

การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแนวคิดสมองเป็นฐานให้เด็กคิดเป็น Teaching children to think with the Brain-based learning

กรรริสา จันท์สุวรรณ^{1*} และอัมรินทร์ อินทร์อยู่²

¹โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1

²สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

*kornrisa@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยนำเสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนเรียน ขั้นการขยายความรู้ ขั้นลงมือปฏิบัติ และขั้นสรุป

คำสำคัญ: แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน วิทยาศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

Abstract

This article presents the curriculum is Brain-based learning. To develop the ability to analytical thinking of the students in learning science, which has four stages: 1) Induction, 2) Presentation, 3) Practice 4) Wrap up.

Keywords: brain-based learning, science, ability to analytical thinking

1. บทนำ

การคิดเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกระทำและพฤติกรรมการแสดงออกของมนุษย์ หากมนุษย์มีความสามารถในการคิดก็จะสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ และจะมีการพัฒนาชีวิตของตนให้เจริญงอกงามยิ่ง ๆ ขึ้นไป (ทิตนา แคมมณี, 2554: 188) ในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงด้านข้อมูลข่าวสารอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 21 นี้ ครูจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนเพื่อเข้าสู่การทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้น คือ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วย ทักษะด้านการคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสื่อสารและการร่วมมือทำงานกับผู้อื่น (ไสว พักขาว, 2558: ออนไลน์) ทักษะที่สำคัญที่สุดในศตวรรษที่ 21 คือทักษะการคิดของบุคคลและทักษะชีวิต (Life skills) ทักษะดังกล่าวนี้จะทำให้มนุษย์ในยุคปัจจุบันนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสันติในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุกด้าน (วัชรวิภา เลาเรียนดี, 2553: 1) การพัฒนาความสามารถในการคิดจึงเป็นสิ่งสำคัญของการจัดการศึกษาในประเทศไทย ครูต้องตระหนักและให้ความสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดของผู้เรียน เพราะเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับอนาคตให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ประเมิน สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ คิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณ แก่ปัญหา และตัดสินใจ (ชนาธิป พรกุล, 2557: 12) การจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดจะทำให้ชั้นเรียนเปลี่ยนไปจากชั้นเรียนที่สอนแบบบรรยายหรือท่องจำ มาเป็นชั้นเรียนที่น่าสนใจ ทำทฤษฎีปัญหา และสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ปัจจุบันมีนวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดที่หลากหลาย แต่แนวคิดที่กำลังเป็นที่สนใจในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based learning) โดยการนำองค์ความรู้เกี่ยวกับหลักการการทำงานของสมองและการเคลื่อนไหวของร่างกายไปใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ และความสามารถในการคิดของมนุษย์ มนุษย์จะเกิดภาวะรู้ก็ต่อเมื่อสภาพร่างกายและจิตใจพร้อมที่จะเรียนรู้ แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นแนวคิดที่ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและให้ความสำคัญกับการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศให้เข้ากับธรรมชาติและรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เน้นไปที่อารมณ์ความรู้สึกของผู้เรียน เพื่อให้สมองเปิดรับการเรียนรู้และเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงเพราะได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนเอง การสอนให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสนใจ ใช้สิ่งต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด เช่น สื่อการสอน การใช้คำถาม ซึ่งการสอนนั้นเริ่มสอนได้ตั้งแต่เด็กเล็ก โดยออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับทักษะการคิดของผู้เรียนในแต่ละช่วงวัย โดยเริ่มจากง่ายไปสู่ยาก เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดไปสู่ระดับสูงต่อไป (นริศรา เสือคล้าย, 2550: 3-4) และจากรายงานเรื่องนวัตกรรมการสอนที่บูรณาการกลยุทธ์เพื่อพัฒนาการส่งเสริมทักษะการคิดของนักเรียนในอนาคต ซึ่งมีผู้เข้าร่วมเป็นครูประจำการที่มีประสบการณ์สอนอย่างน้อย 10 ปี จำนวน 25 คน ให้ความเห็นตรงกันว่าในการจัดการเรียนรู้ต้องออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียน (รายงานผลการจัดสัมมนาเรื่องนวัตกรรมการสอนที่บูรณาการกลยุทธ์เพื่อพัฒนาการส่งเสริมทักษะการคิดของนักเรียนในอนาคต, 2559) การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากเป็นทักษะการคิดขั้นพื้นฐานที่มนุษย์ทุกคนควรมีเพื่อพัฒนาไปสู่การคิดขั้นสูงต่อไป ในทุกรายวิชาสามารถจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ในบทความนี้ผู้เขียนจึงนำเสนอแนวคิด กระบวนการจัดการเรียนรู้ และตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

