



A Study of the Components of Brain-Based Learning Instructional Process

Rattanapon Watanabe^{1*}, Wannika Chalakbang² & Akkaluck Pheasa³

¹ Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand

² Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand

³ Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand

* Corresponding author. E-mail: rattanpon.wa67@snru.ac.th

Abstract

The objectives of this research were to investigate the components of the brain-based learning (BBL) instructional process. The study was divided into two phases. Phase 1 involved synthesizing the components of brain-based learning from ten relevant documents and research studies. Phase 2 examined the appropriateness of these components as evaluated by five experts, including university instructors in Thai language teaching, award-winning Thai language teachers, and educational supervisors. The research instruments included a document synthesis form and a five-point Likert-scale questionnaire. Data were analyzed using frequency, percentage, mean, and standard deviation. The research findings revealed that the brain-based learning instructional process comprised six components: (1) Preparation, (2) Presentation, (3) Practice, (4) Summary, (5) Application, and (6) Assessment. The overall appropriateness of these components, as evaluated by experts, was at the highest level. When considering each component individually, the highest mean scores were found in the following order: Summary, Application, Assessment, Practice, and Preparation, while the lowest mean score was in the Presentation component.

Keywords: Process, Learning Instruction, Brain-Based Learning



การศึกษาองค์ประกอบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน

รัตนภรณ์ วาตานาเป้^{1*} วลัณิกา ฉลากบาง² และ เอกลักษณ์ เพียสา³

1 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

* Corresponding author: E-mail: rattanpon.wa67@snru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินองค์ประกอบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 แหล่ง และ ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ได้แก่ อาจารย์มหาวิทยาลัย สาขการสอนภาษาไทย ครูภาษาไทยที่ได้รับรางวัลรับรองความรู้ความสามารถด้านภาษาไทย และศึกษานิเทศก์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสังเคราะห์เอกสารและแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความถี่ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน ดังนี้ 1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) 2. ขั้นนำเสนอบทเรียน (Presentation) 3. ขั้นปฏิบัติหรือฝึกฝน (Practice) 4. ขั้นสรุปความรู้ (Summary) 5. ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) 6. ขั้นประเมินผล (Assessment) ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าองค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดทุกตัว โดยเรียงลำดับดังนี้ ขั้นสรุปความรู้ ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ขั้นประเมินผล ขั้นปฏิบัติหรือฝึกฝน ขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่อง องค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ ขั้นนำเสนอบทเรียน

คำสำคัญ: กระบวนการ, การจัดการเรียนรู้, สมองเป็นฐาน

บทนำ

การปฏิรูปการศึกษาในปัจจุบัน มุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์จากการสอนที่เน้นเนื้อหาสู่การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อพัฒนาศักยภาพให้เท่าทันพลวัตของโลกปัจจุบัน (OECD, 2018; Jensen, 2017) อย่างไรก็ตาม ระบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้อยู่ทั่วไปมักเผชิญข้อจำกัดในการตอบสนองต่อรูปแบบและอัตราเร็วในการประมวลผลข้อมูลที่แตกต่างกันของผู้เรียนแต่ละคน ส่งผลให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันในการบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (ภาวิณี ศรีทอง, 2563) การแสวงหานวัตกรรมทางการศึกษาจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้แน่ใจว่าการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับกลไกและธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมนุษย์อย่างแท้จริง

ความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับกลไกการทำงานของสมองจากการวิจัยทางประสาทวิทยาการเรียนรู้ (Neuroscience of Learning) ได้ยืนยันว่า การเรียนรู้คือปรากฏการณ์ทางชีววิทยา ซึ่งเกิดขึ้นจากการสร้างและจัดระเบียบเครือข่ายใยประสาทใหม่ (D'Arcangelo, 2005; Tokuhamma-Espinosa, 2014) หากการเรียนรู้การสอนก่อให้เกิดความเครียดหรือความเบื่อหน่าย จะเป็นการขัดขวางการทำงานของสมองส่วนอารมณ์ (Limbic System)



และจำกัดความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ความจำระยะยาว (Sousa, 2017) ด้วยเหตุนี้ แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning: BBL) จึงได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในฐานะกรอบแนวคิดที่ใช้หลักการทางสมองมาปรับปรุงการออกแบบการเรียนการสอน

แนวคิด BBL เน้นย้ำว่าสมองมนุษย์เรียนรู้ได้ดีที่สุดภายใต้บริบทที่เป็นธรรมชาติและมีความหมาย โดยมีหลักการสำคัญ เช่น การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การจัดการบรรยากาศที่ไม่คุกคาม และการบูรณาการความรู้ในรูปแบบที่หลากหลาย (Caine & Caine, 1994) การประยุกต์ใช้ BBL ให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดจึงต้องอาศัยการวิเคราะห์อย่างพิถีพิถันในองค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ อันได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมสมอง (Preparation) การนำเสนอประสบการณ์ (Presentation) และการประมวลผล (Processing) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นการทำงานประสานกันของสมองซีกซ้ายและซีกขวา (Jensen, 2008)

งานวิจัยที่ผ่านมาจำนวนมากได้ยืนยันถึงประสิทธิผลของ BBL ในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ในระดับประถมศึกษา (รัตนภรณ์ บุราณมัย และ วายุ กาญจนสร, 2566) อย่างไรก็ตาม การศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับองค์ประกอบกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมตามบริบทของห้องเรียนในประเทศไทยยังมีจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน เพื่อสร้างรูปแบบการสอนที่เป็นรูปธรรมและมีหลักฐานเชิงประจักษ์ (ธัญญรัตน์ อุยโต, 2561) ซึ่งผลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนและพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างยั่งยืน

คำถามการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐานมีอะไรบ้าง
2. เพื่อประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน

วัตถุประสงค์การวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน
2. เพื่อประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน

หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning: BBL) เป็นแนวทางที่พัฒนาขึ้นจากองค์ความรู้ทางประสาทวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาการเรียนรู้ และวิทยาศาสตร์การศึกษา โดยมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับธรรมชาติการทำงานของสมอง หลักการสำคัญคือ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นอย่างมีความหมายเมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์จริง มีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และดำเนินการภายใต้สภาพแวดล้อมที่สร้างแรงจูงใจและลดความเครียด (Jensen, 2000)

Caine และ Caine (2003) ได้เสนอหลักการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน 12 ประการ โดยย้ำว่าสมองเป็นระบบการประมวลผลที่ซับซ้อน การเรียนรู้เกิดขึ้นทั้งแบบมีสติและไร้สติ และอารมณ์มีบทบาทอย่างสำคัญต่อการจดจำและการสร้างความหมายของความรู้ แนวคิดนี้สอดคล้องกับ Immordino-Yang และ Damasio (2007)



ที่อธิบายว่าการเรียนรู้ที่ยั่งยืนจำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการอารมณ์ ความรู้สึก และการคิดเชิงเหตุผล การจัดการเรียนรู้ที่ไม่คำนึงถึงปัจจัยด้านอารมณ์จึงมักไม่สามารถกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้เชิงลึกได้

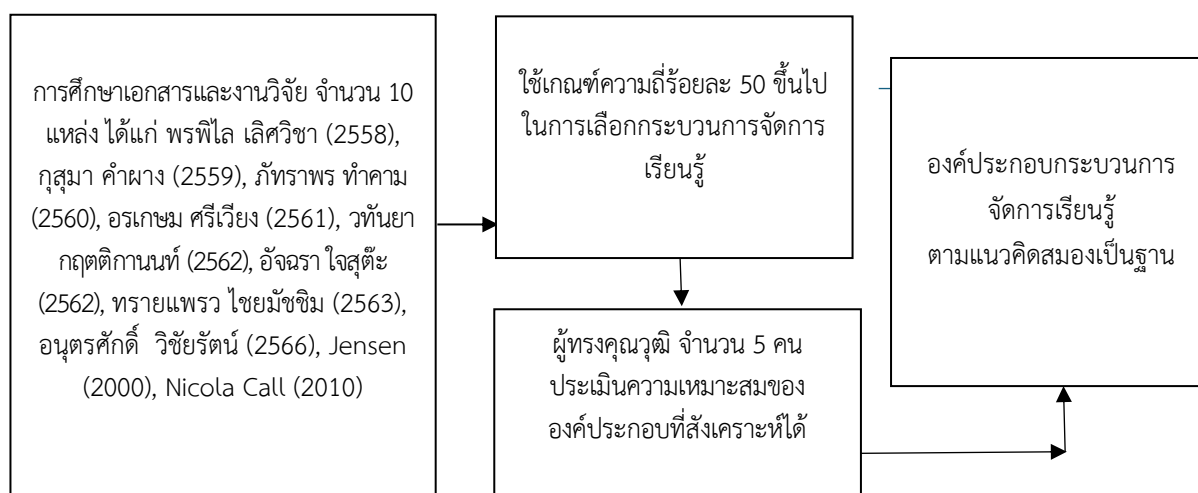
ในมิติของการพัฒนาการสอน Tokuhamo-Espinosa (2011) ซึ่งว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต้องอาศัยการบูรณาการองค์ความรู้จากหลายศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นชีววิทยา จิตวิทยา และสังคมศาสตร์ ซึ่งช่วยให้เข้าใจการทำงานของสมองและออกแบบกิจกรรมที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ ขณะที่ Call (2010) เน้นความสำคัญของการสรุปและการสะท้อนคิด เพื่อทำให้ความรู้มีโครงสร้างและคงทนในระยะยาว

