะเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 มีความเหมาะสมในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.53$, $S.D=0.54$) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเข้าร่วมอบรมโดยการนำโปรแกรมสื่อมัลติมีเดียการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต มีคะแนนหลังเข้าร่วมอบรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมอบรม ($\bar{X}=49.3$, $S.D=0.67$) และผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.08$, $S.D=0.53$)

คำสำคัญ: ทักษะการเรียนรู้, รูปทรงเรขาคณิต, ปัญญาประดิษฐ์

¹ กลุ่มวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

² กลุ่มวิชาจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

³ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

¹ Educational Innovation and Technology Subject Group Faculty of Education Phetchabun Rajabhat University

² Educational Psychology and Guidance Group Faculty of Education Phetchabun Rajabhat University

³ Faculty of Education Phetchabun Rajabhat University

* Corresponding author. E-mail: Chatchai.sem@pcru.ac.th

Abstract

This study to the purpose is to 1) Compare the achievements before and after participating in the training on the development of learning skills in technology about geometric shapes, and 2) Study the satisfaction of students towards the development of learning skills in technology about geometric shapes. The sample consisted of 60 students in grades 1-6 using the purposive sampling method who were studying at Ban Khek Noi School, Phetchabun Province. The research instruments used were 1) Multimedia media for the development of learning skills in technology about geometric shapes, 2) Achievement test before and after participating in the training on the development of learning skills in technology about geometric shapes, 3) Questionnaire on the satisfaction of students towards the development of learning skills in technology about geometric shapes using multimedia media. Data were analyzed by finding the mean and standard deviation. The results of the research found that the quality of the multimedia media used in the training on the development of learning skills in technology about geometric shapes for students in grades 1-6 was very appropriate ($\bar{X}=4.53$, S.D=0.54). The results of the comparison of achievements Before and after participating in the training by using the learning multimedia program about geometric shapes, the scores after the training were higher than before the training ($\bar{X}=49.3$, S.D=0.67) and the results of the study of the student's satisfaction with the learning activities to develop learning skills about geometric shapes in general were at a high level ($\bar{X}=4.08$, S.D=0.53).

Keywords: Cognitive Skills, Geometry, Artificial Intelligence

บทนำ

ในปัจจุบันจากการที่รัฐบาลได้ใช้นโยบายพัฒนาประเทศที่เรียกว่า Thailand 4.0 ทำให้ทุกภาคส่วนมีการปรับวิสัยทัศน์และแผนการดำเนินงานให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาประเทศ กระทรวงศึกษาธิการก็มีนโยบายในการขับเคลื่อนแนวทางการศึกษาแบบใหม่โดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาและผู้เรียนจะเน้นการจัดการเรียนการสอนจึงมีการเปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัยใหม่ เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ เข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตมากขึ้นทำให้อาชีพบางอาชีพได้หายไปและได้เกิดอาชีพใหม่ๆ ตามมา อาทิ การเงิน

การธนาคาร การค้าขายเป็นการค้าขายผ่านสื่อออนไลน์ เป็นต้น บุคลากรทางการศึกษา ครูอาจารย์ก็มีผลกระทบจากการที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนนวัตกรรม การจัดการเรียนการสอนแบบใหม่ๆ การพัฒนาทักษะของผู้เรียนเน้นการใช้เทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนประกอบไม่ว่าจะเป็นด้านพัฒนาทักษะ ด้านวัดประเมินผลการสร้างสื่อการเรียนการสอน ซึ่งปฏิเสธไม่ได้ว่าในภาคส่วนของการใช้เทคโนโลยีมาพัฒนาการจัดการเรียนการสอนหรือการสร้างสื่อการสอน การใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเป็นกลไกขับเคลื่อนการศึกษาในยุคสมัยใหม่ อาทิเช่น การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ การสร้างสื่อการสอน

