

รูปแบบการสอนที่สอดคล้อง
กับการเรียนรู้ของสมอง
(Brain-Targeted Model)
กับการพัฒนาสมอง และการเรียนรู้
Brain-Targeted Teaching Model :
Brain development and Learning

กานต์รวิ บุชยานนท์¹

¹ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

บทคัดย่อ

สมองเป็นอวัยวะที่สำคัญยิ่งของมนุษย์ เป็นเครื่องมือของการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด สมองพร้อมที่จะเรียนรู้ตลอดเวลาเพื่อความอยู่รอด ทั้งทางกายภาพ ทางอารมณ์ และทางสังคม การเรียนรู้นั้นถือว่าเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องตลอดชีวิต (a lifelong process) บุคคลจำเป็นต้องเรียนอยู่เสมอ เพื่อการพัฒนาชีวิต กระบวนการทางด้านจิตใจของตนเอง หากผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่ดีเกิดขึ้น มีขั้นตอน และวิธีการในการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตน และสาระการเรียนรู้ด้านต่างๆ ก็จะช่วยให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ดี คือ เกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติที่ต้องการ รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง (Brain-Targeted Model) หรือ BTT เป็นรูปแบบการสอนที่ Mariale Hardiman พัฒนาขึ้น โดยพัฒนา และการปรับปรุงรูปแบบการสอนนี้เพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา (problem solving) ตลอดจนรูปแบบการสอนนี้ยังสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านการศึกษาในปัจจุบัน 2 ประการ คือ เพื่อให้มีเวลาในการจัดการเรียนการสอนสำหรับการสังเคราะห์เนื้อหาความรู้ในการเรียนได้มากขึ้น และเป็นการวางแนวทางการจัดการเรียนการสอนสำหรับการทำวิจัยเกี่ยวกับความรู้ และการเรียนรู้

รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง (Brain-Targeted Model) มีจุดมุ่งหมายมุ่งพัฒนาสมอง โดยจะเน้นพัฒนากระบวนการเรียนการสอน 6 ด้าน ได้แก่ การสร้างบรรยากาศด้านอารมณ์เพื่อการเรียนรู้ การสร้างสภาพแวดล้อมทางกายภาพ การออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ การสอนเพื่อให้เชี่ยวชาญเรื่องเนื้อหา ทักษะ และแนวคิด การสอนเพื่อการขยาย และการประยุกต์ใช้ความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรมในการศึกษา และการประเมินการเรียนรู้

คำสำคัญ: รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง การพัฒนาสมอง การเรียนรู้

Abstract

Brain is the most vital organ of human. It is also an instrument of never-ending learning. Brain is always ready to learn for physical, emotional and social survival. Learning is known as a lifelong process. People have to learn all the time to develop their lives and mental process of themselves. If learners have good learning process and also appropriate methods and steps to learn, it will create good learning, that is, knowledge, understanding, skills and attitude.

The Brain-Targeted Teaching Model or BTT is a teaching model developed by Mariale Hardiman. This specific teaching model has been developed to encourage learners to have creativity and problem-solving skill. It is also consistent with educational changes : setting time for learning management for knowledge synthesis and setting the methods for cognition and learning research.

The Brain-Targeted Teaching Model aims to develop brain by focusing on six brain targets : establishing emotional climate for learning, creating the physical learning environment, designing the learning experience, teaching for mastery of content, skills and concepts, teaching for the extension and application of knowledge-creativity and innovation in education, and evaluating learning.

Keywords : Brain-Targeted Teaching Model brain development learning

สมองเป็นอวัยวะที่สำคัญยิ่งของมนุษย์ที่มีติดตัวมาตั้งแต่เกิด สมองมนุษย์เป็นสิ่งมหัศจรรย์ เป็นเครื่องมือของการคิด และการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด สมองพร้อมที่จะเรียนรู้ตลอดเวลาเพื่อความอยู่รอด ทั้งทางกายภาพ ทางอารมณ์ และทางสังคม สมองเรียนรู้โดยอาศัยประสาทสัมผัส การตีความ และการคัดเลือกข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพื่อเก็บไว้ใช้งาน ระบบความจำของสมอง มีทั้งความจำระยะสั้น ความจำเพื่อใช้งาน และความจำระยะยาว (วิทยากร เชียงกูล, 2547 : 35) การเรียนรู้กับสมองมีความสัมพันธ์กัน โดยสมองทำหน้าที่ในการรับรู้ การคิด และการทำงานของร่างกาย โดยการรับรู้เป็นจุดเริ่มต้นสำคัญที่ทำให้เกิดการคิด และการเรียนรู้ทำให้มนุษย์มีความสมบูรณ์ต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ การเห็น การได้ยิน การสัมผัส การรับรส การรับกลิ่น ซึ่งพัฒนาการทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ พัฒนาการด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ จิตใจ และสังคม เป็นการพัฒนาระบบประสาทแห่งการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดตามศักยภาพของเด็กแต่ละคน

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญที่ช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ในการดำรงชีวิต ทั้งในด้านการงาน และด้านบุคลิกภาพอันนำมาซึ่งการปรับตัวที่ดี การเรียนรู้เกิดขึ้นตลอดเวลาทั้งในทางตรง และทางอ้อม การเรียนรู้บางอย่างเกิดขึ้นได้เองโดยอัตโนมัติ เป็นไปตามกลไกของธรรมชาติ แต่การเรียนรู้บางด้านต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ มี 3 ประการ ดังนี้ (โรจนรัวี พจนันท์พัฒนาผล และคณะ, 2549 : 132)

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม พฤติกรรมก่อนการเรียนรู้ และภายหลังจากการเรียนรู้จะแตกต่างกัน บลูม (Bloom) ได้อธิบายพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการเรียนรู้มีลักษณะ 3 ประการ คือ

1.1 การเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ (Cognitive domain) ซึ่งมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ความเข้าใจ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินผล

1.2 การเปลี่ยนแปลงด้านเจตคติ (Affective domain) ซึ่งมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการรับการใส่ใจ ความตั้งใจ ความพอใจ ความรู้สึกเห็นในคุณค่า เห็นความแตกต่างของค่านิยม และเข้าใจถึงค่านิยมเป็นส่วนหนึ่งของปรัชญาในการดำรงชีวิต ด้วยการเห็นคุณค่าของคุณธรรม จริยธรรม

1.3 การเปลี่ยนแปลงด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับทักษะ เป็นการประสานระหว่างสมอง และกล้ามเนื้อ ที่เน้น

ความถูกต้อง คล่องแคล่ว รวดเร็ว และเที่ยงตรง ทั้งในด้านการเรียน การพูด ตลอดจนการใช้เครื่องมือต่างๆ

2. การเรียนรู้เป็นผลของการฝึกหัด และประสบการณ์เป็นผลจากกระบวนการให้การเรียนรู้ ทั้งทางตรง และทางอ้อม เช่น การฝึกหัดด้านการอ่าน การเขียน การพูด การเล่นดนตรี เล่นกีฬา หรือการดูการแข่งขันกีฬา เป็นต้น

3. การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวร การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต้องผ่านกระบวนการทางความคิด ความเข้าใจ และเป็นความทรงจำในระยะเวลาที่ยาวนานพอสมควร จะไม่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะชั่วคราว อันเป็นผลจากฤทธิ์ของยา สารเคมี หรือความเหนื่อยล้า

กระบวนการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่อง และมีความสัมพันธ์กันซึ่งมีนักจิตวิทยาได้กล่าวถึงไว้หลายแนวทาง โดยทั่วไปแล้ว กระบวนการเรียนรู้ของบุคคลประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้ (โรเจอร์วี พจนันท์พัฒนาผล และคณะ, 2549 : 133)

1. สิ่งเร้า (Stimulus) เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจ
2. การสัมผัส (Sensation) เมื่อสัมผัสกับสิ่งเร้าร่างกายเกิดการรับสัมผัส และส่งกระแสสัมผัสนั้นไปยังระบบประสาทส่วนกลาง
3. การรับรู้ (Perception) เป็นการทำงานในระบบประสาทในส่วนกลางเพื่อวิเคราะห์และแปลความหมายจากสื่อที่สัมผัสนั้น โดยอาศัยประสบการณ์เดิม และปัจจัยอื่นๆ เช่น ความสามารถ ความถนัด ความพร้อม สติปัญญา เป็นต้น
4. มโนทัศน์ (Concept) เป็นการสรุปความคิดที่ตนเข้าใจ
5. การตอบสนอง (Response) เมื่อสรุปความคิดที่รวมความได้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หรือการมีพฤติกรรมที่ตอบสนอง ซึ่งสามารถประเมินการเรียนรู้จากพฤติกรรมที่ตอบสนองนี้

ทิสนา เขมมณี และคณะ (2545 : 13) กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญา และกระบวนการทางจิตใจของบุคคลในการรับรู้สิ่งต่างๆ และพยายามสร้างความหมายของสิ่งเร้า หรือประสบการณ์ที่ตนได้รับเพื่อให้เกิดความเข้าใจในประสบการณ์นั้น โดยอาศัยกระบวนการทางสังคมเข้ามาช่วย เป้าหมายของการเรียนรู้ คือการนำความรู้ไปใช้เพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตนเองทั้งทางด้านเจตคติ ความรู้สึก ความคิดความเข้าใจ และการกระทำต่างๆ ในการดำรงชีวิตประจำวันร่วมกับผู้อื่น

ดังนั้นการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญา หรือกระบวนการทางสมอง (a cognitive process) ซึ่งบุคคลใช้ในการสร้างความเข้าใจหรือการสร้างความหมายของสิ่งต่างๆ ให้แก่ตนเอง กระบวนการเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการของการจัดกระทำต่อข้อมูลหรือประสบการณ์ มิใช่เพียงการรับข้อมูลหรือประสบการณ์เท่านั้น เป็นงานเฉพาะตนหรือเป็นประสบการณ์ส่วนตัว (personal experience) ที่ไม่มีผู้ใดเรียนรู้หรือทำแทนกันได้ การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ตื่นตัว สนุก (active and enjoyable) ทำให้ผู้เรียนรู้รู้สึกผูกพัน เกิดความใฝ่รู้ การเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นำมาซึ่งความสนุกหรือท้าทายให้ผู้เรียนใฝ่รู้สู่สิ่งที่ยากขึ้น อีกทั้งการเรียนรู้ต้องอาศัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (nurturing environment) สภาพแวดล้อมที่ดีเข้ามาช่วย ในส่วนเป้าหมายของการเรียนรู้ คือการนำความรู้ไปใช้เพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตนเองทั้งทางด้าน เจตคติ ความรู้สึก ความคิดความเข้าใจ และการกระทำต่างๆ ในการดำรงชีวิตประจำวันร่วมกับผู้อื่น

สรุปได้ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญา หรือกระบวนการทางสมอง (a cognitive process) ซึ่งบุคคลใช้ในการสร้างความเข้าใจหรือการสร้างความหมายของสิ่งต่างๆ ให้แก่ตนเอง ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการของการจัดกระทำต่อข้อมูลหรือประสบการณ์ มิใช่เพียงการรับข้อมูล หรือประสบการณ์เท่านั้น
2. การเรียนรู้เป็นงานเฉพาะตนหรือเป็นประสบการณ์ส่วนตัว (personal experience) ที่ไม่มีผู้ใดเรียนรู้หรือทำแทนกันได้
3. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม (a social process) เนื่องจากบุคคลอยู่ในสังคมจึงสามารถระดมทุนการเรียนรู้ และขยายขอบเขตของความรู้ด้วย
4. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ทั้งจากการคิด และการกระทำรวมทั้งการแก้ปัญหา และการศึกษาวิจัยต่างๆ
5. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ตื่นตัว สนุก (active and enjoyable) ทำให้ผู้เรียนรู้รู้สึกผูกพัน เกิดความใฝ่รู้ การเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นำมาซึ่งความสนุกหรือท้าทายให้ผู้เรียนใฝ่รู้สู่สิ่งยาก
6. การเรียนรู้อาศัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (nurturing environment) สภาพแวดล้อมที่ดีสามารถเอื้ออำนวยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ได้ดี
7. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ (anytime and anyplace) ทั้งในโรงเรียน ครอบครัว และชุมชน

