เอกสารประกอบการเรียนรู้
รายวิชา การโค้ชเพื่อการรู้คิด

Module 2
ประสาทวิทยาศาสตร์และการรู้คิด

รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒผล

สาขาพหุวิทยาการ / สหวิทยาการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารบัญ

บทนำ		1
2.1	สาระสำคัญของประสาทวิทยาศาสตร์	7
2.2	เซลล์ประสาท	10
2.3	สารสื่อประสาท (neurotransmitter)	13
2.4	ประสาทวิทยาศาสตร์การศึกษา	15
2.5	ความหมายของการรู้คิด (cognition)	18
2.6	ทักษะการรู้คิด	22
2.7	รูปแบบการเรียนรู้การรู้คิด (cognitive learning style)	40
2.8	จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านการรู้คิด (learning objectives for cognitive domain)	42
2.9	อนุกรมวิธานแบบโซโล (SOLO Taxonomy)	44
2.10	ลักษณะการคิดแต่ละประเภท	47
บทสรุป		50
บรรณานุกรม		52

บทที่ 2
ประสาทวิทยาศาสตร์และการรู้คิด

บทนำ

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงสาระสำคัญของประสาทวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้อ่านมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประสาทวิทยาศาสตร์ เซลล์ประสาท สารสื่อประสาท ซึ่งเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาชีววิทยาของสมองมนุษย์ ที่ส่งผลต่อการคิดและการเรียนรู้ ตลอดจนสาระสำคัญของการรู้คิด (cognition) มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของการรู้คิด ทักษะการรู้คิด จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านการรู้คิด อนุกรมวิธานแบบโซโล และคำนิยามการคิด

สาระสำคัญที่นำเสนอในบทนี้ ประกอบด้วย

1. **ประสาทวิทยาศาสตร์** เป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ การเจริญเติบโต พันธุศาสตร์ ชีวเคมี สรีรวิทยา เภสัชวิทยา และพยาธิวิทยาของ**ระบบประสาท (nervous system)**

2. **เซลล์ประสาท** หรือ Neuron หรือ **nerve cell** เป็นเซลล์ของระบบประสาทที่ถูกกระตุ้นด้วยไฟฟ้าได้ ซึ่งมีบทบาทในการส่ง**สารสื่อประสาท** ในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

3. **สารสื่อประสาท** มีความสำคัญคือ ช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ ความรู้ ความจำ ความคิด อารมณ์ สติปัญญา **เกิดจากการที่เซลล์สมองแตกกิ่งมาเชื่อมต่อกันเป็นวงจร** มีการจัดระเบียบและเพิ่มการเชื่อมต่อใหม่ๆ ขึ้นจำนวนมาก

4. **แอลฟา - แล็คตัลบูมิน** เป็นสารอาหารตั้งต้นในการสร้างสารสื่อประสาทให้กับเด็กมีมากที่สุด ในน้ำนมของแม่ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เด็กที่ได้รับสารอาหารแอลฟา - แล็คตัลบูมิน ในปริมาณที่เพียงพอจะทำให้สมองมีพัฒนาการสมวัย การทำงานของสมองมีประสิทธิภาพสูง

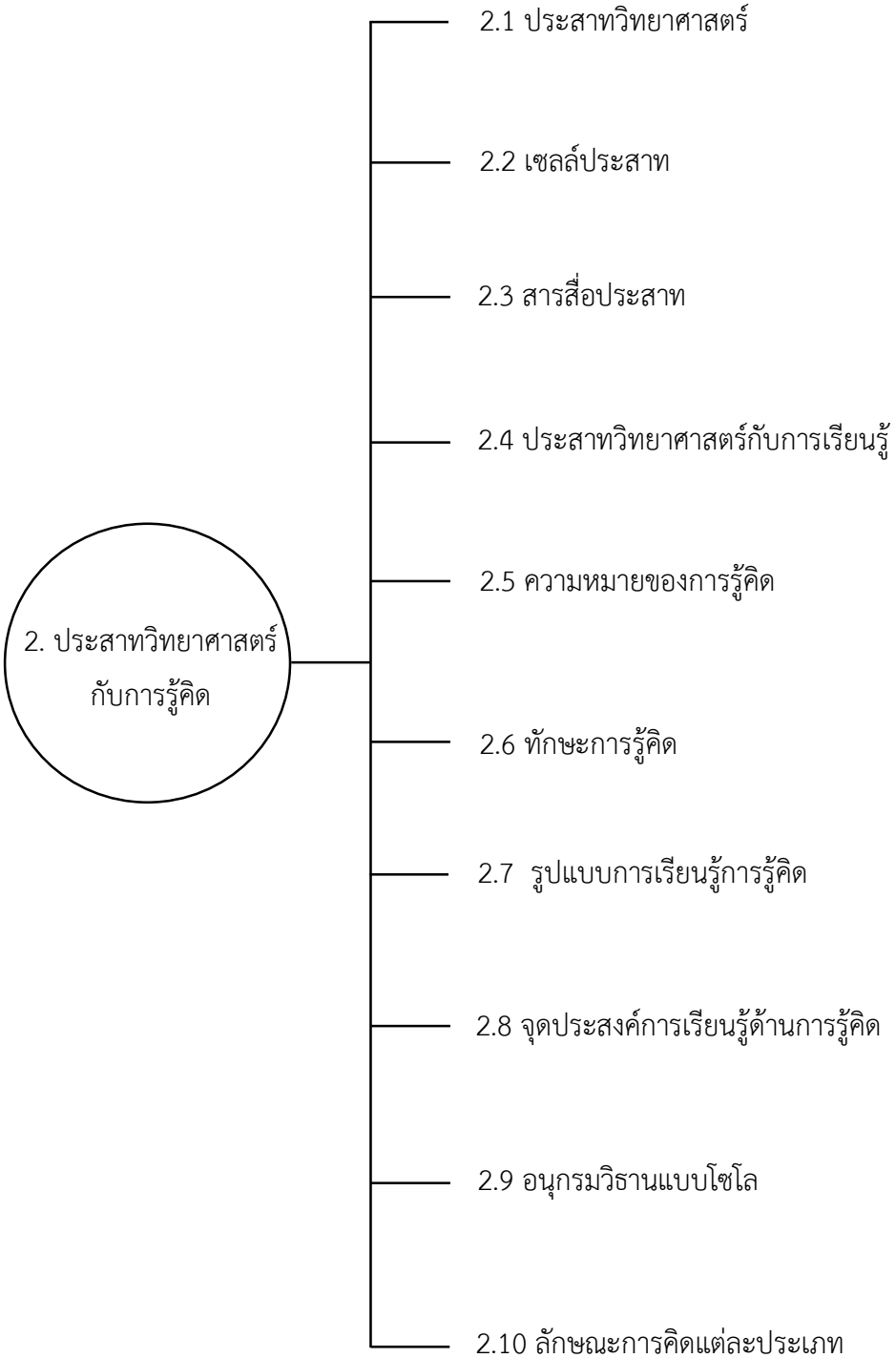
5. **การรู้คิด (cognition)** เป็น**กระบวนการทางสมอง (mental process)** หรือการกระทำทางสมอง หรือกระบวนการที่สมองมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลสารสนเทศต่างๆ

6. **ทักษะการรู้คิด** เป็น**ความสามารถในคิดและการเรียนรู้ (ability to tough and learn)** ประกอบด้วย **การรับรู้ (perception) ความสนใจ (attention) การจำ (memory) ภาษา (language) และการคิด (thinking)** โดยมีสมอง (brain) เป็นส่วนประมวลผลข้อมูล (processing) ที่รับเข้ามาจากประสาทสัมผัสต่างๆ ก่อให้เกิดการคิดและการเรียนรู้ขึ้น

7. **จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านการรู้คิด** นักวิชาการที่ทำวิจัยพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านการรู้คิด ของ Bloom คือ Anderson and Krathwohl ผลจากการวิจัยดังกล่าวทำให้มีการปรับปรุงลำดับขั้นการรู้คิดใหม่ ดังนี้ **1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสังเคราะห์และสร้างสรรค์**

8. **อนุกรมวิธานแบบโซโล** เป็นโครงสร้างผลการเรียนรู้ที่สังเกตได้ **(structure of observed learning outcomes - SOLO)** คิดค้นขึ้นโดย John B. Biggs และ Kevin F. Collis จัดเรียงลำดับขั้นผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ไว้ 5 ขั้น ได้แก่ **1) ขั้นก่อนโครงสร้าง 2) ขั้นโครงสร้างเดี่ยว 3) ขั้นโครงสร้างหลากหลาย 4) ขั้นความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างความคิดรวบยอด และ 5) ขั้นขยายสู่นามธรรม**

9. **การคิด** เป็นองค์ประกอบหนึ่งของการรู้คิด การคิดมีหลายลักษณะซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเรียนรู้และการดำรงชีวิต ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาศักยภาพด้านการคิดอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะ**การคิดขั้นสูง (higher order thinking)**


2. ประสาทวิทยาศาสตร์กับการรู้คิด
2.1 ประสาทวิทยาศาสตร์
2.2 เซลล์ประสาท
2.3 สารสื่อประสาท
2.4 ประสาทวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้
2.5 ความหมายของการรู้คิด
2.6 ทักษะการรู้คิด
2.7 รูปแบบการเรียนรู้การรู้คิด
2.8 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านการรู้คิด
2.9 อนุกรมวิธานแบบโซโล
2.10 ลักษณะการคิดแต่ละประเภท

ทักษะการรู้คิด (cognitive skills) หมายถึง ความสามารถในคิด

และการเรียนรู้ (ability to tough and learn) ประกอบด้วย

การรับรู้ (perception) ความสนใจ (attention)

การจำ (memory) ภาษา (language) และการคิด (thinking)

2.1 สาระสำคัญของประสาทวิทยาศาสตร์

ประสาทวิทยาศาสตร์ (neuroscience) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่การเจริญเติบโต พันธุศาสตร์ ชีวเคมี สรีรวิทยา เภสัชวิทยา และพยาธิวิทยาของระบบประสาท นอกจากนี้การศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมและการเรียนรู้

การศึกษาทางชีววิทยาของสมองมนุษย์ มีเนื้อหาเกี่ยวโยงกันของสาขาวิชาต่างๆ ในหลายระดับ มีตั้งแต่ระดับโมเลกุลไปจนถึงระดับ**เซลล์ (neuroscience)** ซึ่งมีทั้งระดับการทำงานของกลุ่มของ**นิวรอน (neuron)** จำนวนน้อย ไปจนถึงระดับการทำงานของระบบต่างๆ ในสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับระบบประสาทการมองเห็น และไปจนถึงระดับการทำงานของระบบขนาดใหญ่

ระดับสูงสุดของการศึกษาวิชาประสาทวิทยา คือ การนำวิธีการศึกษาทางประสาทวิทยาไปรวมกับการศึกษาทางปริชานประสาทวิทยาศาสตร์ หรือ**ประสาทวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการรับรู้ (cognitive neuroscience)** อันเป็นสาขาวิชาที่พัฒนามาจากวิชา**จิตวิทยาการรู้คิด (cognitive psychology)**

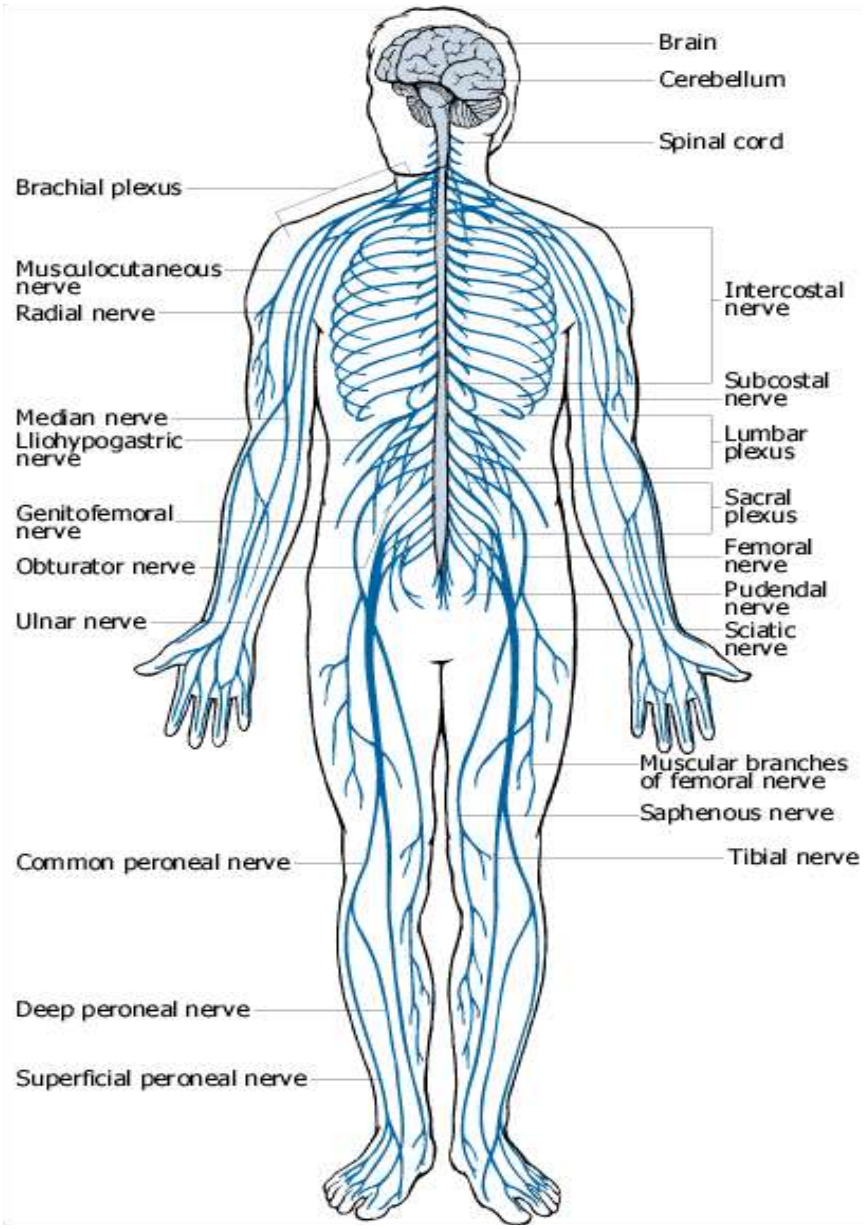
ปัจจุบันได้แยกออกมาเป็นสาขาวิชาหนึ่ง ปริชานประสาทวิทยาศาสตร์เป็นสาขาวิชาที่ศึกษา**การทำงานของจิตใจ (mind) และการมีสติ (consciousness)** ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาทางวิชาจิตวิทยาอันเป็นการศึกษาจากผลมายังเหตุ นักวิทยาศาสตร์บางท่านเชื่อว่าปริชานประสาทวิทยาศาสตร์สามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ เพิ่มเติมจากการศึกษาทางจิตวิทยา

