

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Development of Mathematics Learning Management on Probability Based on 7E Learning Cycle and Metacognition Approach for Mathayomsuksa 4 Students

นิตยา ดอบุตร¹ ธนานันต์ กุลไพบุตร² ปุณทริกา น้อยนนท์³

Nittaya Dorboot¹, Thananun Kunpaibutr² and Puntarika Noinon³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) ตรวจสอบประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ร้อยละ 50 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 4) เปรียบเทียบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 75 5) เปรียบเทียบความสามารถด้านเมตาคอกนิชันของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 6) เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4) แบบวัดความสามารถด้านเมตาคอกนิชัน และ 5) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีชนิด Dependent samples t-test และชนิด One sample t-test

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 78.61/79.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75
2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเท่ากับร้อยละ 60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตั้งแต่ร้อยละ 50
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, Master of Education Degree in Research of Curriculum and Instruction, Sakon Nakhon Rajabhat University

²รองศาสตราจารย์ ดร. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, Assoc.Prof. Dr., Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University

³อาจารย์ ดร. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, Lecturer Dr. of the Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University

*ผู้ติดต่อ, อีเมล: นิตยา ดอบุตร, MeayDorboot@gmail.com

วันที่รับบทความ (Received) 28 สิงหาคม 2567 วันที่แก้ไขบทความ (Revised) 20 พฤศจิกายน 2567 วันที่ตอบรับบทความ (Accepted) 21 พฤศจิกายน 2567

5. ความสามารถด้านเมตาคognitionชั้นของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น แนวคิดเมตาคognition

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) develop the mathematics learning management on Probability based on 7E learning cycle and metacognition approach for Mathayomsuksa 4 students to meet the efficiency of 75/75, 2) examine effectiveness of the mathematics learning management based on the effectiveness index criteria of 50 percent or more, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention, 4) compare students' problem-solving abilities after the intervention to meet the specified criteria of 75 percent, and 5) compare students' metacognition abilities after the intervention to meet the specified criteria of 75 percent, and 6) compare students' attitude toward mathematics before and after the intervention. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 30 Mathayomsuksa 4 students from Khamtakla Rajprachasongkhro School in the second semester of the 2023 academic year. The research instruments included: 1) lesson plans, 2) a learning achievement test, 3) a form evaluating mathematics problem-solving abilities, 4) a form assessing metacognition abilities, and 5) a form evaluating attitude toward mathematics. Statistics for data analysis were mean, percentage, standard deviation, dependent samples t-test, and one sample t-test.

The findings were as follows:

1. The efficiency of the developed mathematics learning management achieved 78.61/79.89, which was higher than the defined criteria of 75/75.

2. The effectiveness index of the developed mathematics learning management reached 60 percent, which passed the defined criteria of 50 percent or more.

3. The students' learning achievement after the intervention was higher than that before the intervention at the .01 level of significance.

4. The students' mathematics problem-solving abilities after the intervention was higher than the specified criteria of 75 percent at the .01 level of significance.

5. The students' metacognition abilities after the intervention was higher than the specified criteria of 75 percent at the .01 level of significance.

6. The students' attitude toward mathematics after the intervention was higher than that before the intervention at the .01 level of significance.

Keywords: Mathematics Learning Management, 7E Learning Cycle, Metacognition Approach

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุผล วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ช่วยให้วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพสังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วในยุคปัจจุบันนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 9) ซึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เน้นที่องค์ความรู้ ทักษะ ความเชี่ยวชาญ และสมรรถนะที่เกิดกับผู้เรียน เพื่อใช้ในการดำเนินชีวิตในสังคมแห่งความเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน ครูจึงต้องมีการเตรียมความพร้อมต้นตอในการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกในศตวรรษที่ 21 (ปานทอง กุลนาถศิริ, 2547, หน้า 11-15)

การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์นอกจากจะต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ ในส่วนของครูผู้สอนก็เห็นว่าสำคัญเช่นกัน นอกจากคุณสมบัติด้านวิชาการ คือ ความรู้ ความสามารถ ในเนื้อหาวิชาที่สอนแล้ว ครูจำเป็นต้องเป็นผู้ที่มีความพร้อม มีความกระตือรือร้น และปรารถนาที่จะเห็นพัฒนาการของผู้เรียน รวมไปถึงความเจริญก้าวหน้าของผู้เรียน เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของแต่ละวิชาและเข้าใจเป้าหมายของการศึกษา ว่าต้องการให้ผู้เรียนไปในทิศทางใด มีวิธีการสอนอย่างไร จึงจะบรรลุเป้าหมายได้ รวมถึงการวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลนั้นมาใช้ในการวางแผนจัดการเรียนรู้ ให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ และเลือกใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 26)

จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศ ในปีการศึกษา 2562-2564 มีผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.41, 26.04, 21.28 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยลดลง และจากการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) นักเรียนโรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2562-2564

พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.60, 21.65, 17.66 ตามลำดับ (โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์, 2564, หน้า 57-58) เมื่อผู้สอนพิจารณาความสำคัญของปัญหาที่ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็นและนำไปใช้ตัวชี้วัด ม.4/2 หาความน่าจะเป็นและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้ อยู่ในระดับต่ำ เกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายเท่านั้น ส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะการคิดแก้ปัญหา การวางแผน และการให้เหตุผล ทำให้ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ นักเรียนที่เรียนเก่ง มีผลการดี มุ่งหวังความสำเร็จเพียงคนเดียวทำให้ผู้เรียนมีความเห็นแก่ตัว ซึ่งไม่สอดคล้องกับนโยบายปฏิรูปการศึกษาที่มุ่งหวังให้นักเรียน เก่ง ดี และมีความสุข (ชัยยุทธ บุญธรรม, 2549, หน้า 2)

รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งอ้างอิงมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget มีส่วนช่วยในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความเข้าใจของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลย หรือละทิ้งเด็ดขาด เนื่องจากการตรวจสอบพื้นฐานความเข้าใจของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่า นักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหาอื่น ๆ (ประสาธน์ เมืองเฉลิม, 2550, หน้า 27) ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่ดีและมีความหมาย นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอีก ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) จึงมีประโยชน์ในการช่วยพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นธรรมชาติ ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อแสวงหาความรู้ และสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ตามแนวคิดของ Eisenkraft (2003, p. 58) มีแนวคิด 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ ดังเช่นงานวิจัยของ ดารณี ชมโสม (2563, หน้า 121-155) ที่ได้ศึกษาพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่องทศนิยม

และเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 งานวิจัยของ สุคนธ์ทิพย์ พรหมนิล (2563, หน้า 101–124) ได้ศึกษาการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นว่ากระบวนการในการจัดการ เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สามารถทำให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ตามขั้นตอนและวิธีการที่ผู้วิจัยออกแบบอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม ถ้านำเอาแนวคิดเมตาคอกนิชันมาผสมผสานกับรูปแบบวัฏจักร 7 ขั้น จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น เนื่องจากแนวคิดเมตาคอกนิชัน เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนทราบวิธีการคิดของตนเอง ตั้งแต่การวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมินตนเอง (Miller, 1991, pp. 178–188) ซึ่งแนวคิดดังกล่าวได้รับความสนใจ และมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความสนใจศึกษาวิจัย ตัวอย่าง เช่น งานวิจัยของ ศรีสุมา ทศมี (2552, หน้า 97–98) และวัฒนา บุญเพ็ง (2555, หน้า 114) ที่ได้ศึกษาการใช้เมตาคอกนิชัน ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์และวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนเพิ่มขึ้น

