การพัฒนามโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

The Development of Grade 11 Students' Biology Concepts of Endocrine system and Scientific Analytical Thinking By Using Brain – Based Learning

ฉัตรมงคล สีประสงค์[1] เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ [*,2] และ นพมณี เชื้อวัชรินทร์ [2]

Chatmongkol Seeprasong Chade Sirisawat and Nopmanee Chauvatcharin

[1]นิสิตระดับมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
(Master degree students of Science teaching, Faculty of Education, Burapha University)
[2] คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
(Faculty of Education, Burapha University)

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนามโนทัศน์วิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.44 – 0.71 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.34 และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.39 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.41 - 0.64 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที t-test แบบ Dependent sample และการทดสอบค่าที t-test แบบ One sample และการเทียบเกณฑ์ร้อยละ 75 ผลวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
มีมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่ามีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่ามีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were to study the development grade 11 students' biology concepts of endocrine gland and scientific analytical thinking by using brain – based learning. The sample for this research consisted of a class of 27 Grade 11 students of Saen-suk School. The data was collected by the researcher in the first semester of academic year 2018. The research instruments consisted of lesson plans in the topic of "The endocrine system", Biology concepts of the endocrine system test (difficulty index between 0.44 – 0.71, discrimination index between 0.20 – 0.34) and scientific analytical thinking test (difficulty index between 0.39 – 0.80, discrimination index between 0.41 - 0.64). The data were statistically analyzed by using percentage, average, standard, the t-test for Dependent samples and t-test for One sample and criterion of 75 percent. The research findings showed that the biology concept through brain – based learning was significantly higher than those before implementing ($p < .05$) and in comparing the criterion of 75 percent was significantly higher than those

before implementing and The scientific analytical thinking through brain – based learning was significantly higher than those before implementing
(p <.05) and in comparing the criterion of 75 percent was significantly higher than of 75 percent

KEYWORS: Brain-Based Learning, The Biology Concepts of the endocrine system, The scientific analytical thinking

---

Corresponding author, E-mail: *Chade@buu.ac.th โทร. 081-4718175*

Received: 11 February 2019/Accepted: 6 March 2019/ / Published online: 30 April 2019

บทนำ

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะส่งเสริมให้เยาวชนมีความรอบรู้และมีศักยภาพเพียงพอที่จะนำประเทศให้ก้าวไปสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ (Learning Society) โดยเป็นสังคมที่มีการพัฒนาแบบยั่งยืนด้วยกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง จากความสำคัญของ “การศึกษา” ดังกล่าวทำให้มีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและเป็นไปตามเป้าหมายในการจัดการศึกษาของประเทศที่มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นหลัก โดยแนวทางในการจัดการศึกษารูปแบบหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยมคือ การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง (BBL : Brain-based learning) เป็นรูปแบบการเรียนรู้หนึ่งที่มีกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และคำนึงถึงความแตกต่างของพัฒนาการทางสมองของผู้เรียนแต่ละวัยและแต่ละบุคคล (สถาบันภาษาไทย สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553: 1)