ระบบประสาท มีหน้าที่ในการออกคำสั่งการทำงานของกล้ามเนื้อ ควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย และประมวลข้อมูลที่รับมาจากประสาทสัมผัสต่างๆ และสร้างคำสั่งต่างๆ (action) ให้อวัยวะต่างๆ ทำงาน ระบบประสาทของ

สิ่งมีชีวิตที่มีสมอง จะมีความคิดและอารมณ์ ระบบประสาทเป็นส่วนของร่างกายที่ทำให้มีการเคลื่อนไหวและการดำรงชีวิต ควบคุมพฤติกรรม ความนึกคิดอารมณ์ และสติปัญญา ส่วนสารเคมีที่มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทหรือ**เส้นประสาท (nerve)** เรียกว่า **สารที่มีพิษต่อระบบประสาท (neurotoxin)** ซึ่งมักจะมีผลทำให้เป็นอัมพาตหรือเสียชีวิตได้

ระบบประสาทประกอบด้วยเซลล์สองประเภท คือ 1) **เซลล์ประสาท (nerve cell)** หรือ **นิวรอน**เป็นเซลล์ที่เป็นส่วนประกอบหลักของระบบประสาท 2) **เซลล์เกลีย (glial cells)** เป็นเซลล์สำคัญรองจากนิวรอนมีหน้าที่ในการลำเลียงอาหารมาให้เซลล์ประสาท และเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างของระบบประสาท

การส่งสัญญาณภายในระบบประสาทเกิดขึ้นได้ด้วยกลไกสองลักษณะ คือ 1) **การส่งสัญญาณภายในเส้นใยประสาท (nerve fiber)** โดยวิธีของศักยะงาน (action potential) และ 2) การส่งสัญญาณระหว่างนิวรอนโดยอาศัย **สารสื่อประสาท (neurotransmitter)** บริเวณ**จุดประสานประสาท (synapse)**



แผนภาพ 2.1 ระบบประสาทของมนุษย์

ที่มา http://th.wikipedia.org/wiki/ระบบประสาท

2.2 เซลล์ประสาท

เซลล์ประสาท หรือ **Neuron** หรือ **nerve cell** เป็นเซลล์ของระบบประสาทที่ถูกกระตุ้นด้วยไฟฟ้าได้ ซึ่งมีบทบาทในการส่งสารสื่อประสาท ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง เซลล์ประสาทเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในระบบประสาทส่วนกลาง (สมองและไขสันหลัง) อาจมีเซลล์ประสาทมากถึง**หนึ่งแสนล้านเซลล์**

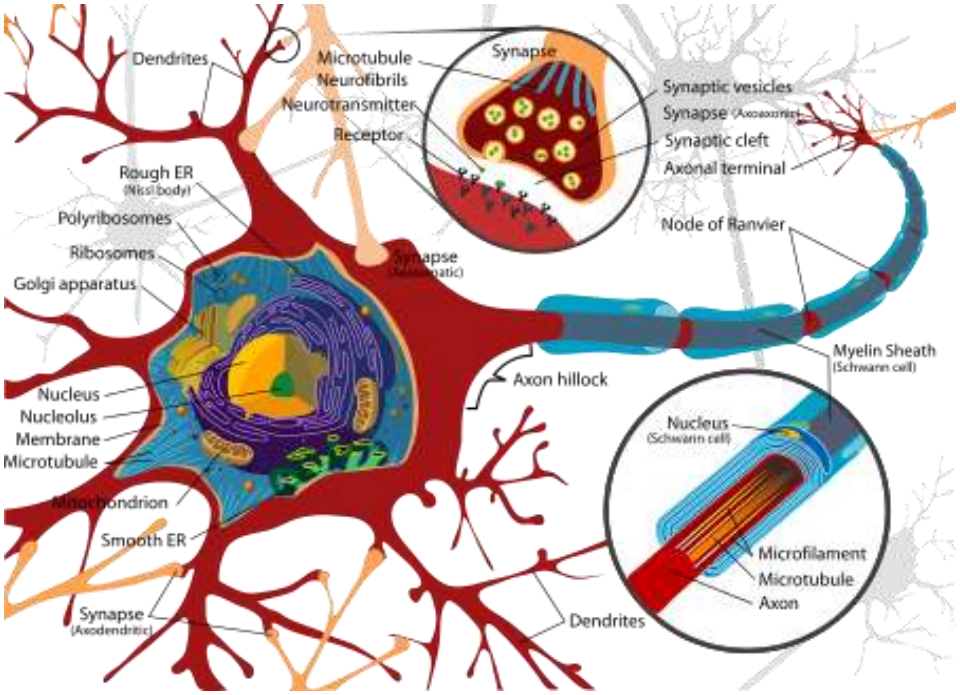
เซลล์ประสาททำหน้าที่ส่งข้อมูลในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้าที่เรียกว่า **ศักยงาน (action potential)** การติดต่อระหว่างเซลล์ประสาท เกิดขึ้นได้โดยการหลั่งของสารเคมีชนิดต่างๆ เรียกว่า**สารสื่อประสาท (neurotransmitter)** ข้ามบริเวณระหว่างนิวรอนสองตัวที่เรียกว่า **ไซแนปส์ (synapse)**

เซลล์ประสาทเป็นหน่วยปฏิบัติการหลักของระบบประสาท สำหรับในการทำงานของเซลล์ประสาทนั้นจะมีเซลล์อีกประเภทที่คอยทำหน้าที่เป็นเซลล์พี่เลี้ยง ซึ่งคือ **เซลล์เกลีย (glial cells หรือ supporting cells หรือ neuroglia)** เป็นส่วนสนับสนุนที่สำคัญให้กับเซลล์ประสาท เช่น รับอาหารจากระบบหมุนเวียนเลือดแล้วส่งไปยังเซลล์ประสาท โดยทั่วไปแล้วเซลล์ประสาทประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

1. **ตัวเซลล์ (cell body)** หรือ **soma** มีองค์ประกอบภายในเซลล์คล้ายกับเซลล์โดยทั่วไป คือ มีนิวเคลียสลอยอยู่ท่ามกลางไซโทพลาสซึม และมี **ออแกเนลล์ (organelles)** ต่างๆ เช่น กอลจิแอพพาราตัส เอนโดพลาสมิกเรคติคิวลัม ไรโบโซม ไมโทคอนเดรีย เป็นต้น

2. เดนไดรท์ (dendrites) เป็นระยางค์ของเซลล์ประสาท ซึ่งแตกแขนงออกมาจากตัวเซลล์ ทำหน้าที่**รับสัญญาณประสาทจากเซลล์ประสาทอื่นๆ เข้าไปสู่ตัวเซลล์ประสาท** และส่งต่อไปยัง **แอกซอน (axon)** เพื่อถ่ายทอดกระแสประสาทต่อไป

3. แอกซอน (axon) ลักษณะเป็นแขนงยาวยื่นออกจากตัวเซลล์ประสาท มีหน้าที่ถ่ายทอด นำส่ง และปล่อยสัญญาณ กระแสประสาทไปยังเซลล์ประสาทตัวอื่น



แผนภาพ 2.2 โครงสร้างเซลล์ประสาท

ที่มา http://th.wikipedia.org/wiki/เซลล์ประสาท

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ให้ความสนใจและสนับสนุนนักวิชาการและอาจารย์ที่ทำงานวิจัยทางด้านประสาทวิทยาศาสตร์ จากภาควิชาต่างๆ ให้มาร่วมจัดตั้งกลุ่มวิจัยทางประสาทวิทยาศาสตร์ขึ้น มีชื่อว่า **"หน่วยวิจัยประสาทวิทยาศาสตร์"**

ปัจจุบันทางหน่วยวิจัยมีโครงการวิจัยหลายโครงการ เช่น

1. ผลกระทบจากการใช้สารเสพติดก่อให้เกิดสมองเสื่อม

สารเสพติด**แอมเฟตามีน**จัดอยู่ในกลุ่มกระตุ้นประสาท ซึ่งจะไปกระตุ้นการทำงานของเซลล์สมองให้ทำงานเพิ่มขึ้น มีการส่งสารสื่อประสาทให้แก่กันเร็วขึ้น สารสื่อประสาทที่ออกมามากคือ สารสื่อประสาทโดปามีน (dopamine) สารสื่อประสาทตัวนี้จะทำให้เกิดกำลังวังชา จิตใจก็เบิกบานแจ่มใส แต่ถ้าสารสื่อประสาทตัวนี้ออกมามากเกินไปจะกลายเป็นตรงกันข้ามคือ จะก้าวร้าวดุดันโหดร้าย หูแว่ว ประสาทหลอน การติดสารเสพติดแอมเฟตามีนจะก่อให้เกิดการตายของเซลล์ประสาท dopamine โดยกลุ่มวิจัยทำการทดลองในหนูแรกเกิด 10 วันที่ได้รับแอมเฟตามีนพบว่าแอมเฟตามีน ทำให้ dopamine cell บริเวณ substantia nigra เสียไป

2. ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนาสมองและการเสื่อมของสมอง

ปัจจัยสำคัญต่อการควบคุมการพัฒนาการของสมองที่สำคัญคือ พันธุกรรม อาหาร และสิ่งแวดล้อม ทั้ง 3 ปัจจัย มีบทบาทต่อการพัฒนาสมองทั้งวัยแรกคลอด เจริญวัย และวัยชรา การศึกษาวิจัยถึงความสำคัญและกลไกของปัจจัยเหล่านี้ต่อการทำงานของเซลล์ประสาท ตลอดจนบทบาทต่อการกำเนิดเซลล์ประสาทขึ้นใหม่ **(neurogenesis)** ของเซลล์ประสาทชนิด **neural stem cell** โดยปัจจัยที่มี

ผลกระทบต่อการทำงานของสมอง มีทั้งปัจจัยบวก และปัจจัยลบ ปัจจัยบวก เช่น การออกกำลังกาย การได้สารอาหารที่ดี และสมุนไพรบางชนิด ส่วนปัจจัยลบ เช่น สารพิษ สารเสพติด ความเครียด

2.3 สารสื่อประสาท (neurotransmitter)

นายแพทย์ อีริค แคนเดล **(Eric Richard Kandel)** นักประสาทวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน ผู้ได้รับรางวัลโนเบลในปี 2543 สาขาจิตวิทยาการแพทย์ในการค้นพบ การแปรสัญญาณในระบบประสาท ซึ่งจากผลการวิจัยของเขา พบว่า **การเรียนรู้ ความรู้ ความจำ ความคิด อารมณ์ สติปัญญา เกิดจากการที่เซลล์สมองแตกกิ่งมาเชื่อมต่อกันเป็นวงจร มีการจัดระเบียบและเพิ่มการเชื่อมต่อใหม่ๆ ขึ้นจำนวนมาก**

Eric Richard Kandel

นอกจากนี้ทารกอายุตั้งแต่**แรกเกิดถึง 5 ปี เป็นช่วงที่สมองมีพัฒนาการมากที่สุด** การทำงานต่างๆ ของสมองล้วนเกิดจากการสื่อสารกันระหว่างเซลล์ประสาทของในสมอง สร้างความจำ การเรียนรู้ ความคิด การสร้างสรรค์ อารมณ์ บุคลิกภาพ และพฤติกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ผ่าน **“สารสื่อประสาท”** ที่เป็นเหมือนเป็นตัวช่วยหรือสื่อกลางในการส่งต่อข้อมูลระหว่างเซลล์ประสาทในสมองที่มีอยู่จำนวนล้านๆ เซลล์ ให้สื่อสารถึงกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว

แอลฟา - แล็คตัลบูมิน เป็นสารอาหารตั้งต้นในการสร้างสารสื่อประสาทให้กับเด็ก มีมากที่สุด ใน**น้ำนมของแม่** มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เด็กที่ได้รับสารอาหารแอลฟา - แล็คตัลบูมิน ในปริมาณที่เพียงพอจะทำให้สมองมีพัฒนาการสมวัย การทำงานของสมองมีประสิทธิภาพสูง อีกทั้งยังทำให้ร่างกายเจริญเติบโต

การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเป็นโรคต่อไปนี้ได้

1. โรคภูมิแพ้ (Allergies)
2. โรคหอบหืด (Asthma)
3. โรคไทรอยด์ (Autoimmune thyroid diseases)
4. โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบจากเชื้อแบคทีเรีย (Bacterial meningitis)
5. โรคมะเร็งเต้านม (Breast cancer)
6. โรคขาดสารอาหาร (Celiac disease)
7. โรคโครห์น (Crohn's disease)
8. โรคเบาหวาน (Diabetes)
9. โรคท้องร่วง (Diarrhea)
10. โรคผิวหนังอักเสบออกผื่น (Eczema)
11. กระเพาะและลำไส้เล็กอักเสบ (Gastroenteritis)
12. โรคมะเร็งปุ่มน้ำเหลืองชนิดฮอดจ์กิน (Hodgkin's lymphoma)
13. ลำไส้เล็กและใหญ่อักเสบ (Necrotizing enter colitis)
14. โรคปลอกประสาทเสื่อมแข็ง (Multiple sclerosis)
15. โรคอ้วน (Obesity)
16. หูชั้นกลางหรือแก้วหูอักเสบ (Otitis media)