8. การเรียนรู้ คือ การเปลี่ยนแปลง (change) กล่าวคือ การเรียนรู้จะส่งผลต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตนเองทั้งทางด้านเจตคติ ความรู้สึก ความคิด และการกระทำ เพื่อการดำรงชีวิตอย่างปกติสุข และความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์

เนื่องจากการเรียนรู้เป็นกระบวนการต่อเนื่องตลอดชีวิต (a lifelong process) บุคคลจำเป็นต้องเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อการพัฒนาชีวิตจิตใจของตนเอง การสร้างวัฒนธรรมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงเป็นกระบวนการที่ยั่งยืนช่วยให้บุคคล และสังคมมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หากผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่ดีเกิดขึ้น กล่าวคือ มีขั้นตอน และวิธีการในการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตน และสาระการเรียนรู้ ก็จะช่วยให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ดี คือ เกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติที่ต้องการ รูปแบบที่ส่งเสริมการพัฒนสมอง และการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจ คือ รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง (Brain-Targeted Model) หรือ BTT เป็นรูปแบบการสอนที่ฮาร์ดิมาน (Hardiman, M., 2012) นักการศึกษาจากมหาวิทยาลัยจอห์น ฮอปกินส์ (John Hopkins University) เป็นผู้พัฒนาขึ้น

รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง (Brain-Targeted Model)

Hardiman (2012b : XIX) กล่าวถึงรูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง (Brain-Targeted Model) หรือ BTT ว่าเป็นการออกแบบโดยใช้พื้นฐานการวิจัยเกี่ยวกับสมอง และอาศัยองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเป็นการวิจัยที่มีฐานมาจากการออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบการสอนนี้ออกแบบโดยอาศัยกรอบแนวคิดเกี่ยวกับทักษะการคิด และการพัฒนาทักษะการคิดของ Marzano (1992) ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences) ของ Gardner (1993) และทฤษฎีการเรียนรู้ (Bloom's Taxonomy) ของ Bloom (1956) อย่างไรก็ตาม การพัฒนา และการแพร่ขยายของรูปแบบการสอนนี้มีความสำคัญต่อการวิจัยต่อไปในอนาคต

ในส่วนของแนวคิดของรูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง (Brain-Targeted Model) Hardiman, M. (2012a : 11) กล่าวถึงแนวคิดนี้ว่า ครูมีบทบาทสำคัญมากในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมองเพราะ เป็นการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนทุกวัย ตลอดจนรูปแบบการสอนนี้ยังสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาในปัจจุบัน 2 ประการ คือ ประการแรก เพื่อให้มีเวลามากขึ้น สำหรับการสังเคราะห์จำนวนหัวข้อต่างๆ ในการเรียน และประการที่สอง

เป็นความท้าทายในการวางแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยทำการวิจัยเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ และการเรียนรู้

รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง (Brain-Targeted Model) หรือ BTT หรือเป้าหมายทางสมอง (brain targets) มีขั้นตอนการสอน และกระบวนการเรียนรู้ตามลำดับขั้น ดังนี้

- **เป้าหมายสมองที่หนึ่ง** : การสร้างบรรยากาศด้านอารมณ์เพื่อการเรียนรู้ (Establishing the emotional climate for learning)
- **เป้าหมายสมองที่สอง** : การสร้างสภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Creating the physical learning environment)
- **เป้าหมายสมองที่สาม** : ออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ (Designing the learning experience)
- **เป้าหมายสมองที่สี่** : การสอนเพื่อให้เชี่ยวชาญเรื่องเนื้อหา ทักษะ และแนวคิด (Teaching for mastery of content, skills, and concepts)
- **เป้าหมายสมองที่ห้า** : การสอนเพื่อการขยาย และการประยุกต์ใช้ความรู้-ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรมในการศึกษา (Teaching for the extension and application of knowledge-creativity and innovation in education)
- **เป้าหมายสมองที่หก** : การประเมินการเรียนรู้ (Evaluating learning)

ต่อไปจะกล่าวถึงขั้นตอน และแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง (Brain-Targeted Model) ตามเป้าหมายทางสมอง (brain targets) ที่นำเสนอโดย Hardiman (2012) โดยลำดับ ดังต่อไปนี้

เป้าหมายสมองที่หนึ่ง : การสร้างบรรยากาศด้านอารมณ์เพื่อการเรียนรู้ (Establishing the emotional climate for learning)

ในอดีตเราเคยคิดว่า อารมณ์ และความคิดเป็นระบบที่แยกจากกัน ปัจจุบันนี้ งานวิจัยหลายชิ้นที่ทำให้เราทราบว่าทั้งสองอย่างนี้มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างสำคัญในหลายๆ ด้าน มีงานวิจัยแสดงว่า การกระตุ้นอารมณ์ ทั้งทางบวก และทางลบมีผลกระทบต่อสมอง ความสนใจใส่ใจ และการคิดระดับสูง เช่น งานวิจัยของ Schwabe and Wolf (2010) แสดงให้เห็นถึงการเรียนรู้