โดยผ่านอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย การสร้างโปรแกรมช่วยสอนสำเร็จรูป การสร้างอัลกอริทึมในการประมวลผลการวัดระดับความรู้ผู้เรียน การสร้างระบบเหมืองข้อมูลด้านองค์ความรู้เฉพาะด้าน เป็นต้น นอกจากนี้การใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประมวลผลข้อมูลจำนวนมากๆ ข้อมูลย้อนหลังหลายสิบปี ข้อมูลสถิติเชิงวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงทฤษฎีบท นำมาพยากรณ์หรือใช้สร้างทักษะให้ผู้เรียนแบบอัตโนมัติ หรือเสริมสร้างองค์ความรู้ให้ผู้เรียนผ่านระบบการค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง เทคโนโลยีทางปัญญาเป็นการพัฒนาและขยายขีดความสามารถของปัญญาประดิษฐ์ให้สามารถรับรู้ เรียนรู้ คิดวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจและสนทนาโต้ตอบกับมนุษย์ได้ด้วยภาษาธรรมชาติ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานกำหนดและวางแผนการทำงานได้อัตโนมัติ ตลอดจนสามารถตรวจสอบและ ค้นหาข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อสรุปหรือตัดสินใจได้อย่างถูกต้องตามข้อเท็จจริงของข้อมูลนั้นๆ โดยอัตโนมัติ และผู้เขียนได้สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำเสนอเป็นรูปแบบที่สามารถนำเทคโนโลยีทางปัญญามาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการศึกษาได้ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการบริหารการศึกษาอัจฉริยะ (Smart Administration) เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานด้านการบริหารให้เป็นระบบอัตโนมัติ 2) ด้านการพัฒนาหลักสูตรอัจฉริยะ (Smart Curriculums) พัฒนาหลักสูตรให้เป็นหลักสูตรที่มีเนื้อหาสาระทางดิจิทัล 3) ด้านระบบการเรียนรู้อัจฉริยะ (Smart Learning System) ปรับเปลี่ยนระบบการเรียนรู้ของผู้เรียนให้หลากหลายและ สามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวกสบายตามความสนใจหรือตามความต้องการของผู้เรียน และ 4) ด้านการส่งเสริม และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนแบบอัจฉริยะ (Smart Learner) ช่วยวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมการเรียนรู้ และสภาพปัญหาต่างๆ ของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ครูสามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาสาระและกิจกรรมการ

เรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดและความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดี ตลอดจนช่วยสร้าง แรงจูงใจและกระตุ้นการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ศักดิ์ชัย ไชยรักษ์ ปณิตา และ วรณพิรุฒ, 2563)

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน มุ่งเน้นพัฒนาอุตสาหกรรมและบริการเพื่อให้พร้อมรับมือจาก การปฏิวัติอุตสาหกรรมของโลกครั้งที่ 4 ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยจึงต้องเปลี่ยนแปลงพื้นฐานโครงสร้างอุตสาหกรรมและบริการ โดยสร้างอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคตที่ขับเคลื่อนประเทศด้วย ข้อมูลเทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์เพื่อเพิ่มศักยภาพและความสามารถในการแข่งขัน ครอบคลุม ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และอินเทอร์เน็ตของทุกสิ่งสร้างแพลตฟอร์มสำหรับเศรษฐกิจในอนาคตและเพิ่มคุณภาพชีวิตให้กับประชาชน และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และปัญญาประดิษฐ์ให้สอดคล้องกับประเด็น ยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาและเสริมสร้าง ศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและ สร้างนวัตกรรมทางการศึกษา โดยวางพื้นฐานระบบ ให้รองรับการเรียนรู้ด้วยดิจิทัลแพลตฟอร์มเน้นการพัฒนาทักษะดิจิทัล ทักษะการคัดกรองความรู้และการใช้เทคโนโลยีผสมผสานกับคุณค่าของครูไปพร้อมกัน และพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้มีคุณภาพเพื่อให้ ประชาชนเข้าถึง และใช้ประโยชน์จากระบบการเรียนรู้และพัฒนาตนเองผ่านเทคโนโลยีการเรียนรู้สมัยใหม่ ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างสูงสุด การพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลในปัจจุบัน มีการนำ ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีทางปัญญา เข้ามาใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น โดยใช้งานผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า Smart ต่างๆ เช่น Smart Phone, Smart TV,