17. โรคติดเชื้อในทางเดินหายใจ
(Respiratory infection และ Wheeze)
18. โรคข้ออักเสบรูมาทอยด์ (Rheumatoid arthritis)
19. โรคติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ (Urinary tract infection)

ข้อมูลจาก http://th.wikipedia.org/wiki/การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่

ปัจจุบันองค์ความรู้ด้านประสาทวิทยาศาสตร์ ได้เข้ามามีบทบาทต่อการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันอย่างมาก เรียกว่า **educational neuroscience** หรือ **Neuroeducation** ที่ได้บูรณาการองค์ความรู้ทางด้านประสาทวิทยาศาสตร์ เข้ากับองค์ความรู้ทางด้านการศึกษา เพื่อแสวงหาองค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษา การจัดการเรียนรู้ และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

2.4 ประสาทวิทยาศาสตร์การศึกษา

ประสาทวิทยาศาสตร์การศึกษา (Educational neuroscience หรือ Mind Brain Education หรือ Neuroeducation) เป็นศาสตร์ที่บุกเบิกโดย Kurt W. Fischer นักจิตวิทยาการรู้คิด (cognitive psychology) Harvard University ประเทศสหรัฐอเมริกา **มุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจิต (mind) สมอง (brain) และการศึกษา (educational) ซึ่งเน้นไปในด้านการเรียนรู้ (learning)**

องค์ความรู้สำคัญของประสาทวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้ คือ **กระบวนการทำงานของสมองในการเรียนรู้** ทั้งการรับรู้ ความสนใจ การจำ ภาษา การคิด ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ ที่เพิ่มขึ้น จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม ตัวอย่างองค์ความรู้ทางประสาทวิทยาศาสตร์กับการเรียนรู้ ที่มีอยู่ในปัจจุบันซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีดังต่อไปนี้ (หน่วยประสาทวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล)

ตาราง 2.1 องค์ความรู้ทางประสาทวิทยาศาสตร์การศึกษากับการนำไปใช้

องค์ความรู้ ทางประสาทวิทยาศาสตร์การศึกษา	แนวทางการนำมาใช้ในการศึกษา
เซลล์กระจกเงา (mirror neuron) เป็นเซลล์สมองที่ทำหน้าที่เลียนแบบพฤติกรรมที่มองเห็นโดยอัตโนมัติ (Villorio Gallese and Giacomo Rizzlatti)	ผู้สอนต้องเป็นตัวแบบที่ดีสำหรับผู้เรียน เช่น การมีกริยามารยาท การใฝ่รู้ ลายมือบุคลิกภาพที่ดี เป็นต้น
ปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาสมองและการเสื่อมของสมอง - ปัจจัยทางลบ ได้แก่ 1. การใช้สารเสพติด 2. ความเครียด - ปัจจัยทางบวก ได้แก่ 1. สารอาหารที่มีประโยชน์ 2. สารอาหารในกลุ่ม phytoestrogen มีมากในพืชที่เป็นฝัก เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วลันเตา รวมทั้งข้าวต่างๆ	ผู้สอนควรจัดบรรยากาศทางการเรียนรู้ให้เหมาะสม ไม่ก่อให้เกิดความเครียดให้กับผู้เรียน ให้ผู้เรียนรู้สึกสบาย ผ่อนคลาย และปลอดภัย ในระหว่างการเรียนรู้ ให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการกับความเครียด ส่งเสริมให้ผู้เรียนบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย สร้างภูมิคุ้มกันการใช้สารเสพติดให้กับผู้เรียน
การนั่งสมาธิช่วยพัฒนาระบบประสาทได้ส่งผลต่อความจำ การคิด ความรู้สึก (Dr. Richard Davidson)	จัดเวลาสำหรับการทำสมาธิก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเลือกกิจกรรมทำสมาธิที่สอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียน เช่น การนั่งสมาธิ การพับกระดาษ เป็นต้น

ตาราง 2.1 (ต่อ)

องค์ความรู้ ทางประสาวิทยาศาสตร์การศึกษา	แนวทางการนำมาใช้ในการศึกษา
การนอนหลับเป็นการจัดระบบข้อมูลในสมอง (Dr. Maiken Nedergaard)	ให้ความรู้กับผู้เรียนเกี่ยวกับความสำคัญของการนอนหลับอาจจัดเวลาให้ผู้เรียนงีบหลับ ในช่วงเวลาก่อนเริ่มเรียนในภาคบ่าย
สมองจะสามารถจำข้อมูลได้ในปริมาณที่แตกต่างกันตามวิธีการเรียนรู้ ดังนี้ การเรียนรู้โดยการฟัง 5% การเรียนรู้โดยการอ่าน 10% การเรียนรู้โดยใช้สื่อเคลื่อนไหว 20% การเรียนรู้โดยการสาธิต 30% การเรียนรู้โดยการอภิปราย 50% การเรียนรู้โดยการฝึกปฏิบัติ 75% การเรียนรู้โดยการสอนผู้อื่น 90% (National Training Laboratories: NTL USA.)	- ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ในการเรียนรู้จากภาคทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ - ส่งเสริมให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือสอนกันเองมากกว่าการฟังบรรยายจากผู้สอนเพียงอย่างเดียว
ข้าวกล้องงอก ช่วยกระตุ้นการทำงานของสมองและระบบประสาท (ดร.เอกสิทธิ์ จงเจริญรักษ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ ผศ.ดร.เอกสิทธิ์ กุมารสิทธิ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)	ส่งเสริมให้ผู้เรียนรับประทานข้าวกล้องงอกอย่างสม่ำเสมอ ในกรณีที่โรงเรียนมีบริการอาหารกลางวัน อาจจัดรายการอาหารที่ใช้ข้าวกล้องงอกเป็นส่วนประกอบ

ปัจจุบัน องค์ความรู้ทางประสาทวิทยาศาสตร์การศึกษา ยังมีการศึกษาวิจัยอยู่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง ที่สามารถนำมาปรับประยุกต์ใช้ในการจัดการศึกษา ตลอดจนจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด

2.5 ความหมายของการรู้คิด (cognition)

“การรู้คิด” มาจากคำกริยาในภาษาลาตินว่า **cognosco** แปลว่า **ความรู้ (knowledge)** หรือ**การตกผลึกเป็นแนวความคิด (conceptualization)** หมายถึง **กระบวนการทางสมอง (mental process)** หรือกระบวนการที่สมองมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลสารสนเทศต่างๆ

การศึกษาความรู้ด้านการรู้คิด มีมานานตั้งแต่สมัยโบราณมากกว่า 23 ทศวรรษ เช่น **Aristotle นักปรัชญากรีก** ได้ศึกษา**การทำงานของจิต (mind)** ว่ามีการทำงานอย่างไร และมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร โดยมุ่งศึกษาในด้านความจำ การรับรู้ และการคิดภาพในสมอง หรือการจินตนาการ เป็นต้น

การรู้คิดเป็น**รูปแบบ (pattern) ของการรู้เรื่องต่างๆ ซึ่งเกิดจากกระบวนการทางสติปัญญา** เช่น การรับรู้ การจำ การให้ความสนใจ การใช้ภาษา การคิด การวางแผน การตัดสินใจ เป็นต้น นอกจากนี้ **การรู้คิดยังเป็นกระบวนการเรียนรู้ของสมอง**เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ โดยใช้**กระบวนการรู้คิดของสมอง (cognitive process)** ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ข้อมูลต่างๆ จากประสาทสัมผัสของร่างกาย แล้วมีการคิดในลักษณะต่างๆ เพื่อให้เข้าใจข้อมูลเหล่านั้น เช่น การคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การวางแผน เป็นต้น

การรู้คิดเป็นสิ่งที่ทรงพลังอย่างมากที่ทำให้มนุษย์สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ และนำสิ่งที่ได้เรียนรู้เหล่านั้นมาใช้ในการดำรงชีวิตได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีพัฒนาการด้านการรู้คิดที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการฝึกอบรมเลี้ยงดู สิ่งแวดล้อม และประสบการณ์ต่างๆ ซึ่งโดย**พัฒนาการด้านการรู้คิด ได้รับอิทธิพลมาจากการฝึกอบรมเลี้ยงดู และสิ่งแวดล้อม**เป็นสำคัญ

อย่างไรก็ตามยังมีบุคคลจำนวนหนึ่งที่มีปัญหาด้านการรู้คิด **(cognitive dissonance)** โดยไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้และประสบการณ์ต่างๆ เพื่อนำมาใช้ได้

การเรียนรู้ที่เน้นการรู้คิด (cognitive – based learning) อาจดูเหมือนเป็นการเรียนรู้ในลักษณะเป็นการเรียนรู้เชิงรับ (passive learning) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้รับความรู้และคำสั่งต่างๆ จากผู้สอน โดยขาดความกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ **แต่ในความเป็นจริง**แล้ว **การเรียนรู้ที่เน้นการรู้คิด เป็นการเรียนรู้เชิงรุก (active learning)** ซึ่งผู้เรียนมีบทบาทในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น เพราะ**ในสมองของผู้เรียนได้คิดอยู่ตลอดเวลา** ผู้สอนทำหน้าที่เป็น**โค้ชการรู้คิดหรือการชี้แนะการรู้คิด (cognitive coaching)** โดยการตั้งคำถามกระตุ้นการคิดของผู้เรียน ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดเพื่อให้สามารถคิดได้ด้วยตนเอง

ทักษะการรู้คิด (cognitive skills) กับการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กัน โดยทักษะการรู้คิดแท้จริงแล้วไม่ได้เป็นสิ่งเดียวกันกับผลการเรียนรู้เนื้อหาสาระของรายวิชาต่างๆ (academic subjects) ไม่ว่าจะเป็นคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษา และรายวิชาใดๆ แต่ทักษะการรู้คิดเป็นศักยภาพทางสมองในการประมวลผลข้อมูลข่าวสารต่างๆ ให้เป็นความรู้ความเข้าใจของบุคคล ผ่านกระบวนการคิดในลักษณะต่างๆ อย่างไรก็ตาม ทักษะการรู้คิดนี้เป็นปัจจัยสนับสนุนการเรียนรู้เนื้อหาสาระของรายวิชาต่างๆ โดย**ผู้เรียนที่มีทักษะการรู้คิดในระดับสูงจะสามารถเรียนรู้รายวิชาได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีทักษะการเรียนรู้ที่น้อยกว่า** เช่น ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านเหตุผลที่ดี จะทำให้เรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้ดีด้วย กล่าวคือ

1. เมื่อทักษะการรู้คิดมีความ**เข้มแข็ง (strong)** การเรียนรู้ทางวิชาการ **(academic learning)** จะมีความรวดเร็ว ง่าย มีประสิทธิภาพ และมีความสุข
2. เมื่อทักษะการรู้คิดมีความอ่อนแอ (weak) การเรียนรู้ทางวิชาการจะใช้เวลามาก เป็นสิ่งที่ยาก ขาดประสิทธิภาพ ไม่มีมีความสุข

การปรับกระบวนการรู้คิด (accommodation) กระบวนการทางปัญญา (cognitive process) ของบุคคลในการปรับความคิดให้เข้ากับสถานการณ์สิ่งเร้าใหม่ ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางสติปัญญา ซึ่งถ้าหากการปรับกระบวนการรู้คิดนี้เกิดความสมดุล จะเกิดการเรียนรู้ทันที ซึ่งกระบวนการปรับการรู้คิด เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องมาจาก**การซึมซับ (assimilation)** ข้อมูลใหม่และเชื่อมโยงกับข้อมูลเดิม ซึ่งเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ของ Jean Piaget

ธรรมชาติของทักษะการรู้คิด เป็นสิ่งที่**ไม่สามารถวัดและสังเกตได้โดยตรง** (direct observation) เพราะทักษะการรู้คิดเป็นศักยภาพของสมองที่อยู่ภายใน อย่างไรก็ตาม**ทักษะการรู้คิดจะแสดงออกมาให้เห็นจากพฤติกรรมที่แสดงออก** เช่น การพูด การกระทำ การวางแผน การจัดระบบ การตัดสินใจ เป็นต้น

การวิเคราะห์ทักษะการรู้คิดที่มีความถูกต้อง จะเป็นข้อมูลสารสนเทศสำหรับการพัฒนาผู้เรียนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังช่วย**ส่งเสริมศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน**ได้อีกด้วย ซึ่ง**จำเป็นต้องเร่งพัฒนาตั้งแต่วัยเด็ก** เพราะเป็นวัยที่สมองพร้อมที่จะจดจำและเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว **ผู้เรียนที่มีทักษะการรู้คิดจะมีพัฒนาการของความรู้ ความเข้าใจ การใช้เหตุผล การสังเคราะห์ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ**

ทักษะการรู้คิดเป็นปัจจัยที่สำคัญของการเรียนรู้ ซึ่งการศึกษาองค์ความรู้ด้านการรู้คิดที่มีความเป็นวิทยาศาสตร์และเป็นระบบเริ่มต้นโดย **Wilhelm Maximilian Wundt** (ค.ศ. 1832 - 1920) นักฟิสิกส์และจิตวิทยาชาวเยอรมัน ได้ทำการศึกษากระบวนการทางสมองและอารมณ์ความรู้สึกของมนุษย์ ด้วยการทดลองและการสังเกตพฤติกรรม การศึกษาของ **Hermann Ebbinghaus** (ค.ศ. 1850 - 1909) ที่มุ่งศึกษาศักยภาพในการจำของมนุษย์ การศึกษาของ **Mary Whiton Calkins** (ค.ศ. 1863 - 1930) มุ่งศึกษาศักยภาพในการจำเช่นเดียวกันกับ **Hermann**

Ebbinghaus รวมถึงการศึกษาของ **William James** (ค.ศ. 1842 - 1910) ที่มุ่งศึกษาไปที่**ประสบการณ์การเรียนรู้ (learning experiences)** ของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน โดยได้เขียนตำรา เรื่อง **Principles of Psychology** ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาองค์ความรู้ด้านการรู้คิดที่ชัดเจนขึ้น