คำศัพท์ใหม่ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีลดลง 30% เมื่อผู้เรียนอยู่ในสถานการณความตึงเครียด และอารมณ์ทางบวกสามารถเพิ่มความหลากหลายของกระบวนการรับรู้ และมีความคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยของ Joëls, Pu, Wiegert, Oitzl and Krugers (2006) กล่าวถึงการกระตุ้นอารมณ์ ทั้งทางบวก และทางลบมีผลกระทบต่อสมอง ถึงแม้ว่าความกดดันเล็กน้อยในบางบริบทอาจเสริมสร้างสมรรถภาพ แต่ความเครียดต่อเนื่องยาวนานออกไปจะลดความสามารถที่จะรับข้อมูล และจดจำข้อมูลได้ และ LeDoux (1996) ได้อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างของสมองที่มีความเกี่ยวข้องกับอารมณ์ความรู้สึก โดยก่อนที่สมองจะมีความคิดในระดับสูงนั้น อารมณ์ความรู้สึกจะส่งผลต่อความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังส่งผลต่อการประมวลผลข้อมูลผ่านกระบวนการทางสมอง จึงจะเห็นได้ว่าเราไม่ควรที่จะละเลยถึงความสำคัญของการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เชิงบวกซึ่งลดผลลัพธ์เชิงลบของความเครียดได้ ซึ่งต่อไปนี้เป็นกลยุทธ์ต่างๆ ที่เหมาะสำหรับการสร้างบรรยากาศด้านอารมณ์เพื่อการเรียนรู้ :

- ครูควรสร้างช่องทางการติดต่อสื่อสารกับครูที่สะดวก สร้างความเชื่อมโยงระหว่างครูกับนักเรียน และทำตัวให้นักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือสามารถที่จะเข้าถึงได้อย่างสะดวก ครูควรจัดการเรียนการสอนโดยอาจใช้วิธีการเพื่อนช่วยเพื่อน และจัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกัน ครูควรพิจารณาแนวทางการสอนที่ลดการแข่งขัน และส่งเสริมการทำงานร่วมกัน

- ครูควรระบุถึงความคาดหวังที่มีต่อความสามารถทางวิชาการของนักเรียนที่ชัดเจนว่าครูต้องการสิ่งใดจากนักเรียน และให้ระบุความคาดหวังนั้นอย่างสม่ำเสมอ ให้นักเรียนมีทางเลือกทางการเรียนรู้ได้ตามสมควร เช่น ต้องการสืบค้นข้อมูลด้วยอินเทอร์เน็ต ต้องการทำงานเป็นทีม สิ่งเหล่านี้เป็นเทคนิคที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าเป็นตัวเอง นักเรียนสามารถควบคุมผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ และเป็นเทคนิคที่ทำให้ระดับแรงจูงใจ และผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น

- ครูควรใช้อารมณ์ขันเพื่อช่วยลดความเครียดในการเรียนการสอน งานวิจัยของ Schmidt (1994) และ Ziv (1988) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนแสดงความสามารถทางการเรียนได้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในห้องเรียนที่มีการปฏิสัมพันธ์ที่มีการใช้อารมณ์ขันประกอบการสอน

- การใช้เทคนิคการโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive Coaching) วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล (2558 : 42-43) ได้กล่าวถึงแนวทางการโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive Coaching) ที่พัฒนาโดย Arthur Costa และ Robert Gamston ว่า การโค้ชเพื่อการรู้คิด เป็นบทบาทของผู้สอนในโลกแห่งการเรียนรู้ยุคใหม่ที่พัฒนามาจากบทบาทการสอน (teaching) ที่ผู้สอนทำหน้าที่ให้ข้อมูล เนื้อหาสาระ ให้คำตอบที่ถูกต้อง ใช้การสื่อสารทางเดียว กำหนดทิศทางทางการเรียน

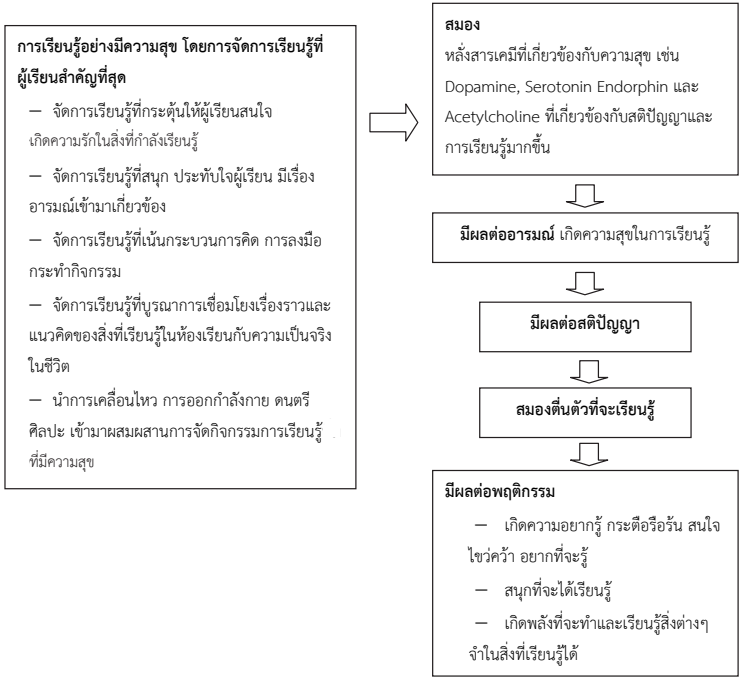
กำหนดงานให้ผู้เรียน กำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินผล การเรียนรู้ อีกทั้งผู้สอนที่ใช้การโค้ชเพื่อการรู้คิดยังเป็นมากกว่าผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (facilitator) โดยผู้สอนจะมีบทบาทที่เปลี่ยนไปเป็นผู้คอยกระตุ้นให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยน เรียนรู้ กระตุ้นให้คิดและตั้งคำถามเพื่อสื่อสารสองทาง มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและผู้เรียน รวมทั้ง ประสานงานในกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ และทิศทางการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ และเกณฑ์วัดผลการเรียนรู้ จึงจะเห็นได้ว่าการใช้เทคนิคการโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive Coaching) เป็นเทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการสร้างบรรยากาศด้านอารมณ์เพื่อการเรียนรู้ เป็นเทคนิคที่ผู้ที่ได้รับการโค้ชจะได้รับการพัฒนาด้วย กระบวนการที่สร้างสรรค์ และกระตุ้นให้ผู้ได้รับการโค้ชได้นำศักยภาพของตนเองมาใช้ได้อย่างเต็มที่