Smart Home ซึ่งอาศัยการทำงานของอินเทอร์เน็ตของทุกสิ่ง (Internet of Things: IoT) ถือเป็นการพัฒนาที่สร้างความท้าทายให้กับนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญ ด้านการศึกษาทุกระดับที่จะต้องก้าวให้ทันต่อ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและสร้างนวัตกรรมเพื่อ พัฒนาการศึกษานในอนาคต (Vodyaho et al., 2019) การพัฒนาและสร้างนวัตกรรมการศึกษาในอนาคตจึงต้องอยู่บนพื้นฐานของการวิจัยและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีล่าสุด และทิศทางของโอกาสที่เป็นไปได้คือ การนำปัญญาประดิษฐ์และ เทคโนโลยีทางปัญญามาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ สร้างความรู้ความเข้าใจและสร้างการมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้เรียนบนพื้นฐานการเรียนรู้ที่แตกต่างกันตามรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน สร้างความชัดเจนในการเรียนรู้และช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น เป็นการประยุกต์ใช้รูปแบบของระบบประสาทเทียมในอุปกรณ์เทคโนโลยีต่าง ๆ โดยเทคโนโลยีทางปัญญาจะสามารถเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ได้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งในด้านการศึกษาก็มีการนำเทคโนโลยีทางปัญญามาใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติในรูปแบบ ของการกระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้ เช่น เกมการเรียนรู้ การให้คำแนะนำ และการสร้างปฏิสัมพันธ์เพื่อ โต้ตอบแบบอัตโนมัติ (Nesterova, 2017) (ศักดิ์ชัย ไชยรักษ์ และ ปณิศา วรณพิรุณ, 2563)

สื่อการสอนมีความจำเป็นเพราะสังคมมีความเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ความรู้ใหม่ๆ จึงเกิดขึ้นอย่างมาก ทำให้ครูต้องสอนเนื้อหาวิชามากขึ้น จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้น สื่อการสอนเป็นสิ่งสำคัญในการสอนที่จะช่วยให้เด็กทุกคนมีประสิทธิภาพช่วยแก้ปัญหาให้นักเรียนที่มีภูมิหลังและพื้นฐานการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน รวมทั้งนักเรียนที่เสียเปรียบทั้งด้านสติปัญญาและเศรษฐกิจ คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรง

ชีวิตของมนุษย์อย่างมากในชีวิตประจำวันของเราทุก คนวิชาคณิตศาสตร์จึงได้รับการบรรจุไว้ในหลักสูตรให้เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่งที่จะต้องปลูกฝัง เนื่องจากคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีลักษณะธรรมชาติเป็นนามธรรมและมีโครงสร้าง ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้และความเข้าใจคณิตศาสตร์ ได้ดีจะต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผล แล้วต้องศึกษาตามลำดับอย่างมีกระบวนการ ซึ่งการเรียนรู้แต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยความรู้ พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนรู้เรื่องใหม่ทุกครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนนั้นได้มีพื้นฐาน ความรู้เพียงพอที่จะเชื่อมโยงไปสู่เรื่องใหม่ ทำให้เรียนเรื่องใหม่ด้วยความเข้าใจและรวดเร็วเน้นถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการนำเทคโนโลยีที่มีศักยภาพให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพแต่เนื่องจากนักเรียนอายุยังน้อยและยังขาดความรู้และประสบการณ์ในการใช้ระบบที่ซับซ้อนได้ จากการศึกษาพบว่า ปัจจุบันมีเทคนิคชนิดหนึ่งเรียกว่า ความจริงเสริม (Augmented Reality) ที่น่าจะนำเทคนิคชนิดนี้มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ (เกศรินทร์ ศรีเงิน และคณะ, 2558)

เรขาคณิตเป็นการเรียนเกี่ยวกับรูปทรงรูปร่าง ขนาด และตำแหน่งของวัตถุ ซึ่งต้องใช้จินตนาการในการมองภาพออกมาให้เป็นรูปร่าง ซึ่งถือว่ายากสำหรับนักเรียนที่เพิ่งเริ่มต้นศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์ ในการเรียนเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตนั้นก็มีความสำคัญต่อนักเรียนชั้นประถมเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นแนวคิดขั้นพื้นฐานในการเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้นไป เหตุนี้เองผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตด้วยสื่อการสอนแบบปัญญาประดิษฐ์ เพื่อช่วยครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนแบบใหม่ๆ ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่สามารถเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเข้าร่วมอบรมการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต

2. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยสื่อการสอนแบบปัญญาประดิษฐ์ (AI)