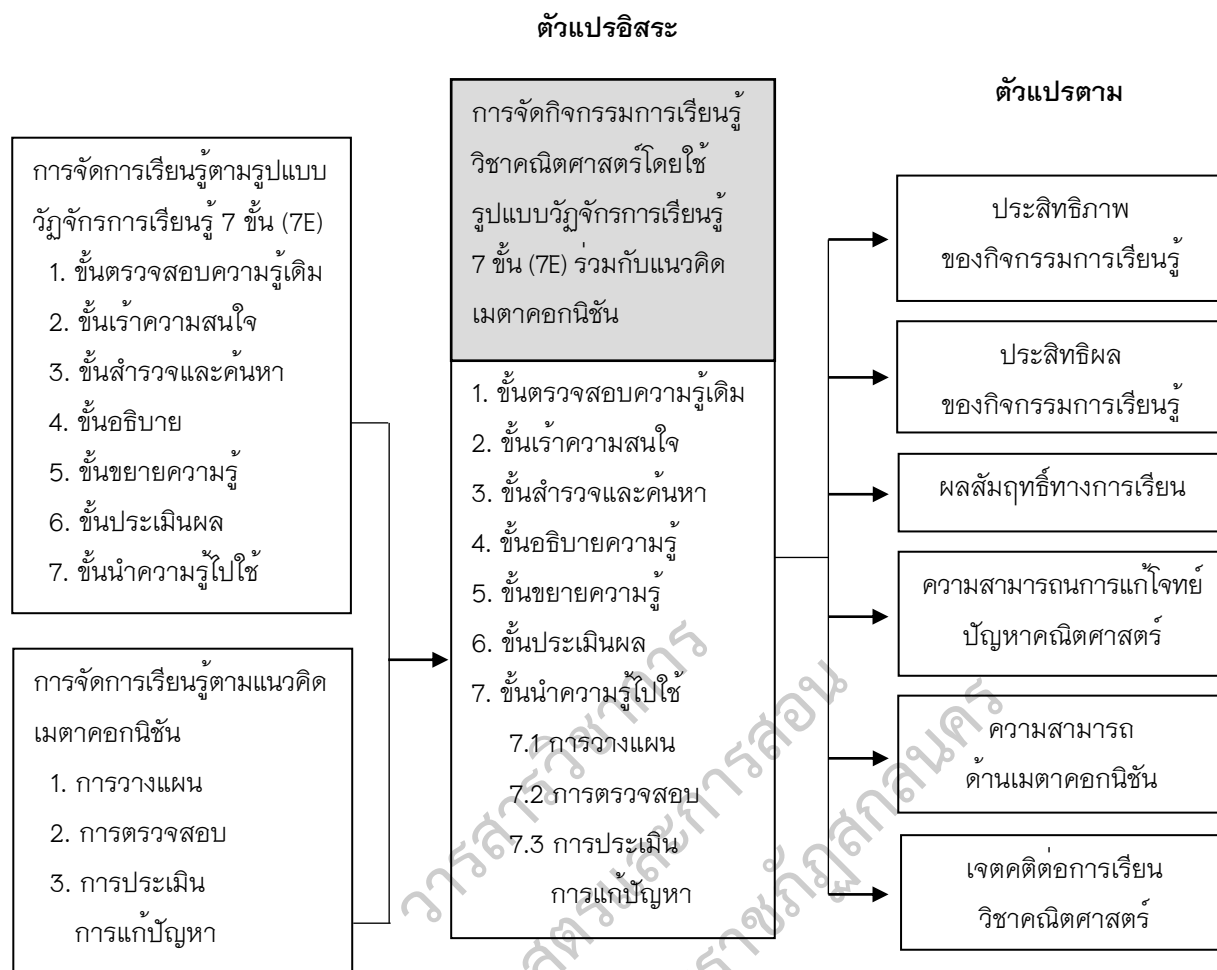
ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการจัดการ เรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิด เมตาคอกนิชันมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านเมตาคอกนิชันทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนการสร้างเจตคติที่ดี ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อตรวจสอบประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ดัชนีประสิทธิผล ตั้งแต่ร้อยละ 50
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านเมตาคอกนิชัน ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม
6. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพประกอบ กรอบแนวคิดของการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 171 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 30 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบละความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผน มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.75
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ แต่ละข้อ มี 4 ตัวเลือก ได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.63–0.87 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27–0.73 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR_{20} ของ Kuder Richardson มีค่าเท่ากับ 0.85

3. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.63–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27–0.60 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR20 ของ Kuder Richardson มีค่าเท่ากับ 0.74

4. แบบวัดความสามารถด้านเมตาคอกนิชันทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.63–0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33–0.53 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ 0.72

5. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) ตามแบบของลิเคิร์ท มี 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20–0.47 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ 0.80

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองสอนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนคำตากลาราชประชาสงเคราะห์เพื่อขออนุญาตดำเนินการทดลองสอน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

2. ชี้แจงรายละเอียดแก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจวิธีการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น

3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องความน่าจะเป็น จำนวน 30 ข้อ แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

4. วัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

5. ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน ระหว่างการสอนให้ครูผู้สอนดำเนินการสอนตามสภาพจริง และทดสอบย่อย จากการทำ

ใบงานด้านความรู้ ใบงานด้านเมตาคอกนิชัน และใบงานด้านผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

6. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่องความน่าจะเป็น จำนวน 30 ข้อ แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

7. วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ เก็บรวบรวมข้อมูลไว้

8. วัดความสามารถด้านเมตาคอกนิชันทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถด้านเมตาคอกนิชันทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

9. วัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอน ให้นักเรียนทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้สูตรประสิทธิภาพ E_1/E_2
2. วิเคราะห์หาประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้สูตรดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ Dependent samples t-test
4. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้ One sample t-test
5. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถด้านเมตาคอกนิชันหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้ One sample t-test
6. วิเคราะห์เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ Dependent samples t-test