สถาบันวิทยาการการเรียนรู้, (2550 อ้างถึงใน นุชากร คำประดิษฐ์, 2556: 43-44) กล่าวว่า สมองของผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีสิ่งจูงใจ เป็นเรื่องที่น่าสนใจ เมื่อมีความตั้งใจ เมื่อมีความหมาย เมื่อตัดสินใจว่าจะเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ เมื่อมีเวลาสร้างความหมายให้ข้อมูล และมีเวลาเหมาะสมกับการรับข้อมูล

สถาบันส่งเสริมอัจฉริยภาพและนวัตกรรมการเรียนรู้, (2550 อ้างถึงใน พิชญภา พัฒน์รดากุล, (2557: 57-58) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง (Brain-based learning) คือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมองแต่ละช่วงวัย เป็นการนำองค์ความรู้เรื่องสมองมาใช้เป็นฐานในการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมีที่มาจากศาสตร์การเรียนรู้ 2 สาขา คือ ความรู้ทางประสาทวิทยา และแนวคิด/ทฤษฎีการเรียนรู้

ในการประยุกต์ใช้แนวคิดดังกล่าวสามารถนำหลักการไปประยุกต์ใช้ โดยมีรายละเอียดของหลักการ ดังนี้

Caine and Caine, (1997 อ้างถึงใน นริศรา เสือคล้าย, 2550: 34) ได้เสนอหลักการในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based learning) ไว้ 12 ข้อ ดังนี้

1. สมองทำงานเป็นองค์รวม และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ผู้สอนต้องคำนึงถึงภาวะที่แตกต่างในแต่ละช่วงวัย สภาวะอารมณ์ บุคลิกภาพ และลักษณะนิสัยของผู้เรียน

2. สมองและจิตใจของมนุษย์เปลี่ยนแปลงและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม สมองจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งเร้าที่น่าสนใจและหลากหลาย
3. สมองมนุษย์เลือกรับรู้ เรียนรู้ และจดจำในสิ่งที่มีความสำคัญหรือความหมายต่อตน ครูควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
4. กระบวนการค้นหาความหมายเกิดขึ้นอย่างมีรูปแบบเฉพาะของแต่ละบุคคล ยืดหยุ่น และพัฒนาปรับเปลี่ยนไปอย่างต่อเนื่อง
5. อารมณ์และความรู้สึกเป็นจุดเปลี่ยนแปลงของรูปแบบในการเรียนรู้ของบุคคลแต่ละคน
6. กระบวนการทำงานของสมองและจิตใจของมนุษย์เพื่อการเรียนรู้ นั้น เกิดขึ้นทุกส่วนและบางส่วนของสมอง
7. การเรียนรู้เป็นกระบวนการร่วมกันระหว่างความสนใจ การจดจ่อกับการเรียนรู้จากปลายประสาทสัมผัส
8. กระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทั้งในภาวะรู้ตัวและไม่รู้ตัว
9. สมองจัดเก็บข้อมูลไว้ในความทรงจำอย่างน้อย 2 ระบบ
10. สมองมนุษย์ถูกออกแบบอย่างซับซ้อนเพื่อการเรียนรู้ที่ไม่มีขีดจำกัด
11. การเรียนรู้ที่ซับซ้อนสามารถเข้าถึงได้ด้วยการกระตุ้นที่ท้าทายความอยากรู้อยากเห็นแต่จะถูกขัดขวางจนไม่อาจเข้าถึงได้จากการคุกคามและการทำให้เกิดความกลัว
12. สมองมนุษย์แต่ละคนมีลักษณะเฉพาะ