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิธีการดำเนินการวิจัย ตามระเบียบวิธีวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action Research) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (Plan) โดยผู้วิจัยได้ปรึกษาปัญหาร่วมกับครูในรายวิชาเดียวกัน โดยทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาและสาเหตุ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ วางแผนเพื่อสร้างเครื่องมือและการใช้สื่อการสอนด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI) เรื่อง รูปทรงเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษา แบบทดสอบความสามารถในการด้านรูปทรงเรขาคณิต

2. การลงมือปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

3. การสังเกต (Observe) ผู้วิจัยสังเกตบันทึก เพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดในระหว่างการดำเนินการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะครูผู้สอนด้วยเทคโนโลยีสื่อการสอนแบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการดำเนินงาน

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมโครงการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะครูผู้สอนด้วยเทคโนโลยีสื่อการสอนแบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยผู้วิจัยจะดำเนินการจัดกิจกรรมและวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปพัฒนาในลำดับต่อไป วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

กลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยให้คุณครูที่สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ คัดเลือกนักเรียนชั้นละ 10 คน ให้มาเข้าร่วมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้สื่อการสอนด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สื่อมัลติมีเดียเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตผู้วิจัยได้นำโปรแกรมสื่อการสอนการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตด้วยนวัตกรรมปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาใช้กับนักเรียนจำนวน 60 คน ที่เข้าร่วมอบรมการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต โดยให้มีนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 โดยแบ่งกลุ่มละกัน กลุ่มละ 6 คน และให้พับกระดาษ ตามรอยเส้นประให้เป็นรูปทรงเรขาคณิต เพื่อให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น แล้วจึงให้นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีโทรศัพท์มือถือสแกนรูปทรงที่พับจากกระดาษด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Python และ Alteryx และให้นักเรียนช่วยเหลือกันภายในกลุ่มในการสร้างภาพจากกระดาษที่ได้พับไว้เป็นรูปทรงเรขาคณิต โดยมีการสลับเปลี่ยนรูปทรงของกระดาษไปตามกลุ่มที่แบ่งไว้



แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเข้าร่วมอบรมการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ก่อนและหลังเข้าร่วมอบรมการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย อำเภอ เขาต่อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้สื่อการสอนด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI) จำนวน 20 ข้อ ตอนที่ 1 ให้นักเรียนบอกชนิดและเลือกภาพโดยกาบาททับข้อที่ตรงกับโจทย์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นข้อคำถามให้นักเรียนเลือกคำตอบเกี่ยวกับภาพของรูปเรขาคณิต ภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้าง และตอนที่ 2 ให้นักเรียนวาดภาพรูปทรงเรขาคณิต เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นว่าคุณสมบัติศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวและมีความสำคัญแบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย โดยนักเรียน

ที่เข้าร่วมโครงการจะได้ทำแบบทดสอบก่อนอบรมและหลังอบรม คะแนนเต็ม 30 คะแนน เกณฑ์การผ่านต้องได้ 15 คะแนน ซึ่งมีจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง ปริซึม ทรงกรวย ทรงกระบอก และทรงกลม จากผลการทดสอบ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-4 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย อำเภอเขาต่อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้คะแนนยังไม่ผ่านเกณฑ์ซึ่งแปรผลได้ว่านักเรียนยังไม่เข้าใจในเนื้อหาในเรื่องรูปทรงเรขาคณิต

3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตด้วยการใช้สื่อมัลติมีเดีย ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของจุดประสงค์กับคำถาม ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่สามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ปฐมนิเทศนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย อำเภอเขาต่อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสามมิติโดยใช้สื่อการสอนด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยการใช้โปรแกรม Python และ Alteryx

2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ก่อนเข้าร่วมโครงการ

3. ผู้วิจัยดำเนินการจัดโครงการเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็กน้อย อำเภอเขาต่อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้สื่อการสอนด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI) จำนวน 1 วัน

4. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมตามโครงการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียน

บ้านเข็ญน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้สื่อการสอนด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI) ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังอบรมรายบุคคล

5. หลังจากให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเข้าร่วมโครงการแล้วจึงนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบโดยรวบรวมข้อมูลจากคำตอบของนักเรียนในแบบทดสอบเพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยวิเคราะห์ค่าสถิติ

ของตัวแปรที่ศึกษาโดยใช้ สถิติพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) หลังจากนั้น สรุปผลและเขียนรายงานการวิจัยจัดทำรูปเล่มฉบับสมบูรณ์

