

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการ ประเมินเพื่อพัฒนาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ธัญชัย พรหมวงศ์¹ และจกมล บัวแก้ว^{2*}

วันที่รับบทความ: (1 ตุลาคม 2567) วันที่แก้ไขบทความ: (6 ธันวาคม 2567) วันที่ตอบรับบทความ: (10 มกราคม 2568)

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา และ (3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนากับเกณฑ์ร้อยละ 60 กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ๒ จำนวน 1 ห้องเรียน รวมเป็นนักเรียน 39 คนได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา จำนวน 4 แผน มีคุณภาพด้านความเหมาะสมเท่ากับ 4.80 (2) แบบทดสอบอัตนัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.64-0.79 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30-0.55 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 และ (3) แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ มีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ และการทดสอบที (t -test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาเท่ากับ 7.31 ($SD = 2.68$) คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 27.08 ($SD = 6.15$) และคะแนนร้อยละพัฒนาการสัมพัทธ์เท่ากับ 72.61 อยู่ในระดับสูง
2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

➤ บทความวิจัย

^{1,2} คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*ผู้รับผิดชอบหลัก E-mail: jongkon.bu@sku.ac.th

3. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ทักษะการคิดวิเคราะห์, การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน, เทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา

The Development of Learning Achievement and Analytical Thinking Skills in Mathematics on the Topic of Trigonometric Functions through Brain-Based Learning (BBL) combined with Formative Assessment Techniques for Grade 11 Students

Tanunchai Promwong¹ and Jongkon Buakaew^{2*}

Received: (October 1, 2024) Revised: (December 6, 2024) Accepted: (January 10, 2025)

Abstract

The objectives of this research were: (1) to improve the mathematics learning achievement of Grade 11 students on the topic of trigonometric functions through Brain-Based Learning (BBL) combined with formative assessment techniques; (2) to compare the mathematics learning achievement of Grade 11 students on the topic of trigonometric functions before and after learning through Brain-Based Learning (BBL) combined with formative assessment techniques; and (3) to compare the analytical thinking skills in mathematics of Grade 11 students after learning through Brain-Based Learning (BBL) combined with formative assessment techniques with a criterion of 60%. The sample group consisted of Grade 11 students from Hat Yai Witthayalai 2 School in the first semester of the 2024 academic year, totaling 1 class with 39 students, selected through cluster random sampling. The research instruments included: (1) A learning plan based on brain-based learning (BBL) combined with formative assessment techniques, consisting of 4 plans, with a suitability quality rating of 4.80. (2) An achievement test with a content validity score of 1.00 for all items, difficulty indices ranging from 0.64 to 0.79, discrimination indices between 0.30 and 0.55, and a reliability coefficient of 0.84 and (3) An assessment of mathematical analytical thinking skills, with a content validity score of 1.00 for all items. The data was analyzed using mean (*M*), standard deviation (*SD*), relative development scores, and *t*-test.

The research results were as follows:

1. The students' average pre-test score for mathematics learning achievement on the topic of trigonometric functions, using Brain-Based Learning (BBL) combined with formative assessment techniques was 7.31 (*SD* = 2.68), while their average post-test score was 27.08 (*SD* = 6.15). The relative development percentage was 72.61 which was at a high level.

➤ Research Articles

^{1,2}Faculty of Education, Songkhla Rajabhat University

*Corresponding Author E-mail: jongkon.bu@skru.ac.th

2. The students' mathematics learning achievement on the topic of trigonometric functions after learning through Brain-Based Learning (BBL) combined with formative assessment techniques was significantly higher than before at the 0.05 level.

3. The students' average score for analytical thinking skills in mathematics after learning through Brain-Based Learning (BBL) combined with formative assessment techniques was significantly higher than the 60% criterion at the 0.05 level.

Keywords: Analytical Thinking Skills, Brain-Based Learning, Formative Assessment Techniques

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาปัญญาของมนุษย์ เสริมสร้างให้เกิดทักษะการคิดอย่างเป็นตรรกะและแก้ปัญหาที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบ โดยการศึกษาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และตีความหมายข้อมูลประกอบการตัดสินใจ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ (Ozsoy and Aydin, 2015) สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ที่ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมนักเรียนให้มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในทักษะศตวรรษที่ 21 โดยผู้เรียนจะต้องมีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ดังนั้นในฐานะครูผู้สอนจะต้องออกแบบการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมนักเรียนให้มีศักยภาพในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพ หรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสอนเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบซึ่ง Bloom (1961) ได้แบ่งการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ (1) การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการค้นหาจุดสำคัญหรือหัวใจของเรื่อง (2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและพาดพิงกันระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ และ (3) การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการค้นหาว่าสิ่งต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันนั้นอาศัยหลักการใดเป็นสำคัญ

จากการปฏิบัติการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันและตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์การตอบคำถาม และสอบถามนักเรียนถึงสาเหตุไม่ผ่านเกณฑ์ พบว่า นักเรียนบางคนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ให้มาได้ นักเรียนบางคนไม่สามารถแยกแยะได้ว่าต้องหาคำตอบด้วยวิธีการใด นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการกับที่โจทย์ให้มามีความสัมพันธ์กันอย่างไร ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ว่าสาเหตุอาจจะเนื่องมาจากการคิดของนักเรียน ที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ที่ไม่สามารถแยกแยะความสำคัญของเนื้อหาที่เรียน ไม่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาที่เรียน และไม่สามารถสร้างข้อสรุปได้ ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสรุปได้ว่านักเรียนต้องได้รับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังพบว่าการสอนที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้นั้นเน้นการบรรยาย และให้นักเรียนทำตามขั้นตอนที่ครูบอก โดยไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดเอง หรือปฏิบัติเอง จึงอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ สอดคล้องกับ The National Council of Teachers of Mathematics (2000 อ้างถึงใน ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์ และวาสนาไทย วิเศษสัตย์, 2563) ที่ได้เสนอว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นจะต้องให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างเข้าใจ สามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองบนฐานของประสบการณ์และความรู้เดิม

จากสภาพปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเอกสารเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ พบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาหรือเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้ คือ (1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning: BBL) เป็นการนำองค์ความรู้เรื่องสมอง ธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ทั้งในรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ บรรยายภาคในการเรียน สื่อการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ เข้าใจ สามารถเรียนรู้และรับไว้ในความทรงจำ

ระยะยาวทั้งยังสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้มาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม เป็นการสร้างศักยภาพสูงสุดในการเรียนรู้ของมนุษย์ (สถาบันวิทยาการการเรียนรู้, 2550) โดยสุพจน์ ศิลปะวัฒนา, เกตุมนี มากมี และ วารุณี โพธาสินธุ์ (2564) ได้สรุปขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นการเตรียมสมองให้พร้อมกับการเรียนรู้สิ่งใหม่ ด้วยการทบทวนความรู้เดิมที่มีอยู่เชื่อมโยงความรู้ใหม่ (2) ขั้นรับความรู้ใหม่ เป็นการกระตุ้นสมองให้ซึมซับข้อมูลใหม่ที่เชื่อมโยงกระบวนการเรียนรู้สำหรับการนำเข้าสู่บทเรียนจากเรื่องที่เกี่ยข้อง น่าสนใจ น่าตื่นเต้น (3) ขั้นเรียนรู้เป็นขั้นของการก่อให้เกิดปัญหาแห่งการเรียนรู้ มีการนำข้อมูลและข้อคิดเห็นต่าง ๆ มาเชื่อมโยงความรู้ให้กลายเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยการฟัง ดู และปฏิบัติ (4) ขั้นจดจำซึมซับความรู้ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนซึมซับจดจำความรู้ ด้วยการทำความเข้าใจทวนในสถานการณ์ที่ต่างกัน และ (5) ขั้นบูรณาการต่อยอดความรู้ เป็นขั้นการปฏิบัติให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน และสรุปองค์ความรู้ที่เรียน และ (2) เทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Assessment Techniques) เป็นการนำการประเมินมาช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้และสามารถนำผลการประเมินมาใช้เป็นสารสนเทศในการกำหนดเป้าหมายและการพัฒนาตนเองของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการประเมินเพื่อพัฒนานั้นเป็นการปฏิบัติที่เกิดขึ้นระหว่างที่มีการจัดการเรียนรู้โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ (1) การระบุเป้าหมายของการเรียนรู้ (2) การตรวจสอบความก้าวหน้าของการเรียนรู้ และ (3) การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (มารุต พัฒนา, 2561) ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งจะต้องมีการใช้เทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาที่หลากหลาย เช่น การทำแบบฝึกหัด การสะท้อนผลการเรียนรู้ การสังเกตพฤติกรรมการทำงานควบคู่กับเทคนิค Think-Pair-Share การใช้คำถามควบคู่กับเทคนิค Thumbs Up, Thumbs Down เทคนิค Traffic Light Card, Traffic Light Dots เป็นต้น (Keeley and Tobey, 2017) เพื่อกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน พร้อมทั้งนำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนางานและตนเองได้