ตามทัศนะของผู้เขียนหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (เป็นการนำหลักการทำงานของสมอง และการเคลื่อนไหวของร่างกายไปใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพการการเรียนรู้ และความสามารถในการคิดของมนุษย์ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

3. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking)

การคิดวิเคราะห์ เป็นระดับของการเรียนรู้ขั้นหนึ่งในพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ตามแนวคิดของ Bloom (1956) ซึ่งแบ่งการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เป็น 6 ระดับ คือขั้นความรู้ความจำ ขั้นความเข้าใจ ขั้นการนำไปใช้ ขั้นการวิเคราะห์ ขั้นการสังเคราะห์ และขั้นการประเมินค่า ทักษะการคิดแต่ละระดับมีความเชื่อมโยงเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กันทักษะการคิดขั้นสูงจะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าขาดทักษะการคิดขั้นอื่น การคิดวิเคราะห์ เป็นการแสดงออกที่สามารถบ่งบอกถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องราว สถานการณ์ เหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างละเอียด โดยสามารถอธิบายเหตุผล หลักการ ความคิดรวบยอด และเชื่อมโยงความสัมพันธ์โดยภาพรวม แล้วแจกแจงจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ได้ (วัชรา เล่าเรียนดี, 2553: 10-11) เป็นการคิดที่สามารถจำแนกแยกแยะข้อมูลหรือวัตถุสิ่งของต่าง ๆ หรือเรื่องราว เหตุการณ์ออกเป็นส่วนย่อยตามหลักการหรือเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อค้นหาความจริงหรือความสำคัญที่แฝงอยู่หรือปรากฏอยู่จนได้ความคิดที่จะนำไปสู่ข้อสรุปและการนำไปประยุกต์ใช้ (สุนทร สันธพานนท์ และคณะ, 2552: 13-14) เป็นเรื่องของสมองที่มีศักยภาพในการคิดและเรียนรู้ได้จากธรรมชาติ สามารถเก็บเกี่ยวข้อมูลรอบตัว วิเคราะห์และสร้างความรู้ขึ้นมาได้ นั่นคือการเกิดความคิด กระบวนการคิด และความคิดเกิดขึ้นในสมอง และสมองยังเหลือพื้นที่สำหรับเรียนรู้ประสบการณ์ใหม่ ๆ ยิ่งมีการฝึกฝนการใช้สมองให้คิดโดยการตั้งคำถาม ไม่ใช่การท่องจำเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะในเด็กเล็กสมองก็จะยิ่งสร้างเครือข่ายเส้นใยสมองใหม่ ๆ แดกแขนงเชื่อมติดต่อกันมากขึ้นเท่านั้น นับว่าเป็นสมองที่คิดได้ คิดเป็น คิดอย่างมีคุณภาพ (ลักขณา สรวิวัฒน์, 2549) ลักษณะการคิดวิเคราะห์ ต้องพิจารณารายละเอียดจากหลากหลายแง่มุม ตรวจสอบความถูกต้องอย่างละเอียดรอบคอบ เรียงลำดับข้อความ

อย่างเป็นทางการเป็นผล ลงข้อสรุปที่เป็นไปได้ สามารถเปรียบเทียบความคิดเห็นจากบุคคลอื่น บอกเหตุผล ข้อโต้แย้งได้อย่างมีเหตุผล และสามารถตรวจสอบข้อมูลได้อย่างมีเหตุผล (Cottrell, 2003)