ผลการศึกษา

ผลการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดียที่ใช้ในการอบรมพัฒนาทักษะเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 พบว่ามีความเหมาะสมในระดับดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อมัลติมีเดีย

ลำดับ	ข้อความ	\bar{X}	S.D	ระดับการประเมิน
1	เนื้อหาเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.51	0.53	ดีมาก
2	การออกแบบสื่อมัลติมีเดียให้ใช้งานได้ง่าย	4.33	0.52	ดี
3	การออกแบบกราฟิกหน้าจามีความสวยงาม	4.26	0.51	ดี
4	ภาพกราฟิกสื่อสารความหมายได้ตรงกับเนื้อหา	4.23	0.46	ดี
5	ภาพประกอบสามารถมองเห็นได้ชัดเจน	4.41	0.55	ดี
6	ความทันสมัยของเนื้อหา	4.20	0.37	ดี
7	เนื้อหาเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย	4.28	0.66	ดี
8	ความเหมาะสมขององค์ประกอบในหน้าจอ	4.21	0.64	ดี
9	บทเรียนน่าสนใจและดึงดูดต่อการเรียนรู้	4.45	0.53	ดี
10	บทเรียนนี้มีความเหมาะสมในการนำไปเผยแพร่การเรียนรู้ได้	4.35	0.54	ดี
ภาพรวม		4.53	0.54	ดีมาก

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลัง เข้าร่วมอบรมการนำโปรแกรมสื่อมัลติมีเดียการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตด้วยนวัตกรรมปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยใช้โปรแกรม Python และ Alteryx มาใช้โดยกลุ่มตัวอย่างมี จำนวน 60 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียน

บ้านเข็ญน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ คัดเลือกนักเรียนชั้นละ 10 คน คะแนนก่อนเข้าร่วมอบรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 คะแนน หลังเข้าร่วมอบรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเข้าร่วมอบรม

test	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.
Pre-test	60	20	24.4	0.49
Post-test		20	49.3	0.67

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต จากประเด็นนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการใช้โปรแกรม Phythorn และ Alteryx ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด คือ 4.50 ประเด็นเรื่องนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย 4.23

อยู่ในระดับมาก มีใบงานให้นักเรียนได้ฝึกทำโดยเฉพาะ มีค่าเฉลี่ย 4.13 อยู่ในระดับมาก ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในเรื่องที่ไม่เข้าใจ มีค่าเฉลี่ย 4.11 อยู่ในระดับมาก และกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.10 อยู่ในระดับมากเช่นกัน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต

ลำดับ	ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต	\bar{X}	S.D	ระดับการประเมิน
1	นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการใช้โปรแกรม Phythorn และ Alteryx	4.50	0.60	มากที่สุด
2	นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้	4.23	0.46	มาก
3	มีใบงานให้นักเรียนได้ฝึกทำโดยเฉพาะ	4.13	0.43	มาก
4	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในเรื่องที่ไม่เข้าใจ	4.11	0.49	มาก
5	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.10	0.39	มาก
ภาพรวม		4.08	0.53	มาก

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็ญน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้สื่อการสอนด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI) สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบก่อนเข้าร่วมอบรมและหลังเข้าร่วมอบรมเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ของโรงเรียนบ้านเข็ญน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าหลังเข้าร่วมอบรมมีผลคะแนนทดสอบสูงกว่าก่อนเข้าร่วมอบรม ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับ สิริพรทองมาลี (2563) ศึกษาเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูปทรงเรขาคณิต

สองมิติและสามมิติโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของ van Hiele สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอ่าวน้อยวิทยานิมคมพบว่า ผลการเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของ van Hiele หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของ van Hiele เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงเรขาคณิต นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการสังเกต สำรวจ ค้นหาความรู้ การตั้งคำถาม การเรียนรู้ร่วมกันในกิจกรรมกลุ่ม สามารถสร้างความรู้ ด้วยตนเองซึ่งทำให้นักเรียนจดจำความรู้ได้นาน เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