ในบริบทของประเทศไทย งานวิจัยของ พรพิไล เลิศวิชา (2558) เสนอว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด BBL ช่วยกระตุ้นสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา ทำให้นักเรียนมีความสุขสนุกสนานและตื่นตัวต่อการเรียนรู้ กุสุมา คำผาง (2559) ย้ำว่าการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงและการสังเคราะห์ความรู้ด้วยตนเองเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยเสริมความเข้าใจและการจดจำ ภัทรพร ทำคาม (2560) พบว่าการใช้กิจกรรม BBL ส่งผลให้นักเรียนมีแรงจูงใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และ อรเกษม ศรีเวียง (2561) ซึ่งว่าการบูรณาการ BBL มีบทบาทต่อการพัฒนานักเรียนทั้งด้านพุทธิพิสัยและเจตพิสัยไปพร้อมกัน

นอกจากนี้ กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐานยังเชื่อมโยงกับทฤษฎีทางการศึกษาอื่น ๆ เช่น ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ของ Piaget และ Vygotsky ที่เห็นว่านักเรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์และการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences) ของ Gardner (1983) ที่เน้นการจัดกิจกรรมให้หลากหลายเพื่อรองรับความแตกต่างระหว่างบุคคล และทฤษฎีการเรียนรู้ทางอารมณ์ (Emotional Learning Theory) ที่ยืนยันว่าความรู้สึกและอารมณ์มีอิทธิพลต่อการคิดและการตัดสินใจของนักเรียน

โดยสรุป กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐานเป็นการบูรณาการองค์ความรู้จากหลายศาสตร์เข้ากับหลักการทำงานของสมอง เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สนุกสนาน และสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตจริงได้อย่างยั่งยืน แนวคิดนี้จึงเป็นแนวทางสำคัญที่สามารถนำมาใช้พัฒนาการเรียนการสอนภาษาไทยและวิชาอื่น ๆ ให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

การศึกษาองค์ประกอบในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการศึกษาในรูปแบบการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ใช้การศึกษาเอกสารและงานวิจัยจำนวน 10 แหล่ง และสังเคราะห์องค์ประกอบโดยใช้เกณฑ์ ร้อยละ 50 จากนั้นนำองค์ประกอบที่สังเคราะห์ได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบที่ได้ด้วยแบบสอบถามเพื่อให้ได้องค์ประกอบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน ดังกรอบแนวคิดในการวิจัยในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive Research) ผู้วิจัยได้แบ่งระยะการวิจัยในขั้นตอนนี้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนการวิจัย

1. การสังเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

1.1 แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลในการศึกษากระบวนการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย จำนวน 10 แหล่ง ได้แก่ พรพิไล เลิศวิชา (2558), กุสุมา คำผาง (2559), ภัทราพร ทำคาม (2560), อรเกษม ศรีเวียง (2561), วทันยา กฤตติกานนท์ (2562), อัจฉรา ใจสุตะ (2562), ทราญแพรว ไชยมัทขิม (2563), อนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566), Jensen (2000), Nicola Call (2010)

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการสังเคราะห์ ได้แก่ ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศเพื่อหาข้อสรุปความหมายของแนวคิดสมองเป็นฐานเพื่อนำไปเป็นกรอบในการจัดทำแบบสังเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบ จำนวน 5 คน

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้มาสรุปโดยใช้เกณฑ์ความถี่ตั้งแต่ร้อยละ 50 ของความถี่ทั้งหมด จากนั้นจึงนำผลที่ได้จากการสังเคราะห์เสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อประเมินความเหมาะสมต่อไป

1.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ

2. การประเมินความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน

2.1 ตัวแปรที่ศึกษา คือ ความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน

2.2 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงตามคุณสมบัติที่กำหนดประกอบด้วย

2.2.1 อาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา วุฒิการศึกษาปริญญาเอก สาขาหลักสูตรและการสอน มีตำแหน่งวิชาการระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ และมีประสบการณ์ด้านการสอน 5 ปี จำนวน 1 คน

2.2.2 ผู้บริหารโรงเรียน วุฒิการศึกษาปริญญาโท วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ มีประสบการณ์การทำงานไม่น้อยกว่า 7 ปี จำนวน 1 คน

2.2.3 ศึกษานิเทศก์ วุฒิการศึกษาปริญญาโท วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ มีประสบการณ์การทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน

2.2.4 ครูภาษาไทย วุฒิการศึกษาปริญญาโท วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ มีประสบการณ์การทำงานไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 2 คน

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผู้วิจัยกำหนดค่าเฉลี่ยไว้ที่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่ามีความเหมาะสม



การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์การประเมินองค์ประกอบ โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ให้ความหมายของค่าเฉลี่ยเป็นรายชื่อ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยไว้ที่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่ามีความเหมาะสม โดยมีรายละเอียดดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

- 5 หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน พบว่า จากการศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยของนักวิชาการ การวิเคราะห์เอกสาร การสังเคราะห์องค์ประกอบ และการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า องค์ประกอบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน มี 6 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่อง (Preparation) 2) ขั้นนำเสนอบทเรียน (Presentation) 3) ขั้นปฏิบัติหรือฝึกฝน (Practice) 4) ขั้นสรุปความรู้ (Summary) 5) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) 6) ขั้นประเมินผล (Assessment) ดังแสดงในตารางที่ 1 ตารางที่ 1 การวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน

นักวิชาการ/นักการศึกษา/นักวิจัย	พรพิไล เลิศวิชา (2558)	กุสุมา คำแดง (2559)	ภัทราพร ท่าคาม (2560)	อรเกษม ศรีเวียง (2561)	วทันยา กฤตติกานนท์ (2562)	อังคณา ใจสุตะ (2562)	พรายแพรว ไชยมัชชิม (2563)	อนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566)	Jensen (2000)	Nicola Call (2010)	ความถี่	ร้อยละ	องค์ประกอบที่ศึกษา
กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน													
1. ขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่อง (Preparation)											10	100	✓
- เตรียมความพร้อมด้านร่างกายและจิตใจ				✓	✓	✓			✓				
- สร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย	✓	✓											
- นำเข้าสู่บทเรียน			✓		✓								
- เตรียมสื่อการสอน													
- กระตุ้นความสนใจ เชื่อมโยงความรู้							✓	✓		✓			
2. ขั้นนำเสนอบทเรียน (Present)											10	100	✓
- นำเสนอความรู้	✓		✓										
- ถ่ายทอดเนื้อหาอย่างเป็นระบบ				✓									
- อธิบาย/สาธิตเนื้อหาหลัก		✓	✓										
- นำเสนอสาระสำคัญด้วยสื่อ/กิจกรรม					✓								
- สอนเนื้อหาใหม่อย่างชัดเจน มีโครงสร้าง			✓					✓					
- ให้ความรู้ใหม่โดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม						✓	✓		✓	✓			
3. ขั้นลงมือปฏิบัติหรือฝึกฝน (Practice)											10	100	✓



นักวิชาการ/นักการศึกษา/นักวิจัย	พรพิไล เลิศวิชา (2558)	กลุ่มา คำผาง (2559)	ภัทราพร ทำคาม (2560)	อรเกษม ศรีเวียง (2561)	วทันยา กฤตติกาณนท์ (2562)	อัจฉรา ใจสุตะ (2562)	ทรายแพรว ไชยมัชฌิม (2563)	อนุดรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566)	Jensen (2000)	Nicola Call (2010)	ความดี	ร้อยละ	องค์ประกอบที่ศึกษา
กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน													
- ลงมือปฏิบัติจริง	✓			✓				✓					
- ทำซ้ำเพื่อให้เกิดความชำนาญ		✓					✓			✓			
- ฝึกทักษะ			✓		✓								
- ฝึกฝนเนื้อหาด้วยกิจกรรมเสริม						✓							
- ขยายความรู้ สร้างเสริมโครงข่ายใยประสาท									✓				
4. ขั้นสรุปความรู้ (Summary)											70	70	✓
- ทบทวนเนื้อหาสำคัญร่วมกัน		✓			✓								
- สรุปเนื้อหาและแนวคิดหลัก	✓		✓										
- สร้างความเชื่อมโยงความจำ				✓			✓		✓				
5. ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Apply)											10	100	✓
- ประยุกต์ใช้ความรู้	✓	✓			✓		✓	✓		✓			
- นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน			✓										
- นำไปใช้กับปัญหาที่ท้าทาย						✓							
- บูรณาการความรู้				✓					✓				
6. ขั้นประเมินผล (Assessment)											10	100	✓
- เน้นประเมินระหว่างการจัดการเรียนรู้ เป็นกลไก ป้อนกลับ ระหว่างกระบวนการสอนมากกว่า ประเมินผลการเรียนปลายทาง	✓	✓			✓				✓	✓			
- ยึดสมรรถนะและการกิจจริง (Performance/Authentic)				✓		✓		✓	✓				
- ตรวจสอบเข้าใจระหว่างทาง (Checking for Understanding & Retrieval) ใช้เทคนิคดึงคืนความรู้ (retrieval), สรุปย่อ, อธิบายด้วยตนเอง			✓				✓		✓	✓			
- บรรยากาศปลอดภัยและการให้คำชมเชยข้อมูล (Supportive Climate & Informative Feedback)	✓				✓				✓				
รวม	7	6	8	6	8	5	6	5	9	6			

2. ผลประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน
จากการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยสมองเป็นฐานทุกองค์ประกอบ
ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นไปในทางเดียวกันนั่นคือมีความเหมาะสมขององค์ประกอบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิดสมองเป็นฐานอยู่ในระดับมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลการประเมินองค์ประกอบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิดสมองเป็นฐาน

องค์ประกอบ	ความเหมาะสม		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่อง (Preparation)	4.88	.06	มากที่สุด
1.1 สร้างความพร้อมทางร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสมองของนักเรียนก่อนเริ่มบทเรียน	5.00	.00	มากที่สุด
1.2 ใช้กิจกรรมที่มีความหลากหลายและสามารถกระตุ้นการทำงานของสมอง	5.00	.00	มากที่สุด



องค์ประกอบ	ความเหมาะสม		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1.3 ใช้กิจกรรมที่ช่วยปลูกความตื่นตัวและความกระตือรือร้นของนักเรียนก่อนเข้าสู่บทเรียน	5.00	.00	มากที่สุด
1.4 ใช้กิจกรรม เช่น การเคลื่อนไหวร่างกาย การออกกำลังกายสมอง (Brain Exercise) การฟังเพลง หรือเกม ที่มีความเหมาะสมกับวัยและความสนใจของนักเรียน	5.00	.00	มากที่สุด
1.5 สร้างข้อตกลงและตั้งเป้าหมายที่ช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้	4.60	.54	มากที่สุด
1.6 ใช้คำถามกระตุ้นความคิด (Activating Prior Knowledge)	4.80	.44	มากที่สุด
1.7 ใช้กิจกรรมที่มีความหลากหลายมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาสมาธิ	4.80	.44	มากที่สุด
1.8 ใช้เวลา 5-10 นาที	5.00	.00	มากที่สุด
1.9 ใช้กิจกรรมที่มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาสมาธิ	4.80	.44	มากที่สุด
2. ขั้นนำเสนอบทเรียน (Presentation)	4.80	.22	มากที่สุด
2.1 นำเสนอบทเรียนที่ถ่ายทอดเนื้อหา ความรู้ หรือแนวคิดใหม่ที่ชัดเจนและเป็นระบบ	5.00	.00	มากที่สุด
2.2 นำเสนอเนื้อหาที่สามารถกระตุ้นการคิด วิเคราะห์ และเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน	4.40	1.34	มากที่สุด
2.3 ตั้งคำถามเปิด (Open-ended Questions) เพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์	4.80	.44	มากที่สุด
2.4 ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5.00	.00	มากที่สุด
2.5 ใช้การเล่าเรื่อง (Storytelling) หรือตัวอย่างจากชีวิตจริง โดยเลือกเรื่องที่เข้ากับบริบทของนักเรียน	4.80	.44	มากที่สุด
2.6 ใช้วิธีการสอนที่มีความหลากหลาย เช่น การบรรยาย การสาธิต การใช้สื่อมัลติมีเดีย และกิจกรรมมีส่วนร่วม	5.00	.00	มาก
2.7 ใช้สื่อที่กระตุ้นทั้งการเห็น การฟัง และการสัมผัส (Multi-sensory)	4.40	.54	มากที่สุด
3. ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติหรือฝึกฝน (Practice)	4.96	.07	มากที่สุด
3.1 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงอย่างต่อเนื่อง	5.00	.00	มากที่สุด
3.2 ให้นักเรียนฝึกฝนจากระดับง่ายไปยาก	5.00	.00	มากที่สุด
3.3 ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น โดยดูจากศักยภาพของนักเรียน	5.00	.00	มากที่สุด
3.4 ใช้กิจกรรมที่มีเนื้อหาความเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน	4.80	.44	มากที่สุด
3.5 ให้ผู้เรียนอธิบายเหตุผลขณะปฏิบัติ (Think-Aloud Protocol)	5.00	.00	มากที่สุด
3.6 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสะท้อนผล (Reflection) หลังการปฏิบัติ	5.00	.00	มากที่สุด
3.7 มีกิจกรรมผสมผสานการปฏิบัติฝึกฝนเดี่ยว คู่ หรือกลุ่ม	5.00	.00	มากที่สุด
3.8 มีรูปแบบ/เกณฑ์การวัดความก้าวหน้าของทักษะอย่างเป็นระบบ ชัดเจน	4.80	.44	มากที่สุด
3.9 มีการให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีหลังการปฏิบัติหรือฝึกฝน	5.00	.00	มากที่สุด
3.10 จัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน	5.00	.00	มากที่สุด
3.11 ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ยั่งยืน โดยการสร้างความเชื่อมโยงในระดับโครงสร้างของสมอง	5.00	.00	มากที่สุด
3.12 นักเรียนสามารถปรับใช้ทักษะจากบทเรียนในบริบทใหม่ได้	5.00	.00	มากที่สุด
4. ขั้นสรุปความรู้ (Summary)	5.00	.00	มากที่สุด
4.1 ให้เรียนได้ทบทวนและสะท้อนความรู้ที่ได้รับอย่างมีระบบ	5.00	.00	มากที่สุด
4.2 นักเรียนสามารถสรุปใจความสำคัญด้วยตนเองหรืออภิปรายร่วมกับเพื่อน	5.00	.00	มากที่สุด
4.3 นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้โดยใช้แผนภาพความคิด (Mind Map) หรือการเขียนสรุป	5.00	.00	มากที่สุด
4.4 นักเรียนมีความเข้าใจสามารถสรุปความรู้ และจัดระบบความรู้ได้อย่างชัดเจนและต่อเนื่อง	5.00	.00	มากที่สุด
5. ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application)	5.00	.00	มากที่สุด
5.1 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ ความเข้าใจ หรือทักษะไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือชีวิตจริง	5.00	.00	มากที่สุด
5.2 จัดกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหา วางแผน หรือการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล	5.00	.00	มากที่สุด
5.3 มีการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมและต่อเนื่อง	5.00	.00	มากที่สุด



องค์ประกอบ	ความเหมาะสม		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
5.4 มีกิจกรรมส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการสร้างสรรค์ของนักเรียน	5.00	.00	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาทักษะชีวิตและการเรียนรู้ที่ยั่งยืน	5.00	.00	มากที่สุด
6. ชั้นประเมินผล (Assessment)	5.00	4.80	มากที่สุด
6.1 มีการใช้เครื่องมือและวิธีการประเมินที่หลากหลาย (เช่น การสังเกตพฤติกรรม, การสัมภาษณ์, การตรวจชิ้นงาน, แฟ้มสะสมงาน, การทดสอบ) เพื่อให้ครอบคลุมความสามารถของผู้เรียนในทุกมิติ	4.80	.44	มากที่สุด
6.2 ใช้รูปแบบการประเมินที่เน้นการปฏิบัติจริง (Performance-based) หรือใช้สถานการณ์จำลองที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อให้มองเห็นคุณค่าและความหมายของการเรียนรู้	4.80	.44	มากที่สุด
6.3 การประเมินจัดขึ้นในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย ไม่กดดัน เพื่อลดความเครียดและเอื้อให้สมองแสดงศักยภาพได้อย่างเต็มที่	4.80	.44	มากที่สุด
6.4 มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) แก่นักเรียนอย่างสม่ำเสมอและทันทั่วถึง เพื่อให้สมองได้ตรวจสอบและปรับปรุงการทำงานอย่างต่อเนื่อง	4.80	.44	มากที่สุด
6.5 ให้นักเรียนนำข้อมูลป้อนกลับที่ได้รับไปใช้ปรับปรุงชิ้นงานหรือการเรียนรู้ของตนเองในทันที	4.80	.44	มากที่สุด
6.6 มีการแจ้งวัตถุประสงค์และเกณฑ์การประเมิน (Rubrics) ที่ชัดเจนล่วงหน้า ทำให้สมองมีเป้าหมายในการเรียนรู้ที่แน่นอน	4.80	.44	มากที่สุด
6.7 ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินผลงานและการเรียนรู้ของตนเอง (Self-assessment) เพื่อกระตุ้นการทำงานของสมองส่วนหน้าในด้านการไตร่ตรองและวางแผน (Metacognition)	4.80	.44	มากที่สุด
6.8 นำผลการประเมินมาวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจและวางแผนพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล	4.80	.44	มากที่สุด
6.9 นำผลการประเมินที่ได้มาสะท้อนคิดและปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น	4.80	.44	มากที่สุด
รวม	4.90	.11	มากที่สุด