ตามทัศนะของผู้เขียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการเรียนรู้ จำแนกแยกแยะหลักการ ความสำคัญและความสัมพันธ์ของเรื่องราว เหตุการณ์ สถานการณ์ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับได้อย่างมีเหตุผล

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ให้ความสำคัญในเรื่องการสร้างโอกาสการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมเอื้อต่อการเรียนรู้ ผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของสมองมนุษย์ในแต่ละช่วงวัย สามารถค้นหาจุดแข็งของผู้เรียนแต่ละคนและระบุเรื่องที่ต้องพัฒนา แล้วเลือกวิธีฝึกที่สอดคล้องกับผู้เรียน บทเรียนหรือกิจกรรมมีชีวิตชีวา ทำทาย ชัดเจน ไม่คลุมเครือ มีความสนุก มีความหมาย และกระตุ้นการเรียนรู้รายบุคคล ด้วยการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ผู้เรียนจะสามารถเพิ่มพูนความเข้าใจ สามารถเก็บประเด็นสำคัญ และเพิ่มศักยภาพในการนำความรู้ไปใช้ (ชนาธิป พรกุล, 2557: 34-35)

พรพีโล เลิศวิชา. (2558) และชนาธิป พรกุล. (2557) กล่าวว่า การออกแบบการจัดการเรียนรู้ต้องทำให้ผู้เรียนเห็นความหมายและมีความสนใจในสิ่งที่เรียนรู้ ซึ่งผู้สอนสามารถกระตุ้นอารมณ์ของผู้เรียนได้โดยการจัดกิจกรรมที่มีชีวิตชีวา สนุกสนาน ทำทาย ชัดเจน และมีความหมาย ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้

อุดม วิเศษวิสัย. (2553) และธัญชนก โห่งกตหลด. (2554) ได้เสนอผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นพื้นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อจัดรวมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น ก็จะส่งผลให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้นด้วย

จากลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ผู้เขียนพบว่านักวิชาการได้นำแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไปประยุกต์ใช้ โดยมีขั้นตอนการสอน ซึ่งผู้เขียนได้สรุปเปรียบเทียบไว้ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบวิเคราะห์ขั้นตอนการสอน การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักวิชาการ

ชื่อ - สกุล นักวิชาการ	ขั้นตอนการสอน											
	ขั้นอุ่นเครื่อง	ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนเรียน	ขั้นการกระตุ้นการเรียนรู้	ขั้นตกลงกระบวนการเรียนรู้	ขั้นการขยายความรู้	ขั้นการจำ	ขั้นการนำไปใช้	ขั้นลงมือปฏิบัติ	ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้	ขั้นสรุป	ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้	ขั้นประเมินผลการเรียนรู้
ชนาธิป พรกุล (2557)		/	/		/	/	/					
พรพีโล เลิศวิชา (2558)	/				/			/		/		
ธัญชนก โห่งกตหลด (2554)		/		/	/			/	/	/		
อุดม วิเศษวิสัย (2553)		/			/			/		/	/	/
ขั้นรวม		/			/			/		/		

จากตารางจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของนักวิชาการมีชั้นการสอนที่ร่วมกัน 4 ชั้นตอน ได้แก่