การศึกษาด้านการรู้คิดของนักวิชาการดังกล่าว ได้ทำให้องค์ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิด มีพัฒนาการมาเป็นลำดับจนเกิดเป็นทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในหลายสาขาวิชา เช่น สาขาวิชา**จิตวิทยา (psychology)** และสาขาวิชา**วิทยาศาสตร์การรู้คิด (cognitive science)** มุ่งเน้นศึกษาการรู้คิดในแง่ที่เกี่ยวข้องกับ**กระบวนการประมวลผลข้อมูลสารสนเทศ (information processing)** นำมาสู่การพัฒนาองค์ความรู้เป็นทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรู้คิด

ปัจจุบันการศึกษาค้นคว้าวิจัยทางด้านการรู้คิด **มุ่งศึกษาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองที่ส่งผลต่อการเรียนรู้และพฤติกรรม** ครอบคลุม 5 ประเด็น ประกอบด้วย **1) การรับรู้ (perception) 2) ความสนใจ (attention) 3) การจำ (memory) 4) ภาษา (language) และ 5) การคิด (thinking)** โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการคิดซึ่งนักวิชาการได้ให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการทำงานและการดำรงชีวิตในสังคมที่มีความหลากหลายและซับซ้อน (complex)

2.6 ทักษะการรู้คิด

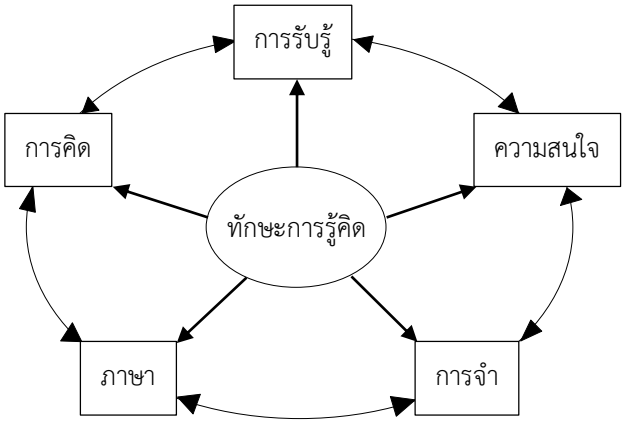
ทักษะการรู้คิด (cognitive skills) หมายถึง ความสามารถในคิดและการเรียนรู้ (ability to tough and learn) ประกอบด้วย **การรับรู้ (perception) ความสนใจ (attention) การจำ (memory) ภาษา (language) และการคิด (thinking)** โดยมีสมอง (brain) เป็นส่วน**ประมวลผลข้อมูล (processing)** ที่รับเข้ามาจากประสาทสัมผัสต่างๆ ก่อให้เกิดการคิดและการเรียนรู้ขึ้น

มนุษย์ทุกคนมีการพัฒนาทักษะการรู้คิดตั้งแต่แรกเกิด จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสิ่งแวดล้อมรอบตัว **บุคคลที่มีประสบการณ์สูงกว่าจะมีพัฒนาการของทักษะการรู้คิดที่ดีกว่าบุคคลอีกคนหนึ่งที่มีประสบการณ์น้อยกว่า** โดยทั่วไปทักษะการรู้คิดจะมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับขั้นพัฒนาการ ยกเว้นกรณีที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา อย่างไรก็ตามทักษะการรู้คิดจะลดต่ำลงเมื่อบุคคลมีอายุมากขึ้น ซึ่งเป็นความเสื่อมของสมองตามอายุขัย

การพัฒนาทักษะการรู้คิดด้านต่างๆ มีลักษณะที่เหมือนกันคือ เริ่มจากสิ่งที่ง่ายไปสู่สิ่งที่ยากหรือซับซ้อน (complexity) มากขึ้น ซึ่งใช้เป็นหลักการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นนัยโดยทั่วไป ว่าจะต้องสอนสิ่งที่ง่ายไปสู่สิ่งที่ยาก ผู้เรียนจะเกิดการพัฒนาการคิดได้กว่าการเรียนสิ่งที่ยากในทันที

ทักษะการรู้คิดในแต่ละด้าน มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการรับรู้ความสนใจ การจำ ภาษา และการคิด ต่างเป็นเหตุปัจจัยซึ่งกันและกัน ผู้เรียนจะไม่คิดถ้าขาดทักษะการรับรู้ เช่น กรณีห้องเรียนสกปรก ถ้าผู้เรียนไม่มีการรับรู้ว่าห้องเรียนสกปรก ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วห้องเรียนนั้นสกปรก การคิดทำความสะอาดห้องเรียน จะไม่เกิดขึ้นเลย หรือในกรณีของการให้ความสนใจ ถ้าผู้เรียนคิดวิเคราะห์ไม่เป็นว่าระหว่างการทำการบ้านกับการเล่นเกม สิ่งใดสำคัญกว่ากัน

เด็กจะให้ความสนใจกับการเล่นเกมก่อนการทำการบ้าน เพราะโดยธรรมชาติวัยเด็กจะชอบความตื่นเต้นสนุกสนาน เป็นต้น ความสัมพันธ์ของทักษะการรู้คิดดังกล่าวแสดงได้ดังแผนภาพต่อไปนี้



แผนภาพ 2.3 ความสัมพันธ์ของทักษะการรู้คิด

2.6.1 การรับรู้ (perception)

การรับรู้ หมายถึง การแปลความหมายข้อมูลที่บุคคลได้รับจากสิ่งแวดล้อมผ่านทาง**อวัยวะรับสัมผัส (sensory motor)** ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวหนัง ซึ่ง**การรับรู้เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้**

ข้อมูลที่รับเข้ามาดังกล่าวจะผ่าน**ระบบประสาท (nervous system)** เพื่อการแปลความหมาย ซึ่งหากสามารถแปลความหมายได้ก็จะเกิดการรับรู้ เช่น เมื่อหูได้ยินเสียง เสียงจะผ่านไปยังระบบประสาท แล้วเกิดการแปลความหมายว่าเสียงที่ได้ยินนั้นเป็นเสียงอะไร ถ้าสามารถแปลความหมายได้ก็จะเกิดการรับรู้ขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นเสียงแตรรถยนต์ เป็นต้น แต่ถ้าระบบประสาทไม่สามารถแปลความหมายของเสียงที่ได้ยินนั้นได้ก็จะไม่เกิดการรับรู้

องค์ประกอบของการรับรู้ที่นำไปสู่การเรียนรู้และการคิด

1. **สิ่งเร้า (stimulus)** คือ สิ่งที่มากระตุ้นประสาทสัมผัส เช่น เหตุการณ์ ภาพ เสียง กลิ่น และการสัมผัส สิ่งเร้าที่ดีมีผลต่อการรับสัมผัสได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. **ประสาทสัมผัส (sense organs)** คือ การรับสัมผัสสิ่งเร้าต่างๆ เช่น การมองเห็น การได้ยินเสียง การได้กลิ่น การรู้รส การได้สัมผัสจับต้อง

3. **ประสบการณ์เดิม (experience)** คือ ประสบการณ์เดิมที่บุคคลมีอยู่ก่อนซึ่งมีอิทธิพลและส่งผลต่อการแปลความหมาย (interpret) สิ่งที่รับสัมผัสอย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้เรียนจะรับรู้สิ่งต่างๆ ได้ดีมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังนี้

1. **ความน่าสนใจของสิ่งเร้า** สิ่งที่เร้าที่ดีจะต้องดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี เช่น สิ่งเร้านั้นเป็นอยู่ในความสนใจของชุมชนและสังคม สื่อเคลื่อนไหว สื่อมัลติมีเดีย การเขียนหนังสือที่สวยงามของผู้สอน การมีบุคลิกภาพที่ดีของผู้สอน การพูดด้วยถ้อยคำสุภาพอ่อนหวาน เป็นต้น กล่าวโดยสรุปคือ สิ่งที่อยู่รอบตัวผู้เรียนเป็นสิ่งเร้าทั้งสิ้น และสิ่งเร้าเหล่านี้จะนำไปสู่การเรียนรู้ของผู้เรียน หากสิ่งเร้ามีความน่าสนใจจะช่วยดึงดูดให้ผู้เรียนสนใจเรียน ติดตามบทเรียน ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

2. **ความสมบูรณ์ของอวัยวะรับสัมผัสและประสาทสัมผัส** เป็นสิ่งที่เป็นปัจจัยพื้นฐานที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี มาก่อน สิ่งนี้เป็นธรรมชาติของผู้เรียนโดยทั่วไปที่มีอวัยวะรับสัมผัสและประสาทสัมผัสที่เป็นปกติ อันเนื่องมาจากการตั้งครรภ์อย่างมีคุณภาพของแม่ การได้รับการฝึกอบรมเลี้ยงดูตั้งแต่แรกเกิด

อย่างไรก็ตามมีเด็กจำนวนหนึ่งที่มีอวัยวะรับสัมผัสและประสาทสัมผัสไม่ปกติ เช่น เด็กที่มีสายตาสั้นเพราะใช้คอมพิวเตอร์มากเกินไป เด็กที่มีปัญหาหูหนวกอันเนื่องมาจากการเจ็บป่วย แล้วไม่ได้รับการรักษาอย่างถูกต้อง เด็กที่มีภาวะปากแหว่งเพดานโหว่ (cleft lip) อันเนื่องมาจากกรรมพันธุ์ หรือการดื่มเหล้า การใช้ยาคุมกำเนิดของแม่ในขณะตั้งครรภ์ แล้วไม่ได้รับการผ่าตัดรักษาทันทีหลังคลอด เป็นต้น

การตรวจสอบและประเมินผู้เรียนว่ามีอวัยวะรับสัมผัสและประสาทสัมผัสเป็นปกติหรือไม่ หรือบางครั้งเรียกว่าการวินิจฉัยผู้เรียน เป็นสิ่งที่สำคัญที่ผู้สอนต้องมีความรู้และสามารถทำได้ เช่น ผู้เรียนคนหนึ่งเขียนหนังสือตามที่ผู้สอนเขียนให้ดูไม่ได้ ถ้าผู้สอนไม่มีความรู้ในเรื่องนี้ อาจเข้าใจผิดว่าผู้เรียนคนนี้เป็นปัญญาอ่อน จึงส่งต่อไปเรียนโรงเรียนเด็กปัญญาอ่อนก็ได้ ซึ่งแท้จริงแล้วเด็กคนนี้มีปัญหาสายตาสั้นมาก เมื่อเด็กได้รับการวัดสายตาและตัดแว่นแล้ว ก็สามารถเขียนหนังสือตามครูได้เป็นอย่างดี เป็นต้น

3. **ระดับสติปัญญา** ระดับสติปัญญา (Intelligence Quotient: IQ) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้ องค์ประกอบของระดับสติปัญญา ประกอบด้วย คณิตศาสตร์ การใช้ภาษา การคิดเชิงตรรกะ การมองเห็น การจัดหมวดหมู่ ความจำระยะสั้น ความรู้ทั่วไป ความเร็วในการคำนวณ

ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาปกติ หรือสูง จะสามารถรับรู้ได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ อย่างไรก็ตามระดับสติปัญญาเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดกิจกรรมให้เกิดประสบการณ์ที่กว้างขวาง การรับประทานอาหารที่มีคุณภาพ การมีอารมณ์ดี จิตใจร่าเริงแจ่มใส การมีความสุข การคิดทางบวก การเห็นคุณค่าในตนเอง การหมั่นใช้ความคิด เป็นต้น

4. **ประสบการณ์** ปัจจัยสนับสนุนการรับรู้อีกประการหนึ่งคือ ประสบการณ์เดิม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์เดิมมาก จะรับรู้และเรียนรู้ได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีประสบการณ์เดิมน้อย เช่น ผู้เรียนที่มีโอกาสไปเรียนรู้ในพิพิธภัณฑ์ สวนสัตว์ สวนสาธารณะ เป็นต้น การมีประสบการณ์ที่หลากหลายจะเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญสำหรับการรับรู้และเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ที่หลากหลายให้กับผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง เพราะประสบการณ์เหล่านี้จะเป็นพื้นฐานในการรับรู้และเรียนรู้สิ่งใหม่ในวันข้างหน้า

5. **สภาวะทางจิตใจ** เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการรับรู้และการเรียนรู้ ผู้เรียนจะรับรู้และเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ดีเมื่อมีสภาวะทางจิตใจที่ผ่อนคลาย มีความสุข ไม่เครียดและวิตกกังวล ความผ่อนคลายและมีความสุขจะนำไปสู่คลื่นสมองที่เป็นคลื่นอัลฟา (alpha wave) เป็นสภาวะ ที่พร้อมจะรับรู้และเรียนรู้ ในทางกลับกันสภาวะทางจิตใจที่มีความเครียดและวิตกกังวล เป็นสภาวะที่ไม่พร้อมจะรับรู้และเรียนรู้สิ่งใดๆ ผู้สอนมีหน้าที่ปรับสภาวะจิตใจของผู้เรียนให้ผ่อนคลายและมีความสุข ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การยิ้มแย้มแจ่มใส การหัวเราะ การใช้ภาษาทางบวก เป็นต้น

โดยปกติแล้วผู้เรียนเลือกรับรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการเป็นลำดับแรก ถ้าใช้มุมมองเชิงธุรกิจ จะพบว่าผู้สอนเปรียบเสมือนเจ้าของธุรกิจ เนื้อหาสาระเปรียบเสมือนสินค้า และผู้เรียนเปรียบเสมือนผู้บริโภค โดยทั่วไปแล้วผู้บริโภคจะเลือกบริโภคสิ่งที่ตรงกับความต้องการ สิ่งที่ประทับใจ สิ่งที่ชอบ เป็นสำคัญ