ดังนั้นจะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning: BBL) มีขั้นตอนการสอนที่ชัดเจนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ ดังการศึกษาที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (ณัฐพล เฟื่องฟุ้ง, 2560; วราภรณ์ เพ็ชชะ, 2563) อีกทั้งยังเพิ่มทักษะการคิดของนักเรียนได้อีกด้วยดังการศึกษาของภัทรพร ท่าคาม (2561) ที่พบว่าทักษะการคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานและการสร้างแผนผังความคิดสูงกว่าก่อนเรียน และเมื่อมีการบูรณาการเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา (Formative Assessment Techniques) ในการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานทำให้ผู้สอนทราบจุดเด่นและจุดด้อยของผู้เรียนแต่ละคนมากขึ้นจากการดำเนินการประเมินผู้เรียนเป็นระยะ ๆ เมื่อพบว่าผู้เรียนไม่มีพัฒนาการจะได้หาทางแก้ไข หรือปรับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ทันทั่วทั้งที่ (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

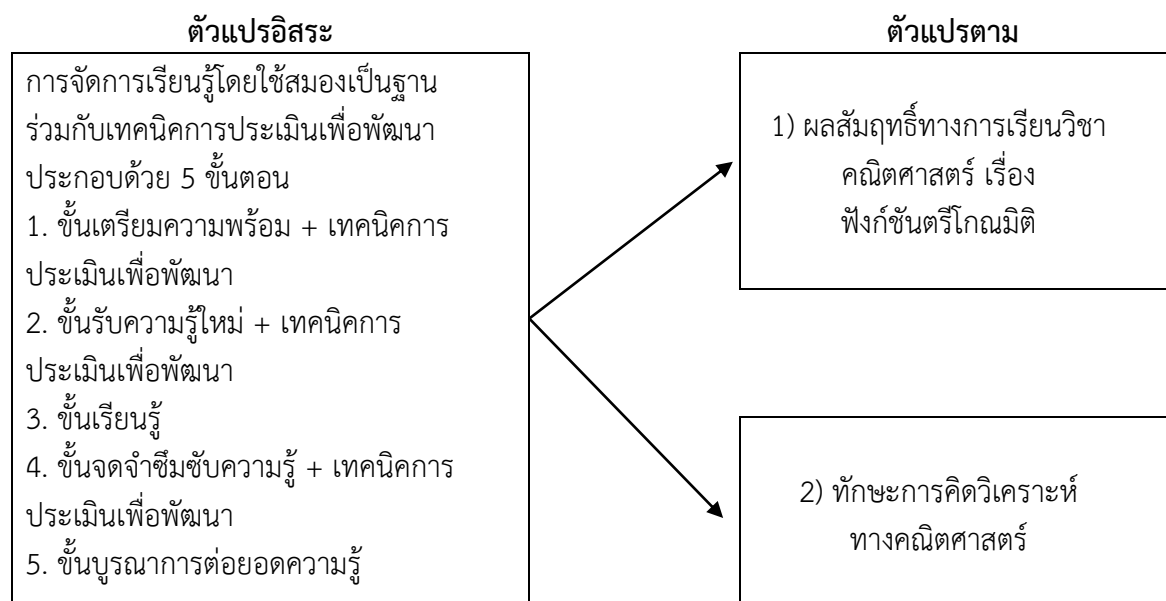
จากที่กล่าวมาข้างต้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ เกิดการคิดวิเคราะห์เป็น

นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางสำหรับครูในการนำไปใช้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนากับเกณฑ์ร้อยละ 60

กรอบแนวคิดการวิจัย



สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ๒ จำนวน 5 ห้อง รวมเป็นนักเรียนทั้งหมด 194 คน

