



การพัฒนาแบบการสอนที่เน้นการฝึกความจำขณะทำงานโดยใช้ประสาทวิทยาศาสตร์  
เป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถเชิงพุทธิปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ของนักเรียน

Development of Teaching Model with Working Memory Training based  
on Educational Neuroscience to Enhance Cognitive Function  
and Mathematics Achievement of Students

ศานิตย์ ศรีคุณ

Sanit Srikoon

*Article History*

Received: January 16, 2020

Revised: November 16, 2020

Accepted: November 18, 2020

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์วิจัยเพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นการฝึกความจำขณะทำงานโดยใช้ประสาทวิทยาศาสตร์เป็นฐาน 2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอน ได้แก่ 2.1) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความตั้งใจ ในเทอมของคะแนนความถูกต้องและเวลาตอบสนองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 2.2) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความจำขณะทำงาน ในเทอมของคะแนนความถูกต้องและเวลาตอบสนอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 2.3) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา มีระยะเวลาเก็บข้อมูลการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ 1) การสังเคราะห์แนวคิดและสำรวจปัญหา 2) การพัฒนารูปแบบการสอน และ 3) การทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการสอน ผลวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น มีองค์ประกอบ 7 องค์ประกอบ ได้แก่ 1.1) หลักการ คือ การรับรู้และความตั้งใจที่สอดคล้องกับความรู้ที่มีมาก่อน การฝึกความจำขณะทำงาน การนำเสนอและสื่อสาร การสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เชิงบวก 1.2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นคือ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงพุทธิปัญญา 1.3) ขั้นตอนการสอน ได้แก่ รับรู้ ร้อยเรื่อง เร่งรัด และเรียบเรียง 1.4) ระบบทางสังคม คือ การสร้างสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เชิงบวกและภาระงานที่ชัดเจน 1.5) หลักการตอบสนองคือ การสร้างสภาวะการแข่งขัน มีการให้รางวัลและสะท้อนผล 1.6) ระบบที่นำมาสนับสนุนคือ ภาระงานที่ฝึกความจำขณะทำงาน 1.7) การประเมินผลทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถเชิงพุทธิปัญญา และ 2) ผลการใช้รูปแบบการสอนพบว่า รูปแบบการสอนนี้สามารถเพิ่มความสามารถเชิงพุทธิปัญญาทั้งความตั้งใจและความจำขณะทำงาน รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

**คำสำคัญ :** รูปแบบการสอน ; ความจำขณะทำงาน ; ความสามารถเชิงพุทธิปัญญา ; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์



## ABSTRACT

The research objectives were 1) to develop the teaching method focusing on the Working Memory Training with applying the foundation of educational neuroscience 2) to examine the results of this teaching method by applying the three comparative studies; 2.1) the comparison between the experimental group and control group regarding the difference of attention in terms of the accuracy and speed; 2.2) the comparison of working memory between the experimental group and control group in terms of the accuracy and speed. and 2.3) the comparison of the learning achievements between the experimental group and the control group. The research was planned and developed in three phases. The first phase aimed to develop the synthesis of theories and the survey of problems. The second phase focused on the development of teaching method. The third phase examined the effectiveness of teaching method. The research findings proposed two important aspects as follows: 1) the developed teaching method consisting of seven elements focusing on 1.1) the perception and intention relating to the prior knowledge, the Working Memory Training, the presentation and communication and the creation of the positive learning environment, 1.2) such teaching method enhanced the students' learning achievements and students' cognitive skills, 1.3) this teaching procedures were included four important elements: excite, expand, enhance and expert, 1.4) the social system was the creation of positive learning environment and the clarifying assignment, 1.5) the principle of the reaction was the creation of competition that rewarded and reflected to the students, 1.6) the supporting system was the assignments which train the students Working Memory and 1.7) the qualified assessment was used to evaluate both the students' learning achievements and the cognitive function. 2) This teaching method increased the students' accuracy while also enhancing the duration in responding of students' attention, working memory and learning achievements.