1. ชั้นเตรียมความพร้อมก่อนเรียน คือการเตรียมสมองของผู้เรียนให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้ โดยผู้สอนจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เตรียมสถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้มีชีวิตชีวา สนุกสนาน เช่น ผู้สอนพาผู้เรียนไปเรียนรู้ในสวนพฤกษศาสตร์ของโรงเรียน
2. ชั้นการขยายความรู้ คือผู้สอนช่วยชี้ประเด็นสำคัญเป็นระยะ เป็นการย้ำ และช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์และเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนรู้ เช่น ผู้สอนทำฐานการเรียนรู้ “พีชใบเลี้ยงเดี่ยว” มีป้ายคำถามให้ผู้เรียนหาคำตอบ เป็นระยะๆ
3. ชั้นลงมือปฏิบัติ คือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง โดยกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการคิดของผู้เรียน เช่น ผู้เรียนค้นหาพีชใบเลี้ยงเดี่ยว ศึกษาชนิด ลักษณะ และวิเคราะห์องค์ประกอบอื่น ๆ ด้วยตนเอง แล้วแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเพื่อนคนอื่น ๆ
4. ชั้นสรุป คือผู้สอนสรุปความรู้ร่วมกับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนนำเสนอองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ร่วมอภิปรายกับเพื่อนคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน และผู้สอนสรุปความรู้ตามทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถคิดเป็น คือการคิดอย่างเป็นระบบ รู้จักสังเกต กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ผล และสรุปผลการศึกษาค้นคว้าได้ ความรู้ที่ได้จะเป็นความรู้ที่คงทนมากกว่าการฟังผู้สอนบรรยายในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว

5. บทสรุป

แนวความคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นการนำหลักการการทำงานของสมองและการเคลื่อนไหวของร่างกายไปใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ผู้เรียนจะเกิดภาวะรู้ก็ต่อเมื่อสภาพร่างกายและจิตใจพร้อมที่จะเรียนรู้ มีความสุข สนุกสนาน ไม่ถูกกดดันหรือถูกทำให้กลัว โดยได้รับการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำท่าย เร้าความสนใจและมีความหมายต่อผู้เรียน ซึ่งมีขั้นตอน 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นเตรียมความพร้อมก่อนเรียน ชั้นการขยายความรู้ ชั้นลงมือปฏิบัติ และชั้นสรุป ท้ายที่สุดนี้ผู้เขียนหวังว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ที่ได้นำเสนอไว้จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับครูที่ต้องการพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

- กรรริสา จันท์สุวรรณ, และคนอื่น ๆ. (2559). รายงานการสัมมนาเรื่อง นวัตกรรมการสอนที่บูรณาการกลยุทธ์เพื่อพัฒนาการส่งเสริมทักษะการคิดของนักเรียนในอนาคต. นครปฐม: สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- ชนาธิป พรกุล. (2557). การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: บริษัทวีพริ้น.
- ทิตนา แคมมณี. (2554). ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ : การบูรณาการในการจัดการเรียนรู้. วารสารราชบัณฑิตยสถาน ปีที่ 36 ฉบับที่ 2 เม.ย.-มิ.ย. 2554, 1-204.

- ธัญชนก โหม่งกวดหลด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ชั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นริศรา เสือคล้าย. (2550). การวิจัยและพัฒนาแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถทางการคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษา. การค้นคว้าอิสระ ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นุชกร คำประดิษฐ์. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การค้นคว้าอิสระ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิชญาภา พัฒน์รดากุล. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL). การค้นคว้าอิสระ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- พรพีโล เลิศวิชา. (2558). คู่มือพลิกโฉมโรงเรียนตามแนวคิด BBL HOW – TO GUIDE for a BBL SCHOOL. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2549). การคิด. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2553). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 5) ฉบับปรับปรุง. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุนทร สิ้นธพานนท์ และคณะ. (2552). พัฒนาทักษะการคิดพิชิตการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เลื่องเชียง.
- ไสว พักขาว. (2558). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21. เมื่อ [11 กันยายน 2559], จาก <http://web.chandra.ac.th/blog/wp-content/uploads/2015/10/ทักษะแห่งศตวรรษที่-21-พับ.pdf>.
- อุดม วิเศษวิสัย. (2553). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Bloom, B.S. **Taxonomy of Educational Objectives**. Handbook: Cognitive Domain. New York: Longman, 1956.
- Cottrell, S. **Skills for Success. The Personal Development Planning Handbook**. Palgrave Macmillan Ltd. England, 2003.