ดังนั้นหากผู้สอนสามารถนำเสนอเนื้อหาสาระหรือสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ โดยทำให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ว่าที่สิ่งที่เรียนนั้นมีความสำคัญ เป็นสิ่งที่มีคุณค่า มีประโยชน์ เป็นสิ่งที่จำเป็นได้ จะเป็นต้นทุนที่ดีมากสำหรับการจัดการเรียนรู้ การสร้างการรับรู้ของผู้เรียนเป็นความสามารถเบื้องต้นของผู้สอนทุกคน ในการเปิดใจผู้เรียนให้เปิดรับการเรียนรู้ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. การทำให้ผู้เรียน**เห็นคุณค่าและความสำคัญ**ของสิ่งที่จะเรียนรู้
2. การสร้างความรู้สึกว่าสิ่งที่จะเรียนรู้เป็นสิ่งที่**ง่ายและไม่ยาก**
3. การสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เรียนว่าสามารถ**เรียนรู้ได้อย่างแน่นอน**
4. การ**ทำลายความเครียดและความวิตกกังวล**ที่ผู้เรียนมีต่อการเรียนรู้
5. การสร้างความรู้สึกว่าผู้เรียน**เป็นบุคคลสำคัญ**ของผู้สอน

การรับรู้ความสามารถในตนเอง (self - efficacy)

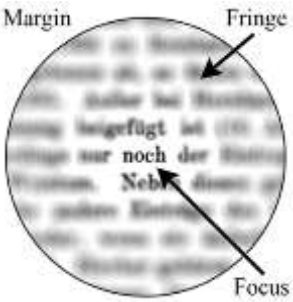
การรับรู้ว่าตนเองมีความสามารถในการที่จะทำอะไรบางสิ่งบางอย่างได้ประสบความสำเร็จ ซึ่งนำไปสู่การลงมือปฏิบัติสิ่งนั้นจนบรรลุเป้าหมาย **การรับรู้ความสามารถในตนเองเป็นพลังการเรียนรู้ที่อยู่ในตัวผู้เรียนทุกคน** หากผู้เรียนรับรู้ว่าตนเองมีความสามารถแล้วจะเป็นแรงผลักดันให้มีความตั้งใจ มุ่งมั่นพยายาม ในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ในตนเอง เป็นหน้าที่ของผู้สอนอย่างหนึ่งที่**ต้องทำให้ผู้เรียนทุกคนมีรับรู้ว่าตนเองมีความสามารถ** ซึ่งมีวิธีการหลายวิธี เช่น

1. การพูดชักจูงใจ เช่น ครูเชื่อว่าเธอทำได้
2. การชื่นชมเมื่อผู้เรียนประสบความสำเร็จ
3. การให้ประสบการณ์แห่งความสำเร็จแก่ผู้เรียน
4. การให้เห็นตัวแบบคนที่ประสบความสำเร็จ
5. การช้อนความรู้สึกของผู้เรียนเมื่อรู้สึกว่าไม่มีความสามารถ

2.6.2 ความสนใจ (attention)

ความสนใจเป็นกระบวนการทางสมองในการเลือกให้ความสำคัญกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งในขณะที่ไม่สนใจสิ่งอื่น ความสนใจเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ **1) ความสนใจที่เกิดจากปัจจัยภายนอกหรือสิ่งเร้า 2) ความสนใจที่เกิดจากปัจจัยภายใน** เป็นความสนใจที่เกิดขึ้นจากความต้องการของบุคคล โดยไม่มีสิ่งเร้าภายนอก โดยธรรมชาติบุคคลจะสามารถให้ความสนใจกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งในเวลาเดียวกันได้เพียงสิ่งเดียว ดังแผนภาพด้านล่าง ที่แสดงความสนใจขณะที่อ่านหนังสือโดยมีจุดที่ให้ความสนใจ (focus) เพียงจุดเดียว



แผนภาพ 2.4 การให้ความสนใจในขณะอ่านหนังสือ
ที่มา http://en.wikipedia.org/wiki/File:Wikipedia-spotlight

ความสนใจมี 3 ประเภท ได้แก่

1. **ความยาวนานของการให้ความสนใจสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (sustained attention)** เป็นความสามารถในการให้ความสนใจกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้เป็นระยะเวลาติดต่อกันนาน มีความหมายคล้ายคลึงกับคำว่า สมาธิ เช่น การอ่านหนังสือได้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน เป็นต้น

2. **การเลือกสิ่งที่ให้ความสนใจ (selective attention)** เป็นความสามารถในการเลือกให้กับสนใจกับบางสิ่งบางอย่าง และไม่ให้ความสนใจกับบางสิ่งบางอย่าง เช่น การทำงานให้เสร็จทีละอย่าง เป็นต้น

3. **การแบ่งความสนใจ (divided attention)** เป็นการให้ความสามารถในการให้ความสนใจกับสิ่งหลายสิ่งในเวลาเดียวกัน **(multi - tasking)** เช่น การทำงานหลายอย่างในเวลาเดียวกัน ซึ่งเป็นทักษะของเด็กในปัจจุบันที่ทำการบ้านไปพร้อมกับการฟังเพลง เป็นต้น

ปัจจัยที่ทำให้บุคคลเกิดความสนใจกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งแบ่งเป็น 2 ปัจจัย ได้แก่

1) **ปัจจัยภายนอก** หมายถึง คุณลักษณะหรือลักษณะของสิ่งเร้าที่สามารถดึงดูดความสนใจได้ เช่น แสง สี เสียง กลิ่น เป็นต้น

2) **ปัจจัยภายใน** หมายถึง ความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งมีความแตกต่างกัน ปัจจัยภายในจะเป็นตัวผลักดันให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ในสิ่งที่สนใจนั้นโดยไม่ต้องอาศัยปัจจัย จากภายนอก เช่น บุคคลที่มีความสนใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จะมีการศึกษาค้นคว้า หาความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องอาศัยสิ่งเร้าจากภายนอกมากระตุ้นความสนใจ

ความสนใจของบุคคลอาจแสดงออกให้เห็นเป็นพฤติกรรม **(overt attention)** หรืออาจเป็นในรูปของการคิดที่ไม่แสดงออกมาเป็นพฤติกรรม **(covert attention)** เช่น ขณะที่อ่านหนังสือสายตาของผู้อ่านที่มองตัวอักษรนั้นเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสนใจ ในขณะที่ความคิดที่เกิดขึ้นระหว่างการอ่านนั้นเป็นความสนใจที่ไม่ได้แสดงออกมาเป็นพฤติกรรม

การสร้างความสนใจเป็นหัวใจหลักที่ทำให้ผู้เรียนติดตามบทเรียนตลอดเวลา ผู้เรียนจะสนใจบทเรียนหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ ลักษณะของสื่อการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ บุคลิกภาพของผู้สอน สภาพแวดล้อม สิ่งรบกวนต่างๆ เป็นต้น ซึ่งการสร้างความสนใจผู้สอนสามารถทำได้หลายวิธีการโดยมีหลักการสำคัญ ได้แก่ **1) การมีบุคลิกภาพที่ดีของผู้สอน 2) การเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเหมาะสม 3) การใช้น้ำเสียงที่มีการปรับระดับสูงต่ำอย่างเหมาะสม 4) การใช้ท่าทางประกอบในการอธิบายหรือการบรรยาย และ 5) การใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้** สื่อที่มีพลังคือ สื่อที่เป็นของจริง รวมทั้งสื่อ animation คลิปวีดิโอ

2.6.3 การจำ (memory)

การจำเป็นกระบวนการที่สมอง**ลงรหัสข้อมูล (encoding)** ข้อมูลสารสนเทศแล้ว**จัดเก็บ (stored)** ไว้ในความทรงจำและสามารถ**ค้นคืน (retrieved)** มาใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

การลงรหัส (encoding) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการจำ โดยสมองจะมีการรับข้อมูล แล้วทำการประมวลผลเป็นสิ่งที่สมองสามารถจดจำไว้ได้ ซึ่งอาจเป็น ภาพ ตัวอักษร ภาษา เป็นต้น

การจัดเก็บ (stored) เป็นขั้นตอนที่สองของกระบวนการจำ ในขั้นนี้สมองจะจัดเก็บรหัสหรือสิ่งที่จดจำไว้อย่างถาวร (การลืมเกิดจากการที่สมองไม่สามารถเก็บรหัสไว้ได้อย่างถาวร) พร้อมที่จะถูกค้นคืนมาใช้งาน

การค้นคืน (retrieved) บางครั้งเรียกว่า **recall** หรือ **recollection** เป็นขั้นตอนที่สามของกระบวนการจำ โดยสมองจะค้นข้อมูลที่จดจำไว้ มาใช้งานในสถานการณ์ต่างๆ

การจำได้หรือความจำ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1) **ความจำระยะสั้น (short term memory)** เป็นการจำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ในระยะเวลาสั้น ไม่คงทนถาวร

2) **ความจำระยะยาว (long–term memory)** เป็นการจำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ในระยะเวลายาวนาน เป็นความจำถาวร หรือจำได้ไม่ลืม

ความจำเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการเรียนรู้ เพราะเป็นฐานข้อมูลความรู้ที่สะสมไว้ในสมองและสามารถ**ดึงมาใช้ในการคิด การแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์** ได้ทันที เช่น การเรียนรู้ของผู้เรียนเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คนที่สามารถจำสูตรคูณ วิธีการ และขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่เคยเรียนรู้มาแล้วได้ จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อนั้นได้เร็วกว่าคนที่จำสูตรคูณ วิธีการ และขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่เคยเรียนรู้มาแล้วไม่ได้ อย่างไรก็ตามการจำที่เอื้อต่อการเรียนรู้ต้องเป็น**การจำที่มีพื้นฐานมาจากความเข้าใจ (understanding)** ไม่ใช่การจำแบบ **“นกแก้วนกขุนทอง”**

2.6.4 ภาษา (language)

การเรียนรู้ภาษา เป็นความสามารถในการเรียนรู้ระบบการใช้สัญลักษณ์ที่มีความซับซ้อนเพื่อการสื่อสารของบุคคล เป็นประเด็นหนึ่งของการศึกษาด้านการรู้คิด ภาษาใดๆ ที่ใช้ในการสื่อสารจะมีลักษณะร่วมกันคือความเป็นระบบ (system) ศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษาค้นคว้าทางด้านภาษา เรียกว่า**ภาษาศาสตร์ (linguistics)** ส่วนศาสตร์ที่ศึกษาค้นคว้าทางด้านสมองกับการเรียนรู้ภาษาตลอดจนพยาธิสภาพของสมองที่ทำให้เกิดปัญหาในการใช้ภาษา เรียกว่า **ภาษาศาสตร์ประสาทวิทยา (neurolinguistics)**

การศึกษาด้าน**วิทยาศาสตร์การรู้คิด (cognitive neuroscience)** ถือว่า การเรียนรู้ภาษานั้นเป็นความสามารถของสมองในการเรียนรู้และใช้ระบบการสื่อสารที่มีความซับซ้อน โดยไม่ว่าจะเป็นการฟังการพูด การอ่าน การเขียน ตลอดจนสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการสื่อสาร

สมองเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ด้านภาษา สมองทำหน้าที่ทั้งในด้านการสร้างความรู้ความเข้าใจทางภาษาและการสื่อสารภาษา เช่น การพูด การเขียน เป็นต้น โดยสมองสามารถเรียนรู้การใช้ภาษาได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยธรรมชาติแล้วจะเรียนรู้จากการฟัง เป็นลำดับแรก จากนั้นจะเป็นการออกเสียงหรือการพูด การอ่าน และการเขียน ตามลำดับของพัฒนาการทางสติปัญญา

ทฤษฎีพัฒนาการทางภาษามีหลายทฤษฎี เช่น

1. **ทฤษฎีความพึงพอใจแห่งตน (The Autism Theory หรือ Autistic Theory)** Mower ระบุว่า การเรียนรู้การพูดของเด็กเกิดจากการเลียนเสียงอันเนื่องจากความพึงพอใจที่ได้กระทำ
2. **ทฤษฎีการเลียนแบบ (The Imitation Theory)** Lawis ระบุว่า พัฒนาการทางภาษาเกิดจากการเลียนแบบจากการมองเห็นหรือการได้ยินเสียง
3. **ทฤษฎีเสริมแรง (Reinforcement Theory)** Rhiengold และคณะระบุว่า พฤติกรรมทั้งหลายเกิดขึ้นโดยการวางเงื่อนไข เด็กจะพูดมากขึ้นเมื่อได้รางวัลหรือการเสริมแรง
4. **ทฤษฎีการรับรู้ (Motor Theory of Perception)** Liberman ระบุว่า การรับรู้ทางการฟังขึ้นอยู่กับการเปล่งเสียง เด็กจะฟังเสียงแล้วจึงเรียนรู้ความหมายของคำ

5. **ทฤษฎีความบังเอิญจากการเล่นเสียง (Babble Buck)** Thorndike ระบุว่าเมื่อเด็กกำลังเล่นเสียงอยู่นั้น เผอิญมีเสียงบางเสียงไปคล้ายกับเสียงที่มีความหมาย ในภาษาพูดของพ่อแม่ พ่อแม่จึงให้การเสริมแรงทันที ด้วยวิธีนี้จึงทำให้เด็กเกิดพัฒนาการทางภาษา

6. **ทฤษฎีชีววิทยา (Biological Theory)** Lenneberg ระบุว่ากระบวนการที่บุคคลสามารถพูดได้ ขึ้นอยู่กับอวัยวะในการเปล่งเสียง

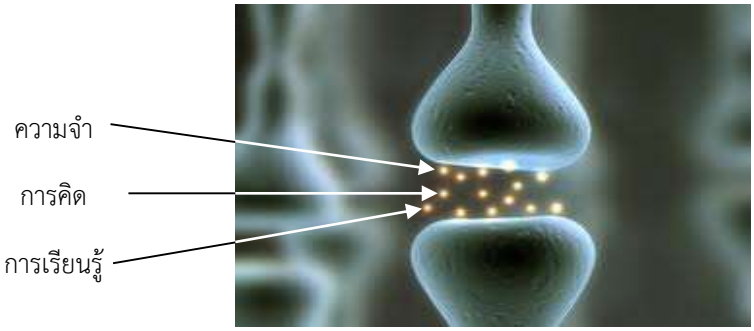
7. **ทฤษฎีการให้รางวัลของพ่อแม่ (Mother Reward Theory)** Dollard และ Miller ระบุว่า ภาษาที่พ่อแม่ใช้ในการให้รางวัลลูก ส่งผลทำให้ลูกเกิดการเรียนรู้ภาษา

