

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป
สำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขปฏิบัติ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2555

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป
สำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขุฎิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป
สำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2555

ฉวีวรรณ สีสม. (2555). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

ในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปสำหรับนักศึกษาศาสนาการพลศึกษา.

ปริญญาณพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินดา แทมมบรรจง,
รองศาสตราจารย์ ดร. สมสร วังษ์อยู่น้อย,รองศาสตราจารย์ ดร. ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้สมองเป็น
ฐาน(BRAISE Model) สำหรับนักศึกษาศาสนาการพลศึกษาและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการ
จัดการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาาสตร์ของนักศึกษา และความพึงพอใจของ
นักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาเคมีที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วย 2 เรื่อง คือ
ปฏิกิริยาเคมี และเคมีอาหาร โดยใช้นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ชั้นปีที่ 1 คณะ
วิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม ปีการศึกษา 2554
จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้มาจากการเลือกอย่างเจาะจงจากประชากรจำนวน 900 คน ใช้
แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One Group Pretest-Posttest Design) เวลาในการ
ทดลองจำนวน 24 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วย
การทดสอบค่าที ชนิด t-test for dependent sample

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model)
ที่เหมาะสมประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นบริหารสมอง (Brain-Gym) 2. ขั้นกระตุ้นสมอง(Rouse)
3. ขั้นจัดประสบการณ์ (Accessing to information) 4. ขั้นฝึกประสบการณ์ (Implementation) 5. ขั้น
สรุปประสบการณ์ (Summary) และ 6. ขั้นขยายความรู้ (Extension) ประสิทธิภาพของรูปแบบการ
จัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อน
เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05 นอกจากนี้นักศึกษามีจิตวิทยาาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .05 อีกทั้งมีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานอยู่ใน
ระดับมาก

THE DEVELOPMENT OF LEARNING MANAGEMENT MODEL BY USING BRAIN-BASED
LEARNING IN GENERAL CHEMISTRY UNIT FOR UNDERGRADUATE STUDENTS
AT INSTITUTE OF PHYSICAL EDUCATION



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education Degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
March 2012

Chaweewan Seesom. (2012). *The Development of Learning Management Model by Using Brain-Based Learning in General Chemistry Unit for Undergraduate Students at Institute of Physical Education*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok : Graduate school, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst.Prof. Dr. Chinda Tambunchong, Assoc. Prof. Dr.Somson Wongyounoi, Assoc. Prof. Dr. Prapansiri Susoarat.

The objectives of this study were to (1) develop the general chemistry brain-based learning management model for physical education students, and (2) study the effectiveness of learning management model on the students' learning achievement, scientific mind, and satisfaction towards learning management model.

A research design of One Group Pretest-Posttest Design was used as a step toward the implementation of the learning management model. The population was 900 students from the Institute of Physical Education that were studying in the 2011 academic year. The samples were 40 students who were first year students at Institute of Physical Education Mahasarakham. They were selected by using purposive sampling. The contents involved in this study were chemical reaction and food chemistry which took in 24 hours for implementation. The collected data were analyzed using basic statistics and t-test for dependent sample.

The results revealed that the feasible learning management model (BRAISE Model) consists of 6 steps which were Brain-Gym, Rouse, Accessing to information, Implementation, Summary and Extension. The effectiveness of the learning management model (BRAISE Model) was indicated by the students' mean score of learning achievement after learning with the BRAISE Model were higher than that before significantly at .05 level and also higher than cut-off score significantly at .05 level. Beside that the students' scientific mind mean score after learning with the BRAISE Model was higher than cut-off score significantly at .05 level and the satisfaction towards learning management model was show in high level mean score.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป
สำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา
ของ
ณวีรวัฒน สีสม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2555

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินดา แท้มบรรจง)

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาลินี อาจารย์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมสร วังษ์น้อย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินดา แท้มบรรจง)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมสร วังษ์น้อย)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ณสรณ์ ผลโภาค)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จาก
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดา แต่มบรรจง รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย และรองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆด้วยความเมตตา อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ณสรณ์ ผลโภาค และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาลินี อาจารย์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าและให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่ทำให้ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้

กราบขอบพระคุณผู้บริหาร คณาจารย์สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬารุ่นปี 1 ปีการศึกษา 2554 ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ และพี่น้องศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่คอยห่วงใย ให้กำลังใจและช่วยเหลือตลอดมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอขอบคุณสถาบันการพลศึกษาที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาต่อแก่ผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่น้องทุกคนในครอบครัว ที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่บิดามารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านดังที่กล่าวมา

ณวีวรรณ สีสม

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
สมมติฐานในการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	11
โครงสร้างสมองและสารเคมีในสมอง.....	11
ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของสมอง.....	17
ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	21
หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	23
แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	38
รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	47
แนวคิดการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	53
ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	53
การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	54
การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในสถาบันการพลศึกษา.....	56
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	57
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	57
องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	58
การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	59
จิตวิทยาาสตร์.....	64
ความหมายของจิตวิทยาาสตร์.....	64
ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาาสตร์.....	65

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีจิตวิทยาาสตร์.....	66
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอน.....	68
ความหมายของความพึงพอใจ.....	68
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจในการเรียน.....	69
วิธีสร้างความพึงพอใจในการเรียน.....	70
การวัดความพึงพอใจ.....	70
คะแนนจุดตัด.....	71
ความหมายของคะแนนจุดตัด.....	71
วิธีกำหนดคะแนนจุดตัด.....	73
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	79
งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	79
งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาาสตร์ และความพึงพอใจ.....	83
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	87
การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน.....	87
การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	87
การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ BRAISE ไปใช้.....	96
การประเมินประสิทธิผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	101
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	103
ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	103
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	104
จิตวิทยาาสตร์.....	106
ความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	109

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	111
สรุปผลการวิจัย.....	112
อภิปรายผลการวิจัย.....	112
ข้อเสนอแนะ.....	118
บรรณานุกรม.....	119
ภาคผนวก.....	129
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	130
ภาคผนวก ข แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาเคมี และเคมีอาหาร.....	132
ภาคผนวก ค ตัวอย่างเครื่องมือวิจัย.....	143
ภาคผนวก ง ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้.....	163
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	166

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ปัจจัยที่มีผลต่อสมอง.....	18
2 การกำหนดคะแนนจุดตัด.....	72
3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	90
4 หัวข้อการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	91
5 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	93
6 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ระหว่างก่อนกับหลังปรับปรุง...	97
7 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design.....	98
8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model).....	104
9 แสดงคะแนนจุดตัด (Cut-off score) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	105
10 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนจุดตัด....	106
11 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model).....	107
12 แสดงคะแนนจุดตัด (Cut-off score) ของคะแนนจิตวิทยาศาสตร์.....	109
13 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัด.....	109
14 คะแนนความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐาน (BRAISE Model).....	110

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 ส่วนประกอบของเซลล์ประสาท.....	13
3 การเรียนรู้ที่ผู้เรียนไม่มีความสุข.....	19
4 การเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความสุข.....	20
5 แผนภูมิแสดงลีลาการสอนของครูตามแนวคิดของแมคคาธีร์.....	31
6 สรุปแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	53
7 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	59
8 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	59
9 แสดงคะแนนพยากรณ์ที่ได้จากจุดตัดของการกระจายคะแนนในกลุ่มที่ได้เรียนแล้วกับกลุ่มที่ยังไม่ได้เรียน.....	76
10 ขั้นตอนในการดำเนินงานพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีโดยใช้สมองเป็นฐาน.....	102
11 กราฟแสดงคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	105
12 กราฟแสดงคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) ของคะแนนจิตวิทยาศาสตร์.....	108
13 นักศึกษากำลังฝึกทำบริหารสมอง.....	164
14 นักศึกษากำลังศึกษาค้นคว้าหาความรู้.....	164
15 นักศึกษากำลังทำการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	165
16 นักศึกษากำลังนำเสนอผลงานด้วยแผนผังความคิด.....	165