**Keywords :** Teaching Model ; Working Memory ; Cognitive Function ; Mathematics Achievement

## บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์และความเจริญก้าวหน้าของโลก อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของศาสตร์วิชาอื่นๆ แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากการสอบ Program for International Student Assessment (PISA) ปี 2552 กับปี 2555 พบว่านักเรียนไทยมีผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และคะแนนคณิตศาสตร์อยู่ในช่วงลำดับที่ 48-52 จาก 65 ประเทศ และจากผลการสอบของ Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) ปี 2554 พบว่าคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ของไทยลดลงเมื่อเทียบกับปี 2550 อยู่ในลำดับที่ 28 จาก 63 ประเทศทั่วโลก แสดงว่าผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังต่ำกว่าประเทศอื่นมากดังนั้นจึงเป็นปัญหาเร่งด่วนที่ต้องเร่งรัดพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะนักเรียนระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังเติบโตไปเป็นเยาวชนของชาติ จำเป็นที่จะต้องเตรียมพื้นฐานให้พร้อมต่อการพัฒนาในระดับที่สูงขึ้น (Ministry of Education, 2017) ดังนั้นจึงเป็นที่ชัดเจนว่าประเทศไทยได้ประสบปัญหาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่ำกว่านานาประเทศ จึงต้องเร่งด่วนแก้ไขปัญหานี้และต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้ทันนานาอารยประเทศ

แม้การปฏิรูปการศึกษาไทยได้ดำเนินการมากกว่า 10 ปีแล้วแต่คุณภาพการศึกษาไทยก็ยังไม่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหานี้คือ นักการศึกษาควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทและหน้าที่ของระบบประสาทที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ที่เรียกว่า “ประสาทวิทยศึกษาศาสตร์ (Educational Neuroscience)” (Srikoon, 2019b) จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ทางประสาทวิทยศึกษาศาสตร์ของ Murphy and Honey (2016) พบว่ามีตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้ ได้แก่ ความตั้งใจ ความจำขณะทำงาน และอารมณ์ และ Srikoon (2019b) พบว่า



ความจำขณะทำงานมีความสัมพันธ์กับผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นเราจึงควรนำองค์ความรู้เกี่ยวกับตัวแปรเหล่านี้มาเป็นฐานในการพัฒนารูปแบบการสอน แนวทางการฝึกที่เหมาะสม การออกแบบสื่อการสอน และแนวทางการสอนบนฐานประสาทวิทยาศาสตร์ สิ่งเหล่านี้อาจสามารถปฏิรูปหลักสูตรการศึกษา และสามารถพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาสู่การเป็นครูมืออาชีพได้ (Zadina, 2015) โดยเฉพาะในวิชาจิตศึกษานั้น พบว่า มีการนำหลักการทางประสาทวิทยา (Neurosciences) มาพัฒนาทางจิตศาสตร์ศึกษา ดังนี้ การทำความเข้าใจเชิงประสาทวิทยา (Neurounderstanding) เป็นการใช้นวัตกรรมทางประสาทวิทยาเพื่อสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการเพิ่มทักษะจิตศาสตร์และวิธีการเรียนรู้ระดับโมเลกุล และการทำนายเชิงประสาทวิทยา (Neuroprediction) เป็นการนำศักยภาพของข้อมูลภาพถ่ายทางสมอง (Neuroimage) เพื่อทำนายการเรียนรู้จิตศาสตร์ และการตอบสนองต่อเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทางการศึกษา และแนวทางสุดท้าย คือ การทดลองเชิงประสาทวิทยา (Neurointervention) เป็นการใช้อุปกรณ์ภาพถ่ายทางสมองเพื่อออกแบบการสอนให้เกิดการเรียนรู้จิตศาสตร์ และวิธีการศึกษาบูรณาการหรือวงจรของระบบประสาทของการเรียนรู้จิตศาสตร์ เพื่อใช้สอนจริงในโรงเรียน (Smedt and Grabner, 2015) อีกทั้งงานวิจัยของ Nemmi et al (2016) ได้ทำการตรวจสอบภาพทางสมองด้วยเครื่องนิวโรอิมเมจ (Neuroimaging) พบว่า การฝึกความจำขณะทำงานมีความสัมพันธ์สูงมากกับความสามารถเชิงพุทธิปัญญา (Cognitive Ability) มากกว่านั้นงานวิจัยทางประสาทวิทยาของ Verschaffel, Lehtinen and Dooren (2016) ค้นพบว่า สมรรถนะทางจิตศาสตร์นั้นเกิดจากการทำงานของพื้นที่สมอง (Brain Region) หลายส่วน เช่น สมองส่วนหน้า (Frontal Lobes) ทำหน้าที่เกี่ยวกับความจำขณะทำงาน เยื่อสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) จะส่งเสริมให้เกิดข้อเท็จจริงใหม่ๆ และกระบวนการสมองด้านข้าง (Parietal Lobes) เป็นส่วนสำคัญสำหรับการเรียนเรื่องจำนวนและเลขคณิต เป็นต้น จากงานวิจัยดังกล่าวถ้านักการศึกษา มีองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบกลไกทางชีวภาพก็จะสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาผู้เรียนได้เจาะจงมากขึ้น ดังนั้นการนำแนวคิดประสาทวิทยาศาสตร์เป็นฐานในการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาจึงเป็นกระบวนการที่ใหม่ที่สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ของเด็กไทยโดยเฉพาะผลการเรียนรู้จิตศาสตร์ได้อย่างแน่นอน