ความสามารถในการอ่าน การฟัง การดู การพูด เพื่อรู้ เข้าใจ วิเคราะห์ สรุปสาระสำคัญ ประเมินสิ่งที่อ่าน ฟัง ดู จากสื่อประเภทต่างๆ และสื่อสารด้วยการพูด การเขียนได้ถูกต้อง ตามหลักการใช้ภาษาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การอยู่ร่วมกันในสังคมและการศึกษาตลอดชีวิต

2.6.5 การคิด (thinking)

การคิด มาจากคำในภาษาอังกฤษโบราณ ว่า ***poht***, หรือ ***gepoht*** เป็น**ศักยภาพของสมองในการประมวลข้อมูล** เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการคิด เช่น การทำความเข้าใจ การตีความ การทำนาย การประเมินคุณค่า การจำแนก การจัดหมวดหมู่ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นต้น

ในทาง**ประสาทวิทยาศาสตร์ (cognitive neuroscience)** การคิดเป็น**กระบวนการส่งผ่านข้อมูลหรือสารสื่อประสาท (neurotransmitter)** สารเคมีที่มีหน้าที่ในการนำสัญญาณไฟฟ้าจากเซลล์ประสาทเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งในรูปของ**สัญญาณไฟฟ้าทางเคมี (electrochemical signaling)**



แผนภาพ 2.5 การส่งสารสื่อประสาทระหว่างเซลล์ประสาทเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง ที่มา http://today.uconn.edu/blog/2010/07/understanding-balance-in-the-nervous-system/

การคิด (thinking) ทำให้เกิด**ความคิด (thought)** บุคคลที่มีการคิดอย่างมีประสิทธิภาพมีตัวชี้วัด 4 ประการ ได้แก่ (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2555)

1. **มีจุดมุ่งหมายในการคิด**
2. **คิดอยู่บนพื้นฐานข้อมูล**
3. **ใช้ปัญญา (เหตุผล) ตรวจสอบความคิด**
4. **คิดทางบวกและสร้างสรรค์**

ความสามารถด้านเหตุผล

คือ **ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์** ด้านวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม ด้านสังคมศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์ และด้านการดำเนินชีวิต โดยการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า แก้ปัญหา หรือตัดสินใจอย่างมีหลักการและเหตุผล บนพื้นฐานของข้อมูล สถานการณ์หรือสารสนเทศที่เพียงพอ โดยยึด**หลักคุณธรรมและจริยธรรม**

การคิดแบ่งเป็น 2 ระดับ ได้แก่

1. **การคิดขั้นพื้นฐาน** ประกอบด้วย การจำ (remembering) การทำความเข้าใจ (understanding) การประยุกต์ใช้ (applying)

2. **การคิดขั้นสูง (higher – order thinking)** ประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ (analytical thinking) การคิดสังเคราะห์ (synthesis thinking) การคิดประเมินค่า (evaluate thinking) การคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) การคิดวิจารณญาณ (critical thinking) การคิดเป็นระบบ (systematic thinking) การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(creative problem solving) ซึ่งเป็นปัจจัยทำให้เกิดการเรียนรู้

ในพระพุทธศาสนาแบ่งวิธีการคิดออกเป็น 10 วิธี ซึ่งเป็นวิธีการคิดขั้นสูงที่มีลักษณะบูรณาการการคิดต่างๆ เรียกว่า **โยนิโสมนสิการ** คือ หลักธรรมที่ว่าด้วย **การใช้ความคิดอย่างแยบคาย** คือ การทำในใจโดยแยบคาย มองสิ่งทั้งหลายด้วยความคิดพิจารณาสืบค้นถึงต้นเค้า สาวหาเหตุผลจนตลอดสาย แยกแยะออกพิเคราะห์ดูด้วยปัญญาที่คิดเป็นระเบียบ และโดยอุบายวิธี ให้เห็นสิ่งนั้นๆ หรือปัญหานั้นๆ ตามสภาวะและตามความสัมพันธ์แห่งเหตุปัจจัย (reasoned attention; systematic attention; analytical thinking; critical reflection; thinking in terms of specific conditionality; thinking by way of causal relations or by way of problem-solving) (คัดมาจากหนังสือ พจนานุกรมพุทธศาสตร์ ฉบับประมวลธรรม ของ พระพรหมคุณาภรณ์ ป.อ. ปยุตโต)

วิธีคิดแบบโยนิโสมนสิการ คือ การนำวิธีคิด 10 วิธีมาใช้ในทางปฏิบัติ ดังนี้ (สรุปมาจากหนังสือพุทธธรรม พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต). 2555)

1. วิธีคิดแบบสืบสาวเหตุปัจจัย คือ พิจารณาปรากฏการณ์ที่เป็นผลให้รู้จักสภาวะที่เป็นจริง หรือพิจารณาปัญหา หาหนทางแก้ไข ด้วยการค้นหาสาเหตุและปัจจัยต่างๆ ที่สัมพันธ์ ส่งผลสืบทอดกันมา อาจเรียกว่า วิธีคิดแบบอิทัปปัจจยตา หรือคิดตามหลักปฏิจจสมุปบาท แบ่งเป็นวิธีคิด ย่อยอีก 2 วิธี คือ 1) คิดแบบปัจจัยสัมพันธ์ และ 2) คิดแบบสอบสวน หรือตั้งคำถาม

2. วิธีคิดแบบแยกแยะส่วนประกอบ คือ การคิดมุ่งให้แยกแยะและให้รู้จักสิ่งทั้งหลายตามสภาวะของสิ่งนั้น เมื่อแยกแยะส่วนประกอบออกแล้วจะเห็นภาวะที่องค์ประกอบเหล่านั้น ตรงกับการคิดวิเคราะห์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

3. วิธีคิดแบบสามัญลักษณ์ หรือ วิธีคิดแบบรู้เท่าทันธรรมดา คือ การคิดอย่างรู้เท่าทันความเป็นไปของสิ่งทั้งหลาย ซึ่งจะต้องเป็นอย่างนั้นๆ ตามธรรมชาติของมันเอง ในฐานะที่เป็นสิ่งซึ่งเกิดจากเหตุปัจจัยต่างๆ จะต้องเป็นไปตามเหตุปัจจัย แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ **ขั้นที่หนึ่ง คือ รู้เท่าทันและยอมรับความจริง** เป็นขั้นที่วางท่าทีต่อสิ่งทั้งหลายโดยสอดคล้องกับความเป็นจริงธรรมชาติ **ขั้นที่สอง คือ แก้ไขและทำการไปตามเหตุปัจจัย** เป็นการปฏิบัติต่อสิ่งทั้งหลายโดย**สอดคล้องกับความจริงตามธรรมชาติ** เป็นการปฏิบัติด้วยปัญญา ด้วยความรู้เท่าทัน เป็นอิสระไม่ผูกมัดตัว แก้ไขด้วยความรู้และแก้ที่ตัวเหตุปัจจัย

4. วิธีคิดแบบอริยสัจจ์ หรือคิดแบบแก้ปัญหา เป็นวิธีคิดแห่งความดับทุกข์ มีลักษณะทั่วไป 2 ประการ คือ **1) วิธีคิดตามเหตุและผล** สืบสาวจากผลไปหาเหตุแล้วแก้ไขที่ต้นเหตุ **2) เป็นวิธีคิดที่ตรงจุดตรงเรื่อง** ตรงไปตรงมา มุ่งตรง

ต่อสิ่งที่ต้องปฏิบัติ ใช้แก้ปัญหา ไม่ฟุ้งซ่านออกไปในเรื่องที่ไม่เกี่ยวกับการแก้ไขปัญหา กระบวนการคิดแบบอริยสัจจ์ มี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทุกข์ คือ สภาพปัญหา ความคับข้อง ติดขัด กดดัน บีบคั้น บกพร่อง สำหรับทุกข์นี้ เรามีหน้าที่เพียงกำหนดรู้ คือ ทำความเข้าใจและกำหนดประเด็นปัญหาให้ชัด และทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 สมุทัย คือ เหตุเกิดแห่งทุกข์ หรือสาเหตุของปัญหา ได้แก่ เหตุปัจจัยต่างๆ ที่สัมพันธ์กันสืบทอดกันมา ซึ่งต้องสืบค้น วิเคราะห์และวินิจฉัยสาเหตุของปัญหาให้พบ

ขั้นที่ 3 นิโรธ คือ ความดับทุกข์ ความพ้นทุกข์ ภาวะไร้ทุกข์ พ้นปัญหา เป็นจุดหมายที่ต้องการ ในขั้นนี้จะต้องกำหนดได้ว่าจุดหมายที่ต้องการคืออะไร จุดหมายนั้นเป็นไปได้หรือไม่ เป็นไปได้อย่างไร มีหลักการอย่างไร มีจุดมุ่งหมายรองอะไรบ้าง

ขั้นที่ 4 มรรค คือ ทางดับทุกข์ ข้อปฏิบัติให้ถึงความดับทุกข์ หรือวิธีแก้ไขปัญหา ได้แก่ วิธีการและรายละเอียดสิ่งที่ต้องปฏิบัติ ซึ่งจะต้องลงมือปฏิบัติจริง

5. วิธีคิดแบบอรรถธรรมสัมพันธ์ หรือคิดตามหลักการและความมุ่งหมาย คือ พิจารณาให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างหลักการกับความมุ่งหมาย เพื่อให้ได้ผลตรงตามความมุ่งหมาย

6. วิธีคิดแบบรู้ทันคุณโทษและทางออก คือ การพิจารณาสิ่งทั้งหลายตามความเป็นจริง ในทุกแง่ทุกด้าน ทั้งด้านดีและด้านเสีย ทั้งคุณ ทั้งโทษของสิ่งนั้น วิเคราะห์จุดหมายที่ต้องการบรรลุว่าคืออะไร และมีวิธีการดำเนินการอย่างไร

7. วิธีคิดแบบคุณค่าแท้ – คุณค่าเทียม คือ การพิจารณาเกี่ยวกับการใช้สอย หรือการบริโภค เป็นวิธีคิดที่บรรเทาตัณหา ขัดเกลากิเลส ตัดทางไม่ให้กิเลสเข้ามาครอบงำจิตใจ คุณค่าแท้ คือ คุณค่าหรือประโยชน์ในแง่ที่สนองความต้องการของชีวิตโดยตรง เพื่อความดีงาม ความดำรงอยู่ด้วยดีของชีวิต หรือเพื่อประโยชน์สุขทั้งของตนเองและผู้อื่น คุณค่าเทียม คือ คุณค่า หรือประโยชน์ที่พอกเพิ่มให้แก่สิ่งนั้น เพื่อปรนเปรอความต้องการ หรือคุณค่าสนองตัณหา

8. วิธีคิดแบบเร้ากุศล หรือ วิธีคิดแบบเร้ากุศล คือ การทำใจชักนำความคิดให้เดินไปในทางที่ดีงามและเป็นประโยชน์ ช่วยแก้นิสัยความเคยชินที่ชั่วร้าย พร้อมกับสร้างนิสัยความเคยชินใหม่ ที่ดีงามให้แก่จิต

9. วิธีคิดแบบอยู่กับปัจจุบัน คือ การใช้ความคิด และเนื้อหาของความคิดอย่างมีสติระลึกรู้อยู่กับปัจจุบัน เป็นการคิดในแนวทางของความรู้หรือคิดด้วยอำนาจปัญญา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องที่เป็นไปอยู่ในขณะนี้ หรือเป็นเรื่องล่วงไปแล้ว หรือเป็นเรื่องของกาลภายหน้า ก็จัดเข้าในการอยู่กับปัจจุบันทั้งนั้น ความคิดที่ไม่อยู่กับปัจจุบัน คือ ความคิดที่เลื่อนลอยไปตามอำนาจของตัณหา คิดไปตามอารมณ์และความรู้สึก

10. วิธีคิดแบบวิภัชชวาท หรือ วิธีคิดแบบจำแนกแยกแยะ คือ การพิจารณาโดยแยกแยะให้เห็นแต่ละแง่แต่ละด้านครบทุกแง่ทุกด้าน ไม่จับเอาแง่หนึ่งแง่เดียว หรือบางแง่ ขึ้นมาวินิจฉัยตีคลุมลงไป หรือประเมินคุณค่าความดีความชั่วโดยถือเอาส่วนเดียวหรือบางส่วนเท่านั้นแล้วตัดสินพรวดลงไป

เมื่อสังเคราะห์การคิดแบบโยนิโสมนสิการทั้ง 10 วิธี แล้วจะได้การคิด 4 ประการ ดังนี้ (พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตฺโต). 2546)

1. **อุปายมนสิการ** คือคิดถูกวิธี มีวิธีคิด วิธีวิจัยและใช้วิธีการนั้นอย่างถูกต้องว่องไว

2. **ปถมนสิการ** คือคิดมีระเบียบ การศึกษาจะต้องสอนให้คนคิดอย่างต่อเนื่องอย่างเป็นระบบ มีระเบียบ ไม่กระโดดไปกระโดดมา คิดอย่างมีเป้าหมาย

3. **การณมนสิการ** คือคิดมีเหตุผล รู้จักเชื่อมโยงว่าเหตุผลนี้นำไปสู่ผลอะไรหรือผลนี้มาจากเหตุอะไร

4. **อุปปาทกมนสิการ** คือคิดเป็นกุศล เป็นการคิดเพื่อค้นหาแก่นสารสาระเมื่อได้รับข้อมูลข่าวสารมากมาย ต้องรู้จักกรองเอาส่วนที่เป็นประโยชน์และเหมาะสมกับเรา

การคิดเป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของการเรียนรู้ บุคคลที่มีศักยภาพในการคิดจะสามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตลอดจนสร้างสรรค์นวัตกรรมได้อย่างต่อเนื่อง