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันสภาพสังคมไทยมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม ในยุคแห่งโลกาภิวัตน์ นั่นก็คือเทคโนโลยี เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก มีการแทรกซึมของความคิด รูปแบบ กระบวนทัศน์ทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และวัฒนธรรม ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อการดำรงชีวิตของทุกคน ทำให้เกิด กระแสการปฏิรูปการศึกษาขึ้นโดยเฉพาะการจัดการศึกษาของอุดมศึกษาในประเทศต่างๆ ทั่วโลก การอุดมศึกษาไทยนอกจากได้รับผลกระทบดังกล่าวนี้ยังต้องเผชิญกับกระแสกดดันภายในประเทศ เช่น การเพิ่มปริมาณของนักศึกษา ความคาดหวังของสังคมที่มีต่อสถาบันอุดมศึกษา ปัญหา คุณภาพบัณฑิต การขาดแคลนอาจารย์ที่มีคุณภาพ หลักสูตรที่ขาดความหลากหลาย กระบวนการ จัดการเรียนรู้ที่ไม่เอื้อต่อการแสวงหาความรู้ สภาพความจำกัดในด้านงบประมาณ กำลังคน ประสิทธิภาพของการบริหารจัดการและคุณภาพของการจัดการศึกษา เป็นต้น (สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544: 47-83) ดังนั้นสถาบันอุดมศึกษาจึงมีการปรับตัวโดยการ ปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติของประเทศเพื่อให้ทันต่อกระแสการ เปลี่ยนแปลงดังกล่าว

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2545 มาตรา 22 กำหนดว่า การศึกษาต้องยึดหลักให้ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตาม ธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ นอกจากนั้นในมาตรา 24 ยังได้กำหนดรายละเอียดของการจัด กระบวนการเรียนรู้ว่า ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดเนื้อหาสาระและ กิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัด บรรยายภาค สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนและอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีความรอบรู้ ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้ มาใช้ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และมาตรฐานการศึกษามาตรฐานที่ 4 เน้นให้ผู้เรียนมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และ มาตรฐานการศึกษา ดังกล่าว การจัดการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาคุณภาพด้านกระบวนการคิดและการ แก้ปัญหา จึงนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องได้รับการพัฒนากันอย่างจริงจัง (สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาแห่งชาติ. 2545)

จากสภาพการจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาของไทยในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มที่ ทำให้คุณภาพการศึกษาต่ำกว่ามาตรฐานสากล จากการจัดการเรียนรู้ที่ขาดประสิทธิภาพ โดยวิธีการสอนยังเน้นการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอน ขาดงานวิจัยและสร้างความรู้ใหม่ ไม่ส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถในการใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และสร้างสรรค์ รวมทั้งปัญหาที่เกิดจากตัวผู้สอนเองที่บกพร่องในหน้าที่ ขาดวินัยทางวิชาการ ไม่ได้มุ่งมั่นในการแสวงหาความรู้ที่ทันสมัย มีความบกพร่องในการบริหารจัดการและขาดกลไกในการควบคุมคุณภาพ (ทบทวนมหาวิทยาลัย. 2543: 19) การจัดการเรียนรู้ของครูส่วนใหญ่ไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนได้สมกับความเป็นสถาบันชั้นสูงโดยเน้นเนื้อหาวิชาการมากกว่าการสอนให้รู้จักคิด ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544: 81) วิธีการสอนล้าสมัยไม่มีการปรับเปลี่ยนจากการเรียนรู้ ทำให้บัณฑิตมีคุณภาพลดลง (ทบทวนมหาวิทยาลัย. 2543: 45) และจากข้อมูลการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษาของประเทศไทย ปี 2553 ของสถาบันนานาชาติเพื่อพัฒนาด้านการจัดการ (International Institute for Management Development) พบว่าผลการประเมินการศึกษาในภาพรวมของไทยอยู่ในอันดับที่ 47 จาก 58 ประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2553: ออนไลน์) สถาบันอุดมศึกษาจึงมีความจำเป็นที่จะต้องปฏิรูปการจัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพของบัณฑิตให้ทันต่อความเปลี่ยนแปลงในการประกอบอาชีพ การเพิ่มขึ้นขององค์ความรู้ สภาพสังคมและเศรษฐกิจที่มีการแข่งขันสูง การผลิตและการให้บริการจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ สภพสังคมและเศรษฐกิจที่มีการแข่งขันสูง การผลิตและการให้บริการจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ บุคลากรที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถปฏิบัติงานด้วยความมุ่งมั่น อดทนและรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ด้วย (วินัย วีระพัฒนานนท์. 2543: 28-29) ดังนั้นการปฏิรูปการจัดการเรียนรู้หรือการเรียนการสอนจึงเป็นภารกิจหนึ่งที่มุ่งสร้างความแข็งแกร่งทางวิชาการที่ยั่งยืนให้กับระบบอุดมศึกษาโดยเน้นมาตรการพัฒนารูปแบบและวิธีการสอนให้มีความหลากหลาย และเหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียน (สำนักงานปลัดทบวงมหาวิทยาลัย. 2544: 25)

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หรือ Brain – Based Learning (BBL) เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปในหลายประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยด้วย เพราะเชื่อว่าเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จและมีความสุขกับกิจกรรมการเรียนรู้ (ทินกร ตริรัตน์. 2553: ออนไลน์) ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ในบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ และสอดคล้องกับการทำงานของสมองของตนเอง เพราะธรรมชาติมนุษย์จะเกิดการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้นั้นต้องอาศัยสมองและระบบประสาทเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของสมองจะทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนได้รู้จักคิด มุ่งเน้นการฝึกผู้เรียนให้ใช้ความคิดอย่างถูกวิธี คิดอย่างเป็นระบบ รู้จักวิเคราะห์ ไม่มองเห็นสิ่งต่าง ๆ อย่างตื้นๆ หรือเพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น ทำให้ผู้เรียนสามารถช่วยตัวเองได้และนำไปสู่จุดหมายของการเรียนรู้อย่างแท้จริง จึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาและส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของสมองมนุษย์ ซึ่งนักวิจัยทั่วโลกค้นพบตรงกันว่าสมองของ

มนุษย์ทุกคนถูกออกแบบมาเพื่อการเรียนรู้โดยแท้ ไม่มีสมองของมนุษย์(ปกติ)คนใดที่จะไม่เรียนรู้ เพียงแต่การพัฒนาจะดีเพียงใดขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและการจัดการเรียนรู้ที่อยู่รอบ ๆ ตัวของผู้เรียน (วิทยากร เชียงกูล. 2547: 115) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานจึงเป็นทางออกหนึ่ง สำหรับแก้ปัญหาวิกฤติการเรียนรู้ของเด็กและเยาวชนไทย (กฤษฎพงศ์ กิริติกร. 2547)

สถาบันการพลศึกษาเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่มุ่งเน้นผลิตกำลังคนที่เป็นนักวิชาการทั้ง วิชาชีพชั้นสูงทางด้านพลศึกษาและนันทนาการที่สนองความต้องการของท้องถิ่นและสอดคล้องกับ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ การจัดกิจกรรมและประสบการณ์ การเรียนรู้ มุ่งเน้นการ ปฏิบัติควบคู่ทฤษฎี ยึดหลักความร่วมมือกับสถานศึกษา องค์กรชุมชน นำไปสู่การพัฒนาให้เกิด ความก้าวหน้าทางวิชาชีพอย่างมีประสิทธิภาพสูง ทั้งในด้านเทคนิค การจัดการงานอาชีพและด้าน คุณธรรม วิชาเคมีทั่วไปเป็นวิชาหนึ่งที่ทำให้มีการเรียนการสอนในสถาบันการพลศึกษา เป็นวิชา บังคับและเป็นพื้นฐานของการเรียนในสายวิชาชีพโดยเฉพาะสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและ วิทยาศาสตร์สุขภาพ เนื่องจากวิชาเคมีเป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของ สสาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวของผู้เรียนทุกคน ดังนั้นความรู้วิชาเคมีจึงเป็นพื้นฐานสำคัญที่เป็น ประโยชน์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและประยุกต์ใช้ในวิชาชีพได้ แต่ในสภาพปัจจุบันของการ จัดการศึกษาวิชาเคมีทั่วไป ในสถาบันการพลศึกษา พบว่านักศึกษาที่เข้ามาเรียนที่สถาบัน การพลศึกษา สำเร็จมาจากหลักสูตรที่หลากหลายมีทั้งผู้จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ผู้เรียนจึงมีพื้นฐานที่แตกต่างกันมีทั้งที่เคยเรียนวิชาเคมีมาแล้วและ ยังไม่เคยเรียนวิชาเคมีเลย จึงเป็นการยาก ที่ผู้สอนจะจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจได้อย่างทั่วถึง เนื่องจาก เนื้อหาสาระของวิชาเคมีค่อนข้างมาก ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติเชิงลบต่อการเรียนวิชาเคมี ไม่มี แรงจูงใจในการเรียน และเห็นว่าวิชาเคมีเป็นวิชา ที่ยากเกินไปและไม่เกี่ยวข้องกับกับสาขาวิชาชีพ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อการเกิดจิตวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วย ดังนั้นผู้สอนจึงควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้เข้าใจในธรรมชาติของการเรียนรู้ โดยเฉพาะการทำงานของสมอง ซึ่งเป็นกลไกการเรียนรู้ที่สำคัญมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่ใช้โครงสร้างและหน้าที่ของสมองมาเป็นเครื่องมือในการจัดการ เรียนรู้โดยไม่สกัดกั้นการทำงานของสมอง แต่เป็นการส่งเสริมให้สมองได้ปฏิบัติหน้าที่ให้สมบูรณ์ ที่สุดภายใต้แนวคิดที่ว่าทุกคนแม้มีความแตกต่างกันแต่สามารถเรียนรู้ได้ ทุกคนมีสมองพร้อมที่ เรียนรู้มาตั้งแต่กำเนิด วิธีการเรียนรู้นี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสุข สนุกสนาน เกิดอารมณ์ตื่นตัว ตลอดการเรียน มีการมุ่งเน้นการจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนซึ่งเหมาะสมกับสภาพปัญหา ดังกล่าวข้างต้น

จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาวิจัยการพัฒนารูปแบบการจัดการ เรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปเรื่องปฏิกิริยาเคมีเนื่องจากเป็นเนื้อหา ที่ค่อนข้างยากและเป็นเรื่องที่ไกลตัว การที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรมแล้วมองเห็น เป็นรูปธรรมจึงเป็นการยากทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และเรื่องเคมีอาหารซึ่งเป็นเรื่องที่ง่าย มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพได้ แต่พบว่าผู้เรียน

ขาดความสนใจในการเรียนรู้ ดังนั้นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานจะช่วยให้ผู้สอนเข้าใจในพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีขึ้น และปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์ในการจัดการเรียนรู้ใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน แสดงให้เห็นว่าการเรียนวิชาเคมีไม่ใช่สิ่งไกลตัวและไม่ยากเกินความสามารถ ให้ผู้เรียนเห็นว่าทุกคนล้วนมีศักยภาพในการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น สามารถนำความรู้ที่มีไปประกอบวิชาชีพ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันต่อไปได้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา
2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ตลอดจนความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
2. เป็นประโยชน์สำหรับผู้เรียนในการที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ตามเนื้อหาวิชา มีจิตวิทยาศาสตร์ และมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาแนวคิดและแนวปฏิบัติของครูผู้สอนเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียนและขยายผลไปใช้ในรายวิชาอื่นต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา ในปีการศึกษา 2554 จำนวน 900 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการเลือกอย่างเจาะจง (Purposive sampling) จากประชากรทั้งหมด โดยเลือกนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาชั้นปีที่ 1 สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเคมีทั่วไป ในภาคเรียนที่ 1/2554 จำนวน 40 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
2. ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
ซึ่งประเมินได้จาก
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 จิตวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ อยู่ในรายวิชาเคมีทั่วไป รหัสวิชา วท 021001 ระดับปริญญาตรี ตามหลักสูตรของสถาบันการพลศึกษา เรื่อง ปฏิบัติเคมี และเคมีอาหาร ซึ่งมีหัวข้อย่อย ดังนี้

1. ปฏิบัติเคมี
 - 1.1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - 1.2 สมการเคมี
 - 1.3 ประเภทของปฏิกิริยาเคมี
 - 1.4 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - 1.5 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เคมีอาหาร
 - 2.1 อาหารและสารอาหาร
 - 2.2 สารปนเปื้อนในอาหาร
 - 2.3 การใช้พลังงานในร่างกาย
 - 2.4 อาหารสำหรับนักกีฬา

ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ใช้เวลา 7 สัปดาห์ รวม 28 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 24 ชั่วโมงและทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง ขั้นตอนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยนำองค์ความรู้เรื่องสมองและธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1.ขั้นบริหารสมอง (Brain-Gym) 2.ขั้นกระตุ้นสมอง (Rouse) 3.ขั้นจัดประสบการณ์

(Accessing to Information) 4. ขั้นฝึกประสบการณ์ (Implementation) 5. ขั้นสรุปประสบการณ์ (Summary) และ 6. ขยายความรู้ (Extension) หรือ BRAISE Model ดังนี้

1.1 ขั้นบริหารสมอง (Brain-Gym) หมายถึง ขั้นการผ่อนคลายเพื่อลดความตึงเครียดและเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนฝึกการบริหารสมองด้วยท่าต่างๆ ประมาณ 5-10 นาที เพื่อให้สมองซีกซ้ายและขวาทำงานประสานกันรวมทั้งสร้างความสมดุลให้กับสมองด้วยการลดผลกระทบที่ทำให้ร่างกายตึงเครียด ทำให้เกิดการผ่อนคลายและเลือดไปเลี้ยงสมองได้ดีขึ้น ซึ่งทำการบริหารสมองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1.1.1 กลุ่มท่าการเคลื่อนไหวสลับข้าง ได้แก่

ท่าส่ายคอ วิธีปฏิบัติ หายใจเข้าลึกๆ ผ่อนคลายหัวไหล่ และก้มศีรษะมาข้างหน้า ส่ายศีรษะซ้ายๆ จากข้างหนึ่งไปอีกข้างหนึ่ง ขณะที่หายใจจะบายเอาความอึดอัดออกไป ปลายคางจะวาดเป็นโค้งน้อยๆ แตกว้างไปตามหน้าอกขณะที่คอผ่อนคลาย จากนั้นวาดคางเป็นวงโค้งเล็กๆ เพื่อผ่อนคลายตรงจุดตึงเครียด

ท่าเลข 8 หลังยาว วิธีปฏิบัติ ยื่นแขนออกไปข้างหน้า แล้วชูหัวแม่มือออกมา หมุนแขนเป็นเลข 8 ขนาดใหญ่ในอากาศอย่างช้าๆ ลักษณะทวนเข็มนาฬิกา และใช้สายตาจ้องมองไปพร้อมๆ กับหัวแม่มือที่วาดไปด้วย โดยใช้แขนที่ละข้าง ข้างละ 3 รอบจากนั้นใช้แขนทั้ง 2 ข้าง