รูปแบบการสอน 5E มี 5 ขั้นตอน คือ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) การขยายความรู้

(Elaboration) และการประเมิน (Evaluation) ถือว่าเป็นรูปแบบการสอนแบบปกติที่ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ให้ใช้เป็นรูปแบบการสอนมาตรฐานในประเทศไทย (Srikoon, 2017) และเพื่อสร้างความเชื่อมั่นว่ารูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้ได้จริง งานวิจัยนี้จึงได้ดำเนินการศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนด้วยการเปรียบเทียบกับรูปแบบการสอน 5E ดังกล่าว

จากสภาพการณ์ข้างต้นจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องยกระดับความสามารถเชิงพุทธิปัญญาและแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจิตศาสตร์ด้วยการพัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นการฝึกความจำขณะทำงานโดยใช้ประสาทวิทยาศาสตร์เป็นฐาน อันเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ขยายพรมแดนการเรียนรู้ทางจิตศาสตร์ให้มีความเป็นสากล และสามารถใช้พัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นการฝึกความจำขณะทำงานโดยใช้ประสาทวิทยาศาสตร์เป็นฐาน
2. ศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น
  - 2.1 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความตั้งใจ (Attention) ของนักเรียน ในเทอมของคะแนนความถูกต้อง (Accuracy) และเวลาตอบสนอง (Reaction Time) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
  - 2.2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความจำขณะทำงาน (Working Memory) ของนักเรียนในเทอมของคะแนนความถูกต้องและเวลาตอบสนอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
  - 2.3 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

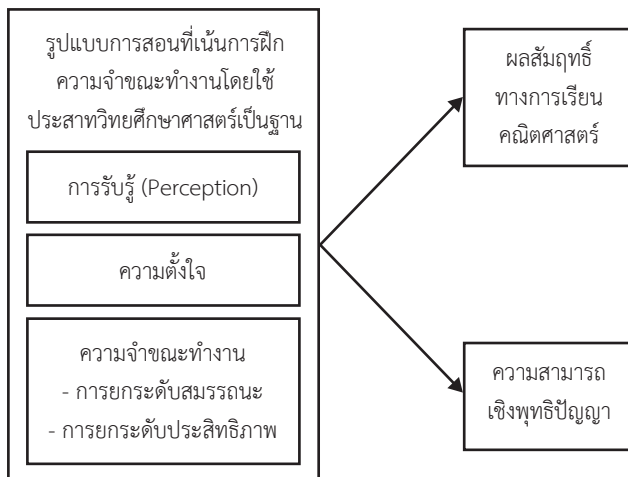
### สมมติฐานการวิจัย

1. คะแนนความถูกต้องและเวลาตอบสนองของความตั้งใจ ของกลุ่มทดลองดีกว่ากลุ่มควบคุม
2. คะแนนความถูกต้องและเวลาตอบสนองของความจำขณะทำงานของของกลุ่มทดลองดีกว่ากลุ่มควบคุม
3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม



### กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาแบบการสอนที่เน้นการฝึกความจำขณะทำงานโดยใช้ประสาทวิทยาศาสตร์เป็นฐาน ผู้วิจัยยึดแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการสอนของ Joyce, Weil and Calhoun (2015) พบว่า รูปแบบการสอนประกอบด้วย หลักการของรูปแบบการสอน วัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน ขั้นตอนการจัดกิจกรรม ระบบทางสังคม หลักการตอบสนอง ระบบที่นำมาสนับสนุน การประเมินผลของรูปแบบการสอน การนำรูปแบบการสอนไปใช้ ผลทางตรงและผลทางอ้อม และจากการศึกษาแนวคิดของ Murphy and Honey (2016) พบว่า กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้แก่ การรับรู้ เกิดขึ้นที่อวัยวะสัมผัส เช่น ตา หู จมูก ผิวหนัง ปากหรือลิ้น หลังจากนั้นข้อมูลเข้าสู่กลไกของความตั้งใจที่บริเวณเนื้อเยื่อสมองส่วนหน้า และนำข้อมูลไปประมวลผลชั่วคราวที่บริเวณสมองส่วนหน้าที่ซึ่งเป็นกลไกของความจำขณะทำงาน มี 2 ส่วน คือ การยกระดับสมรรถนะ (Capacity) และการยกระดับประสิทธิภาพ (Efficiency) และนำข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำระยะยาว ทั้งนี้มีสมองส่วนที่เรียกว่าอะมิกดาลาซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับสภาวะทางจิต มีกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีการดำเนินการวิจัย 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ระยะที่ 1.1 การสังเคราะห์ร่างต้นแบบของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น มีขั้นตอนดังนี้