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 ปรากฏผลดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรม

การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน
เรื่องความน่าจะเป็น

ประสิทธิภาพ	คะแนน เต็ม	n	กิจกรรมการเรียนรู้		
			$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
E ₁	120	30	94.37	6.17	78.61
E ₂	60	30	47.93	3.19	79.89
สรุปผล			E ₁ /E ₂ เท่ากับ 78.61/79.89		

จากตาราง 1 พบว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 78.61/79.89

2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ดัชนีประสิทธิผล ตั้งแต่ร้อยละ 50 ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น

คะแนน	n	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	E.I.	ร้อยละ
ก่อนเรียน	30	30	13.73	2.66	0.60	60
หลังเรียน	30	30	23.57	1.36		

จากตาราง 2 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับร้อยละ 60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ตั้งแต่ร้อยละ 50

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น ปรากฏผล ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม

การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักร

การเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน

เรื่องความน่าจะเป็น

คะแนน	n	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	30	30	13.73	2.66	15.73**	.00
หลังเรียน	30	30	23.23	2.36		

จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ ร้อยละ 75 ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถ

ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียน

ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้

รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิด

เมตาคอกนิชัน เรื่องความน่าจะเป็น กับเกณฑ์

ร้อยละ 75

คะแนน	n	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	เกณฑ์	t	sig
หลังเรียน	30	15	12.23	0.90	11.25	6.00**	.00

จากตาราง 4 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ที่ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถด้านเมตาคognition ของนักเรียน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ปรากฏผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถ

ด้านเมตาคognition ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 75

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	เกณฑ์	t	sig
หลังเรียน	30	15	12.13	0.94	11.25	5.16**	.00

จากตาราง 5 พบว่า ความสามารถด้านเมตาคognition ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น ปรากฏผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	30	5	2.66	3.50	28.94**	.00
หลังเรียน	30	5	4.62	4.94		

จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปผลการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.61/79.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75

2. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าดัชนีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ตั้งแต่ร้อยละ 50

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความสามารถด้านเมตาคognitionทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประเด็นที่สามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 78.61/79.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 ทั้งนี้เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย และที่สำคัญเป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกในขณะที่เรียน มีความตั้งใจในการเรียนส่งผลให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมได้ดี สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถนำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างเป็นระบบระเบียบ สามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อย้ายโยงการเรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับแนวทางการปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งกล่าวไว้ว่า ปัจจัยสำคัญในการสนับสนุนการเรียนรู้ คือ การจัดสาระการเรียนรู้ที่มีความสมดุลเหมาะสมกับวัย ความถนัด ความสนใจของผู้เรียน จะสามารถช่วยส่งเสริมพัฒนาศักยภาพทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2550, หน้า 22) สอดคล้องกับงานวิจัย ดาราณี ชมโสม (2563, หน้า 88-92) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) เรื่องทศนิยม และเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยสรุปว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) เรื่องทศนิยม และเศษส่วน มีค่าเท่ากับ 75.59/79.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 สอดคล้องกับงานวิจัย ลียานา ประทีปวัฒนพันธ์ (2558, หน้า 35) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนห้องเรียน สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) ร่วมกับการเรียนแบบ STAD ผลการวิจัยสรุปว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับการเรียนแบบ STAD ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ มีค่าเท่ากับ 82.87/77.58