ท่าจีบ - L วิธีปฏิบัติ ใช้มือขวาทำท่าจีบ มือซ้ายทำท่ารูปตัวแอล (L) ทำสลับข้างกันไปมา

ท่าโป่ง - ก้อย วิธีปฏิบัติ ยกมือทั้งสองข้างขึ้น มือข้างหนึ่งทำท่าโป่ง ส่วนมืออีกข้างทำท่าก้อย ทำสลับกันไปมา

ท่าแตะจมูก แตะหู วิธีปฏิบัติ มือขวาแตะที่หูซ้าย มือซ้ายแตะที่จมูก ลักษณะมือไขว่กัน และสลับข้างโดยเปลี่ยนมือซ้ายแตะหูขวา มือขวาแตะจมูก ทำสลับกันไปมา

ท่าแตะหู วิธีปฏิบัติ มือซ้ายอ้อมไปจับที่หูขวา ส่วนมือขวาอ้อมไปจับที่หูซ้ายและสลับข้าง โดยเปลี่ยนเป็นมือขวาอ้อมไปจับที่หูซ้าย ส่วนมือซ้ายอ้อมไปจับที่หูขวา ทำสลับกันไปมา

1.1.2 กลุ่มท่ากิจกรรมยืดเส้นยืดสาย ได้แก่

ท่านวดน่อง วิธีปฏิบัติ งอขาขวา ขาซ้ายเหยียดตรง ขณะที่เอนตัวไปข้างหน้า และหายใจออกให้ค่อยๆ กดสันเท้าซ้ายลงกับพื้น ขณะที่รู้สึกผ่อนคลายให้ยกสันเท้าซ้ายขึ้นและหายใจลึกๆ ทำซ้ำกัน 3 ครั้ง แล้วเปลี่ยนข้างทำเช่นเดียวกัน ยิ่งงอเขามากเท่าใดยิ่งรู้สึกว่าการนวดยืดตัวมากขึ้น

ท่ากระตุ้นต้นแขน วิธีปฏิบัติ เอามือจับแขนอีกข้างที่ยกชูขึ้นตรงกับระดับหู หายใจออกเบาๆ ผ่านริมฝีปากที่เม้มไว้ ขณะเดียวกัน กระตุ้นกล้ามเนื้อโดยดันแขนสวนทางกับมือที่จับอยู่ไปใน 4 ทิศทาง (ข้างหน้า ข้างหลัง แขนเข้ามาและดันออกไป)

1.1.3 กลุ่มท่าบริหารเพื่อเพิ่มพลัง

ท่าพลังความคิด ใช้หัวแม่มือและนิ้วชี้จับใบหูดึงไปทางหลังเบาๆ แล้วกางออก แล้ววาดเบาๆ จากบนลงล่าง ตามขอบใบหู

ท่าปุมสมอง วิธีปฏิบัติ ใช้มือซ้ายวางบริเวณโหนกศีรษะอาหาร่องหลุมตื้นๆ โดยมือขวาวางไว้ที่ตำแหน่งสะดือ ให้นวดในลักษณะนี้ ประมาณ 30 วินาที จากนั้นสลับตำแหน่งมือทั้งสองข้าง

ท่าปุมขมับ ใช้นิ้วชี้ทั้งสองข้าง นวดขมับเบาๆ นวดเบาๆ วนเป็นวงกลม ใช้สายตามองจากซ้ายไปขวา และบนลงล่าง

ท่าหาเพิ่มพลัง วิธีปฏิบัติ อ้าปากเหมือนกำลังหา วางปลายนิ้วลงบนจุดที่รู้สึกตึงเครียดบนกราม (หรือบริเวณรอยบุ๋ม ระหว่างเนินโหนกแก้มกับรูหูที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาอ้าปากหาเมื่อน้ำสัมผัสจะรู้สึกยุบ) ทำเสียงหาต่ำๆ ผ่อนคลาย และลูบเบาๆ ให้ความเครียดหมดไป

1.2 ขั้นกระตุ้นสมอง (Rouse) หมายถึง ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นและสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีที่สุด เพื่อกระตุ้นและช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ เกิดความท้าทาย และชวนให้ค้นหาคำตอบ รวมทั้งทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน

1.3 ขั้นจัดประสบการณ์ (Accessing to Information) หมายถึง ขั้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้หลากหลาย โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่เป็นแก่นสาร

1.4 ขั้นฝึกประสบการณ์ (Implementation) หมายถึง ขั้นการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติโดยนำความรู้ที่ได้มาลงมือปฏิบัติเพื่อเป็นการเพิ่มและทบทวนความรู้ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเชี่ยวชาญมากยิ่งขึ้น

1.5 ขั้นสรุปประสบการณ์ (Summary) หมายถึง ขั้นการให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ค้นพบจากการทำกิจกรรมที่หลากหลายเป็นความคิดรวบยอดในรูปแผนผังความคิด (Mind map) หลังจากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมและประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกัน

1.6 ขั้นขยายความรู้ (Extension) หมายถึง ขั้นการให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดหรือการสร้างองค์ความรู้ใหม่เชื่อมโยงความรู้สู่การประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ผลที่เกิดจากการพัฒนาและการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มุ่งการบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาจาก 3 ประการ คือ

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากการวัดความรู้ในเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป ของผู้เรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานซึ่งประเมินจากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ

2.1.1 ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์

2.1.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ หรือจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏความรู้ใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังสัญลักษณ์หนึ่ง ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งกว่าความรู้ความจำ

2.1.3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา

2.1.4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะการจัดการ

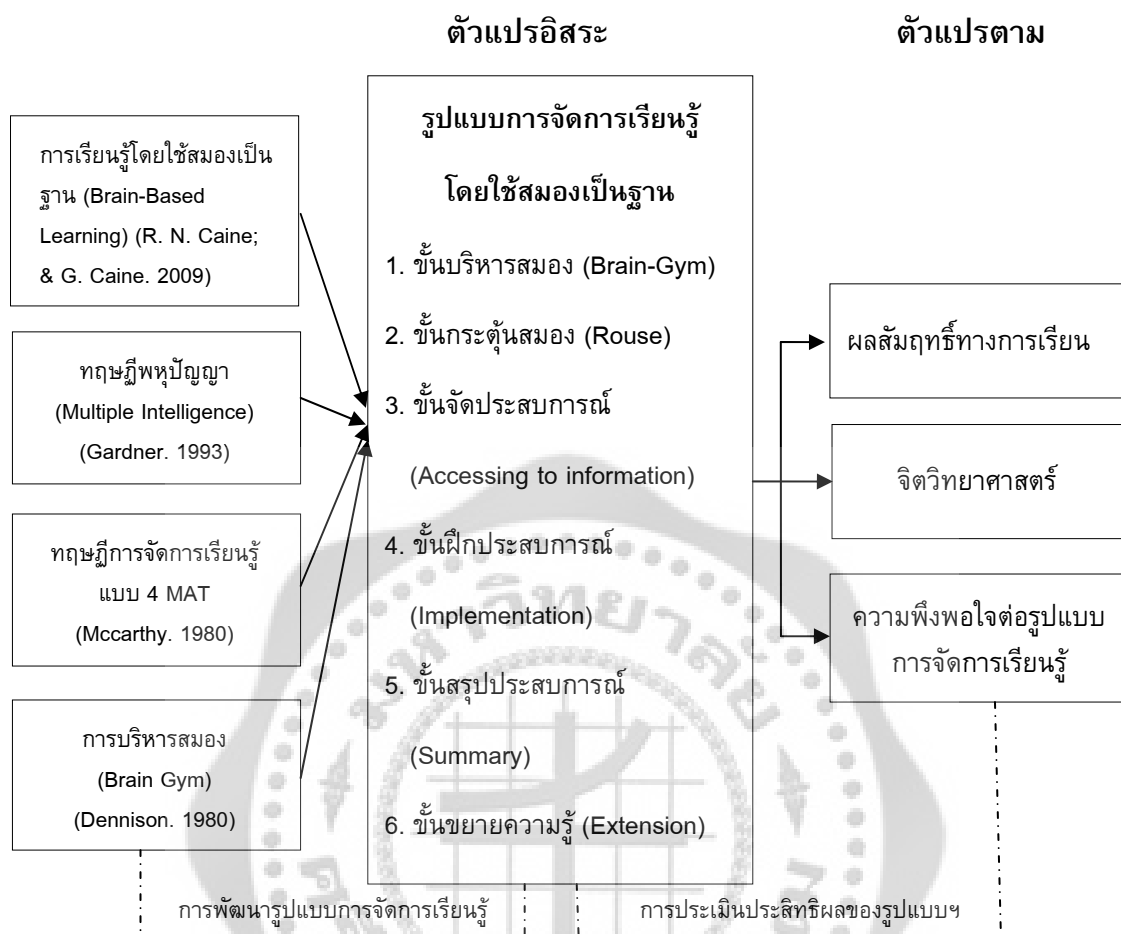
2.1.5 การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิจารณ์ ตัดสิน ประเมินค่าและสรุปในเรื่องราวต่างๆ