อภิปรายผล

จากการศึกษาองค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐานมีประเด็นสำคัญที่ควรนำมาอภิปราย ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่อง (Preparation)

การเตรียมการหรืออุ่นเครื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning: BBL) เป็นแนวทางที่มุ่งส่งเสริมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับธรรมชาติการทำงานของสมอง โดยเน้นการจัดประสบการณ์ที่กระตุ้นให้สมองเกิดการเชื่อมโยง การจดจำ และการสร้างองค์ความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ (Jensen, 2000; Call, 2010) หนึ่งในขั้นตอนสำคัญของกระบวนการนี้คือ ขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่อง (Preparation/Warm-Up) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างความพร้อมทางกาย จิตใจ และอารมณ์ของผู้เรียนก่อนเข้าสู่การเรียนรู้เนื้อหาใหม่ จากตารางสังเคราะห์แนวคิดของนักวิชาการ 10 ท่าน ได้แก่ พรพิไล เลิศวิชา (2558), กุสุมา คำวาง (2559), ภัทรพร ท้าคม (2560), อรเกษม ศรีเวียง (2561), วทันยา กฤตติกานนท์ (2562), อัจฉรา ใจสุตะ (2562), ทรายแพรว ไซมัมซิม (2563), อนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566), Jensen (2000) และ Nicola Call (2010) พบว่าทุกท่านต่างให้ความสำคัญกับขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่องเป็นองค์ประกอบหลักของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในสัดส่วน (ร้อยละ 100) โดยความสำคัญของขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่อง พบว่า 1. เตรียมความพร้อมของสมองและร่างกาย สมองจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อร่างกายมีสภาวะสมดุลและได้รับออกซิเจนเพียงพอ กิจกรรมอุ่นเครื่อง เช่น การเคลื่อนไหวเบา ๆ การยืดเหยียด หรือการหายใจลึก ๆ



ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด เพิ่มระดับสารสื่อประสาทที่ส่งผลดีต่อสมาธิและอารมณ์ (Jensen, 2000) 2. สร้างบรรยากาศที่ปลอดภัยและผ่อนคลาย พรพิไล เลิศวิชา (2558) และ วทันยา กฤตติกานนท์ (2562) เน้นว่าการสร้างบรรยากาศที่เป็นมิตร ปราศจากความกลัว เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สมองส่วนอารมณ์ (limbic system) เปิดรับการเรียนรู้ได้ดีขึ้น 3. กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม ตามแนวคิดของ Nicola Call (2010) การอุ่นเครื่องทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ ซึ่งช่วยให้สมองเกิดการสร้างเส้นใยประสาท (neural connections) และเพิ่มประสิทธิภาพในการจดจำระยะยาว และ 3. เปิดวงจรการเรียนรู้ของสมอง กุสุมา คำผาง (2559) และ ภัทรพร ทำคาม (2560) ชี้ว่าขั้นเตรียมการเป็นจุดเริ่มต้นของวงจรการเรียนรู้ ซึ่งจะส่งต่อไปยังขั้นนำเสนอ ผิกฝน สรุบ และประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในประเด็นของประโยชน์ของขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่อง พบว่า 1. สร้างสมดุลระหว่างร่างกายและจิตใจ ผู้เรียนมีพลังและอารมณ์พร้อมเรียนรู้ เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ กิจกรรมเริ่มต้นที่น่าสนใจช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น 2. กระตุ้นการทำงานของสมองซีกซ้ายและขวา ผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น เกม เพลง ภาพ หรือเรื่องเล่า 3. ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ เมื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องใหม่ สมองจะจัดเก็บอย่างมีระบบ 4. ปูพื้นฐานสู่ขั้นตอนต่อไปของการเรียนรู้ สมองที่พร้อมจะรับข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิชาการแต่ละท่าน เช่น Jensen (2000) เน้นภาวะ Relaxed Alertness คือสมองที่ผ่อนคลายแต่ตื่นตัว เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อการเรียนรู้ Nicola Call (2010) มองว่าการอุ่นเครื่องคือการสร้าง Emotional Hook หรือจุดดึงดูดทางอารมณ์ให้ผู้เรียนพร้อมเรียนรู้ พรพิไล เลิศวิชา (2558) ให้ความสำคัญกับการเตรียมร่างกาย จิตใจ และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ กุสุมา คำผาง (2559) เน้นการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่เพื่อเปิดวงจรการเรียนรู้ วทันยา กฤตติกานนท์ (2562) เสนอให้ใช้กิจกรรมสนุกและผ่อนคลายเพื่อสร้างความพร้อมทางอารมณ์ และอนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566) มองว่าขั้นอุ่นเครื่องเป็นกระบวนการ “เปิดสมองสู่การเรียนรู้” อย่างเป็นระบบ

โดยสรุป ขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่องในกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสมองเป็นฐานเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าสู่สภาวะสมองพร้อมเรียนรู้ ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ และจิตใจ สอดคล้องกับแนวคิดของ Jensen (2000) และ Call (2010) ที่เน้นการเรียนรู้ในสภาวะสมองที่ตื่นตัวแต่ผ่อนคลาย และได้รับการสนับสนุนโดยนักวิชาการไทยหลายท่านในช่วง พ.ศ. 2558–2566 ที่เห็นพ้องกันว่า การอุ่นเครื่องเป็นรากฐานของการเรียนรู้เชิงสมองที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น การออกแบบการเรียนรู้ของครูควรให้ความสำคัญกับขั้นเตรียมการ โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เหมาะสมกับวัยและเนื้อหา เช่น กิจกรรมเคลื่อนไหว เกมสั้น เพลง หรือการสนทนาเชื่อมโยงเรื่องใกล้ตัว เพื่อกระตุ้นพลังสมอง สร้างแรงจูงใจ และเตรียมผู้เรียนให้พร้อมต่อการเรียนรู้ในขั้นตอนต่อไปอย่างเต็มศักยภาพ

2. ขั้นนำเสนอบทเรียน (Presentation)

ขั้นนำเสนอบทเรียน (Presentation) เป็นช่วงเวลาที่ครูถ่ายทอดความรู้ใหม่ให้นักเรียนอย่างมีระบบ มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม และใช้สื่อหรือกิจกรรมที่กระตุ้นให้สมองทำงานได้อย่างเต็มศักยภาพ จากตารางสังเคราะห์นักวิชาการทั้ง 10 ท่าน ได้แก่ พรพิไล เลิศวิชา (2558), กุสุมา คำผาง (2559), ภัทรพร ทำคาม (2560), อรเกษม ศรีเวียง (2561), วทันยา กฤตติกานนท์ (2562), อัจฉรา ใจสุตะ (2562), ทรายแพรว ไชยมีขิม (2563), อนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566), Jensen (2000) และ Nicola Call (2010) พบว่า ทุกท่านได้กล่าวถึงขั้นนำเสนอบทเรียนว่าเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงสมอง เพราะเป็นช่วงที่ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์ และสร้างความเข้าใจด้วยการทำงานร่วมกันของสมองทั้งสองซีก ในสัดส่วน (ร้อยละ 100) ความสำคัญของขั้นนำเสนอบทเรียน 1. เป็นขั้นตอนหลักในการถ่ายทอดความรู้ใหม่อย่างมีระบบ Jensen (2000) อธิบายว่าขั้นนำเสนอบทเรียนเป็นช่วงเวลาที่สมองของนักเรียนพร้อมเปิดรับข้อมูลใหม่ (input phase) ซึ่งหากครูนำเสนอเนื้อหาอย่างมีโครงสร้าง สอดคล้องกับลำดับความคิดของสมอง จะช่วยให้เกิดการจัดระบบข้อมูล



(organization) และนำไปสู่การจดจำระยะยาวได้ดียิ่งขึ้น 2. ช่วยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ Nicola Call (2010) เน้นว่าการนำเสนอที่ดีต้องเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่ก่อนเข้ากับเนื้อหาใหม่ เพื่อให้สมองเกิดการสร้างเครือข่ายใยประสาท (neural connections) ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้งและยั่งยืน 3. เป็นการกระตุ้นสมองให้เกิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) พรพิไล เลิศวิชา (2558) และ กุสุมา คำผาง (2559) ชี้ว่า การนำเสนอควรมีการสาธิต ทดลอง หรือใช้สื่อและกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วม เพราะสมองจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้ลงมือทำจริงและมีการโต้ตอบ 4. สร้างความเข้าใจและการรับรู้ที่หลากหลาย วทันยา กฤตติกานนท์ (2562) และ อัจฉรา ใจสุตะ (2562) เห็นพ้องว่านักเรียนมีรูปแบบการเรียนรู้ต่างกัน การนำเสนอจึงควรใช้สื่อหลายประเภท เช่น ภาพ เสียง การเคลื่อนไหว เพื่อกระตุ้นสมองทั้งซีกซ้ายและขวาให้ทำงานประสานกัน