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบัน ทำให้นักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาค้นพบการทำงานของสมองได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น พบว่าสมองมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของมนุษย์ เพราะมนุษย์ใช้สมองเป็นพื้นฐานของการรับรู้ และมีหน้าที่ต่อการคิด การเรียนรู้ การจำและพฤติกรรมต่างๆของมนุษย์ (สุวิทย์ มูลคำ, 2547) ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนการสอน จึงควรจัดให้สอดคล้องกับธรรมชาติการทำงานของสมอง โดยจะส่งผลทำให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เน้นการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้ มีกิจกรรมที่ท้าทาย ทำให้เกิดการตื่นตัวแบบผ่อนคลาย ไม่ตึงเครียดจนเกินไป (ชนาธิป พรกุล, 2554: 35) การจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายสามารถช่วยเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี หากพบว่าวิธีการสอนใดไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ผู้สอนอาจเปลี่ยนใช้วิธีอื่น ๆ ที่เหมาะสมมากกว่า เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน ซึ่งวิธีการสอนแบบเดิมๆ เป็นการตีกรอบการสอนและการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเท่านั้น การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมาประยุกต์ใช้สามารถส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้ดีกว่าการสอนแบบบรรยาย (Jensen, 2008) นอกจากนี้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้น เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีขั้นตอนให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้า จากนั้นครูผู้สอนมีการสรุปทบทวนองค์ความรู้แก่ผู้เรียนอีกครั้ง เป็นการทบทวนมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นของผู้เรียนให้ถูกต้องยิ่งขึ้น อีกทั้งมีขั้นตอนและกิจกรรมที่ฝึกทักษะการคิดให้เกิดกับตัวผู้เรียนในการแก้ปัญหาหรือตอบคำถามจากสถานการณ์ต่างๆ ที่ครูผู้สอนได้นำมาแทรกในแต่ละกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ จึงสามารถพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ให้ดียิ่งขึ้นได้ (ลักขณา สริวัฒน์, 2549) และในปัจจุบันเป็นยุคที่มีการเติบโตอย่างก้าวกระโดดของเทคโนโลยีและข้อมูลข่าวสาร นักเรียนจึงจำเป็นต้องมีทักษะที่สำคัญต่างๆ เช่น การรู้พื้นฐานในยุคดิจิตอล การคิดเชิงประดิษฐ์สร้างสรรค์ การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพการผลิตในระดับสูง โดยทักษะที่สำคัญ คือ การคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูง ซึ่งหมายรวมถึงการคิดวิเคราะห์ เป็นทักษะการคิดที่สำคัญที่นักเรียนในศตวรรษที่ 21 พึงมี (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558: 103) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ครูจึงควรฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ สามารถวิเคราะห์สิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีเหตุผล และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้นเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การแสดงบทบาทสมมติ การสร้างสถานการณ์ต่างๆ เป็นต้น โดยกิจกรรมเหล่านี้สามารถสอดแทรกเข้าไปในขั้นของการจัดการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์จนผู้เรียนมีความสามรถในการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้นได้ (เกศสุดา ใจคำ, 2552)

จากการศึกษา สังเกตชั้นเรียนวิชาชีววิทยาพบว่าเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ เป็นเรื่องที่นักเรียนค่อนข้างมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่อง ฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมต่างๆ ซึ่งมีเนื้อหาซับซ้อน เน้นความจำเป็นหลัก ครูผู้สอนในรายวิชาชีววิทยาได้พยายามแก้ปัญหาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์และมโนทัศน์ของผู้เรียน แต่ก็ยังไม่ส่งผลดีเท่าที่ควร ครูผู้สอนไม่มีการสอดแทรกกิจกรรมต่างๆ ที่หลากหลายให้แก่ผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกไม่อยากเรียน เบื่อและไม่ตั้งใจเรียน อีกทั้งนักเรียนยังมีปัญหาในด้านความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา เนื่องจากมีจำนวนเนื้อหาที่มาก มีทั้งคำศัพท์ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย จึงยากต่อการทำความเข้าใจ และทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปจากเดิม (สกาว แสงอ่อน, 2546: 73) และจากการทำข้อสอบวัดผล ในส่วนของข้อคำถามที่เป็น

การคิดวิเคราะห์นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบคำถามผิด แม้กระทั่งเป็นข้อคำถามในชั้นเรียนที่ถามโดยครูผู้สอนนักเรียนก็ไม่สามารถตอบคำถามในเชิงคิดวิเคราะห์ได้ และเมื่อดูภาพรวมของคะแนนการสอบทั้งกลางภาคและปลายภาคในแต่ละครั้งพบว่ามีคะแนนน้อยกว่าเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนได้กำหนดที่ให้มีคะแนนการสอบอยู่ในระดับที่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ตามมาตรฐานของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) ที่ได้กำหนดไว้ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยสมองเป็นฐาน โดยผลการวิจัยที่ได้สามารถเป็นประโยชน์ต่อครูและผู้เกี่ยวข้องในแง่ของการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องดังกล่าว และยังสามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 75
3. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
4. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 75

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยาและวิชาอื่นๆ ที่สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไปประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดมโนทัศน์และการคิดวิเคราะห์ที่ดียิ่งขึ้น
2. ผู้เรียนมีมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ และมีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง การออกแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการของสมอง โดยมีการบูรณาการองค์ความรู้ทั้ง 2 สาขา คือความรู้ทางประสาทวิทยาและแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้เข้าด้วยกัน เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดการเรียนรู้และนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. มโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ หมายถึง ความคิดรวบยอดของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ประกอบด้วยมโนทัศน์หลักดังต่อไปนี้ 1) ลักษณะเฉพาะและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ 2) ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง 3) การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ 4) การรักษาดุลยภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน
5) ฟีโรโมน

3. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาของนักเรียนเกี่ยวกับการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสมองเป็นฐานเพื่อพัฒนามโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนรวม 54 คน

2. กำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มตัวอย่างมา จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 27 คน

3. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design) มีกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว แบบ One group pretest-posttest design

4. การสังเคราะห์ความรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ และได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากงานวิจัยของ Saleh (2011) มาประยุกต์ใช้ เพื่อพัฒนามโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่ประยุกต์จากรูปแบบของ Saleh (2011)

ลำดับขั้น	ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	พัฒนามโนทัศน์	พัฒนาการคิดวิเคราะห์
1. ขั้นกระตุ้น	- กระตุ้นสมอง โดยใช้กิจกรรมต่างๆ เช่น เกม Kahoot ฟังเพลง นั่งสมาธิ เป็นต้น		
2. ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์และชี้แจงภาพรวมของเนื้อหา	- ชี้แจงเนื้อหาหลัก กิจกรรมต่างๆ ภายในชั่วโมงเรียน		
3. ขั้นเชื่อมโยงความรู้และพัฒนาความหมาย	- ตั้งคำถามหรือจำลองสถานการณ์ต่างๆเพื่อให้ผู้เรียนฝึกคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่	✓	✓
4. ขั้นลงมือปฏิบัติ	- ปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ เป็นกลุ่ม เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง	✓	✓
5. ขั้นการประยุกต์ใช้และบูรณาการ	- ครูใช้คำถาม หรือจำลองสถานการณ์ด้วยเนื้อหาที่ซับซ้อนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	✓	✓
6. ขั้นทบทวนและลงข้อสรุป	- ครูและนักเรียนสรุปองค์ความรู้ร่วมกัน อาจใช้รูปแบบแผนผังความคิด เป็นต้น	✓	
7. ขั้นเกริ่นนำหัวข้อต่อไป	- ครูเร้าความสนใจของผู้เรียนต่อการเรียนหัวข้อถัดไป เพื่อกระตุ้นให้เด็กเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง		

5. สร้างเครื่องมือในการวิจัย

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานประยุกต์จากรูปแบบของ Saleh (2011) เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผน รวมเวลา 14 คาบ ประกอบไปด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะ หน้าที่ของต่อมไร้ท่อและประวัติการค้นพบฮอร์โมน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมไพเนียล ต่อมใต้สมองและต่อมไทรอยด์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมพาราไทรอยด์ ตับอ่อนและต่อมหมวกไต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ฮอร์โมนที่ผลิตจากอวัยวะเพศ รก และต่อมไทมัส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ฮอร์โมนที่ผลิตจากกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กและการรักษาดุลยภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ฟีโรโมน

โดยมีความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการสอนชีววิทยา ซึ่งได้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 มีระดับความเหมาะสมในระดับ เหมาะสมมากที่สุด ทำให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ

5.2 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยแบบวัดมโนทัศน์เป็นข้อคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนแสดงเหตุผลในการตอบ จำนวน 22 ข้อ โดยแบบทดสอบ หลังจากนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองแล้วมีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.8 – 1.0 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.44 – 0.71 และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.34 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.90 ทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

ตัวอย่างข้อคำถามวัดมโนทัศน์

“มนัสวีแต่งงานได้ 6 เดือนปรากฏว่ามีอาการผิดปกติเกิดขึ้น คือ คลื่นไส้ อาเจียน อยากทานของหวานตลอดเวลา สามีของมนัสวีจึงสงสัยว่าภรรยาของตนจะตั้งครรภ์จึงไปซื้อที่ตรวจครรภ์มาตรวจ โดยจุ่มลงไปในปัสสาวะ ผลปรากฏว่าที่ตรวจครรภ์แสดงขีด 2 ขีด ซึ่งหมายถึง มนัสวีกำลังตั้งครรภ์ จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเพราะเหตุใดจึงสามารถตรวจการตั้งครรภ์โดยใช้ปัสสาวะได้”