2.2 จิตวิทยาาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัย ความเชื่อ เจตคติ และกระบวนการคิดของบุคคลในการแสวงหาความรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาเคมีทั่วไปในชีวิตประจำวันและในวิชาชีพ โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการให้นักศึกษาประเมินตนเองด้วยการตอบคำถามในแบบสอบถามวัดจิตวิทยาาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ของนัสดา อังสุวาทย์ (2550: 181-184)

2.3 ความพึงพอใจของผู้เรียน หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ชั้นบริหารสมอง ชั้นกระตุ้นสมอง ชั้นจัดประสบการณ์ ชั้นฝึกประสบการณ์ ชั้นสรุปประสบการณ์ และชั้นขยายความรู้ โดยประเมินจากแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานประกอบด้วย 6 ขั้นตอน จากนั้นนำรูปแบบดังกล่าวมาใช้ในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาาสตร์ และความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ คือ

1. นักศึกษาที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักศึกษาที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด
3. นักศึกษาที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีจิตวิทยาาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด
4. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานอยู่ในระดับมากขึ้นไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยโดยนำเสนอตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
 - 1.1 โครงสร้างสมองและสารเคมีในสมอง
 - 1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของสมอง
 - 1.3 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
 - 1.4 หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
 - 1.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
 - 1.6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
2. แนวคิดการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 2.2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
 - 2.3 การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในสถาบันการพลศึกษา
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 3.2 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 3.3 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. จิตวิทยาาสตร์
 - 4.1 ความหมายของจิตวิทยาาสตร์
 - 4.2 ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาาสตร์
 - 4.3 พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีจิตวิทยาาสตร์
5. ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้
 - 5.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 5.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
 - 5.3 วิธีสร้างความพึงพอใจในการเรียน
 - 5.4 การวัดความพึงพอใจ
6. คะแนนจุดตัด
 - 6.1 ความหมายของคะแนนจุดตัด
 - 6.2 วิธีกำหนดคะแนนจุดตัด

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

7.2 งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจ

1. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning: BBL)

การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นการนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมองและระบบการทำงานของสมองมาใช้ในการออกแบบจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับพัฒนาการของสมองแต่ละช่วงวัย เพื่อก่อให้เกิดศักยภาพสูงสุดในการเรียนรู้ของมนุษย์ในแต่ละช่วงวัย โดยมีที่มาจากศาสตร์การเรียนรู้ 2 สาขา คือ ความรู้ทางประสาทวิทยา (Neuroscience) อธิบายถึงความคิดและจิตใจของมนุษย์เชื่อมโยงกับทักษะการเรียนรู้ คือ ความสามารถในการเรียนรู้ ความชำนาญ ความเข้าใจและความจำ ซึ่งการนำองค์ความรู้ทั้ง 2 สาขามารวมกันทำให้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตั้งอยู่บนฐานปัจจัยที่ทำให้สมองมีการเปลี่ยนแปลง และสมองมีปฏิกิริยาตอบรับการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมระหว่างผู้เรียนและผู้สอน รวมทั้งการออกแบบเครื่องมือต่างๆ ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ การจดจำ และมีความสามารถในการใช้เหตุผล และมิติสัมพันธ์ (เกศสุตา ใจคำ. 2552: 62-70)

สมองเป็นอวัยวะสำคัญที่จัดเป็นส่วนกลางของระบบประสาท ทำหน้าที่ควบคุมและสั่งการเคลื่อนไหว รักษาความสมดุลในร่างกาย ซึ่งการทำงานของสมองเกี่ยวกับการรับรู้ อารมณ์ การจดจำทางความคิด และเรียนรู้การเคลื่อนไหว สมองประกอบด้วยตัวเซลล์ประมาณ 10 พันล้านตัว ถึง 12 พันล้านตัว แต่ละตัวมีเส้นใยที่เรียกว่า แอกซอน (Axon) และเดนไดรต์ (Dendrite) สมองจะเกิดการเรียนรู้ได้เมื่อเซลล์สมอง 2 ตัว ส่งผ่านข้อมูลติดต่อกันและกัน โดยข้อมูลจะส่งจากเซลล์สมองตัวส่งผ่านทางสายใยส่งข้อมูลแอกซอน (Axon) ไปยังสายใยรับข้อมูลเดนไดรต์ (Dendrite) ของเซลล์ประสาทตัวรับ โดยจะมีจุดเชื่อมซินแนปส์ (Synapse)

1.1 โครงสร้างสมองและสารเคมีในสมอง

1.1.1 โครงสร้างสมอง

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา ได้แบ่งโครงสร้างสมองออก เป็น 3 ส่วน คือ (คันสนีย์ ฉัตรคุปต์; และคนอื่นๆ. 2544: 33-35)

1) สมองส่วนแรก อาร์เบรน (R-brain) หรือ เรปทิลเลียนเบรน (Reptilian brain) แปลว่า มาจากสัตว์เลื้อยคลาน หรือ สมองสัตว์ชั้นต่ำ ซึ่ง ไพรบรัม (Pirbrum) แนะนำว่า เราควรจะเรียก เรปทิลเลียนเบรน หรือ สมองของสัตว์เลื้อยคลานว่า คอร์เบรน (Core brain) หรือแกนหลัก ของสมอง คือ สมองที่อยู่ที่แกนสมอง หรือ ก้านสมอง นั่นเอง มีหน้าที่ ขั้นพื้นฐานที่ง่ายที่สุดเกี่ยวกับการเดินของหัวใจ การหายใจ ทำหน้าที่เกี่ยวกับประสาทสัมผัส และสั่งงานให้กล้ามเนื้อ มีการเคลื่อนไหว สมองส่วนนี้ยังรับและเก็บข้อมูล เกี่ยวกับการเรียนรู้จากสมอง หรือ ระบบประสาทส่วนถัดไป และทำให้เกิดเป็นระบบตอบโต้อัตโนมัติขึ้นทำให้เรามีการโต้ตอบอย่างง่าย ๆ ปรากฏ