โดยประโยชน์ของขั้นนำเสนอบทเรียน ได้แก่ 1. ส่งเสริมการเข้าใจเนื้อหาอย่างเป็นระบบ นักเรียนได้รับข้อมูลใหม่อย่างมีโครงสร้างและสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งที่เรียนมาแล้ว 2. กระตุ้นให้สมองสร้างความหมาย (Meaning Making) สมองไม่เพียงแต่จดจำ แต่ตีความและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง 3. พัฒนาองค์ความรู้เชิงลึก และทักษะการคิดวิเคราะห์ นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ผ่านกิจกรรม 4. สร้างแรงจูงใจและความสนุกสนาน การนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจช่วยให้สมองหลั่งสารแห่งความสุข (dopamine) เพิ่มการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง 5. สนับสนุนการเรียนรู้แบบบูรณาการ การเชื่อมโยงสื่อ เนื้อหา และประสบการณ์จริง ทำให้การเรียนรู้มีความหมายและนำไปใช้ได้จริง สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิชาการ เช่น Jensen (2000) เน้นการนำเสนอข้อมูลใหม่อย่างเป็นระบบ เพื่อให้สมองสร้างแบบแผนความคิดและจดจำได้ยาวนาน Nicola Call (2010) การนำเสนอควรมีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมและสร้างการมีส่วนร่วมทางอารมณ์ พรพิไล เลิศวิชา (2558) การนำเสนอเนื้อหาควรใช้สื่อและกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายและชัดเจน กุสุมา คำผาง (2559) เห็นว่าการถ่ายทอดความรู้ควรเป็นระบบ เชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อขยายการคิดของนักเรียน อรเกษม ศรีเวียง (2561) การอธิบายและสาธิตเนื้อหาหลักช่วยให้นักเรียนสร้างโครงสร้างความรู้ในสมองได้อย่างมั่นคง อัจฉรา ใจสุตะ (2562) การใช้สื่อหลากหลายและการนำเสนอแบบโต้ตอบช่วยกระตุ้นสมองซีกขวา เพิ่มพลังการจดจำ อนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566) มองว่าขั้นนำเสนอเป็นการ “เปิดประตูสู่การคิดขั้นสูง” ที่จะนำไปสู่การฝึกฝนและประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

ดังนั้น ขั้นนำเสนอบทเรียนเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสมองเป็นฐาน เพราะเป็นช่วงที่นักเรียนได้รับความรู้ใหม่ในลักษณะการเรียนรู้เชิงรุก ผ่านการถ่ายทอดที่มีระบบและมีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมอย่างมีความหมาย ขั้นนี้ช่วยให้สมองของนักเรียนเกิดการเชื่อมโยงใยประสาทใหม่ สร้างความเข้าใจเชิงลึก และเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับนักวิชาการทั้งไทยและต่างประเทศที่ยืนยันตรงกันว่า ขั้นนำเสนอไม่ใช่เพียงการถ่ายทอดความรู้ แต่เป็น “กระบวนการเปิดสมองสู่การเรียนรู้” ที่ต้องออกแบบอย่างมีระบบ ใช้สื่อและกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา และเกิดการพัฒนายั่งยืนทั้งด้านความคิดและอารมณ์

3. ขั้นการลงมือปฏิบัติหรือฝึกฝน (Practice)

ขั้นลงมือปฏิบัติหรือฝึกฝน (Practice) ซึ่งเป็นช่วงที่สมองของผู้เรียนได้ทำการประมวลผลข้อมูลผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อสร้างการเชื่อมโยงทางประสาทและพัฒนาเป็นทักษะที่มั่นคง จากตารางสังเคราะห์แนวคิดของนักวิชาการไทยและต่างประเทศ ได้แก่ พรพิไล เลิศวิชา (2558), กุสุมา คำผาง (2559), ภัทรพร ทำคาม (2560), อรเกษม ศรีเวียง (2561), วทันยา กฤตติกานนท์ (2562), อัจฉรา ใจสุตะ (2562), ทราญแพรว ไซม์ขิม (2563), อนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566), Jensen (2000) และ Nicola Call (2010) พบว่า ทุกท่าน (ร้อยละ 100) ได้กล่าวถึงขั้นลงมือปฏิบัติหรือฝึกฝนว่าเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ตามสมอง เนื่องจากเป็นช่วงที่ผู้เรียนสร้างประสบการณ์ตรงด้วยการ “เรียนรู้จากการลงมือทำ” (Learning by Doing) ทั้งนี้ ความสำคัญของขั้นลงมือปฏิบัติหรือฝึกฝน คือ 1. เป็นกระบวนการสร้างความเข้าใจผ่านการลงมือทำจริง



Jensen (2000) อธิบายว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นอย่างแท้จริงเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพราะการเคลื่อนไหวและการกระทำจะกระตุ้นสมองส่วน motor cortex และ hippocampus ให้เกิดการจดจำระยะยาว 2. เสริมสร้างเครือข่ายใยประสาทในสมอง (Neural Network) Nicola Call (2010) ระบุว่า การฝึกฝนซ้ำ ๆ จะช่วยเสริมความแข็งแรงของเส้นใยประสาท (neural pathways) ทำให้สมองสร้างรูปแบบการเรียนรู้ที่ยั่งยืน 3. ส่งเสริมทักษะและความชำนาญในเชิงปฏิบัติ พรพิไล เลิศวิชา (2558) และ กุสุมา คำผาง (2559) เห็นว่าการลงมือทำซ้ำ ๆ ผ่านกิจกรรมฝึกฝนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจลึกซึ้งและพัฒนาความสามารถเชิงปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม 4. กระตุ้นสมองให้เกิดการเรียนรู้เชิงบูรณาการ อรเกษม ศรีเวียง (2561) และ วทันยา กฤตติกานนท์ (2562) ชี้ว่า การฝึกปฏิบัติช่วยให้สมองทั้งซีกซ้ายและขวาทำงานประสานกันระหว่างเหตุผลและจินตนาการ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างสมดุล ซึ่งประโยชน์ของขั้นลงมือปฏิบัติหรือฝึกฝน คือ 1. สร้างประสบการณ์ตรง ผู้เรียนได้รับความรู้จากการลงมือทำจริง เกิดความเข้าใจเชิงลึก 2. เสริมสร้างความจำระยะยาว สมองสร้างการเชื่อมโยงใยประสาทใหม่จากการฝึกซ้ำ ทำให้จำได้แม่นยำ 3. พัฒนาองค์ความรู้และทักษะปฏิบัติ ผู้เรียนเกิดความชำนาญจากการฝึกฝนที่ต่อเนื่อง 4. กระตุ้นการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา การปฏิบัติจริงช่วยให้ผู้เรียนฝึกคิด วิเคราะห์ และปรับวิธีเรียนรู้ด้วยตนเอง 5. ส่งเสริมแรงจูงใจและความมั่นใจ การเห็นผลจากการลงมือทำช่วยสร้างแรงเสริมเชิงบวกและความเชื่อมั่นในตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิชาการ ดังนี้ Jensen (2000) กล่าวว่า การลงมือปฏิบัติช่วยให้สมองเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง และสร้างการเชื่อมโยงระยะยาว Nicola Call (2010) กล่าวว่า การฝึกซ้ำเป็นการกระตุ้นสมองให้เกิดการเสริมสร้างเครือข่าย ใยประสาท (Neural Connections) พรพิไล เลิศวิชา (2558) กล่าวว่า การฝึกฝนซ้ำช่วยพัฒนาทักษะทางปัญญาและทักษะปฏิบัติให้มั่นคง กุสุมา คำผาง (2559) กล่าวว่า การลงมือทำจริงเป็นขั้นตอนสำคัญของการเรียนรู้ที่สมองจดจำได้ยาวนาน อรเกษม ศรีเวียง (2561) กล่าวว่า การปฏิบัติช่วยให้สมองสร้างองค์ความรู้ผ่านประสบการณ์จริง วทันยา กฤตติกานนท์ (2562) กล่าวว่า การฝึกฝนในบรรยากาศสนุกสนานช่วยให้สมองเปิดรับการเรียนรู้มากขึ้น และอนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566) กล่าวว่า การลงมือปฏิบัติเป็น “หัวใจของการเรียนรู้เชิงสมอง” เพราะทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนจากผู้รับรู้เป็นผู้สร้างความรู้

ดังนั้น ขั้นลงมือปฏิบัติหรือฝึกฝน (Practice) จึงเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้การเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสมองเป็นฐานเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เพราะเป็นช่วงที่ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่ได้รับมาทดลอง ปฏิบัติ ฝึกฝน และแก้ปัญหาด้วยตนเอง การลงมือทำช่วยให้สมองสร้างเส้นทางประสาทใหม่ เชื่อมโยงข้อมูลเก่าและใหม่เข้าด้วยกันจนกลายเป็นความรู้ที่มั่นคงและยั่งยืน นักวิชาการทั้งไทยและต่างประเทศเห็นพ้องกันว่าขั้นนี้เป็น “หัวใจของการเรียนรู้เชิงสมอง” เพราะสมองเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น และได้รับประสบการณ์จริงผ่านการฝึกฝนที่มีความหมาย ดังนั้น ครูผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือทำจริง ฝึกคิด แก้ปัญหา และสะท้อนผลการเรียนรู้ เพื่อให้การเรียนรู้ในขั้นนี้เกิดขึ้นอย่างมีพลังและต่อยอดสู่การประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง

4. ขั้นสรุปความรู้ (Summary)

ขั้นสรุปความรู้ เป็นช่วงที่ผู้เรียนได้สะท้อน คิดทบทวน และจัดระบบความรู้ที่ได้รับให้กลายเป็นความเข้าใจที่มั่นคง จากตารางสังเคราะห์แนวคิดของนักวิชาการไทยและต่างประเทศ ได้แก่ พรพิไล เลิศวิชา (2558), กุสุมา คำผาง (2559), ภัทรพร ทำคาม (2560), อรเกษม ศรีเวียง (2561), วทันยา กฤตติกานนท์ (2562), อัจฉรา ใจสุตะ (2562), ทราญแพรว ไซมัมชิม (2563), อนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566), Jensen (2000) และ Nicola Call (2010) พบว่า นักวิชาการส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70) กล่าวถึงขั้นสรุปความรู้ว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วย “ปิดวงจรการเรียนรู้ของสมอง” ผ่านการทบทวนเนื้อหา สรุปแนวคิดหลัก และสร้างความเชื่อมโยงความจำ โดยความสำคัญของขั้นสรุปความรู้ คือ 1. เป็นการจัดระบบข้อมูลในสมอง (Cognitive Organization) Jensen (2000) อธิบายว่าการสรุปความรู้เป็นกระบวนการที่ช่วยให้สมองจัดโครงสร้างข้อมูล (schema) ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับ



ความรู้เดิม ส่งผลให้เกิดการเข้าใจอย่างเป็นระบบและจำได้ยาวนาน 2. ช่วยกระตุ้นการสะท้อนคิด (Reflection) Nicola Call (2010) เน้นว่าการสรุปความรู้เป็นช่วงเวลาที่มีผลของนักเรียนได้คิดทบทวน (metacognition) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ระดับสูง ทำให้นักเรียนสามารถประเมินตนเองและปรับกลยุทธ์การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3. ส่งเสริมการสร้างความรู้ระยะยาว (Long-Term Memory) ตามแนวคิดของ กุสุมา คำผาง (2559) และ ภัทราพร ทำคาม (2560) การสรุปช่วยให้สมองเชื่อมโยงข้อมูลจากสมองส่วน working memory ไปยัง long-term memory ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญของการเรียนรู้ถาวร 4. สร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้กับประสบการณ์จริง พรพิไล เลิศวิชา (2558) และวทันยา กฤตติกานนท์ (2562) มองว่าการสรุปควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนว่า สิ่งที่เราเรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยประโยชน์ของขั้นสรุปความรู้ ได้แก่ 1. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างเป็นระบบ การสรุปช่วยจัดระเบียบความคิดและสร้างแบบจำลองความรู้ในสมอง 2. ส่งเสริมความจำและการจดจำที่ยั่งยืน สมองสร้างเครือข่ายประสาทใหม่เมื่อนักเรียนทบทวนและเชื่อมโยงข้อมูล 3. พัฒนาแนวคิดระดับสูง (Higher-Order Thinking) การสรุปช่วยให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ แยกแยะ และสร้างข้อสรุปของตนเอง 4. เป็นการปิดวงจรการเรียนรู้เชิงสมอง (Complete Learning Cycle) การสรุปช่วยรวมประสบการณ์การเรียนรู้ก่อนหน้าให้กลายเป็นองค์ความรู้ใหม่ 5. เพิ่มแรงจูงใจและความภาคภูมิใจในการเรียนรู้ การเห็นผลสำเร็จจากการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจและแรงบันดาลใจ สอดคล้องกับแนวคิดของ นักวิชาการหลายท่าน เช่น Jensen (2000) กล่าวว่า การสรุปช่วยให้สมองจัดโครงสร้างข้อมูลใหม่และสร้างความเข้าใจอย่างเป็นระบบ Nicola Call (2010) กล่าวว่า การสรุปคือการสะท้อนคิดที่ส่งเสริมการเรียนรู้ระดับเมตาคือ กogni- tion หรือการรู้เท่าทันการคิดของตนเอง คือ ความสามารถของคนที่รู้ว่า ตอนนี้เรากำลังคิดอะไร เราเข้าใจหรือ ยังไม่เข้าใจ วิธีที่เราใช้คิดหรือเรียนรู้ถูกหรือไม่ และเราควรปรับปรุงอย่างไรให้ดีขึ้น พรพิไล เลิศวิชา (2558) กล่าวว่า การสรุปเนื้อหาช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของความรู้และเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง กุสุมา คำผาง (2559) กล่าวว่า การสรุปคือการยืนยันความเข้าใจของนักเรียนและกระตุ้นความรู้ระยะยาว ภัทราพร ทำคาม (2560)

กล่าวว่า การทบทวนเนื้อหาสำคัญร่วมกันช่วยให้เกิดการสร้างความรู้ใหม่อย่างต่อเนื่อง วทันยา กฤตติกา- นนท์ (2562) กล่าวว่า การสรุปช่วยให้สมองเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสิ่งใหม่ เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และอนุตร ศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566) กล่าวว่า ขั้นสรุปเป็น “จุดรวมของการเรียนรู้เชิงสมอง” ที่ทำให้นักเรียนตระหนักรู้และสามารถถ่ายทอดสิ่งที่เรียนได้ ขั้นสรุปความรู้ (Summary) เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้สมองของนักเรียน จัดระบบความเข้าใจ เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และสร้างความจำระยะยาว เป็นขั้นตอนที่ทำให้การเรียนรู้ ตามแนวคิดสมองเป็นฐานมีความสมบูรณ์ เพราะสมองต้องการ “การสะท้อนและการย่ำซ้ำ” เพื่อสร้างเส้นใย ประสาทที่มั่นคง แนวคิดนี้สอดคล้องกับทั้งนักวิชาการไทยและต่างประเทศ เช่น Jensen (2000) ที่กล่าวถึงการ จัดโครงสร้างข้อมูลในสมอง และ Call (2010) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสะท้อนคิด รวมถึงนักวิชาการไทย หลายท่านที่เห็นพ้องว่า การสรุปคือขั้นตอนของ “การเรียนรู้ที่ตระหนักรู้ในตนเอง” (self-awareness in learning) ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการเรียนรู้เชิงสมอง

ดังนั้น ครูผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมสรุปความรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวน วิเคราะห์ และแสดง ความคิดเห็น เช่น การใช้คำถามสะท้อนคิด แผนที่ความคิด (Mind Map) หรือการอภิปรายกลุ่ม เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปและตระหนักในสิ่งที่เรียนรู้อย่างลึกซึ้ง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้และการ ดำเนินชีวิตได้อย่างมีความหมาย

5. ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application)

ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application หรือ Apply) ซึ่งเป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้ เรียนรู้จากบทเรียนไปใช้ในสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนและสมบูรณ์



จากตารางสังเคราะห์ของนักวิชาการทั้ง 10 ท่าน ได้แก่ พรพิไล เลิศวิชา (2558), กุสุมา คำผาง (2559), ภัทรพร ทำคาม (2560), อรเกษม ศรีเวียง (2561), วทันยา กฤตติกานนท์ (2562), อัจฉรา ใจสุตะ (2562), ทรายแพรว ไชยัมขนิม (2563), อนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566), Jensen (2000) และ Nicola Call (2010) พบว่า นักวิชาการทุกท่าน (ร้อยละ 100) ให้ความสำคัญกับขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ เนื่องจากเป็นช่วงที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้จากสมองส่วน “ความเข้าใจ” (Understanding) มาสู่ “การลงมือใช้” (Action) ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน โดยความสำคัญของขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ คือ 1. เป็นการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง Jensen (2000) อธิบายว่า การเรียนรู้จะมีความหมายมากที่สุดเมื่อสมองสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์จริงของนักเรียน เพราะสมองจะจดจำสิ่งที่มีความสำคัญต่อชีวิตและมีบริบทชัดเจน 2. เป็นการสร้างสมองเชิงปฏิบัติ (Action Brain) Nicola Call (2010) ชี้ว่าการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ เป็นกระบวนการที่กระตุ้นสมองส่วนหน้าผาก (prefrontal cortex) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผน การตัดสินใจ และการคิดเชิงวิพากษ์ ทำให้สมองเกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง 3. เสริมสร้างการเรียนรู้ระดับสูง (Higher-Order Thinking) กุสุมา คำผาง (2559) และ ภัทรพร ทำคาม (2560) เห็นว่าการประยุกต์ใช้เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการยกระดับการเรียนรู้จากการจดจำสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ 4. เป็นการปิดวงจรการเรียนรู้เชิงสมองอย่างสมบูรณ์ อรเกษม ศรีเวียง (2561) และ วทันยา กฤตติกานนท์ (2562) ระบุว่า การประยุกต์ใช้คือการทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียนและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ ซึ่งช่วยให้สมองจดจำได้ยั่งยืนและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มเติม และ ประโยชน์ของขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ได้แก่ 1. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับประสบการณ์ชีวิตจริงได้ 2. กระตุ้นการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในบริบทใหม่ช่วยให้นักเรียนคิดอย่างยืดหยุ่น 3. พัฒนาองค์ความรู้ใหม่จากประสบการณ์ สมองสร้างการเชื่อมโยงทางประสาทใหม่เมื่อนักเรียนใช้ความรู้แก้ปัญหาที่หลากหลาย 4. เพิ่มแรงจูงใจและความมั่นใจในการเรียนรู้ นักเรียนรู้สึกภาคภูมิใจเมื่อสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง 5. ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) การประยุกต์ใช้ความรู้ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าและอยากเรียนรู้เพิ่มเติมอย่างต่อเนื่อง