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
4	- คำตอบสอดคล้องกับมโนทัศน์ครบทุกมโนทัศน์
3	- คำตอบสอดคล้องกับมโนทัศน์อย่างน้อยหนึ่งมโนทัศน์และไม่มีส่วนผิด
2	- คำตอบสอดคล้องกับมโนทัศน์บางส่วนและมีบางส่วนที่ตอบผิด
1	- คำตอบไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์หรือไม่มีส่วนถูก
0	- ไม่มีการตอบคำถาม

5.3 แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ครอบคลุมการคิดวิเคราะห์ที่ประกอบด้วยความสามารถ 3 ด้าน คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังจากนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองแล้วแบบทดสอบมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
อยู่ระหว่าง 0.8 – 1.0 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.39 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.41 – 0.64 และ
ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

6. เก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยนำแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ จำนวน 22 ข้อ และแบบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว

2. ดำเนินตามแผนการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มตัวอย่างคือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสมองเป็นฐานวิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ทั้งหมด 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 14 คาบ

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 แล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อและแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

4. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย

การพัฒนามโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีผลการวิจัย 4 ข้อดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใช้สถิติ *t-test* แบบ Dependent sample ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าสถิติ					
	n	$\overline{X}$	*SD*	*df*	*t*	*p*
ก่อนเรียน	27	13.629	2.221			
หลังเรียน	27	73.444	6.772	26	47.019*	.000

*$p<.05$

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบการสอนนี้ มีมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่องระบบต่อมไร้ท่อ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้นสามารถพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ
t-test แบบ One sample ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 (66 คะแนน จากคะแนนเต็ม 88)

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าสถิติ						
	n	เกณฑ์	$\overline{X}$	*SD*	*df*	*t*	*p*
หลังเรียน	27	66	73.444	6.772	26	5.711*	.000

*$p<.05$

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 หรือ 66 คะแนน จากคะแนนเต็ม 88 คะแนน

3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent sample ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	สถิติ					
	n	$\overline{X}$	*SD*	*df*	*t*	*p*
ก่อนเรียน	27	10.296	2.784			
หลังเรียน	27	23.963	1.192	26	22.720*	.000

*$p<.05$

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ t-test แบบ One sample ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 (22.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30)

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าสถิติ						
	n	เกณฑ์	$\overline{X}$	*SD*	*df*	*t*	*p*
หลังเรียน	27	22.5	23.962	1.192	26	6.376*	.000