อารมณ์ ปราศจากเหตุผล เช่น สัญชาตญาณ การมีชีวิตอยู่เพื่อความอยู่รอด ความต้องการอาหารที่พิกอาศัย

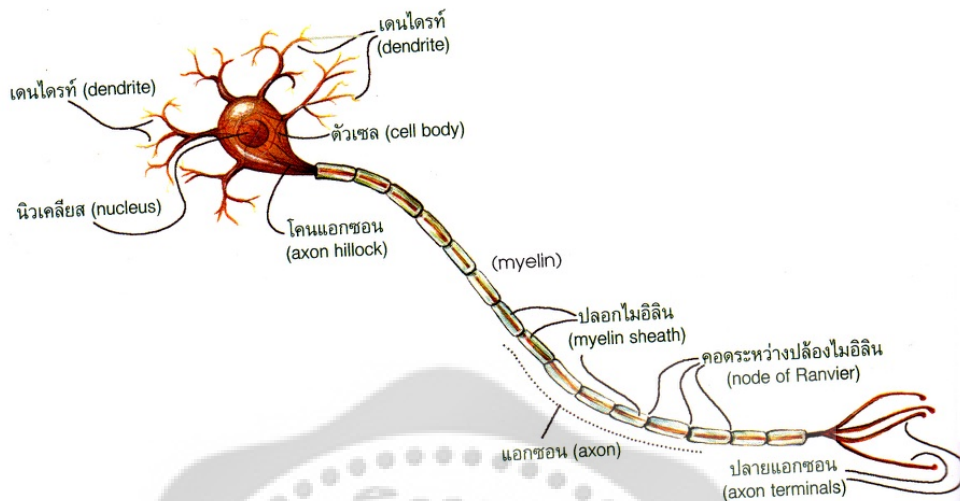
2) สมองส่วนที่สองเรียกว่าลิมบิกเบรน (Limbic Brain) หรือโอลด์แมมมาเลียนเบรน (Old mammalian brain) คือ สมองของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสมัยเก่า ก็คือ สมองส่วนฮิปโปแคมปัส เทมโปราลโลบ (Temporal lobe) และบางส่วนของ ฟรอนทอลโลบ (Frontal lobe) ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวกับ ความจำ การเรียนรู้พฤติกรรม ความสุข อารมณ์ขั้นพื้นฐาน ความรู้สึก เช่น ชอบ ไม่ชอบ ดี ไม่ดี โกรธ หรือ มีความสุข เศร้า หรือ สนุกสนาน รักหรือเกลียด สมองส่วนนี้จะทำให้คนเราปรับตัวได้ดีขึ้น มีความฉลาดมากขึ้นและสามารถเรียนรู้โลกได้กว้างขึ้น เป็นสมองส่วนที่สลับซับซ้อนมากขึ้น ทำให้คนเรามีความสามารถในการปรับตัวปรับพฤติกรรมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น ถ้าหากมีสิ่งกระตุ้นที่ไม่ดีเข้ามา สมองส่วนนี้จะแปลข้อมูลออกมาเป็น ความเครียด หรือไม่มีความสุข

3) สมองส่วนที่สามเรียกว่า นิวแมมมาเลียนเบรน (New mammalian brain) หรือสมองของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสมัยใหม่ คือสมองใหญ่ทั้งหมด โดยเฉพาะบริเวณพื้นผิวของสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิด การเรียนรู้ สถิติสัมพัทธ์ และรายละเอียดที่สลับซับซ้อน มีขนาดใหญ่กว่าสมองอีก 2 ส่วนถึง 5 เท่าด้วยกัน สมองส่วนนี้เป็นศูนย์รวมเกี่ยวกับความฉลาด ความคิดสร้างสรรค์ การคำนวณ ความรู้สึก เห็นอกเห็นใจผู้อื่น ความรักความเสนหา เป็นสมองส่วนที่ทำให้มนุษย์รู้จักคิดหาหนทางเอาชนะธรรมชาติ หรือควบคุมสิ่งแวดล้อมในโลกนี้

การทำงานของสมองจะทำงานกันเป็นกลุ่ม คือ เซลล์ประสาทจะมารวมกันเป็นกลุ่มแล้วทำหน้าที่หนึ่งอย่าง เซลล์ประสาทเหล่านี้จะติดต่อถึงกัน ทำให้เกิดการทำงาน มีกระแสไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ถ้าหากการทำงานและกระแสไฟฟ้านี้หยุดไป เซลล์ประสาทก็จะตายและจุดเชื่อมต่อระหว่างเส้นใยประสาทของเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์ที่ติดต่อถึงกันที่จะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและพลังงานกันก็จะตายไปด้วย สำหรับสมองส่วนที่เกี่ยวกับความคิด จะมีการจัดเรียงตัวของกลุ่มเซลล์ประสาทเป็นล้านๆกลุ่ม ซึ่งจะติดต่อถึงกันด้วยเส้นใยประสาท โดยเซลล์ประสาทหนึ่งตัวจะมีเส้นใยประสาทติดต่อกับเซลล์ประสาทอื่นหรือในกลุ่มอื่นเป็นหมื่น ๆ เส้นใย เนื่องจากการติดต่อกลับไปกลับมาระหว่างเซลล์ประสาทและระหว่างกลุ่มเซลล์ประสาท ทำให้ไม่ว่าจะมีปฏิกิริยาอย่างไรอย่างหนึ่งเกิดขึ้นก็สามารถมีผลต่อสมองทั้งสมองได้ กลไกการทำงานของสมองนี้เป็นไปตลอดเวลา เซลล์ประสาทแต่ละตัวจะทั้งรับข้อมูลเข้าและส่งข้อมูลออกในเวลาเดียวกัน ผลก็คือผลลัพธ์จากการทำงานหรือการโต้ตอบของเซลล์ประสาททั้งกลุ่มนั้น เซลล์ประสาททำงานตลอดเวลา ข้อมูลที่เก็บไว้ในสมองจะมีลักษณะเป็นคลื่นไฟฟ้าและเมื่อมีข้อมูลใหม่ๆ เข้าไปในสมอง กระแสไฟฟ้าก็จะมีคลื่นความถี่ที่มีรูปแบบเฉพาะหรือรูปแบบใหม่ที่สมองยังไม่เคยได้รับมาก่อน สมองก็จะหาเซลล์ประสาทกลุ่มใหม่และมีการสร้างเส้นใยประสาทหรือการติดต่อใหม่เพื่อที่จะจัดการเก็บข้อมูลใหม่ๆ ไว้ในสมอง (คันทันนี ฉัตรคุปต์; และคนอื่นๆ. 2544: 36-40)

เซลล์สมองที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้มี 2 อย่าง คือ นิวรอน (Neurons) และ กลีเยเซลล์ (Glial cells) ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ที่ส่วนบนของสมองชั้นนอก (Neocortex) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อเซลล์สมอง 2 เซลล์ ติดต่อกัน โดยผ่านทางสายใยประสาทส่งผ่านข้อมูลซึ่งกันและกัน เซลล์สมองมี

ส่วนประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ตัวเซลล์ (Cell body) โยประสาทตัวรับ (Dendrite) และ โยประสาทตัวส่ง (Axon) ตามภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ส่วนประกอบของเซลล์ประสาท

ที่มา: อัครภูมิ จารุกร. (2550). *สมอง เรียน รู้*. หน้า 80

ไมอีลิน (Myelin) เป็นเยื่อไขมันที่หุ้มใยประสาทตัวส่งข้อมูล (Axon) ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนไฟฟ้าหุ้มเพื่อให้ข้อมูลสามารถส่งผ่านได้อย่างรวดเร็ว ประกอบไปด้วยไขมันที่จำเป็นร้อยละ 75 และโปรตีนร้อยละ 25 ทั้งนี้มีข้อควรคำนึงถึงอยู่ 2 อย่างคือ