ข้อสรุปดังกล่าว สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิชาการ เช่น Jensen (2000) กล่าวว่า การประยุกต์ใช้คือการยืนยันผลของการเรียนรู้ โดยสมองจะจดจำสิ่งที่ได้ลงมือทำจริงมากกว่าสิ่งที่ได้ยืมหรือเห็นเพียงอย่างเดียว Nicola Call (2010) กล่าวว่า การนำความรู้ไปใช้เป็นการสร้างวงจรสมองใหม่ ทำให้สมองเกิดการเติบโตและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง พรพิไล เลิศวิชา (2558) กล่าวว่า การประยุกต์ใช้คือการเปลี่ยนความรู้ให้กลายเป็นพฤติกรรมหรือทักษะในชีวิตจริง กุสุมา คำผาง (2559) กล่าวว่า การนำความรู้ไปใช้เป็นการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ภัทรพร ทำคาม (2560) กล่าวว่า การบูรณาการความรู้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเชื่อมโยงสาระหลายด้านเข้าด้วยกัน วทันยา กฤตติกานนท์ (2562) กล่าวว่า การประยุกต์ใช้เป็นการกระตุ้นสมองให้เกิดการเรียนรู้เชิงบูรณาการและความคิดสร้างสรรค์ อนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566) กล่าวว่า การนำความรู้ไปใช้จริงเป็นขั้นสูงสุดของการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน เพราะเป็นการเปลี่ยนจาก “รู้” เป็น “ทำได้จริง” ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) ถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสมองเป็นฐาน เพราะเป็นช่วงที่สมองของนักเรียนเปลี่ยนจากการรับรู้ความรู้ไปสู่การลงมือใช้ความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงหรือสถานการณ์จำลองทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงเส้นใยประสาทใหม่ เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และจดจำได้ยั่งยืน แนวคิดนี้สอดคล้องกับทั้งนักวิชาการไทยและต่างประเทศ เช่น Jensen (2000) และ Nicola Call (2010) ที่มองว่าการเรียนรู้จะสมบูรณ์ได้เมื่อนักเรียนได้นำความรู้ไปใช้จริง อีกทั้งยังได้รับการสนับสนุนจากนักวิชาการไทยหลายท่าน เช่น พรพิไล เลิศวิชา (2558) และ อนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์ (2566) ที่เห็นว่าขั้นประยุกต์ใช้คือ “จุดสูงสุดของการเรียนรู้เชิงสมอง” ที่เปลี่ยนนักเรียนจากผู้รับความรู้เป็นผู้สร้างสรรค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น ครูผู้สอนควรออกแบบ



กิจกรรมในชั้นประยุกต์ใช้ให้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด ลงมือ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง เช่น การจำลองสถานการณ์ การทำโครงการ หรือการบูรณาการกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตจริงและพัฒนาเป็นทักษะชีวิตที่ยั่งยืน

6. ขั้นประเมินผล (Assessment)

การประเมินผลภายใต้แนวคิดสมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning: BBL) มิได้เป็นเพียงกิจกรรมส่วนปลายเพื่อตัดสินผล แต่เป็นกลไกเชิงระบบที่ทำงานควบคู่ไปกับการสอน เพื่อยืนยันความเข้าใจ กระตุ้นการเรียกคืนความรู้ (retrieval) และหล่อเลี้ยงวงจรการเรียนรู้ด้วยป้อนกลับที่มีคุณภาพ อันเอื้อต่อการสร้างรอยประสาทที่คงทน และสมรรถนะที่นำไปใช้ได้จริง (Jensen, 2000; Call, 2010) กรอบตัวบ่งชี้และเครื่องมือในตารางสังเคราะห์ที่แนบตอกย้ำบทบาทดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรม ทั้งความหลากหลายของเครื่องมือ การเน้นภารกิจจริง บรรยากาศปลอดภัย ป้อนกลับทันที และการประเมินตน ประเมินเพื่อน ตลอดจนการใช้ผลประเมินเพื่อปรับการสอนและพัฒนาผู้เรียนรายบุคคล โดยมีความสำคัญคือ 1. ยืนยันความก้าวหน้าของการเรียนรู้เชิงสมอง ขั้นประเมินผลทำหน้าที่ตรวจสอบว่า การกระตุ้น การนำเสนอ การฝึกฝน และการสรุปความรู้ ก่อให้เกิด “ร่องรอยความจำและความเข้าใจ” ที่มั่นคง ครูผู้สอนจึงสามารถยืนยันผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์และมาตรฐานการเรียนรู้ได้อย่างมีหลักฐาน 2. เป็นกลไกป้อนกลับเพื่อปรับการสอน (feedback for learning) เมื่อทราบจุดแข็ง-จุดที่ต้องพัฒนา ครูผู้สอนสามารถปรับกิจกรรมให้เหมาะกับโครงสร้างความคิดของนักเรียน และนักเรียนเองก็นำข้อมูลป้อนกลับไปปรับกลยุทธ์การเรียนรู้ของตน (self-regulation) ซึ่งเป็นทักษะที่สนับสนุนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง 3. ปิดวงจรและเชื่อมวงจรการเรียนรู้ใหม่ ผลการประเมินในช่วงท้ายหนึ่งบทเรียนไม่เพียง “ปิดวงจร” แต่ยังเป็น “ข้อมูลตั้งต้น” ของบทเรียนถัดไป ทำให้การสอนมีความต่อเนื่องและยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง และมีประโยชน์ คือ 1. ยืนยันการบรรลุเป้าหมายเชิงสมรรถนะ: จาก “รู้” สู่ “ทำได้” จากทำได้ สู่ “ทำได้อย่างต่อเนื่อง” เสริมการจดจำระยะยาว การอธิบาย ตอบคำถาม หรือสาธิตให้เห็นผลงาน คือการ “ดึงคืนความรู้” (retrieval) ที่ทำให้รอยประสาทแข็งแรงขึ้น 2. พัฒนาทักษะกำกับตน (metacognition) นักเรียนทบทวนว่าเข้าใจอะไร วิธีใดได้ผล และจะปรับอย่างไร 3. ยกระดับการคิดขั้นสูง การใช้โจทย์สถานการณ์จริงหรือชิ้นงานสะท้อนให้เห็นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการตัดสินใจ 4. เพิ่มแรงจูงใจและความมั่นใจ: การเห็นความก้าวหน้าและหลักฐานผลงานทำให้ผู้เรียนเชื่อมั่นและอยากเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิชาการ ดังนี้ Jensen (2000): ย้ำ retrieval practice และการทบทวนต่างช่วงเวลาเพื่อเสริมความคงทนของเส้นใยประสาท Nicola Call (2010): ชี้บทบาทของ metacognition และป้อนกลับทันทีเพื่อเสริมการกำกับตน พรพิไล (2558), กุสุมา (2559), ภัทราพร (2560): เน้น assessment for learning ตรวจสอบความเข้าใจระหว่างเรียนและใช้เกณฑ์ชัดเจน อรเกษม (2561), อัจฉรา (2562), อนุตรศักดิ์ (2566): ยืนยันการประเมินสมรรถนะด้วยชิ้นงาน/สถานการณ์จริงและรูปรูปโปร่งใส วทันยา (2562), ทรายแพรว (2563): ส่งเสริมการประเมินแบบมีส่วนร่วม บรรยากาศปลอดภัย และการใช้ข้อมูลผลประเมินปรับการสอน ซึ่งสอดคล้อง BBL กล่าวคือ 1. ประเมินกระบวนการระหว่างเรียน (Formative Assessment) เช็กความเข้าใจแบบทันที (exit ticket/ถาม-ตอบสั้น), สังเกตการลงมือปฏิบัติ, บันทึกสะท้อนคิด 2. ประเมินชิ้นงาน/ภารกิจจริง (Performance-/Authentic Assessment) โปรเจกต์ สถานการณ์จำลอง แฟ้มสะสมงาน พร้อมเกณฑ์รูปที่ชัดเจน 3. ประเมินการดึงคืนความรู้ (Retrieval-based checks) สรุปย่อด้วยตนเอง แผนผังความคิด อธิบาย-สาธิตแนวคิดหลัก 4. ประเมินแบบมีส่วนร่วม (Self/Peer Assessment) ให้ผู้เรียนใช้เกณฑ์ประเมินตนและเพื่อน เพื่อพัฒนาเมตาคognition และความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ ขั้นประเมินผล เป็นกลไกสำคัญของการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน ทำหน้าที่ยืนยัน “คุณภาพของความเข้าใจ” และมอบป้อนกลับที่ทำให้ผู้เรียนและครูสามารถปรับกลยุทธ์การเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม เอกสารสังเคราะห์ย้าสาระ “การประเมินตามเป้าหมาย” และ “การตรวจสอบความเข้าใจ” เป็นหัวใจของขั้นนี้ ดังจะเห็นได้จากสัดส่วนจากการสังเคราะห์อยู่ที่ ร้อยละ 100 บทบาทของ