*$p<.05$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 75 หรือ 22.5 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 47.019, p = .000) โดยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 5.711, p = .000) โดยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบมาเพื่อให้สอดคล้องกับหลักการทำงานของสมอง ครูผู้สอนมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นการทำงานของสมอง ให้พร้อมที่จะได้รับการเรียนรู้ และส่งผลให้นักเรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น (ฉวีวรรณ สีสม, 2555) โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของ (Saleh , 2011) ประกอบไปด้วยขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 7 ขั้น โดยในขั้นตอนแรก คือ ขั้นกระตุ้น เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นสมองของผู้เรียนให้พร้อมก่อนเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 คือ ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์และชี้แจงภาพรวมของเนื้อหา ครูผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์และภาพรวมของเนื้อหาที่จะเกิดในชั่วโมงนั้น ขั้นที่ 3 คือ ขั้นเชื่อมโยงความรู้และพัฒนาความหมาย ครูผู้สอนมีการจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ที่จะได้รับในชั่วโมงนั้นๆ เช่น การตั้งคำถาม ที่ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบโดยใช้ความรู้เดิมที่มีมาตอบคำถาม การยกตัวอย่างสถานการณ์ โดยเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน เช่น สถานการณ์เกี่ยวกับการรับประทานยาคุมเพื่อเพิ่มฮอร์โมนเพศหญิง จากนั้นครูตั้งคำถาม เช่น เมื่อผู้ชายรับประทานยาคุมกำเนิดเข้าไปจะส่งผลต่อสรีระทางร่างกายอย่างไร เพราะเหตุใด แล้วให้ผู้เรียนร่วมกันตอบคำถาม หรือให้ผู้เรียนดูวิดีโอที่เกี่ยวกับเนื้อหาในบทนั้นๆ เช่น เรื่อง ฮอร์โมนเพศ โดยให้ผู้เรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับผู้หญิงข้ามเพศ แล้วตั้งคำถามเพื่อระดมความคิดของนักเรียน เช่น นักเรียนคิดว่าฮอร์โมนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความคิดของบุคคลข้ามเพศหรือไม่ อย่างไร เป็นต้น ขั้นที่ 4 ขั้นลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน โดยสมองจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีการลงมือปฏิบัติและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครู และสื่อการเรียนการสอนต่างๆ (อรนุช ลิมตศิริ, 2555: 67) ขั้นที่ 5 ขั้นประยุกต์ใช้และบูรณาการ ผู้เรียนฝึกการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ โดยอาจทำใบงานที่มีคำถามที่ค่อนข้างซับซ้อน เป็นคำถามที่เน้นการคิดวิเคราะห์หรือตอบคำถามจากสถานการณ์ที่ครูยกตัวอย่างในห้องเรียน ขั้นที่ 6 ขั้นทบทวนและลงข้อสรุป ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ในแต่ละชั่วโมง เพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ที่ถูกต้องของนักเรียน และขั้นสุดท้ายคือ ขั้นเกริ่นนำหัวข้อต่อไป ครูผู้สอนเกริ่นนำหัวข้อที่จะเรียนในชั่วโมงถัดไปด้วยวิธีการเล่าเรื่อง หรือสร้างคำถามที่ชวนให้นักเรียนเกิดความอยากเรียนรู้ โดยเป็นคำถามที่ผู้เรียนไม่เคยมีความรู้เรื่องนี้มาก่อนและเป็นที่สนใจในวัยของผู้เรียนเอง จากขั้นตอนที่กล่าวมาขั้นต้น จะเห็นได้ว่า ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเกิดการเรียนรู้ นำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา (ธัญชนก โหน่งกดหลด, 2554) ตัวอย่างเช่น เรื่องต่อมไร้ท่อและการค้นพบฮอร์โมน ผู้วิจัยดำเนินตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นกระตุ้น โดยครูนำเกม kahoot มาให้นักเรียนได้ร่วมกันทำกิจกรรมตอบคำถามและแข่งขันกันเพื่อให้ได้คะแนน ทำให้บรรยากาศภายในห้องเรียนมีความสนุกสนาน เร้าผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ กระตุ้นสมองให้พร้อมที่จะเรียนรู้เนื้อหาในชั่วโมงนั้นๆ และคำถามยังเป็นคำถามที่ชี้แนะให้ผู้เรียนได้ทราบว่า กำลังเรียนอะไร ก่อให้เกิดความสนใจของนักเรียน จากนั้นครูดำเนินการชี้แจงเนื้อหาโดยรวมที่จะ