เป้าหมายที่สอง : การสร้างสภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Creating the physical learning environment)

เป้าหมายนี้เน้นว่า สภาพแวดล้อมทางกายภาพนั้นมีอิทธิพลต่อความใส่ใจ และการมีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้เช่นเดียวกันกับบรรยากาศทางอารมณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความแปลกใหม่ในการจัดการเรียนการสอนสามารถใช้เป็นเครื่องมือที่ทรงพลังในการเพิ่มพูนความใส่ใจได้ ทำให้ระบบของสมองในการเตรียมพร้อม และการกำหนดทิศทางต้นตัวทำงาน นอกจากนี้ ความแปลกใหม่แล้ว เป้าหมายสมองอันดับสองยังมุ่งเน้นเรื่องปัจจัยในสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ที่มีผลต่อความใส่ใจ เช่น งานวิจัยของ Edwards & Torcellini (2002) พบว่าการใช้แสงสว่างที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งส่วนมากจะเหมือนแสงธรรมชาติ จะส่งผลเชิงบวกกับความใส่ใจ และการเรียนรู้ Hardiman (2012, 13) ได้ให้คำแนะนำต่อไปนี้เพื่อช่วยให้ผู้สอนได้ใช้ประโยชน์จากความแปลกใหม่ และช่วยลดปัจจัยสภาพแวดล้อมเชิงลบ ดังนี้

- ครูสามารถสร้างความแปลกใหม่ให้กับนักเรียนโดยการปรับเปลี่ยนการจัดที่นั่ง ตกแต่งห้องเรียน หรือเปลี่ยนให้ไปเรียนในส่วนอื่นๆ ของโรงเรียน เช่น ห้องสมุด ห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์ ห้องศิลปะ
- เปลี่ยนวิธีการนำเสนอเนื้อหาวิชา เช่น เปลี่ยนวิธีการนำเสนอโดยใช้ภาพแทนตัวหนังสือ เปลี่ยนสีตัวอักษร และรูปแบบของเนื้อหาแต่ละช่วง

- ครูควรติดตาม และสังเกตการใช้เทคโนโลยีของนักเรียนในห้อง อาจห้ามใช้คอมพิวเตอร์หรือห้ามจุดเน็ตเป็นบางช่วง และให้นักเรียนฟังการนำเสนออย่างตั้งใจเพื่อให้มีส่วนร่วมในการอภิปรายอย่างเต็มที่แทน
- การจัดสิ่งแวดล้อมทางกายภาพยังมีส่วนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้อย่างมีความสุข ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 1 การเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความสุข จาก *การจัดการเรียนรู้ที่มีความสุข : สารเคมีในสมองกับความสุขในการเรียนรู้* (น. 23), โดยศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และคณะ, 2544, กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

เป้าหมายสมองที่สาม : ออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ (Designing the learning experience)

การออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นกระบวนการแก้ปัญหาการเรียนการสอน โดยทฤษฎีสารสนเทศหรือเงื่อนไขการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยผู้ออกแบบการเรียนรู้จะต้องมีความสามารถในการบูรณาการ กลั่นกรอง การวิเคราะห์ การจัดการ การสังเคราะห์สารสนเทศ ตลอดจนในปัจจุบันความหลากหลายในทักษะต่างๆ มีความจำเป็นมากสำหรับผู้สอน การจัดการเรียนการสอนโดยปกติจึงเกี่ยวข้องกับทักษะที่หลากหลาย ซึ่งผู้ที่จะออกแบบการเรียนรู้ต้องนำความรู้ และทฤษฎีจากวิชาต่างๆ เช่น จิตวิทยา การศึกษา การติดต่อสื่อสาร ระบบ การเรียนรู้ และเทคโนโลยีเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาต่างๆ ในขั้นตอนนี้จะดูวิธีการวางแผน และวิธีนำเสนอเนื้อหาวิชา เพื่อส่งเสริมความเข้าใจโดยรวมว่าแนวคิดต่างๆ นั้นเกี่ยวข้องกันอย่างไร

เป้าหมายสมองอันดับสามนี้เน้นความเชื่อมโยงกันใน “ภาพรวม” (big picture) ระหว่างหัวข้อหลัก แก่นเรื่อง และแนวคิด ในการสอนควรแสดงว่าเนื้อหาสาระส่วนหนึ่งๆ นั้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับบริบทที่กว้างขึ้นอย่างไร และเป็นสิ่งที่มีประโยชน์อย่างไร เนื่องจากคนเรามีแนวโน้มตามธรรมชาติที่จะเสาะหารูปแบบ และความเกี่ยวข้องสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างความจริงต่างๆ และเรียนรู้สิ่งใหม่ ตลอดจนทดลองที่จะสร้างเป้าหมายเพื่อการเรียนรู้ (Posner & Rothbart, 2007, p. 205)

Hardiman (2012b, pp. 81-86) เสนอว่าการนำเสนอเนื้อหาเป็นรูปภาพให้เห็น เช่น การใช้แผนผังกราฟฟิก (Graphic Organizers) จะช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงทั้งภายในตัวเนื้อหา และระหว่างเนื้อหาต่างๆ ได้ เป้าหมายสมองอันดับสามนำเสนอว่าการทำแผนผังแนวคิดจะเพิ่มการจำ และทำให้เกิดความเข้าใจแนวคิดอย่างลึกซึ้งมากขึ้น โดยครูสามารถใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้ในการออกแบบ และในการจัดการเรียนการสอน