การประเมินในฐานะ ตัวเชื่อม ระหว่างสิ่งที่สอนกับสิ่งที่เรียนรู้จริงนั้นมีนัยสำคัญต่อความคงทนของความรู้ สมรรถนะที่ปฏิบัติได้จริง และการต่อยอดการเรียนรู้อย่างยั่งยืนในรอบบทเรียนถัดไป

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

จากผลการวิจัยทำให้ได้ทราบองค์ประกอบกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยสมองเป็นฐาน โดยมีขั้นตอนในการวิจัย ได้แก่ การศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ใช้วิธีการสังเคราะห์เชิงเนื้อหาทำให้ได้องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน ได้แก่ 1) ขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่อง (Preparation) 2) ขั้นนำเสนอบทเรียน (Presentation) 3) ขั้นปฏิบัติหรือฝึกฝน (Practice) 4) ขั้นสรุปความรู้ (Summary) 5) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) 6) ขั้นประเมินผล (Assessment) จากนั้นทำการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิอีกครั้ง ซึ่งจากการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่าทุกองค์ประกอบมีความเหมาะสมขององค์ประกอบมากที่สุด ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิเห็นไปในทางเดียวกันทุกองค์ประกอบ ได้แก่ขั้นเตรียมการหรืออุ่นเครื่อง (Preparation) ($\bar{X}$ = 4.88) ขั้นนำเสนอบทเรียน (Presentation) ($\bar{X}$ = 4.80) ขั้นปฏิบัติหรือฝึกฝน (Practice) ($\bar{X}$ = 4.96) ขั้นสรุปความรู้ (Summary) ($\bar{X}$ = 5.00) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) ($\bar{X}$ = 5.00) ขั้นประเมินผล (Assessment) ($\bar{X}$ = 5.00) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยพบว่ามีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. การพัฒนาหลักสูตรและรูปแบบการเรียนการสอน (Curriculum and Model Development) สร้างรูปแบบ/โมเดลการสอน ใช้กรอบองค์ประกอบ 6 องค์ประกอบที่ค้นพบออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน (BBL Instructional Model) ที่มีขั้นตอนชัดเจน เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับครูผู้สอน
2. การพัฒนาวิชาชีพครู (Professional Development) การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยการใช้ผลการวิจัยเป็นเนื้อหาหลักในการอบรมครูและบุคลากรทางการศึกษา เพื่อสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งและถูกต้อง



เกี่ยวกับกลไกการเรียนรู้ของสมอง โดยการพัฒนาเครื่องมือสำหรับประเมินสมรรถนะของครูในการจัดการเรียนรู้แบบ BBL โดยใช้ 6 หลักการสำคัญเป็นเกณฑ์ เพื่อระบุจุดแข็งและจุดที่ต้องพัฒนาของครูแต่ละคน

3. การสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ (Creating Supportive Environments) ใช้ผลการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ และการจัดการความเครียด/อารมณ์ เป็นแนวทางในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพและจิตวิทยาในห้องเรียนและสถานศึกษา ให้สอดคล้องกับหลักการทำงานของสมอง (เช่น การใช้สี แสง เสียง หรือการจัดพื้นที่ให้มีการเคลื่อนไหว)

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ได้ประโยชน์และการยอมรับในระดับสูงขึ้น ควรดำเนินการวิจัยในขั้นตอนถัดไปในลักษณะของการทดลองเชิงประจักษ์ (Empirical Testing) และ การขยายผล (Scaling Up) ดังนี้

1. การตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ (Validation and Feasibility)

1.1 การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) สำรวจความคิดเห็นและความเป็นไปได้ในการนำองค์ประกอบที่สังเคราะห์ได้ไปใช้จริงในบริบทการศึกษาที่แตกต่างกัน เช่น ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา อาชีวศึกษา หรืออุดมศึกษา

1.2 การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ดำเนินการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิด และความจำระยะยาวของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ BBL ที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ เพื่อยืนยันประสิทธิผล (Effectiveness) ของรูปแบบ

2. การศึกษาผลกระทบระยะยาวและตัวแปรเสริม (Long-Term Impact and Mediating Variables)

2.1 การวิจัยติดตามผล (Follow-up Study) เพื่อศึกษาผลกระทบของการจัดการเรียนรู้แบบ BBL ต่อทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียนในระยะยาว เช่น ทักษะการคิดเชิงบริหาร (Executive Functions) ความคิดสร้างสรรค์ และแรงจูงใจภายใน

2.2 การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพล เพื่อศึกษาว่าปัจจัยอื่น ๆ เช่น วัฒนธรรมองค์กร รูปแบบความเป็นผู้นำของผู้บริหารหรือความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนว่ามีบทบาทในการส่งเสริมหรือขัดขวางการนำองค์ประกอบ BBL ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างไร

3. การพัฒนาและการประเมินเครื่องมือ (Instrument Development and Evaluation) การพัฒนาเครื่องมือประเมินความซื่อสัตย์ของการดำเนินการ (Fidelity of Implementation Tool) การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือสำหรับผู้สังเกตการณ์ เพื่อประเมินว่าครูผู้สอนได้นำองค์ประกอบ BBL ไปใช้ในห้องเรียนตามที่ตั้งใจไว้จริงหรือไม่

4. การพัฒนาแบบวัดสมรรถนะนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้แบบ BBL ควรสร้างเครื่องมือเพื่อวัดผลลัพธ์ที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งควรเกิดขึ้นจากการใช้ BBL เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิม หรือทักษะการสะท้อนคิด (Reflective Thinking)

เอกสารอ้างอิง

- กุสุมา คำผาง. (2559). ผลของการจัดการเรียนการสอนเขียนสะกดคำภาษาไทยโดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อทักษะการเขียนสะกดคำของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรายแพรว ไข่มขิม. (2563). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องน้ำเพื่อชีวิตและอากาศรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.



- ธัญญรัตน์ อุตโต. (2561). การพัฒนาทักษะการเขียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). หลักการวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- พรพิไล เลิศวิชา. (2558). การพลิกโฉมโรงเรียน ป.1 อ่านออกเขียนได้ใน 1 ปี. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ภัทรพร ทำคาม. (2560). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับแผนผังความคิด. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.
- ภาวิณี ศรีทอง. (2563). การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน: กลไกใหม่ของการพัฒนาผู้เรียน. วารสารวิชาการครุศาสตร์, 1(2), 55-68.
- รัตนารณ บวรบุญมย์ และ วายุ กาญจนศร. (2566). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning: BBL) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิเคราะห์. ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (น. 1-10). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วทันยา กฤตติกานนท์. (2562). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบการใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค STAD. วิทยานิพนธ์ ค.ม. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- อนุตรศักดิ์ วิชัยรัตน์. (2566). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนภาษาไทยตามแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสมดุภาษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ปร.ด. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อัจฉรา ใจสุตะ. (2562). การพัฒนาหลักสูตรส่งเสริมความสามารถการอ่านภาษาไทยตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. ลำปาง: มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.
- อรเกษม ศรีเวียง. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. ชัยภูมิ: มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ.
- Caine, R. N., & Caine, G. (1991). *Making Connections: Teaching and the Human Brain*. Virginia: ASCD.
- Call, N. (2003). *The Thinking Child: Brain-based Learning for the Foundation stage*. Stafford: Network Educational Press.
- D’Arcangelo, M. (2005). The brain at school: Educational neuroscience in the classroom. *Educational Leadership*, 62(7), 14-19.
- Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). *We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education*. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 3–10. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x>
- Jensen, E. (2000). *Brain-based Learning*. San Diego, CA: The Brain Store Publishing.
- Jensen, E. (2017). *Teaching with the brain in mind* (3rd ed.). ASCD.
- OECD. (2018). *The Future of Education and Skills: Education 2030*. OECD Publishing.
- Sousa, D. A. (2017). *How the brain learns* (5th ed.). Corwin Press.
- Tokuhamma-Espinosa, T. (2011). *Mind, Brain, and Education Science: A Comprehensive Guide to the New Brain-based Teaching*. New York: W. W. Norton & Company.