1. ยิ่งเซลล์ประสาทได้รับข้อมูลบ่อยเท่าไร ไมอีลินก็จะยิ่งมีมาก ไขมันมาก และเกิดการเรียน รู้รวดเร็วมากขึ้น

2. ไมอีลิน (Myelin) เกิดขึ้นหลังคลอด โดยเริ่มที่สมองส่วนล่าง (ก้านสมอง) แล้วค่อยต่อไปที่สมองส่วนหน้า (Cortex) แล้วแต่ช่วงอายุ ส่วนใดเจริญเติบโตก่อนก็จะเกิดการทำงานของสมองส่วนนั้นและส่วนใหญ่จะเจริญเต็มที่ในช่วงวัยรุ่นซึ่งช่วยให้เด็กวัยรุ่นสามารถคิดในการวางแผน การแก้ปัญหาเป็น การตัดสินใจ การสังเคราะห์ สรุป วิเคราะห์ ประเมินต่างๆ ได้ง่ายขึ้น เกิดความคิดขั้นสูง (Higher order thinking) และเกี่ยวกับความจำชั่วคราวระยะสั้น (Short term memory) ซึ่งใช้ในชีวิตประจำวัน

การส่งสัญญาณของเซลล์สมอง (Neuron signals) เป็นกระบวนการรับส่งข้อมูลในสมองในลักษณะกระแสไฟฟ้า – สารเคมี โดยถ้าเป็นการส่งสัญญาณภายในเซลล์ประสาทเองจะเป็นไฟฟ้า หากเป็นการส่งสัญญาณระหว่างเซลล์ประสาทจะเป็นสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) (กมลพรรณ ชีวพันธุ์ศรี. 2546: 2-7)

เซลล์สมองจะเกิดการเรียนรู้โดยข้อมูลที่เรารับได้จากสัมผัสทั้ง 5 คือ ผ่านทางตา หู จมูก ลิ้น สัมผัสผิวหนัง จะส่งผ่านเข้าสู่สมอง จากเซลล์สมองส่งผ่านทางสายใยประสาทส่งข้อมูลไปยังสายใยประสาทรับข้อมูลของเซลล์ประสาทสายใยตัวรับ โดยจะมีจุดเชื่อมระหว่างกัน เมื่อมีข้อมูลผ่านมาบ่อยๆ จะทำให้จุดเชื่อมนี้แข็งแรง ซึ่งเซลล์สมองแต่ละเซลล์จะเชื่อมกัน 5,000 - 10,000 เซลล์ โดยมีตัวเชื่อมประมาณ 1 ล้านล้าน ซึ่งเด็กจะสร้างใยประสาทได้เร็วและง่ายกว่าผู้ใหญ่ และยังใช้งานบ่อย ใยประสาทก็จะแข็งแรงมากขึ้นข้อมูลก็จะเดินทางได้เร็วขึ้น ทำให้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าเด็กจะเรียนรู้ได้เร็วกว่าผู้ใหญ่

ใน 2 - 3 ขวบแรก สมองจะเรียนรู้อย่างรวดเร็วมาก และจะพัฒนาระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ การเต้นของหัวใจ การเคลื่อนไหว การมองเห็นและการได้ยินเสียง กระบวนการของการรับส่งข้อมูลในสมองจะเป็นแบบกระแสไฟฟ้า-สารเคมี โดยภายในเซลล์ประสาทจะเป็นไฟฟ้า ส่วนระหว่างเซลล์ประสาทจะเป็นสารเคมี

ประจุไฟฟ้าในเซลล์สมองจะมีทั้งบวกและลบ ซึ่งในผนังเซลล์สมองจะมีช่องทางให้ประจุไฟฟ้าเหล่านี้เข้าออกได้ ประจุบวกอยู่นอกเซลล์ ประจุลบอยู่ในเซลล์ ถ้า 2 ข้างสมดุลกันก็จะอยู่ในระยะพัก เมื่อมีการกระตุ้นโดยข้อมูลต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาก็จะทำให้ประจุไฟฟ้าเหล่านี้ไม่สมดุลกัน เกิดกระแสไฟฟ้าส่งพลังงานออกมากระตุ้นใยประสาทต่อไปยังจุดเชื่อม ซึ่งจะมีสารเคมีหลั่งออกมาเพื่อนำข้อมูลไปสู่เซลล์สมองอีกอันหนึ่ง ทั้งนี้ถึงแม้จำนวนเซลล์สมองจะไม่เปลี่ยนแปลงแต่ก็อาจจะมีการสูญเสียการติดต่อสื่อสารระหว่างเซลล์ด้วยกันได้อันเป็นผลมาจากการที่สมองไม่ได้ถูกกระตุ้นหรือถูกใช้ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัยที่กำลังเจริญเติบโต (10 ขวบปีแรก) ซึ่งเรียกว่า Neural pruning ซึ่งจะสูญเสียความทรงจำและไม่เกิดการเรียนรู้รวมไปถึงการทำงานของเซลล์สมองในกลุ่มนั้น เช่น ศักยภาพทางความคิด การแก้ปัญหา ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนจะต้องสังเกตและแก้ไข ปรับสาเหตุปัญหาหลักๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของสมองส่วนแกนเป็นอันดับแรก สร้างความมั่นคงทางจิตใจในระดับสมองชั้นกลางเป็นลำดับต่อมา สมองส่วนนอกก็จะทำหน้าที่ให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเป็นพลังการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนสามารถคิดได้เอง มีเหตุผล การคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา ผู้สอนสามารถกระตุ้นกระบวนการคิดให้เกิดกับผู้เรียนได้อย่างเป็นลำดับและต่อเนื่องอันจะพัฒนาไปสู่กระบวนการคิดขั้นสูงได้ เป็นพัฒนาศักยภาพทางด้าน การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเป็นการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้ควบคู่กับความคิด ส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ศักยภาพของผู้เรียนเป็นลักษณะความสามารถซึ่งฝังตัวอยู่เฉยๆ เพื่อรอโอกาสพัฒนาเป็นความสามารถที่มีคุณค่าของมนุษย์ โดยให้โอกาสการเรียนรู้จึงจะพัฒนาการปรากฏออกมา นอกจากชั้นของสมองจะมีส่วนสัมพันธ์กับการเรียนรู้แล้ว สมองซีกซ้ายและซีกขวามีส่วนสัมพันธ์กับการเรียนรู้ด้วย ซึ่งผู้สอนจะต้องตระหนักถึงความสัมพันธ์ของสมองทั้ง 2 ซีกของผู้เรียน กระตุ้นการเรียนรู้ให้เกิดความสมดุลของสมองทั้ง 2 ซีก (คันสนีย์ จัตรคุปต์ และคณะ. 2544: 33-40)

1.1.2 การทำงานของสมองและสารเคมี

ในสมองมีสารเคมีบางตัวที่ทำให้เรารู้สึกดี ซึ่งจะมีผลต่อความจำ การเรียนรู้ ความสัมพันธ์ ความคิด นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารและยาบางชนิดก็มีผลต่อสารเคมีเหล่านี้ ซึ่งสารเคมีในสมองเหล่านี้มีมากกว่า 60 ตัว ทำหน้าที่ในการนำข้อมูลจากเซลล์สมองหนึ่งไปสู่อีกเซลล์หนึ่ง (กมลพรรณ ชีวพันธุ์ศรี. 2546: 11)

กระแสไฟฟ้าจากเซลล์สมองจะทำให้ใยประสาทตัวส่ง (Axon) หลังสารเคมีนี้ผ่านจุดเชื่อม (Synapse) ไปสู่ใยประสาทของสมองตัวรับ (Dendrite) ที่จุดรับเฉพาะ (Special receptor) ที่แตกต่างกันและไม่สามารถจับกับจุดรับอื่นๆ ได้ เพื่อนำข้อมูลจากเซลล์สมองหนึ่งส่งผ่านไปยังอีกเซลล์หนึ่ง