2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 0.60 แสดงว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีพัฒนาการเรียนรู้เพิ่มขึ้นจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition คิดเป็นร้อยละ 60.00 ทั้งนี้เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition ได้ผ่านกระบวนการกลั่นกรอง การตรวจสอบแก้ไขจากที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญในการสร้างเครื่องมือแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องความน่าจะเป็น ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จะต้องมีการทดลองใช้ก่อนที่จะนำไปใช้จริง ทั้งนี้เพื่อทราบปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการสอน เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยนำผลการทดลอง (Try-Out) ไปปรับปรุงพัฒนา ก่อนการนำไปทดลองสอนจริงให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเนื้อหาที่เรียนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ปัทมภรณ์ สุวรรณโมก (2553, หน้า 130-131 อ้างถึงใน สุภานันท์ บัณงาม, 2562) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 0.6626 และ สอดคล้องกับงานวิจัย พันธ์ ทองปาน (2558, หน้า 205-234) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวงจรการเรียนรู้แบบ 7E เน้นกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา ร่วมกับเทคนิค STAD และชุดกิจกรรมวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ที่มีต่อการคิดแก้ปัญหาจิตวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมวงจรการเรียนรู้แบบ 7E เน้นกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา ร่วมกับเทคนิค STAD และชุดกิจกรรมวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ที่มีต่อการคิดแก้ปัญหาจิตวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าโดยรวมเท่ากับ 0.77 และ 0.70 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน เท่ากับ 13.73 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 23.23 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจ บทเรียนได้ดียิ่งขึ้น การทำกิจกรรมและแบบทดสอบ ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีตามความสามารถของตนเอง ฝึกให้นักเรียน มีความเชื่อมั่นและสามารถประเมินผลงานของตนเองได้ นักเรียนได้ทำงานด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย ผลจากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน ทั้งด้านเนื้อหา สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีสื่อการสอนที่หลากหลาย ได้รับความสนใจของนักเรียน และที่สำคัญนักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเอง ทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดี เข้าใจ เนื้อหามากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย แนน้อย อินตะเน (2556, หน้า 161) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอน แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัย จักรี ภูมิสี (2558, หน้า 172–181) ได้ศึกษาการพัฒนาคู่มือการสอน คละชัน โดยใช้เทคนิค GT ร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียน และค่านิยม ประชาธิปไตย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้คู่มือการสอนคละชันโดยใช้เทคนิค TGT ร่วมกับวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิด เมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการ จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E เป็นกระบวนการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างเป็นขั้นตอน ทำให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นตอน และยังมี กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเมตาคognition ขั้น ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการวางแผนและมีการประเมินตนเอง จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย แอนนา สุภาพญาติ, พรณทิพา ตันตินัย และเวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2561, หน้า 39) ได้ศึกษา เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัย ศิริรักษ์ คิมยะราช (2559, หน้า 154–166) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์โดย การเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับกระบวนการ แก้ปัญหาของ POLYA ที่ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ การแก้โจทย์ ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 พบว่า การแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 ที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนคณิตศาสตร์ โดยการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับกระบวนการ แก้ปัญหาของ POLYA หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

5. ความสามารถด้านเมตาคognitionขั้นทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่า ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เน้นการนำแนวคิด เมตาคognitionมาใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเมตาคognition โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกกระบวนการด้านเมตาคognition ในทุก ๆ กิจกรรมการเรียนรู้ เน้นให้นักเรียนได้ตระหนักถึง ความสามารถ ความถนัดของตนเองว่าในงานแต่ละอย่างนั้น

นักเรียนควรมีความรู้ ความสามารถในการในด้านใดบ้าง ทำให้นักเรียนทราบว่าคุณมีความรู้อะไรบ้าง และอะไรที่ยังไม่รู้ ต้องศึกษาสิ่งใดเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา หรือทำงานนั้น ๆ และเน้นให้นำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาใช้อย่างเหมาะสมกับงาน หลังจากนั้นก็ให้นักเรียนจึงดำเนินงานตามแผนโดยให้มีการตรวจสอบและประเมินผลเกี่ยวกับงานที่ได้ทำไป ว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือไม่ หรือมีการข้ามขั้นตอนใดไปหรือไม่ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สอดแทรกความรู้ด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเมตาคognition ดังที่กล่าวมาข้างต้นผ่านกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1) การวางแผน นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 2) การตรวจสอบ นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการและขั้นตอนที่เลือกนักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา 3) การประเมินการแก้ปัญหาของตนเอง นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบให้มีความสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้แต่ละข้อ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย สีสะหวาด ไชยสมบัติ (2559, หน้า 172-201) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ช่วงชั้นโดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึมผสมผสานแนวคิดเมตาคognition สำหรับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นกลาง วิทยาลัย ไชยสมบัติเทคโนโลยี แขวงสะหวันนะเขต สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พบว่า ความสามารถด้านเมตาคognition ของนักศึกษาได้รับการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัย สุภาวดี แก้วกา (2563, หน้า 106-115) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคognition ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความสามารถด้านเมตาคognition ของนักเรียนที่เรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition เรื่องความน่าจะเป็น ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความตระหนักในคุณค่าหรือประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ มีความรู้สึกที่ดีต่อคณิตศาสตร์ มีความพร้อมในการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น มีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลดีต่อผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย มาโนดา คำจันทร์ (2555, หน้า 239-246) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้เมตาคognition เรื่อง การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เมตาคognition มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติต่อการเรียน วิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับงานวิจัย สุภาภรณ์ ชิตโคกสูง, สุวรรณา จุ้ยทอง และอุษา คงทอง (2560, หน้า 109) ได้ทำการศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับแนวคิดเมตาคognition ครูผู้สอนจะต้องศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจ ใช้เนื้อหาที่เน้นโจทย์ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมกับผู้เรียน และควรจัดเตรียมเอกสารประกอบการเรียนการสอน สื่อการสอนแบบทำมือหรือแบบออนไลน์ โดยให้นักเรียนได้ศึกษาและดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ไปตามขั้นตอน พร้อมทั้งครูอธิบายประกอบด้วย เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นในการทำงาน ช่วยให้การสอนเป็นไปด้วยดีและประสบความสำเร็จ

2. การจัดกิจกรรมควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนแต่ละคน และระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรยืดหยุ่น ตามความเหมาะสม สถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นจะต้องมีความหลากหลายและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นเหตุการณ์ที่ผู้เรียนสนใจ ไม่ยากเกินความเข้าใจของผู้เรียน จึงทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับตัวแปรอื่น ที่มีความสัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์กับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ

2. ควรมีการศึกษางานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) กับเทคนิคการเรียนรู้แบบอื่น เช่น การจัดการเรียนรู้โดยพหุปัญญา การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบ TAI และการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education เป็นต้น

3. ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะรูปแบบแบ่งกลุ่ม เช่น การจัดการเรียนรู้แบบ TAI เทคนิคการสอนแบบแบ่งกลุ่ม เทคนิคการสอนแบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกันและแลกเปลี่ยนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้กลวิธีอื่น ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2551). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จักรี ภูมิลี (2558). *การพัฒนาคู่มือการสอนคณะชั้นโดยใช้เทคนิค GT ร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียน และค่านิยมประชาธิปไตย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ชัยยุทธ บุญธรรม. (2549). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สารนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดารณี ชมโสม. (2563). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) เรื่องทศนิยมและเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- เน่งน้อย อินตะเน. (2556). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ประสาธ เมืองเฉลิม. (2550). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ขั้น หลักสูตรการศึกษา*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปานทอง गुलนาถศิริ. (2547). *ความสำคัญของคณิตศาสตร์*. *วารสารคณิตศาสตร์*, 46(530–532), 11–15.
- พนัส ทองปาน. (2558). *การพัฒนาชุดกิจกรรมวงจรการเรียนรู้แบบ 7E เน้นกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาาร่วมกับเทคนิค STAD และชุดกิจกรรมวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ที่มีการคิดแก้ปัญหาจิตวิทยาาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- มานิดา คำจันทร์. (2555). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชัน เรื่อง การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์. (2564). *SAR โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์: รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET)*. สกลนคร: โรงเรียนคำตากล้าราชประชาสงเคราะห์.

- ลียานา ประทีปวัฒนพันธ์. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนห้องเรียน สสวท. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับการเรียนแบบ STAD. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วัฒนา บุญเพ็ง. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่องสมบัติ ของจำนวนนับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ศิริรักษ์ คิมยะราช. (2559). การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับกระบวนการ แก้ปัญหา POLYA ที่ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ศรีสุมา ทศมี. (2552). การใช้เมตาคอกนิชันในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้โจทย์ ปัญหาในวิชาฟิสิกส์และวิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สีสะหวาด ไชยสมบัติ (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ช่วงย่นต์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม ผสมผสานแนวคิดเมตาคอกนิชัน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นกลาง วิทยาลัยไชยสมบัติเทคโนโลยี แขวงสหัสวันนะเขต สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สุคนธ์ทิพย์ พรหมนิล. (2563). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7E ร่วมกับผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัย ราชภัฏสกลนคร.
- สุภาภรณ์ ชิตโคกสูง, สุวรรณ จุ้ยทอง และอุษา คงทอง. (2560). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E. วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์, 7(2), 109-119.
- สุภานันท์ บัณยาม. (2562). การพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา ของโพลยาที่ส่งผลต่อพฤติกรรมความร่วมมือ ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สุภาวดี แก้วก่า. (2563). การพัฒนาความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและ การเคลื่อนที่ โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- แอนนา สุภาพญาติ, พรณทิพา ตันตินัย และเวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7E (7E) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 20(2), 39-52.
- Eisenkraft. (2003). Expanding the 5E Model. *The Science Teacher*, 11(3), 56-59.
- Miller, M. (1991). Self-assessment as a specific strategy for teaching the gifted Learning disabled. *Journal for the Education of the Gifted*, 14(2), 178-188.