เรียนภายในชั่วโมงนั้น และกำหนดข้อตกลงในการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เมื่อนักเรียนมีความพร้อมทั้งทางด้านสมองและร่างกาย ครูมีการตั้งคำถามเกี่ยวกับฮอร์โมน ว่าผู้เรียนรู้จักฮอร์โมนอะไรบ้าง? และฮอร์โมนที่นักเรียนรู้จักส่งผลต่อร่างกายอย่างไร? ให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เชื่อมโยงจากความรู้เดิมที่เคยมี เพื่อพร้อมที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาใหม่ๆ ว่าฮอร์โมนคืออะไร ผลิตจากส่วนใดของร่างกาย โดยฮอร์โมนผลิตจากต่อมไร้ท่อที่อยู่ในบริเวณต่างๆของร่างกาย โดยครูอาจมีคำถามแทรก เช่น แล้วต่อมมีท่อคืออะไร แตกต่างจากต่อมไร้ท่ออย่างไรเป็นต้น ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติ โดยร่วมกันค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับ การค้นพบฮอร์โมน การทำงานของฮอร์โมน ลักษณะของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ โดยศึกษาจากใบความรู้ หนังสือเรียน และอินเทอร์เน็ต แล้วเขียนสรุปเป็นแผนผังความคิด เพื่อเป็นการสรุปความคิดรวบยอด เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเกิดความแม่นยำในเนื้อหา เกิดมโนทัศน์ในเรื่องนั้นๆ เมื่อได้องค์ความรู้เกี่ยวกับฮอร์โมนครูมีการจัดกิจกรรมโดยยกสถานการณ์ เช่น สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของฮอร์โมน หรือวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมน เช่น การให้ความรู้เกี่ยวกับฮอร์โมนของแพทย์โรงพยาบาลศิริราช เพื่อให้ผู้เรียนได้นำองค์ความรู้นั้นมาใช้ตอบคำถามเพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ทั้งหมดที่ได้เรียนมา โดยอาจเป็นการนำเสนอองค์ความรู้หน้าชั้นเรียน และให้สรุปลงสมุดเรียนอีกครั้งเพื่อให้ครูและนักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กันก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง จากนั้นครูมีการเกริ่นนำหัวข้อที่จะเรียนในชั่วโมงถัดไปโดยอาจเป็นรูปแบบของกลอนหรือเพลงที่ทำให้นักเรียนเกิดความผ่อนคลายและมีความอยากเรียนรู้ในชั่วโมงถัดไป จากที่กล่าวข้างต้นนั้น จะเห็นว่า นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องในเนื้อหาของชั่วโมงนั้นๆ ได้ ดังจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.629 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 88 คะแนน) เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไปแล้วนั้น พบว่ามีค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่องระบบต่อมไร้ท่อ หลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 73.444 คะแนน อันเนื่องมาจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง จากนั้นนำข้อมูลมาสรุปเป็นมโนทัศน์ และมีการออกมานำเสนอหน้าห้องเรียน จนถึงสรุปมโนทัศน์โดยครูและนักเรียนร่วมกันอีกครั้งจึงเป็นการทบทวนและย้ำความรู้ของนักเรียนจนเกิดเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง กระบวนการข้างต้นนี้ส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ในแต่ละหัวข้อที่ถูกต้องอันเกิดจากการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนมีการทบทวนมโนทัศน์ให้แก่นักเรียน มีการสร้างบรรยากาศภายในห้องเรียนให้มีความน่าสนใจเรียนมากยิ่งขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ที่ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอน จึงทำให้นักเรียนมีความสนใจเรียนรู้มากขึ้น โดยสอดคล้องกับผลของการวิจัยของ ณัฐพงศ์ แตงเพ็ชร์ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดความผ่อนคลายและเกี่ยวกับเนื้อหาที่กำลังเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น และมีการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากนั้นมีการทบทวนลงข้อสรุปเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องในเนื้อหาวิชานั้นๆ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์เรื่องการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนผลการวิจัยที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานพบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ($t = 22.720$, $p = .000$) โดยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกิจกรรมที่หลากหลายและให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดจากประเด็นคำถาม สถานการณ์ตัวอย่างและวิดีโอที่ครูได้นำมาเสนอ
มีการทบทวนและเน้นย้ำความรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะต้องใช้ความสามารถในการคิด พิจารณาแยกแยะข้อมูลที่ตนเองศึกษา ออกมาเป็นรายละเอียดปลีกย่อย แล้วจึงนำข้อมูลมาสรุปและเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของนักเรียน ทำให้นักเรียนทราบว่าข้อมูลเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันโดยอาศัยหลักการใด ทราบถึงความหมายและความสำคัญของเนื้อหานั้นๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการคิดของตนเอง จนได้คำตอบของปัญหาที่ครูใช้กระตุ้นถามนักเรียนในแต่ละขั้นตอน จากกระบวนการเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น ในขั้นกระตุ้นครูใช้คำถามเพื่อเร้าความสนใจและกระตุ้นการเรียนรู้ของสมองของนักเรียนโดยใช้คำถามต่างๆ เช่น เพราะเหตุใดผู้ชายจึงมีขนาดของหน้าอกเล็กกว่าผู้หญิง ครูถามต่อไปว่าตัวการที่ทำให้เกิดการความแตกต่างของขนาดหน้าอกของผู้ชายและผู้หญิงนั้นนั้นทำงานอย่างไร โดยที่นักเรียนจะใช้ทักษะการคิดเกี่ยวกับระบบหน้าที่ของฮอร์โมน แยกแยะความแตกต่างของลักษณะการทำงานของฮอร์โมนที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางสรีระของร่างกาย จากนั้นให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับชนิดและการทำงานของฮอร์โมน แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ โดยนักเรียนจะต้องพิจารณาแยกแยะ ชนิดของฮอร์โมน หน้าที่การทำงาน