2.7 รูปแบบการเรียนรู้การรู้คิด (cognitive learning style)

รูปแบบการเรียนรู้การรู้คิด คือ **แบบแผนการประมวลข้อมูลข่าวสาร (processing)** ของบุคคล เพื่อนำไปสู่การมีความรู้ ความเข้าใจ และการเรียนรู้ โดยแต่ละบุคคลอาจใช้รูปแบบการเรียนรู้คิดที่เหมือนหรือแตกต่างกันก็ได้ โดยที่รูปแบบการเรียนรู้การรู้คิด มีลักษณะเป็นแบบแผน (pattern) ของการคิด การจดจำ การทำความเข้าใจ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า การตัดสินใจ การลงสรุปข้อมูล ซึ่งเป็นศักยภาพของสมองในการเรียนรู้

มีนักวิชาการหลายท่านที่ได้ศึกษาวิจัยรูปแบบการเรียนรู้คิด เช่น Howard Gardner นักจิตวิทยาและประสาทวิทยาศาสตร์ (cognitive neuroscience) มหาวิทยาลัยฮาวาร์ด (Harvard) ได้พัฒนา**ทฤษฎีพหุปัญญา หรือ multiple intelligence** โดยเป็นทฤษฎีที่อธิบายความหลากหลายของเชาว์ปัญญา หรือรูปแบบการเรียนรู้การรู้คิด ของแต่ละบุคคล แบ่งเป็น 9 ด้านดังนี้

1. ด้านภาษา (linguistic intelligence) มีความสามารถสูงในการใช้ภาษา เข้าใจคำสั่งและความหมายของคำ ชอบอ่านเขียน เล่าเรื่อง หรืออธิบายได้ชัดเจน

2. ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ (logical–mathematical intelligence) มีความสามารถสูงในการใช้ตัวเลข การเห็นความสัมพันธ์แบบแผน ตรรกวิทยา การคิดเชิงเหตุผล

3. ด้านดนตรี (musical intelligence) มีความสามารถด้านดนตรี ร้องเพลง เล่นดนตรี ตอบสนองต่อเสียงเพลง แยกแยะจำทำนอง เรียนรู้จังหวะดนตรีได้ดี ไวต่อเสียง คิดท่วงทำนองจังหวะได้

4. ด้านการเคลื่อนไหว (bodily–kinesthetic intelligence) มีความสามารถสูงในการใช้ร่างกายของตนเองแสดงความคิด ความรู้สึก สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ดี ชอบการเคลื่อนไหว สัมผัส พูดและใช้ภาษากาย

5. ด้านมิติ (spatial intelligence) มีความสามารถสูงในการมองเห็นความสัมพันธ์ของพื้นที่ สามารถแสดงออกด้วยภาพ มองเห็นรูปลักษณ์ของสิ่งต่างๆ สามารถหาทิศทางได้

6. ด้านความเข้าใจระหว่างบุคคลและมนุษยสัมพันธ์ (interpersonal intelligence) มีความสามารถสูงในการเข้าใจ อารมณ์ ความรู้สึก ความคิดและเจตนาของผู้อื่น ทั้งนี้รวมถึงความไวในการสังเกตน้ำเสียง ใบหน้า ท่าทาง เข้าใจผู้อื่น

7. ด้านความเข้าใจตนเอง (intrapersonal intelligence) มีความสามารถสูงในการรู้จักตนเองและสามารถประพฤติตนได้ดีจากการรู้จักตนนี้ มีสมาธิดี มีจิตใจอ่อนโยน มีความเข้าใจตนเอง

8. ด้านธรรมชาติ (naturalist intelligence) มีความสามารถสูงในการเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติและปรากฏการณ์ธรรมชาติ เข้าใจความสำคัญของตนเองกับสิ่งแวดล้อม ตระหนักถึงความสามารถของตนที่จะมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ธรรมชาติ

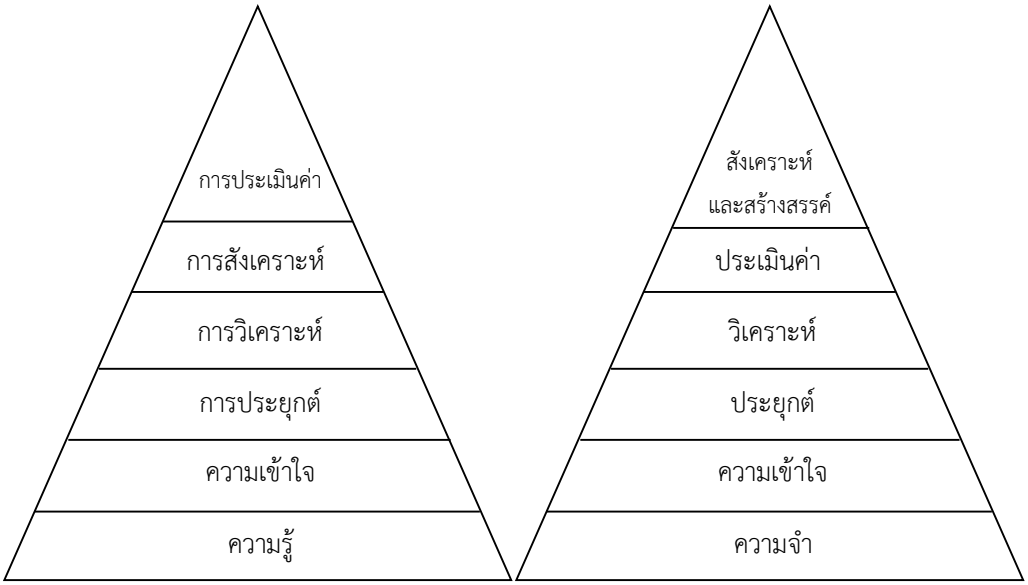
9. ด้านการดำรงอยู่ของชีวิต (existential intelligence) มีความสามารถสูงเกี่ยวกับการจับประเด็นคำถามเกี่ยวกับการดำรงอยู่ของมนุษย์ เรียนรู้บริบทของการดำรงอยู่ของมนุษย์ เข้าใจความสัมพันธ์ของโลกที่เป็นกายภาพและโลกของจิตใจ เข้าใจสัจธรรมของโลกและชีวิต

2.8 จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านการรู้คิด (learning objectives for cognitive domain)

Bloom ได้จัดกลุ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ 3 กลุ่ม ได้แก่ **กลุ่มการรู้คิด (cognitive domain) ด้านทักษะ (psychomotor domain) และด้านอารมณ์ความรู้สึก (affective domain)** ซึ่งนักวิชาการบางท่านใช้คำว่า ด้านพุทธพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย

สำหรับด้านการรู้คิด Bloom ได้จัดลำดับขั้นการรู้คิดไว้ 6 ลำดับ ได้แก่ **1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า** (Bloom. 1956)

จากนั้นใน ค.ศ. 2001 Anderson and Krathwohl ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของ Bloom ได้ทำการวิจัยปรับปรุงลำดับขั้นของการรู้คิดที่ Bloom เสนอไว้ ผลจากการวิจัยดังกล่าวทำให้มีการปรับปรุงลำดับขั้นการรู้คิดใหม่ ดังนี้ **1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสังเคราะห์และสร้างสรรค์** (Anderson and Krathwohl. 2001) ซึ่งแสดงความแตกต่างของลำดับขั้นการรู้คิดของ Bloom กับของ Anderson and Krathwohl ดังแผนภาพต่อไปนี้



แผนภาพ 2.6 ลำดับขั้นของการรู้คิดของ Bloom (1956) ที่และลำดับขั้นการรู้คิดของ Anderson และ Krathwohl (2001)

2.9 อนุกรมวิธานแบบโซโล (SOLO Taxonomy)

อนุกรมวิธานแบบโซโล คือ โครงสร้างผลการเรียนรู้ที่สังเกตได้ **(structure of observed learning outcomes - SOLO)** คิดค้นขึ้นโดย John B. Biggs และ Kevin F. Collis จัดเรียงลำดับขั้น ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ไว้ 5 ขั้น **จากผลการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อนน้อย ไปยังผลการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อนมาก** สะท้อนศักยภาพด้านการรู้คิดของผู้เรียน 5 ระดับ ดังนี้ (Biggs and Collis. 2013: online)

1. ขั้นก่อนโครงสร้าง (pre-structure)

เป็นขั้นที่ผู้เรียนยังไม่สามารถสร้างความคิดรวบยอดในสิ่งที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ไม่สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่างๆ ใช้วิธีการพื้นฐานง่ายๆ ในการคิดและการเรียนรู้ ยังไม่สามารถปฏิบัติงานที่มีความซับซ้อน ผู้เรียนที่อยู่ในขั้นนี้ยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (misconceptions) ในความคิดรวบยอดที่เรียน

2. ขั้นโครงสร้างเดี่ยว (uni - structure)

เป็นขั้นที่ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดและวิธีการเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งในการเรียนรู้ สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดอย่างง่ายได้ เรียนรู้ตามสิ่งที่ผู้สอนบอกหรือฝึกให้ปฏิบัติตาม สามารถระบุสิ่งที่เรียนรู้ในลักษณะของความจำ สามารถทำภาระงานอย่างง่ายได้

3. ขั้นโครงสร้างหลากหลาย (multi - structure)

เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดที่มีความสลับซับซ้อนได้มากขึ้น ใช้กระบวนการคิดและวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย สามารถอธิบายให้เหตุผลสิ่งที่เรียนในแต่ละประเด็นได้ สามารถจำแนก อธิบาย บรรยาย ระบุรายการ ผสมผสานความคิดรวบยอดที่เรียนได้

4. ขั้นความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างความคิดรวบยอด (relation structure)

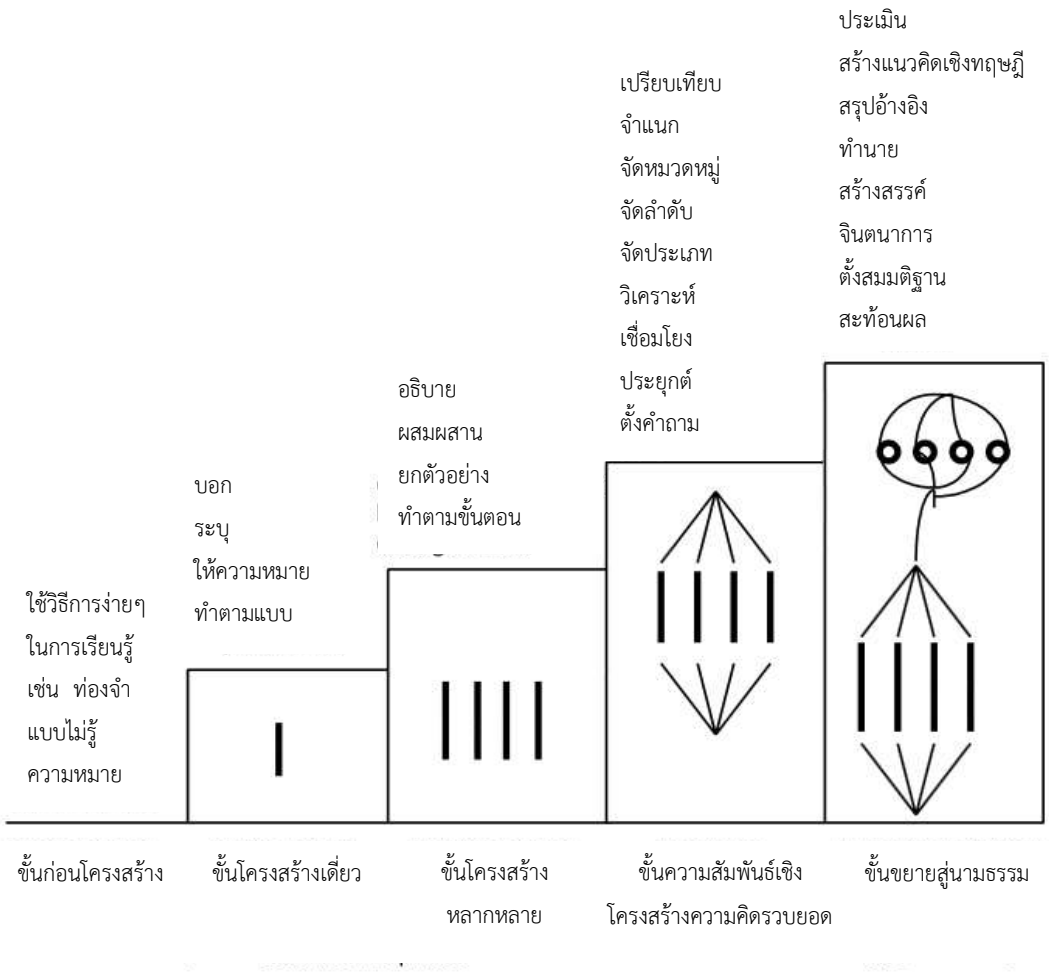
เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงลักษณะร่วม ความคิดรวบยอดต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง สามารถวิเคราะห์หรือบูรณาการความคิดรวบยอดต่างๆ เข้าด้วยกัน สามารถวิเคราะห์เชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระที่เรียนเข้าด้วยกันได้ ตลอดจนการประยุกต์ความรู้ที่เรียนไปสู่สิ่งอื่นๆ ได้ อธิบายเชิงเหตุผลได้ ตลอดจนสามารถกำหนดหลักเกณฑ์เพื่อการจัดกลุ่มและจำแนกประเภทได้ด้วยตนเอง

5. ขั้นขยายสู่นามธรรม (extended abstract structure)

เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถนำความคิดรวบยอดต่างๆ มาเชื่อมโยงและสรุปอ้างอิงเป็นองค์ความรู้ หรือข้อสรุปในเชิงนามธรรมได้ สามารถสร้างข้อสรุปในลักษณะที่เป็นทฤษฎีจากความคิดรวบยอดต่างๆ ได้ เช่น กฎ สูตร ทฤษฎี สมมติฐาน การอ้างอิง การสะท้อนผล (reflection)