1. การสังเคราะห์รูปแบบการสอนเชิงทฤษฎี เป็นการวิเคราะห์ทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบการสอน และประสาทวิทยาศาสตร์

2. การศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอน

2.1 กลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยใช้การเลือกแบบเจาะจงเพื่อกำหนดผู้ให้ข้อมูลสำคัญ มีเกณฑ์การเลือกกลุ่มเป้าหมายที่เป็นครูผู้สอนคือ มีความสนใจและมีประสบการณ์สอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไม่น้อยกว่า 1 ปี และมีเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียนคือมีความสนใจ และเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนจำเมืองวิทยาคม ปีการศึกษา 2562 ได้ กลุ่มเป้าหมายจำนวนทั้งสิ้น 12 คน ดังนี้ (1) ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนจำเมืองวิทยาคมจำนวน 3 คน (2) ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนลำปอนวิทยาคมจำนวน 3 คน (3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนจำเมืองวิทยาคม จำนวน 3 คน (4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนลำปอนวิทยาคม จำนวน 3 คน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์สภาพปัญหาการเรียนการสอน และผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00

2.3 การเก็บข้อมูล จากการสัมภาษณ์

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

3. การสังเคราะห์ร่างต้นแบบรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยสังเคราะห์ร่างต้นแบบของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นแล้วจึงตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น มีวิธีดำเนินการดังระยะที่ 1.2

ระยะที่ 1.2 การพัฒนาร่างต้นแบบของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความถูกต้องพบว่ามีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นการฝึกความจำขณะทำงานโดยใช้ประสาทวิทยาศาสตร์เป็นฐาน มีขั้นตอนดังนี้

ระยะที่ 2.1 การทดลองใช้ร่างต้นแบบของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนจำเมืองวิทยาคม อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา ทั้งหมด 2 ห้องเรียน จำนวน 59 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้องเรียน โรงเรียนจำเมืองวิทยาคม อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา ใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ได้จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 35 คน



## 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ ร่างต้นแบบของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00 ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.86 ค่าความยากตั้งแต่ 0.40-0.60 ค่าอำนาจการจำแนก ตั้งแต่ 0.45-0.80

## 2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการดังนี้

2.3.1 เตรียมแผนการเรียนการสอน ตามร่างต้นแบบของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

2.3.2 เข้าทำการเรียนการสอนห้องที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำความเข้าใจกับผู้เรียน เป็นเวลา 1 สัปดาห์

2.3.3 ดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง

2.3.4 ดำเนินการเรียนการสอนรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ใช้เวลา 14 ชั่วโมง

2.3.5 ดำเนินการเก็บข้อมูลหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล งานวิจัยนี้วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การทดสอบที แบบกลุ่มไม่อิสระ (Dependent Sample T-Test)

ระยะที่ 2.2 การพัฒนารูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนารูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นและนำผลการทดลองใช้ร่างต้นแบบของรูปแบบการสอนให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และดำเนินการพัฒนาด้านแบบ (Prototype) ที่สมบูรณ์เพื่อนำไปสู่ระยะทดสอบประสิทธิภาพในระยะที่ 3

ระยะที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพ

ระยะที่ 3.1 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอน

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนลำปาววิทยาคม ทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวน 75 คน ประจำปีการศึกษา 2562

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนลำปาววิทยาคม ประกอบด้วย กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้องที่ 1 มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น

35 คน และกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้องที่ 2 มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 35 คน รวมทั้งสิ้น 70 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ รูปแบบการสอนที่เน้นการฝึกความจำขณะทำงานโดยใช้ ประสบการณ์วิทยาศาสตร์เป็นฐาน และรูปแบบการสอน 5E

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.2.1 ซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงาน เป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เพื่อวัดความตั้งใจ ประกอบด้วย 4 แบบทดสอบ ได้แก่ ปฏิกริยาขั้นต้น (SRT) ความตั้งใจแบบเจาะจง (FOA) ความตั้งใจแบบเลือก (SEA) ความตั้งใจแบบคงทน (SUA) และความจำขณะทำงาน ประกอบด้วย 4 แบบทดสอบ ได้แก่ กระบวนการขั้นพื้นฐานของความจำขณะทำงาน (BAP) ความสามารถผลัดเปลี่ยน (SWM) ความสามารถปรับปรุง (UWM) ความสามารถยับยั้ง (IWM) ซอฟต์แวร์นี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพะเยา ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง (Srikoon, 2019a)