2. ความรู้ความเข้าใจต่อการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต พบว่า การเรียนด้วยโปรแกรมช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น อยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ประเด็นของแรงจูงใจที่อยู่ในระดับมาก คือ มีเนื้อหาการเรียนการสอนที่น่าสนใจ และมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการเรียนรู้ทางด้านรูปทรงเรขาคณิตที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ และโปรแกรมมีความน่าสนใจ โดยความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องรูปทรงเรขาคณิต ซึ่งสอดคล้องกับนัฐพร คุ่มวงศ์ (2562) ได้ศึกษาระดับความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนที่มีระดับความคิดทางเรขาคณิตแตกต่างกันจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน คือ กลุ่มของนักเรียนที่มีระดับความคิดทางเรขาคณิตระดับ 0: การมองเห็นรูปธรรม ภายนอก มีความสามารถในการแก้

ปัญหาอยู่ในระดับต่ำ กลุ่มของนักเรียนที่มีระดับความคิดทางเรขาคณิตระดับ 1: การวิเคราะห์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียน ที่มีระดับความคิดทางเรขาคณิตระดับ 2: การอนุมานที่ไม่เป็นแบบแผน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ นักเรียนที่มีระดับความคิดทางเรขาคณิต ระดับ 0: มองเห็นรูปธรรม ภายนอก จะมีความสามารถในการเรียนรู้ค่อนข้างต่ำ ซึ่งการเรียนรู้จะมี อิทธิพลอย่างมากในการสร้างความรู้ การใช้ความคิด การให้เหตุผล ฯลฯ

3. ความพึงพอใจของครูและนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต พบว่า อยู่ในระดับมากคือประเด็นเรื่องนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ มีใบงานให้นักเรียนได้ฝึกทำโดยเฉพาะครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในเรื่องที่ไม่เข้าใจ และกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน เวลาในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ วรัญญา พลหาร (2564) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับสื่อประสม เรื่องรูปเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยนักเรียนพึงพอใจมากที่สุดในด้านสื่อ รองลงมาคือด้านการประเมิน ด้านเนื้อหา และด้านกิจกรรม ตามลำดับ และสอดคล้องกับ ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี (2555) ที่กล่าวว่า ความพึงพอใจคือ อารมณ์ พื่อใจหรือไม่พอใจในสิ่ง ๆ หนึ่ง ซึ่งอาจจะมี ความพึงพอใจ มากหรือน้อยก็ได้จากการศึกษาความพึงพอใจ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เพราะมีสื่อที่หลากหลาย น่าสนใจ มีจำนวนเพียงพอต่อการใช้งาน และสื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาเป็นสื่อ

รูปแบบใหม่ๆ ที่นักเรียนยังไม่เคยได้สัมผัส ส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นไม่เบื่อหน่าย ต่อการเรียนรู้ และมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการจัดกิจกรรมควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามเป้าหมาย และบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้
2. ผู้สอนควรให้คำแนะนำนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และคอยตั้งคำถาม เพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียน

3. ในการจัดกิจกรรม ควรแบ่งแยกตามสายชั้น เพื่อให้ตรงกับความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ผู้สอนควรมีสื่อประสมที่หลากหลาย เพื่อให้เหมาะกับนักเรียนแต่ละสายชั้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสาระคณิตศาสตร์ เรื่องอื่น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสอนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดีจากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ภายใต้ทุนสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) งบประมาณด้านวิจัยและนวัตกรรม ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2566

เอกสารอ้างอิง

- เกศรินทร์ ศรีเงิน, และคณะ. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์สื่อมัลติมีเดียกลุ่มสาระคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิตโดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารงานวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, 1(2), กรกฎาคม-ธันวาคม 2558.
- นัฐพร คุ่มวงศ์. (2562). การศึกษาระดับความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ กับ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี. (2555). หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- ศักดิ์ชัย ไชยรักษ์, และปณิดา วรรณพิรุณ. (2563). เทคโนโลยีทางปัญญาเพื่อการศึกษาอัจฉริยะ. วารสารปัญญาภิวัฒน์, 12(3), กันยายน-ธันวาคม 2563.
- สิริพร ทองมาลี. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติโดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของ Van Hiele สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอ่าวน้อยวิทยาคม [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วรัญญา พลหาร. (2564). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องรูปเรขาคณิต โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับสื่อประสม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน]. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

Vodyaho, A., Sukhodolskiy, A., Pashchenko, N., & Smirnova, E. (2019). Advances in the use of augmented reality in educational environments. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 4(3), 117-125.