- ระบุแก่นเรื่องหลักๆ ของเนื้อหาของรายวิชาหรือหน่วยการเรียนรู้ และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแก่นเรื่องเหล่านั้นโดยใช้การเรียงเรียงเนื้อหาในรูปแบบแผนภูมิหรือไดอะแกรมหรือ แผนที่ความคิด (Thinking Maps)
- เมื่อระบุขอบเขตเนื้อหาหลักๆ ได้แล้ว ครูอาจพิจารณาวิธีต่างๆ ที่จะให้ข้อมูลโดยใช้กิจกรรมในห้องเรียน และการมอบหมายงานที่มีลักษณะพิเศษแทนการใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย และการอ่าน โดยอาจแสดงกิจกรรมที่แตกต่างไป เช่น เน้นการอภิปรายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องคู่กับแผนที่ความคิด

- กำหนดวิธีประเมินเนื้อหาที่เป็นแกนเรื่องหลัก และแกนเรื่องย่อยในระหว่างที่มีการเรียนการสอนรายวิชา และเมื่อสิ้นสุดรายวิชา ครูควรมีมาตรฐานในการประเมินผลงาน (district-based benchmark assessments) และมีการประเมินผลโดยการสอบเมื่อสิ้นสุดบทเรียน รวมถึงนักเรียนควรได้ประยุกต์ใช้ความรู้ในโลกความเป็นจริงโดยแสดงไว้ในแผนที่ความคิดได้
- สนับสนุนให้นักเรียนสร้างแผนผังแนวคิดของตนเองในการเรียน เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่างๆ ในบทเรียน และเพื่อเพิ่มความจำด้านเนื้อหา

เป้าหมายสมองที่สี่ : การสอนเพื่อให้เชี่ยวชาญเรื่องเนื้อหา ทักษะ และแนวคิด (Teaching for mastery of content, skills, and concepts)

นอกจากการจัดการบรรยากาศทางอารมณ์ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ และภาพรวม (big picture) แล้ว ผู้สอนควรเสาะหา และใช้วิธีการสอนที่สร้างความเชี่ยวชาญ (mastery) กล่าวคือความสำเร็จของนักเรียนในการได้สาระเนื้อหาความรู้ และการจดจำเนื้อหา ทักษะ และแนวคิดต่างๆ ไว้ได้ในระยะยาว ความเชี่ยวชาญขึ้นอยู่กับกระบวนการจำอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากการจะเก็บข้อมูลไว้ได้ จะต้องมีการจัดการข้อมูลก่อน แล้วจึงย้ายข้อมูลเหล่านั้นจากที่เก็บชั่วคราวไปไว้ที่ระบบความจำระยะยาว Hardiman (2012b, p. 100) กล่าวถึง Eric Kandel ผู้ได้รับรางวัลโนเบล ได้แสดงไว้ว่า ในการสร้างความทรงจำชั่วคราวไซแนปส์ (synapses) หรือจุดประสานประสาทในสมองจะอาศัยโปรตีนที่มีอยู่ภายในเซลล์สมอง อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนความทรงจำชั่วคราวให้เป็นความทรงจำระยะยาวจำเป็นต้องให้สมองผลิตโปรตีนที่มีหน้าที่ควบคุมบังคับอีกชุดหนึ่งที่แตกต่างกัน ดังนั้นการจำข้อมูลระยะยาวไม่ได้เป็นเพียงปรากฏการณ์ทางจิตวิทยา หากเป็นปรากฏการณ์ทางประสาทวิทยา (neurophysiological) ที่เกิดขึ้นผ่านกระบวนการทางชีวเคมีในสมอง และการสร้าง และการจัดระเบียบการเชื่อมโยงของประสาทเสียใหม่อีกด้วย

ดังนั้นปัญหาท้าทายสำหรับผู้สอน และนักเรียนคือการกำหนดว่า วิธีการนำเสนอ และกิจกรรมแบบใดจะดีที่สุดในการส่งเสริมการจดจำเก็บเนื้อหาสำคัญๆ ไว้ได้ การทำให้นักเรียนสนใจผูกพันกับเนื้อหา การสอนผ่านกิจกรรมเชิงศิลปะอาจเป็นวิธีการที่มีประโยชน์ในการเสริมสร้างการจดจำเก็บข้อมูลนั้นไว้ได้ ซึ่งความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสามารถเพิ่มขึ้นได้ด้วยกลยุทธ์ต่อไปนี้ (Hardiman, 2012a, pp. 13-14)

- ครูควรวหาวิธีการที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเรียกสิ่งทีเรียนไปในห้องเรียน และจากการทำงานที่มีอบหมายกลับมาใช้อย่างคล่องแคล่ว กลยุทธ์อย่างหนึ่งคือการสอบย่อย แต่การเรียกข้อมูลกลับมาใช้ไม่จำเป็นจะต้องเป็นการประเมิน นักเรียนจะเรียกข้อมูลมาใช้ได้คล่องแคล่วเมื่อมีการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหา หรือเพื่อตรวจสอบ วิพากษ์วิจารณ์สิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ ผู้สอนสามารถสนับสนุนให้นักเรียนโต้แย้งความคิดเห็นที่แตกต่างกันออกไปตลอดจนนำเสนอสรุปความรู้ของตนโดยใช้สื่อผสม หรืออภิปรายเนื้อหาหน้าชั้นเรียน หรืออภิปรายทางสื่อออนไลน์ต่างๆ

- ใช้กิจกรรมหลากหลายเพื่อทำให้จำข้อมูลได้ดีขึ้น โดยใช้ประโยชน์จากศิลปะ และเทคโนโลยี อาจให้นักเรียนออกแบบด้านกราฟฟิก ผลงานเพลง งานทัศนศิลป์ และภาพยนตร์ เป็นต้น