แล้วนำฮอร์โมนต่างๆที่นักเรียนได้ค้นคว้านั้น มาจัดเป็นหมวดหมู่เข้าด้วยกัน เช่น ฮอร์โมนที่มีผลิตจากแหล่งเดียวกันมีอะไรบ้าง ฮอร์โมนที่ทำงานตรงข้ามกันมีอะไรบ้าง และฮอร์โมนที่ทำงานคล้ายคลึงกันมีอะไรบ้าง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะและรวบรวมหลักการในการจัดหมวดหมู่ของฮอร์โมนต่างๆได้อย่างดียิ่งขึ้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี โดยนักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์แก้โจทย์ปัญหาต่างๆที่ครูกำหนดขึ้น ดังจะเห็นได้จาก ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.296 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) แต่เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไปแล้วนั้น จะส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ขึ้น ทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.963 คะแนน เนื่องจากในบางขั้นการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนสามารถแทรกคำถามหรือให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายจากการดูวิดีโอหรือมีการจัดให้ผู้เรียนได้แก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนจัดเตรียมมาจึงส่งผลให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้น โดยผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญชนก โหน่งกดหลด (2554) ที่ได้ทำการศึกษาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสามารถออกแบบกิจกรรมที่หลากหลาย ช่วยให้เกิดการกระตุ้นสมองให้คิด และตรงตามความต้องการของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ปวีณา วิชนี (2558) ที่ได้ทำการศึกษาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิคเกม พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีการจัดกิจกรรมที่ฝึกให้ผู้เรียนได้พิจารณาแยกแยะ ส่วนประกอบต่างๆ และนำมาจัดเป็นหมวดหมู่เดียวกัน มีการระดมความคิดเพื่อค้นหาคำตอบ ใช้กระบวนการคิดแยกแยะเพื่อหาความสำคัญของความรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนผลการวิจัยที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่องระบบต่อมไร้ท่อและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ดังนี้

1.1 ครูควรศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานให้เข้าใจ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดหลังจากนำไปใช้ ครูควรมีการออกแบบกิจกรรมที่หลากหลายและให้สอดคล้องกับการทำงานของสมอง โดยเฉพาะการสร้างบรรยากาศให้สมองเตรียมพร้อมก่อนจัดการเรียนรู้ เน้นให้เกิดความผ่อนคลายและเร้าผู้เรียนให้อยากรู้เนื้อหาในชั่วโมงนั้นๆ เน้นให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนทราบเนื้อหาที่จะเรียน ช่วยให้สะดวกต่อการจัดการเรียนการสอน เช่น ให้ผู้เรียนแสดงละครหรือบทบาทสมมติแล้วมีคำถามถามเพื่อนในชั้นเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ อีกทั้งยังเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศการเรียนให้สนุกสนานและเกิดความกระตือรือร้นต่อการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

1.2 ครูควรวางแผนในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นให้เหมาะสม คำนึงถึงการเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น บางขั้นตอนอาจใช้ระยะเวลานาน ครูจึงควรวางแผนเรื่องระยะเวลาในแต่ละขั้นให้กระชับและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.3 จากการสังเกตในชั้นเรียนของผู้วิจัย หลังจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่ามีจุดเด่นและจุดด้อยดังนี้

จุดเด่น

1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนาน ผ่อนคลาย และไม่เครียดในระหว่างการจัดการเรียนรู้ จึงทำให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนและทำกิจกรรมต่างๆ เป็นอย่างดี ผู้เรียนมีรอยยิ้มกล้าแสดงออก สามารถตอบคำถามจากครูผู้สอนและจากเพื่อนร่วมชั้นเรียนได้เป็นอย่างดี

. 2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์วิชาชีววิทยาเรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ได้เป็นอย่างดี โดยจากการประเมินในชั้นเรียนพบว่า หากผู้วิจัยนำคำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนที่ผ่านมา มาถามผู้เรียนอีกครั้ง ผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและตรงกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ที่ค่อนข้างหลากหลายและไม่ซ้ำเดิม เช่น จากคำถามในชั้นเรียนโดยครูผู้สอน จากข้อสงสัย