3.2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในข้อ 2.2.2

## 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

3.3.1 เตรียมแผนการเรียนการสอนให้พร้อม และเข้าทำการเรียนการสอนห้องที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำความเข้าใจกับผู้เรียน เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

3.3.2 ดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง และซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงาน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.3.3 ดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ใช้เวลา 14 ชั่วโมง

3.3.4 ดำเนินการเก็บข้อมูลหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง และซอฟต์แวร์แบบวัดความสามารถเชิงพุทธิปัญญา: ความตั้งใจและความจำขณะทำงาน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

## 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว



3.4.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียนและหลังเรียนของความตั้งใจ ทั้งในเทอมของคะแนน ความถูกต้องและเวลาตอบสนองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ

3.4.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียนและหลังเรียนของความตั้งใจ ทั้งในเทอมของคะแนน ความถูกต้องและเวลาตอบสนองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ

ระยะที่ 3.2 การถอดบทเรียนจากการใช้รูปแบบการสอน ที่พัฒนาขึ้น

3.5 กลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยใช้การเลือกแบบเจาะจง เพื่อกำหนดผู้ให้ข้อมูลสำคัญ มีเกณฑ์การเลือกกลุ่มเป้าหมายที่เป็น ครูผู้สอนคือ มีความสนใจและเคยจัดการสอนโดยใช้รูปแบบ การสอน 4ร และมีเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียนคือ มีความสนใจ และเคยได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอน 4ร ได้กลุ่มเป้าหมาย จำนวนทั้งสิ้น 6 คน ดังนี้ (1) ครูผู้สอนวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนถ้ำปินวิทยาคม จำนวน 3 คน (2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนถ้ำปินวิทยาคม จำนวน 3 คน

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์

3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล จากการสัมภาษณ์

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

### สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และสภาพ ปัญหาของการจัดการเรียนการสอน มีดังนี้

1.1 ผลการสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กับรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับ โครงสร้างหรือแบบแผนของรูปแบบการสอนจากแนวคิดของ Joyce, Weil & Calhoun (2015) เป็นกรอบของโครงสร้างรูปแบบ การสอนที่พัฒนาขึ้น และศึกษาทฤษฎีทาง ประสาทวิทยาศาสตร์ ของ Murphy & Honey (2016) เพื่อเป็นฐานทฤษฎีพัฒนาเนื้อหา สารในแต่ละองค์ประกอบของรูปแบบการสอน 4ร มากกว่านั้น ผู้วิจัยได้ลงภาคสนามเพื่อสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย ผลการศึกษา สภาพปัญหาการเรียนการสอนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ผลสรุปมีดังนี้

1.1.1 ด้านการเตรียมการสอน พบว่า ครูวิเคราะห์ หลักสูตร เตรียมแผนการสอน แต่ยังไม่รู้จักทฤษฎีหรือหลักการ ทางประสาทวิทยาศาสตร์

1.1.2 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า จัดการสอนตามหลักสูตร แต่วิธีการสอนยังไม่มีให้นำทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการฝึกความจำขณะทำงานไปใช้จัดการสอน

1.1.3 ด้านสื่อการสอน พบว่า มีการพัฒนาสื่อ และสื่อที่ใช้บ่อยครั้ง คือ แบบฝึกหัด และแบบฝึกทักษะ

1.1.4 ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า มีการวัด ทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ยังไม่พบการวัด ความสามารถทางพุทธิปัญญา

1.2 ผลการพัฒนาร่างต้นแบบของรูปแบบการสอน ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษาเอกสารและสภาพปัญหา มาสังเคราะห์ร่างต้นแบบของรูปแบบการสอน และผ่านความเห็นชอบ ของผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีข้อเสนอแนะ คือ ขั้นตอนการสอน ควรใช้ภาษาให้ผู้อ่านจดจำง่ายขึ้น เช่น ใช้คำพ้องเสียง และคำสัมผัส เป็นต้น หลังจากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไข มีบทสรุปของรูปแบบ การสอน ดังข้อ 2.2

2. ผลการพัฒนารูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

2.1 ผลการทดลองใช้ร่างต้นแบบของรูปแบบการสอน ที่พัฒนาขึ้น พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์หลัง สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

| คะแนน     | $\bar{X}$ | S.D. | N  | t      | df |
|-----------|-----------|------|----|--------|----|
| ก่อนเรียน | 14.05     | 6.41 | 35 | 6.61** | 34 |
| หลังเรียน | 19.62     | 6.39 | 35 |        |    |

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ผลการพัฒนารูปแบบการสอน 4ร สรุปดังนี้

2.2.1 หลักการของรูปแบบการสอน มีดังนี้

1) กระบวนการรับรู้และความตั้งใจที่ สอดคล้องความรู้ที่มีมาก่อนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ดีขึ้น

2) การฝึกความจำขณะทำงานทำให้ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความสามารถเชิงพุทธิปัญญาดีขึ้น มี 2 กลไก ได้แก่ การฝึกสมรรถนะ และการฝึกประสิทธิภาพ

3) การนำเสนอผลการเรียนรู้จะทำให้ สารสนเทศเข้าจัดเก็บในความจำระยะยาวได้ดีขึ้น

4) การสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ทางบวก ทำให้สารสนเทศเข้าสู่สมองดีขึ้น



## 2.2.2 วัดประสงค์ของรูปแบบการสอน มีดังนี้

- 1) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2) เพื่อพัฒนาความสามารถเชิงพุทธิปัญญา

## 2.2.3 ขั้นตอนการสอน มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 รับรู้ ผู้เรียนทบทวนความรู้ที่มีมาก่อน ได้รับการกระตุ้นระบบการรับรู้ และความตั้งใจ

ขั้นที่ 2 ร้อยเรียง เป็นการฝึกความจำขณะทำงาน ให้มีสมรรถนะ ผู้เรียนฝึกภาระงาน ที่ครอบคลุมเนื้อหา มีจำนวนเพียงพอ ไม่ซับซ้อน ภายในเวลาที่จำกัด

ขั้นที่ 3 เร่งรัด เป็นการฝึกความจำขณะทำงาน ให้มีประสิทธิภาพ ผู้เรียนฝึกภาระงานที่ซับซ้อน หรือมีวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เจาะจงและทำภาระงานในเวลาที่จำกัด

ขั้นที่ 4 เรียบเรียง ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่เรียน และนำเสนอต่อทั้งห้องเรียน

2.2.4 ระบบทางสังคม ผู้สอนสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เชิงบวก และภาระงานที่มีความชัดเจน

2.2.5 หลักการตอบสนอง ผู้สอนสร้างสภาวะของการสอนด้วยการแข่งขัน มีรางวัลและสะท้อนผล

2.2.6 ระบบที่นำมาสนับสนุน ผู้สอนต้องเตรียมภาระงานที่สร้างขึ้นอย่างถูกต้องตามทฤษฎี

2.2.7 การประเมินผลนั้น ประเมินทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประเมินความสามารถเชิงพุทธิปัญญา

## 2.2.8 การนำรูปแบบการสอนไปใช้ มีดังนี้

1) ผู้สอนต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดฐานรากของรูปแบบการสอนนี้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้

2) ผู้สอนต้องเตรียมภาระงานอย่างถูกต้อง และเพียงพอ และสอนตามขั้นตอนการจัดกิจกรรม

## 2.2.9 ผลทางตรงและผลทางอ้อม มีดังนี้

1) ผลทางตรง คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถทางพุทธิปัญญา

2) ผลทางอ้อม รูปแบบการสอนนี้เน้นการฝึกความจำขณะทำงาน ซึ่งส่งผลต่อความสามารถด้านอื่นๆ

## 3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการสอน 4ร

## 3.1 ผลการใช้รูปแบบการสอน 4ร

3.1.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ตารางที่ 2 แสดงคะแนนความถูกต้อง (เต็ม 30 คะแนน) และเวลาตอบสนอง (มิลิวินาที)