- กระตุ้นให้นักเรียนใช้เวลาในห้องเรียนเพื่อทำการทดสอบตนเองในการเรียกเนื้อหา กลับมาใช้ได้อย่างคล่องแคล่ว ไม่ใช่เพียงแต่อ่านข้อมูลซ้ำเท่านั้น นักเรียนควรอ่านซ้ำเฉพาะเวลาที่ไม่สามารถดึงข้อมูลส่วนใดส่วนหนึ่งที่ต้องการออกมาใช้ไม่ได้ แล้วควรจะทดสอบตนเองอีกครั้งหนึ่ง โดยไม่ควรทิ้งช่วงเป็นเวลานาน นักเรียนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่า “การเรียน” หมายถวามถึงการอ่านบทเรียนซ้ำ ฟังบรรยาย หรือการดูโน้ตที่ย่อไว้ ข้อแนะนำคือนักเรียนอาจใช้บัตรคำ (flashcards) และการซ่อมทำข้อสอบ จะมีประสิทธิผลมากกว่า การอ่านซ้ำ ทั้งนี้เพราะนักเรียนจะได้เรียกเอาข้อมูลเนื้อหากลับมาใช้อย่างคล่องแคล่ว แบบทดสอบซ้ำ (test) จะวินิจฉัยความสามารถ และให้ความเห็นป้อนกลับได้ทันที สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการจดจำเก็บเนื้อหาไว้ดี

เป้าหมายสมองที่ห้า : การสอนเพื่อการขยาย และการประยุกต์ใช้ความรู้-ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรมในการศึกษา (Teaching for the extension and application of knowledge-creativity and innovation in education)

เป้าหมายสมองอันดับห้าจะต่อยอดจากหลักการของเป้าหมายสมองอันดับสี่ที่เน้นเรื่องความเชี่ยวชาญด้านความรู้ โดยมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ความรู้ผ่านกิจกรรมสร้างสรรค์ที่ต้องใช้การคิดวิพากษ์วิจารณ์ และการแก้ปัญหาในโลกความเป็นจริง ตามที่ศาสตราจารย์เดวิด เพอร์กินส์ แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Perkins, 2001) กล่าวไว้ว่า กิจกรรมการคิดสร้างสรรค์ ต้องใช้การดำเนินการที่ค้นพบสิ่งสำคัญ (break-through) หรือนอกกรอบ (out-of-the-box) และเกี่ยวข้องกับรูปแบบความคิดที่แตกต่างจากการแก้ไขปัญหาแบบทั่วไป

ถึงแม้ว่า บางครั้งความคิดสร้างสรรค์จะเกี่ยวข้องกับสติปัญญาหรือการมีพรสวรรค์พิเศษ แต่ก็มีงานวิจัยจำนวนมากที่สนับสนุนความคิดที่ว่า การคิดสร้างสรรค์แตกต่างจากสติปัญญา อย่างชัดเจน และเป็นสิ่งที่สามารถสอนได้ เช่น งานวิจัยของ Dugosh, Paulus, Roland and Yang (2000) พบว่าความสามารถของแต่ละบุคคลเมื่อมีการระดมความคิด (brainstorm) จะเกิดผลทางบวกเมื่อมีการกระตุ้นจากความคิดที่มีความสอดคล้องกัน สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า ความสามารถในการคิดแก้ไขปัญหาจะทำให้มีแนวคิด (idea) ใหม่ๆ ในการสร้างสรรค์แนวทางการแก้ปัญหาเหล่านั้น ซึ่งต่อไปนี้เป็นกลยุทธ์เพื่อส่งเสริมการทำความเข้าใจกับเนื้อหาสาระ ความรู้ (Hardiman, 2012b, pp. 139-140)

- ให้นักเรียนดำเนินการสำรวจ และตรวจสอบ ใช้กระบวนการการเรียนรู้ด้วยปัญหา เป็นฐาน (problem-based learning)

- มีกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เช่น ในการเรียนการสอนเรื่องเอนไซม์ ครูสามารถให้นักเรียนใช้วัสดุต่างๆ (เช่น เช็มขัด และสายโทรศัพท์) เพื่อแสดงแนวคิดว่า เอนไซม์ บางชนิดมีดีเอ็นเอแบบเกลียวแน่นในรูปลักษณะอย่างไร กิจกรรมเหล่านี้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริม ความแปลกใหม่ ส่งเสริมให้มีความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น และความคิดที่ลึกซึ้ง (deeper thinking) เพิ่มขึ้น

- แทนที่จะกำหนดให้ทำแบบฝึกหัดในห้องทดลองตามตำรา (cookbook) เหมือนปรุงอาหารตามตำรา ในห้องทดลอง ครูอาจให้เนื้อหาแก่นักเรียนพร้อมตั้งเป้าหมายว่า ให้ออกแบบ การทดลองด้วยตนเอง การทำเช่นนี้จะทำให้นักเรียนต้องตั้งสมมุติฐาน ทดสอบ และปรับปรุง แก้ไขการคิดของตนเองโดยอาศัยข้อมูล ดังนั้นแทนที่จะเพียงแต่ทำตามตำรา (recipe) นักเรียน ก็จะได้ประยุกต์ใช้ความรู้อย่างสร้างสรรค์จนเกิดผลงานใหม่ๆ ด้วยตัวเอง

- นักเรียนสามารถแสดงความเข้าใจ ตลอดจนแนวคิด เช่น การถ่ายทอดเย็น และการแสดงออกของยีนด้วยการตรวจสอบกรณีศึกษา และสร้างพงศาวลี (pedigrees) ที่แสดงว่า ลักษณะบางอย่างถ่ายทอดกันได้อย่างไร

เป้าหมายสองที่หก : การประเมินการเรียนรู้ (Evaluating learning)