ของเพื่อนในชั้นเรียน จากวิดีโอ กิจกรรมการอ่านข่าวในชั้นเรียน ผู้เรียนจึงได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ทุกๆ ชั่วโมง จึงสามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

จุดด้อย

1. การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้สามารถออกแบบกิจกรรมที่จะนำมาสอดแทรกในแต่ละขั้นได้อย่างหลากหลาย จึงอาจเกินเวลาในชั่วโมงนั้นๆ ครูผู้สอนจึงต้องเลือกกิจกรรมที่กระชับและไม่กินเวลาของขั้นอื่นๆ

2. การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้จะมีนักเรียนบางคนที่ไม่ค่อยเข้าร่วมกิจกรรม ครูผู้สอนจึงต้องคอยดูแลและกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความร่วมมือในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานในตัวแปรอื่น เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาชีววิทยา ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้น มีการจัดกิจกรรมที่ค่อนข้างหลากหลาย มีการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น มีความคงทนในการเรียนรู้และเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งกิจกรรมที่หลากหลายสามารถช่วยสร้างบรรยากาศต่อการเรียนรู้ภายในห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้นจึงน่าจะส่งผลให้เกิดเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลาย ผู้เรียนมีความสนุกสนาน ผ่อนคลาย จึงอาจเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้นได้ อีกทั้งมีขั้นตอนที่ให้ครูผู้สอนได้ทบทวนและสรุปองค์ความรู้ให้แก่ผู้เรียน ผู้เรียนจึงอาจเกิดความคงทนในการเรียนรู้ขึ้นได้ เป็นต้น

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้นควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาหลักสูตร ตลอดจนจัดกิจกรรมต่างๆให้เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละระดับ เนื่องจากว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้น มีรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายสามารถช่วยสร้างบรรยากาศที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้แก่นักเรียนได้เป็นอย่างดี การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับลักษณะของกิจกรรมที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้นควรออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับแต่ละระดับ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการนำมาใช้ เช่น การพัฒนาหลักสูตรรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้สำหรับเด็กปฐมวัย ควรมีกิจกรรมที่ไม่อยากเกินไปต่อการเรียนรู้ของเด็กในระดับนี้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีต่อตัวผู้เรียน

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา คงสวัสดิ์. (2554). *วิทยาศาสตร์: ปฐมวัย*. เข้าถึง จาก http://www.edba.in.th/EDBA_M/index.php?option=com_content&view=article&id=51

เกศสุดา ใจคำ. (2552). *การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน*. FEU Academic Review.

ฉวีวรรณ สีสม. (2555). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปสำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา*.(วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอน กระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ณัฐพงศ์ แตงเพชร์. (2556). *การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน: การวิจัยเชิงปฏิบัติการ*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธัญชนก โหน่งกดหลด. (2554). *ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปวีณา วิชนี. (2558). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ลักขณา สริวัฒน์.(2549). *การคิด (Thinking)* .กรุงเทพฯ: โอเอส พริ้นติ้งเฮาส์.

สกาว แสงอ่อน. (2546). *การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง สับปะรดท้องถิ่นในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์สำหรับ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สถาบันภาษาไทย กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *การศึกษาผลการติดตามการดำเนินงานการจัดการเรียนรู้ภาษาไทยที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมอง (BBL: Brain-based Learning) ระดับประถมศึกษาในโรงเรียนศูนย์เด็กปฐมวัยต้นแบบเข้มแข็ง.* กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา(สทศ.).

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2555). *คู่มือการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม (พ.ศ. 2554-2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานฉบับสถาบันศึกษา (แก้ไขเพิ่มเติม พฤศจิกายน 2554).* สมุทรปราการ: ออฟเซ็ท พลัส.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558).*การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21.กรุงเทพฯ*: บริษัท เนว่าเอ็ดดูเคชัน จำกัด.

อรนุช ลิมตศิริ. (2555).*การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (พิมพ์ครั้งที่ 5).* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

Jensen, E. (2008). *Brain-based learning. 2nd ed*. California: Corwin Press.

Saleh, S. (2011). The effectiveness of the brain- based teaching approach in enhancing scientific understanding of Newtonian physics among from four students. *Int. J. En & Sci Edu*., 91-106.