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ๒ จำนวน 1 ห้อง รวมเป็นนักเรียนทั้งหมด 39 คน ดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ฉบับ มีรายละเอียดดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ที่ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมเป็น 8 ชั่วโมง และผ่านการตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลพบว่ามีค่าเฉลี่ยคุณภาพความเหมาะสมเท่ากับ 4.80 ซึ่งมีค่ามากกว่า 3.50 ดังนั้นแผนจึงมีความเหมาะสมที่นำไปใช้ได้ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นเตรียมความพร้อม + เทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา ขั้นนี้เป็นการเตรียมความพร้อมด้านสมองของนักเรียนสำหรับการเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ และตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้คำถาม (2) ขั้นรับความรู้ใหม่ + เทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา ขั้นนี้ผู้สอนเพิ่มความรู้ใหม่ให้กับนักเรียนโดยเชื่อมโยงกับความรู้เดิม พร้อมประเมินนักเรียนด้วยการให้คำถามและให้นักเรียนประเมินความรู้ความสามารถของตนเองด้วยเทคนิค Thumbs Up, Thumbs Down เทคนิค Traffic Light Card, Traffic Light Dots (3) ขั้นเรียนรู้ ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้และทำความเข้าใจเนื้อหาด้วยตนเอง (4) ขั้นจดจำซึมซับความรู้ + เทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนทำซ้ำย้ำทวนในสถานการณ์ที่หลากหลายด้วยการทำแบบฝึกหัด ร่วมกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ และ 5) ขั้นบูรณาการต่อยอดความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นรูปแบบข้อสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ มีคะแนนเต็ม 35 คะแนน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยมีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.64-0.79 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30-0.55 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

3) แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) ประกอบด้วย 3 ด้านคือ การคิดวิเคราะห์เชิงเนื้อหา การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการคิดวิเคราะห์หลักการ โดยแต่ละด้านแบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ และแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านมีค่าคุณภาพเท่ากับ 1.00

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้เป็นแบบการเก็บข้อมูลแบบกลุ่มเดียวที่มีการวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (The One Group Pretest-Posttest Design) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดการดำเนินการวิจัยให้กับกลุ่มเพื่อสร้างแนวปฏิบัติร่วมกัน โดยกลุ่มตัวอย่างสามารถปฏิเสธการเข้าร่วมกิจกรรมได้ตลอดเวลาตามที่ต้องการ

2) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบอัตนัยสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและบันทึกผลคะแนนที่ได้

3) ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาแก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 4 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมเป็น 8 ชั่วโมง

4) ดำเนินการเก็บข้อมูลหลังเรียนด้วยแบบทดสอบอัตนัยสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และบันทึกผลคะแนนที่ได้สำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1) วิเคราะห์ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ โดยมีเกณฑ์การแปลระดับคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ดังนี้ พัฒนาการระดับสูงมากมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ร้อยละ 76-100 พัฒนาการระดับสูงมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ร้อยละ 51-75 พัฒนาการระดับกลางมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ร้อยละ 26-50 และพัฒนาการระดับต้นมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ร้อยละ 0-25 (พัชชา ห่อตระกูล และคณะ, 2567)

2) วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระหว่างก่อนและหลังเรียนโดยใช้สถิติการทดสอบที (Dependent Sample *t*-test)

3) วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้สถิติการทดสอบที (One Sample *t*-test)

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยรายงานผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา พบว่าโดยรวมนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 7.31 (*SD* = 2.68) คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 27.08 (*SD* = 6.15) และมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ร้อยละ 72.61 อยู่ในระดับสูง รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา

รายการ	Min	Max	<i>M</i>	<i>SD</i>
คะแนนก่อนเรียน	1	12	7.31	2.68
คะแนนหลังเรียน	14	35	27.08	6.15
คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	25.93	100.00	72.62	

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ หลังเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{38} = 26.53$, $p < 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($M = 27.08$, $SD = 6.15$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M = 7.31$, $SD = 2.68$) รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา

รายการ	n	M	SD	t	p
คะแนนก่อนเรียน	39	7.31	2.68	26.53*	0.00
คะแนนหลังเรียน	39	27.08	6.15		

* $p \leq .05$

3. ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนากับเกณฑ์ร้อยละ 60 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีค่าเท่ากับ 25.64 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($t_{38} = 45.24$, $p < 0.05$) รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนากับเกณฑ์ร้อยละ 60

รายการ	n	M	SD	t	p
คะแนนทักษะการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์	39	25.64	1.05	45.24*	0.00
เกณฑ์ร้อยละ 60 (18 คะแนน)					

* $p \leq .05$

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลตามสมมติฐานของการวิจัยได้ดังนี้

1. จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ หลังเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนานั้นมีขั้นตอนที่ชัดเจนในการพัฒนานักเรียนเกี่ยวกับการฝึกการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม การฝึกให้นักเรียนคิดเป็นมีการทำซ้ำ ย้ำทวนการเรียนรู้ของตนเอง การสร้างข้อสรุปความรู้ด้วยตนเองอีกทั้งยังฝึกให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกันได้ อีกทั้งระหว่างการเรียนรู้ก็มีการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองอยู่ตลอดเวลาจึงส่งผลให้

ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้น ดังที่ Jensen (2000) เสนอแนวคิดว่าจัดการการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับธรรมชาติของสมองช่วยให้นักเรียนสามารถซึมซับความรู้ได้เป็นอย่างดี ด้วยการทำความเข้าใจผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ส่งผลให้มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นและจดจำความรู้ได้นาน และผลการวิจัยยังสอดคล้องกับการศึกษาของ ญัฐพล เฟื่องฟูง (2560) ที่พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับการศึกษาของวรารณณ์ เพ็ชชะ (2563) ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยทั้งอาจจะเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการซ้ำ ๆ มีการเชื่อมโยงความรู้ และระหว่างการเรียนรู้ก็จะมีภาระประเมินเป็นระยะเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไปในทิศทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของภัทราพร ทำคาม (2561) ที่พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับแผนผังความคิดมีทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์รายครึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นตามลำดับของการทดสอบ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของวรารณณ์ เพ็ชชะ (2563) ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาเท่ากับ 7.31 ($SD = 2.68$) คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 27.08 ($SD = 6.15$) และคะแนนร้อยละพัฒนาการสัมพัทธ์เท่ากับ 72.61 อยู่ในระดับสูง

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้

จากผลการวิจัยพบว่าจัดการการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ ดังนั้น

1.1) ครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจควรเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความสามารถหรือความสนใจของนักเรียน

1.2) ครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจเลือกเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาที่สอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และระดับชั้นของผู้เรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3) ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนและนักเรียนจะต้องสร้างความเข้าใจและข้อตกลงร่วมกันเกี่ยวกับการใช้เทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนา ไปใช้กับเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ หรือรายวิชาอื่น ๆ หรือนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ อีกทั้งควรเพิ่มเทคนิคการประเมินเพื่อพัฒนาให้มีความหลากหลาย หรือนำเทคโนโลยีมาร่วมในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนด้วย

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์ และวาสนาไทย วิเศษสัตย์. (2563). แนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์*, 65(702), 27-44.
- ณัฐพล เฟื่องฟู. (2560). *การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]*. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- พัชชา ห่อตระกูล, วิไลพร สุพรรณ, สุจิตรา พิงเร็ว, พินดา วราสุนันท์ และพงศ์ธรา วิจิตเวชไพศาล. (2567). คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์: แนวทางที่ดีกว่าในการประเมินกระบวนการเรียนรู้ทางวิสัยปัญญา. *วารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์*, 6(1), 39-45.
- ภัทรพร ท่าคาม. (2561). *การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับแผนผังความคิด [วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]*. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- มารุต พัฒนา. (2561). การพัฒนารูปแบบการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนระดับบัณฑิตศึกษา. *Veridian E-Journal Silpakorn University*, 11(3), 3413-3432.
- วราภรณ์ เพ็ชชะ. (2563). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐาน (Brain Based Learning: BBL) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล.
- สถาบันวิทยาการการเรียนรู้. (2550). *การสอนแบบ Brain-based Learning*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาผู้บริหารการศึกษา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สุพจน์ ศิลปะวัฒนา, เกตุมณี มากมี และวารุณี โพธาสินธุ์. (2564). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้
สมองเป็นฐานในรายวิชาภาษาไทย วัฒนธรรมไทยและประวัติศาสตร์ไทย สำหรับนักเรียน
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 2 แบบยืดหยุ่น โรงเรียนคริสเตียนเยอรมันเชียงใหม่. *วารสาร
มหาวิทยาลัยพายัพ*, 31(2), 1-16.

ภาษาอังกฤษ

Bloom, B. S. (1961). *Taxonomy of Educational Objectives*. New York: David Mckey.

Jensen, E. (2000). *Brain-based learning*. San Diego, CA: The Brain Store Publishing.

Keeley, P. & Tobey, C. R. (2017). *Mathematics Formative Assessment*. California: Corwin.

Ozsoy, S. & Aydin, S. (2015). Mathematics literacy: A key to success in modern world.

International Journal of Mathematics Education, 12(1), 45-52.