เป้าหมายสมองอันดับสุดท้ายมุ่งเน้นไปที่วิธีการประเมินความสามารถของนักเรียน การประเมินไม่ได้เป็นเพียงวิธีการให้เกรดเท่านั้น หากเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการส่งเสริม การเรียนรู้ และความจำ จากผลการศึกษาของ Finn & Metcalfe (2010) พบว่า ความจำจะดีขึ้นได้ ด้วยความเห็นป้อนกลับที่ส่งเสริมต่อการเรียนรู้ (scaffolding) ข้อค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่า เพียง

แค่เกิดการคาดหวังว่า จะได้ความเห็นป้อนกลับที่รวดเร็วก็สามารถจูงใจให้คนเกิดการแสดงความสามารถได้ อีกทั้ง ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) สามารถส่งเสริมได้ด้วยการใช้การประเมินอย่างหลากหลาย ซึ่งทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นมีทักษะที่มากกว่าการจำได้เท่านั้น ข้อค้นพบต่างๆ รวมกันแล้วสนับสนุนข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการประเมินตามแนวคิดของ Hardiman (2012a, pp. 15) ดังต่อไปนี้ :

- ครูควรให้ความเห็นป้อนกลับ (feedback) งานที่มีอบหมายให้นักเรียนทำโดยเร็วในเวลาเหมาะสมที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และนักเรียนควรรู้ล่วงหน้าก่อนทำงานว่าจะได้รับความเห็นป้อนกลับในเวลาที่ไม่นานมากนัก

- เพื่อให้ความเห็นป้อนกลับมีผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น ครูให้ข้อเสนอแนะบ้าง เพื่อช่วยให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องได้ด้วยตนเอง

- ครูสามารถเสริมสร้างการคิดสร้างสรรค์โดยการใช้การประเมินแบบทางเลือก (alternative assessments) เช่น การทำแฟ้มผลงาน (portfolios) และโครงการ (project) ที่ประยุกต์ระหว่างเทคโนโลยี และศิลปะเข้าด้วยกัน โดยให้นักเรียนได้รับทราบเกณฑ์การประเมินล่วงหน้า เพื่อที่นักเรียนจะได้ประเมินเกณฑ์ และความคาดหวังเกี่ยวกับงานที่ทำได้อย่างชัดเจน

กล่าวโดยสรุป รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง (Brain-Targeted Model) หรือ BTT เป็นรูปแบบการสอนที่มีเอกภาพ มีพื้นฐานอยู่บนงานวิจัยด้านประสาทวิทยา และพุทธิปัญญา ผู้สอนในระดับต่างๆ หรือในรายวิชาต่างๆ สามารถใช้โมเดลการสอน BTT นี้เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทั้งทางด้านอารมณ์ และทางกายภาพ เพิ่มพูนความเข้าใจภาพรวม (big picture) เพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางสมอง และการเรียนรู้ ตลอดจนสร้างความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่ลึกซึ้งขึ้น กระตุ้นนักเรียนให้ประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทโลกความเป็นจริง และใช้ประโยชน์จากความเห็นป้อนกลับ และเทคนิคการประเมินที่เหมาะสม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- ทิตนา แคมมณี และคณะ. (2545). **กระบวนการเรียนรู้ : ความหมาย แนวทางการพัฒนา และ ปัญหาข้อข้องใจ.** (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ จำกัด.
- โรจน์วี พจน์พัฒนาผล และคณะ. (2549). **จิตวิทยาทั่วไป.** กรุงเทพฯ : ทริปปี้ลกรุ๊ป.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2558). **การโค้ชเพื่อการรู้คิด (Cognitive coaching).** กรุงเทพฯ : จรัสสินทวงศ์การพิมพ์
- วิทยากร เชียงกุล. (2547). **เรียนลึก รู้ไว ใช้สมองอย่างมีประสิทธิภาพ.** นนทบุรี : สถาบันการเรียนรู้
- ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และคณะ. (2544). **การเรียนรู้อย่างมีความสุข : สารเคมีในสมองกับความ สุขในการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

ภาษาอังกฤษ

- Dugosh, L., Paulus B., Roland J., & Yang H. (2000). Cognitive stimulation in brainstorming. **Journal of Personality and Social Psychology**, 79 (5) : 722-735.
- Edwards L. & Torcellini P. (2002). **A literature review of the effects of natural light on building occupants.** Golden, CO : National Renewable Energy Laboratory
- Finn B., Metcalfe J. (2010). Scaffolding feedback to maximize long-term error correction. **Memory & Cognition**, 38 (7), 951-961.
- Hardiman M. (2012a). Informing Pedagogy Through the Brain-Targeted Teaching Model. **Journey of Microbiology & Biology Education**. 13(1), 11-16.
- Hardiman M. (2012b). **The brain-targeted teaching model for 21st-century schools.** Thousand Oaks, Calif. : Corwin Press.
- Joëls M., Pu Z., Wiegert O., Oitzl S. & Krugers J. (2006). Learning under stress : how does it work?. **Trends in Cognitive Sciences**, 10 (4), 152-158.
- LeDoux E. (1996). **The emotional brain : the mysterious underpinnings of emotional life.** New York, NY : Simon & Schuster.

- Perkins D. (2001). **The eureka effect : the art and logic of breakthrough thinking**. New York, NY : W.W. Norton & Co., Inc.
- Posner M. & Rothbart M. (2007). **Educating the human brain**. Washington, DC : American Psychological Association.
- Schmidt R. (1994). Effects of humor on sentence memory. **Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory & Cognition**, 20 (4), 953-967.
- Schwabe L. & Wolf T. (2010). **Learning under stress impairs memory formation. Neurobiology of Learning and Memory**. 93(2), 183-188.
- Steven S., Arthur G. & Robert B. (1978). Environmental context and human memory. **Memory & Cognition**. 6, 342-353.
- Ziv A. (1988). Teaching and learning with humor : experiment and replication. **The Journal of Experimental Education**, 57(1), 5-15