การนำโครงสร้างผลการเรียนรู้ที่สังเกตและวัดได้แบบ SOLO ของผู้เรียนทั้ง 5 ระดับ มาใช้ เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผล ช่วยทำให้ผู้สอนพัฒนาศักยภาพด้านการเรียนรู้และการคิดของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ และมีข้อมูลสารสนเทศของผลการประเมินเพื่อใช้ในการพัฒนาผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

โครงสร้างผลการเรียนรู้ที่สังเกตได้ของผู้เรียนทั้ง 5 ระดับ ดังกล่าว มีตัวอย่างคำกริยา (action verbs) ที่สะท้อนผลการเรียนรู้ในแต่ละระดับดังแผนภาพต่อไปนี้



แผนภาพ 2.7 อนุกรมวิธานแบบโซโล

ที่มา: Biggs & Tang. (2007: 79)

2.10 ลักษณะการคิดแต่ละประเภท

การคิดมีหลายลักษณะซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเรียนรู้และการดำรงชีวิต ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาศักยภาพด้านการคิดอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะ**การคิดระดับสูง (higher order thinking)** เช่น การคิดเชิงเหตุผล การคิดเชิงตรรกะ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดเชิงระบบ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดไตร่ตรอง การคิดริเริ่ม การคิดสร้างสรรค์ ดังคำนิยามต่อไปนี้ (ราชบัณฑิตยสถาน. 2542, ราชบัณฑิตยสถาน. 2555, Oxford University. 2005, Bloom. 1956, Anderson and Krathwohl. 2001)

การคิด (thinking) คือ การกระทำทุกสิ่งทุกอย่างในสมอง เช่น การระลึกความทรงจำหรือความรู้ การทำความเข้าใจ การวิเคราะห์ การตีความ การตรวจสอบทบทวน การคาดการณ์ในอนาคต การให้เหตุผล การประเมินคุณค่า การตัดสินใจ การวางแผน การออกแบบ เป็นต้น

การคิดเชิงเหตุผล (rational thinking) คือ การคิดเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเหตุและผลว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดผลคืออะไร หรือผลที่เกิดขึ้นมาจากสาเหตุอะไร บนพื้นฐานของความรู้และข้อมูลต่างๆ เช่น การให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดการตัดไม้ทำลายป่าจึงเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

การคิดเชิงตรรกะ (logical thinking) คือ การอ้างความจริงอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วนำไปสู่การลงสรุปไปยังสิ่งอื่นอย่างมีเหตุผล เช่น การอ้างความจริงว่า 1) สสารทุกชนิดต้องการที่อยู่ 2) อากาศเป็นสสาร ดังนั้นสรุปได้ว่า อากาศต้องการที่อยู่อาศัย เป็นต้น

การคิดวิเคราะห์ (analytical thinking) คือ การคิดจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งที่ใหญ่กว่า และการพิจารณาความเกี่ยวข้องกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เช่น การจำแนกองค์ประกอบของดอกไม้ ที่ประกอบด้วย ก้านดอก กลีบดอก และเกสร เป็นต้น

การคิดสังเคราะห์ (synthesis thinking) คือ การคิดผสมผสานองค์ประกอบย่อยๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ทำให้มีความซับซ้อนมากขึ้น และมีลักษณะเป็นองค์รวม ไม่แยกส่วน เช่น การผสมผสานความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกาย ความรู้เกี่ยวกับดัชนีมวลกาย (BMI) และความรู้เกี่ยวกับความอ้วน นำไปสู่การสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ด้านการออกกำลังกายเพื่อลดน้ำหนัก เป็นต้น

การคิดเชิงระบบ (system thinking) คือ 1) การคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มองภาพรวมว่าฃเป็นระบบใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยระบบย่อยที่มีความสมบูรณ์ในตัวเองหลายระบบ และระบบย่อยเหล่านั้นต่างมีความสัมพันธ์กัน 2) การคิดในลักษณะ**วงจรของสาเหตุและผล (cycle loop)** ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีความเชื่อมโยงกัน เช่น การคิดเกี่ยวกับระบบของร่างกายมนุษย์ซึ่งเป็นระบบใหญ่ประกอบด้วยระบบย่อยๆ ได้แก่ ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบย่อยอาหาร ระบบต่อมไร้ท่อ ระบบขับถ่าย ระบบห่อหุ้มร่างกาย ระบบโครงกระดูก ระบบกล้ามเนื้อ ระบบประสาท ระบบสืบพันธุ์ เป็นต้น

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) คือ การคิดพิจารณาและประเมินข้อมูลหลักฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่คิด ด้วยความมีสติปัญญามีเหตุผล นำไปสู่การตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น การคิดพิจารณาและประเมินข้อมูลหลักฐานต่างๆ ว่าการแต่งกายชุดนักเรียนที่ถูกระเบียบช่วยส่งเสริมบุคลิกภาพที่ดีของนักเรียนจริงหรือไม่ เป็นต้น

การคิดไตร่ตรอง (reflective thinking) คือ การคิดทบทวนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (reflection in action) อดีต (reflection on action) หรืออนาคต (reflection for action)อย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้ ข้อมูล หลักฐาน ประสบการณ์ นำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น เช่น การทบทวนพฤติกรรมความสนใจในเรียนรู้ของตนเองจนได้ข้อสรุปในการปรับปรุงและพัฒนาตนเองในการเรียนรู้ครั้งต่อไป เป็นต้น

การคิดริเริ่ม (initiative thinking) คือ การคิดแสวงแนวทางหรือวิธีการใหม่ๆ ที่นำไปสู่การปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งที่ยังไม่เคยทำมาก่อน และเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์ การคิดริเริ่มเป็นพื้นฐาน ของการคิดสร้างสรรค์ เช่น การคิดนำวัสดุเหลือใช้มาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นต้น

การคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) คือ การคิดสร้างนวัตกรรม ซึ่งอาจเป็นแนวคิดใหม่ แนวทางใหม่ วิธีการใหม่ กระบวนการใหม่ เทคนิคใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานของการสร้างสรรค์นวัตกรรม เช่น การคิดค้นพัฒนานวัตกรรมอาหารที่ผลิตมาจากพืชผักธรรมชาติ ที่มีประโยชน์ และอยู่ในความสนใจของผู้บริโภค เป็นต้น

การพัฒนาการคิดของผู้เรียนเป็นภารกิจที่สำคัญของผู้สอนทุกคน ในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดต่างๆ **ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้**ที่หลากหลาย สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจ ของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะมีลักษณะบูรณาการสาระสำคัญต่างๆ เข้าด้วยกัน ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดด้านต่างๆ อย่างมีชีวิตชีวา สนุกสนาน มีความสุข โดยที่ผู้สอนมีการวัดและประเมินผลอย่างเป็นระบบชัดเจน นำผลการประเมินมาพัฒนาผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

บทสรุป

1. **ประสาทวิทยาศาสตร์** เป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ การเจริญเติบโต พันธุศาสตร์ ชีวเคมี สรีรวิทยา เภสัชวิทยา และพยาธิวิทยาของ**ระบบประสาท (nervous system)**

2. **เซลล์ประสาท** หรือ **Neuron** หรือ **nerve cell** เป็นเซลล์ของระบบประสาทที่ถูกกระตุ้นด้วยไฟฟ้าได้ ซึ่งมีบทบาทในการส่ง**สารสื่อประสาท** ในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

3. **สารสื่อประสาท** มีความสำคัญคือ ช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ ความรู้ ความจำ ความคิด อารมณ์ สติปัญญา **เกิดจากการที่เซลล์สมองแตกกิ่งมาเชื่อมต่อกันเป็นวงจร** มีการจัดระเบียบและเพิ่มการเชื่อมต่อใหม่ๆ ขึ้นจำนวนมาก

4. **แอลฟา - แล็คตัลบูมิน** เป็นสารอาหารตั้งต้นในการสร้างสารสื่อประสาทให้กับเด็กมีมากที่สุด ในน้ำนมของแม่ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เด็กที่ได้รับสารอาหารแอลฟา - แล็คตัลบูมิน ในปริมาณที่เพียงพอจะทำให้สมองมีพัฒนาการสมวัย การทำงานของสมองมีประสิทธิภาพสูง

5. **การรู้คิด (cognition)** เป็น**กระบวนการทางสมอง (mental process)** หรือการกระทำทางสมอง หรือกระบวนการที่สมองมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลสารสนเทศต่างๆ

6. **ทักษะการรู้คิด** เป็น**ความสามารถในคิดและการเรียนรู้ (ability to tough and learn)** ประกอบด้วย **การรับรู้ (perception) ความสนใจ (attention) การจำ (memory) ภาษา (language) และการคิด (thinking)**

โดยมีสมอง (brain) เป็นส่วนประมวลผลข้อมูล (processing) ที่รับเข้ามาจากประสาทสัมผัสต่างๆ ก่อให้เกิดการคิดและการเรียนรู้ขึ้น

7. **จุดประสงค์การเรียนรู้ด้านการรู้คิด** นักวิชาการที่ทำวิจัยพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านการรู้คิด ของ Bloom คือ Anderson and Krathwohl ผลจากการวิจัยดังกล่าวทำให้มีการปรับปรุงลำดับขั้นการรู้คิดใหม่ ดังนี้ **1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสังเคราะห์และสร้างสรรค์**

8. **อนุกรมวิธานแบบโซโล** เป็นโครงสร้างผลการเรียนรู้ที่สังเกตได้ **(structure of observed learning outcomes - SOLO)** คิดค้นขึ้นโดย John B. Biggs และ Kevin F. Collis จัดเรียงลำดับขั้นผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ไว้ 5 ขั้น ได้แก่ **1) ขั้นก่อนโครงสร้าง 2) ขั้นโครงสร้างเดี่ยว 3) ขั้นโครงสร้างหลากหลาย 4) ขั้นความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างความคิดรวบยอด และ 5) ขั้นขยายสู่นามธรรม**

9. **การคิด** เป็นองค์ประกอบหนึ่งของการรู้คิด การคิดมีหลายลักษณะซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเรียนรู้และการดำรงชีวิต ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาศักยภาพด้านการคิดอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะ**การคิดขั้นสูง (higher order thinking)**

บรรณานุกรม

Abadzi, H. (2006). *Efficient Learning for the Poor: Insights from the Frontier of Cognitive Neuroscience.* Washington D.C.: World Bank.

Anderson, J. R. (2004). *Cognitive Psychology and its Implication* (6th ed.). New York: Worth Publishers.

Baars, N. M. (2010). *Cognition, Brain, and Consciousness: Introduction to Cognitive Neuroscience.* Burlington, M.A.: Academic Press/Elsevier.

Biggs, J. B., & Collis, K. F. (2013). SOLO Taxonomy. retrieved from http://www.johnbiggs.com.au/academic/solo-taxonomy/

Blomberg, O. (2011). Concepts of cognition for cognitive engineering. *International journal of aviation psychology,* 21(1),85–104. doi:10.1080/10508414.2011.537561.

Brookhart, S. M. (2010). *How to Assess Higher–Order Thinking in Your Classroom.* Alexandria: ASCD.

Cabeza, R., Nyberg, L., & Park, D. C. (2005). *Cognitive Neuroscience of Aging: Linking Cognitive and Cerebral Aging.* New York: Oxford University Press.

D'Esposito, M. (2003). *Neuroscience Foundations of Cognitive Neuroscience.* Cambridge, Mass: MIT Press.

Eisenberger, J., Antonio, M., & Bertrando, R. (2005). *Self–Efficacy: Raising the Bar for All Students* (2nd ed.). New York: Routledge.

Festinger, L. (1957). *A Theory of Cognitive Dissonance.* California: Stanford University Press.

Franchi, S., & Bianchini, F. (2011). *The Search for a Theory of Cognition: Early Mechanisms and New Ideas.* New York: Value Inquiry Book Series.

Galotti, K. M. (2011). *Cognitive Psychology In and Out of the Laboratory.* Los Angeles: SAGE.

Gardner, H. (2011). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences.* New York: Basic Books.

Gazzaniga, M., Ivry, R. B., Mangun, G. R.(2013). *Cognitive Neuroscience: the Biology of the Mind* (4thed.). New York: W.W. Norton & Company.

Higgins, E. S. (2013). *The Neuroscience of Clinical Psychiatry: the Pathophysiology of Behavior and Mental Illness.* Philadelphia: Wolters Kluwer Health, Lippincott Williams & Wikins.

Hunt, R. R. (2005). *Fundamental of Cognitive Psychology.* Boston: McGraw-Hill Higher Education.

Lazear, D. (2004). *Higher–Order Thinking in the Multiple Intelligences Way.* Chicago: Zephyr Press.

Longstaff, A. (2011). *Neuroscience.* New York: Garland Science.

Martin, M. (2009). *Cognition.* New Jersey: John Wiley & Sons.

Medin, D. L. (2005). *Cognitive Psychology.* New York: John Wiley & Sons.

Schacter, D., Gilbert, D. T., & Wegner, D. M. (2011). *Psychology.* New York: Worth Publishers.

Sternberg, R. J., & Sternberg, K. (2009). *Cognitive Psychology* (6thed.). Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning.

Wallace, J. (2013). “Cognitive – based learning” retrieved from http://www.ehow.com/about_5291526_cognitivebased-learning.html

Wadsworth, B. J. (1996). *Piaget's Theory of Cognitive and Affective Development: Foundations of constructivism* (5thed.). New York: Longman Publishers.

Wright, R. D. & Ward, L. M. (2008). *Orienting of Attention.* Oxford: Oxford University Press.

Zaidel, E., Iacoboni, M. (2003). *The Parallel Brain: the Cognitive Neuroscience of the Corpus Callosum.* Cambridge, Mass: MIT Press.

http://en.wikipedia.org/wiki/Eric_Kandel (สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม พ.ศ. 2561)

http://en.wikipedia.org/wiki/Neurotransmitter (สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม พ.ศ. 2561)

http://th.wikipedia.org/wiki/การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ (สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม พ.ศ. 2561)

http://en.wikipedia.org/wiki/Educational_neuroscience (สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม พ.ศ. 2561)