ตารางที่ 2 ค่าสถิติพื้นฐาน

| ตัวแปร | 4ร        |       | 5E        |        |
|--------|-----------|-------|-----------|--------|
|        | $\bar{X}$ | S.D.  | $\bar{X}$ | S.D.   |
| คะแนน  |           |       |           |        |
| SRT    | 22.00     | 4.24  | 15.34     | 5.57   |
| FOA    | 20.20     | 5.11  | 14.51     | 5.22   |
| SEA    | 18.08     | 5.25  | 13.34     | 5.48   |
| SUA    | 18.02     | 4.09  | 11.05     | 5.07   |
| BAP    | 18.91     | 4.15  | 13.08     | 4.58   |
| SWM    | 18.22     | 4.72  | 10.37     | 4.80   |
| UWM    | 18.57     | 4.80  | 10.88     | 5.58   |
| IWM    | 17.57     | 5.12  | 13.02     | 5.08   |
| เวลา   |           |       |           |        |
| SRT    | 470.62    | 74.96 | 583.77    | 156.78 |
| FOA    | 485.78    | 64.02 | 606.92    | 173.00 |
| SEA    | 452.49    | 57.50 | 561.06    | 165.79 |
| SUA    | 478.48    | 66.39 | 596.76    | 167.58 |
| BAP    | 460.43    | 71.88 | 613.70    | 186.94 |
| SWM    | 472.89    | 82.56 | 613.28    | 190.09 |
| UWM    | 468.11    | 74.54 | 671.35    | 198.07 |
| IWM    | 510.79    | 98.06 | 644.05    | 176.67 |

3.1.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องและเวลาตอบสนองของความตั้งใจของนักเรียนระหว่างรูปแบบการสอน 4ร และรูปแบบการสอน 5E ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องและเวลาตอบสนองของความตั้งใจของนักเรียน

| ความตั้งใจ       | Value | F       | Sig |
|------------------|-------|---------|-----|
| คะแนนความถูกต้อง | 0.57  | 11.83** | .00 |
| เวลาตอบสนอง      | 0.74  | 5.67**  | .00 |

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.1.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้อง และเวลาตอบสนองของความจำขณะทำงานของนักเรียน ระหว่างรูปแบบการสอน 4ร และรูปแบบการสอน 5E ดังตารางที่ 4



**ตารางที่ 4** ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้อง และเวลาตอบสนองของความจำขณะทำงานของนักเรียน

| ความจำขณะทำงาน   | Value | F       | Sig |
|------------------|-------|---------|-----|
| คะแนนความถูกต้อง | 0.50  | 16.28** | .00 |
| เวลาตอบสนอง      | 0.65  | 8.43**  | .00 |

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 สรุปว่า คะแนนความถูกต้องของความตั้งใจ เวลาตอบสนองของความตั้งใจ คะแนนความถูกต้องของความจำขณะทำงาน และเวลาตอบสนองของ

ความจำขณะทำงาน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน 4ร มีคะแนนความถูกต้องของความตั้งใจและความจำขณะทำงานสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน 5E อีกทั้งนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน 4ร มีเวลาตอบสนองของความตั้งใจและความจำขณะทำงานน้อยกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน 5E

3.1.4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระหว่างรูปแบบการสอน 4ร และรูปแบบการสอน 5E ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างรูปแบบการสอน 4ร และรูปแบบการสอน 5E ทั้งก่อนเรียนและหลัง

| ช่วงการวัด | แหล่งความแปรปรวน | SS      | df | MS     | F       | Sig |
|------------|------------------|---------|----|--------|---------|-----|
| ก่อนเรียน  | ระหว่างกลุ่ม     | 34.30   | 1  | 34.30  | 1.05    | .30 |
|            | ภายในกลุ่ม       | 2208.57 | 68 | 32.47  |         |     |
|            | รวม              | 2242.87 | 69 |        |         |     |
| หลังเรียน  | ระหว่างกลุ่ม     | 494.22  | 1  | 494.22 | 15.73** | .00 |
|            | ภายในกลุ่ม       | 2135.71 | 68 | 31.40  |         |     |
|            | รวม              | 2629.94 | 69 |        |         |     |

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01

3.2 ผลการถอดบทเรียนพบว่ารูปแบบการสอน 4ร ทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานเพลิดเพลิน สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ได้ และผู้สอนมีความพอใจในรูปแบบการสอนนี้

### อภิปรายผลการวิจัย

1. งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการสอน 4ร ผลการใช้รูปแบบการสอนนี้ พบว่า สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถเชิงพุทธิปัญญาได้ เนื่องจากรูปแบบการสอน 4ร มีโครงสร้างองค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัดถูประสงค์ ขั้นตอนการสอน คือ รับรู้ ร้อยเรื่อง แรงรัด และเรียบเรียง เป็นต้น ซึ่งพัฒนาตามแนวคิดของ Joyce, Weil and Calhoun (2015) ซึ่งถือว่าเป็นแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับและมี

ความเป็นสากล อีกทั้งรูปแบบการสอนนี้ใช้แนวคิดของ Murphy and Honey (2016) เป็นฐานทฤษฎีในการพัฒนา ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีเทคนิคการสอนที่ฝึกความสามารถทางสมอง เช่น ขั้นรับรู้มีการกระตุ้นความตั้งใจ ขั้นร้อยเรื่อง และขั้นแรงรัด มีการฝึกความจำขณะทำงาน และขั้นเรียบเรียงมีการนำเสนอองค์ความรู้เพื่อให้อารมณ์เทศเข้าไปฝังลึกในความจำระยะยาว สอดคล้องกับ Srikoon (2019b) ที่กล่าวว่านักการศึกษาควรขยายพรมแดนการเรียนรู้ด้วยการนำแนวคิดนี้มาใช้ทางการศึกษา

2. ผลการใช้รูปแบบการสอนแบบ 4ร พบว่า คะแนนความถูกต้องของความตั้งใจและความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม และเวลาตอบสนองของความตั้งใจและความจำขณะทำงานของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม นั่นคือกลุ่มตัวอย่างทำภาระงานได้ถูกต้องในระยะเวลาที่น้อยลง สอดคล้องกับ Srikoon (2017) ที่พบว่ารูปแบบการสอนที่พัฒนาตามแนวคิดประสาทวิทยาศาสตร์ ที่ทำให้ผู้เรียนทำภาระงานได้ถูกต้องในเวลาเร็วขึ้น และพบว่า รูปแบบการสอน 4ร สามารถพัฒนา



ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Srikoon (2018) ที่ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนที่พัฒนาตามแนวคิดประสาทวิทยาศาสตร์ พบว่า สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้

### ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการนำแนวคิดการฝึกความสามารถเชิงพุทธิปัญญา มาเป็นฐานทฤษฎีในการพัฒนารูปแบบการสอน และควรมีการศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนนี้ในรายวิชาอื่น

### ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

#### ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ควรมีการขยายผลการใช้รูปแบบการสอนนี้ไปเผยแพร่แก่ครูผู้สอน และควรศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีและรูปแบบการสอนนี้อย่างถ่องแท้

### References

- Joyce, B., Weil, M., and Calhoun, E. (2017). *Models of teaching*. 9<sup>th</sup> Ed. Boston : Pearson.
- Ministry of Education. (2017). *Nayobāi pīngoppramān Phoṭṭhā Soṭṭhā sōṭṭhāphanhāroṭṭhoksip samnakngān khana kammakān kamsuksā naphūn thān [Policy fiscal year 2017 Office of the Basic Education Commission]*. Bangkok : Basic Education Commission.
- Murphy, R. A., and Honey, R. C. (2016). *The Wiley handbook on the cognitive neuroscience of learning*. United Kingdom : Wiley-Blackwell.
- Nemmi, F., Helander, E., Helenius, O., Almeida, R., Hassler, M., Räsänen, P., and Klingberg, T. (2016). Behavior and neuroimaging at baseline predict individual response to combined mathematical and working memory training in children. *Developmental Cognitive Neuroscience*. 20(1), 43–51.
- Smedt, D.B. and Grabner, H.R. (2015). *The oxford handbook of numerical cognition*. University of Oxford: Oxford University Press.
- Srikoon, S. (2017). A comparative study of the effects of the neurocognitive-based model and the conventional model on learners' attention, working memory and mood. *Malaysian Journal of Learning & Instruction*. 14(1), 83-110.
- Srikoon, S. (2018). Effect of 5P model on mathematics achievement and mood. *Journal of Physics: Conf. Series*. 16(1340), 1-5.
- Srikoon, S. (2019a). Kāntrūatsōp khwām trong choēng thritsadi khōṅg sōṭṭhāwæ bāep wat khwāmsāmāt choēng phutthi panyā nai miti khwām thūktōṅg [Construct validity of cognitive ability test software in the accuracy dimension]. *Journal of Education Khon Kaen University*. 42(4), 103-117.
- Srikoon, S. (2019b). Kān wikhrō ‘aphi mān kiēokap rūpbāep kānsōṭṭhā thī chai prasātwiththaya suksā sāt pen thān thī song phon tō phonkān rianrū withthayasāt nai prathet Thai [Meta-analysis of teaching model based-on educational neuroscience influencing on science learning outcomes in Thailand]. *Journal of Graduate Studies Review Mahachulalongkorn Rajavidyalaya University, Phrae Campus*. 5(2), 127-147.



- Verschaffel, L., Lehtinen, E. and Dooren, W. V. (2016). Neuroscientific studies of mathematical thinking and learning: a critical look from a mathematics education viewpoint. *ZDM Mathematics Education*. 48, 385–391
- Zadina, J. N. (2015). The Emerging Role of Educational Neuroscience in Educational Reform. *Psicología Educativa*. 21(1), 71–77.