สารส่งสัญญาณสมอง (แบ่งตามการทำงาน) มี 2 ชุด ได้แก่

- 1) การกระตุ้น (Excitatory) ทำให้เซลล์สมองส่งสัญญาณไป
- 2) การกด / ยับยั้ง (Inhibitory) ทำให้เซลล์สมองหยุดการทำงาน

ทั้งนี้เซลล์สมอง 1 ตัวนั้นสามารถเป็นทั้งถูกกระตุ้นหรือถูกกดการทำงานแต่อยู่คนละจุดกันภายใน 1 เซลล์ กลุ่มที่ถูกกระตุ้นจะมีจุดรับมากกว่ากลุ่มถูกกด เมื่อเซลล์ประสาทได้รับข่าวสารข้อมูลซ้ำๆ จะมีผลทำให้จุดเชื่อมแข็งแรงและจะเพิ่มจุดรับ (Receptor site) มากขึ้นทำให้การส่งผ่านข้อมูลเร็วขึ้นและง่ายขึ้นเช่นเดียวกัน

สารส่งสัญญาณทั้ง 2 กลุ่มนี้จะช่วยให้เด็กมีความตั้งใจ สนใจเรียนและกำจัดสิ่งรบกวนสมาธิออกไป ซึ่งการสร้างและการทำงานของสารส่งสัญญาณในสมองมีดังนี้

- 1) เซลล์สมองถูกกระตุ้นจากการสัมผัสต่าง ๆ (ผ่านทางประสาทสัมผัสทั้ง 5) ทำให้เกิดการหลั่งสารนี้ที่บริเวณสายใยประสาทส่งข้อมูล (Axon)
- 2) สารนี้จะนำข่าวสารจากเซลล์สมองตัวหนึ่งไปที่เซลล์อีกตัวหนึ่งโดยผ่านจุดเชื่อมไปจับกับใยประสาทตัวรับข้อมูลที่จุดรับเฉพาะ
- 3) เซลล์สมองตัวรับเมื่อถูกกระตุ้นจากข้อมูลต่างๆก็จะทำให้เซลล์สมองส่งสัญญาณต่อไปกระตุ้นให้เกิดการทำงานหรือกดการส่งสัญญาณ

ทั้งนี้สารเคมีที่หลั่งออกมาจะถูกทำลายที่จุดเชื่อมหรือถูกดูดกลับหมดโดยเซลล์สมองตัวส่ง

1.1.3 ชนิดของสารเคมีในสมอง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

- 1) กลุ่มกระตุ้นสมอง ได้แก่

เซโรโตนิน (Serotonin) ทำให้รู้สึกอารมณ์ดี ทำหน้าที่ส่งข้อมูลเกือบทุกข่าวสาร ผ่านส่วนต่างๆในสมอง ถ้าขาดจะทำให้เกิดการซึมเศร้า มองคุณค่าในตนเองต่ำ

เอนดอร์ฟิน (Endorphins) หรือ Endogenous morphine เป็นยาชาตามธรรมชาติในร่างกาย เป็นสารเคมีที่ทำให้เกิดความสุข อารมณ์ดี สมองจะเจริญเติบโตและเรียนรู้ได้ดี

ถ้าขาดสารนี้จะทำให้เราขาดความสุขแม้ว่าจะฟังเพลงที่ชอบ แต่ถ้ามีสารนี้มากก็จะมีอารมณ์ดีเป็นพิเศษและสนุกสนาน

อะเซทิลโคลีน (Acetylcholine) ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย ทำให้ข้อมูลส่งผ่านได้ดีขึ้น มีบทบาทสำคัญในความจำระยะยาว ช่วยให้สมองเก็บความรู้ที่เรียนในเวลากลางวันไปเก็บในสมองในเวลาหลับ เป็นสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับความฝัน ถ้าขาดสารนี้จะทำให้สมาธิลดลง ซึมเศร้า และนอนไม่ค่อยหลับ

โดปามีน (Dopamine) ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหว ถ้ามีสารนี้ต่ำจะมีผลต่อความจำที่ใช้กับการทำงาน แต่ถ้ามีสูงมากเกินไปก็จะทำให้เกิดโรคจิตประสาทหลอน และจะลดลงเมื่ออายุมากขึ้น โดยผู้ชายจะมีอัตราการลดลงมากกว่าผู้หญิง

สารเคมีในกลุ่มนี้ทำหน้าที่ควบคุมความประพฤติ การแสดงออกและอารมณ์ ทำให้สมองตื่นตัวและมีความสุข ทำให้การอ่านข้อมูลข่าวสารเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและง่ายขึ้น ทำให้ร่างกายรู้สึกดีและมีความสุข และทำให้เกิดภูมิคุ้มกันต้านทานรวมไปถึงทำให้สุขภาพแข็งแรงด้วย สารเคมีในกลุ่มกระตุ้นสมองนี้จะหลั่งมากเมื่อออกกำลังกาย ได้รับคำชมเชย การร้องเพลง การเล่นเป็นกลุ่ม สิ่งแวดล้อมในห้องเรียนดี การให้ทำกิจกรรมกลุ่ม การได้รับสัมผัสที่อบอุ่น การมองเห็นคุณค่าของตนเอง มีความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง การเล่นดนตรีและเรียนศิลปะโดยไม่ถูกบังคับ การได้รับสิ่งที่ชอบ การมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน การยิ้มแย้มแจ่มใส การให้ทาน การช่วยเหลือผู้อื่น เป็นต้น (กมลพรรณ ชีวพันธุ์ศรี. 2546: 13-16)

2) กลุ่มกีดการทำงานของสมอง ได้แก่

อะดรีนาลีน (Adrenaline) เป็นสารที่เกี่ยวข้องกับการตกใจและการต่อสู้ การตอบสนองต่อความเครียด ถ้ามีมากเกินไปจะมีอันตรายทั้งต่ออารมณ์และร่างกาย สารนี้จะหลั่งเมื่อมีความรู้สึกไม่ดี มีความเครียด มีความทุกข์ การมองเห็นคุณค่าตนเองต่ำ โดนดุด่าทุกวัน ซึมเศร้า โกรธ วิตกกังวล ซึ่งจะทำให้เกิดการทำลายองค์ประกอบภายในสมองไม่ว่าโดยประสาทต่างๆ หรือแม้แต่เซลล์สมอง รวมทั้งจะหยุดยั้งการส่งข้อมูลระหว่างเซลล์สมองทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ครู พ่อ แม่ หรือผู้ใกล้ชิดกับเด็กต้องระวังไม่ให้เกิดเหตุการณ์เหล่านี้ในขณะสอนหรืออยู่กับเด็ก

คอร์ติซอล (Cortisol) หากมีในปริมาณสูงจะทำให้เด็กมีลักษณะซน ไม่อยู่นิ่ง (Hyperactivity) มีความกังวล สมาธิสั้นควบคุมไม่ได้ มีความสามารถในการเรียนลดลง ซึ่งคอร์ติซอลนี้จะคล้ายกับอะดรีนาลีน คือถ้ามีมากเกินไปจะมีพิษต่อสมอง ภาวะคอร์ติซอลสูงจะทำให้ระบบย่อยอาหารผิดปกติ เช่น เป็นโรคกระเพาะอาหาร โรคเกี่ยวกับระบบไหลเวียนโลหิต เช่น ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ หรือทำให้ภูมิคุ้มกันต่ำ เป็นโรคภูมิแพ้หรือโรคเมะเร็งได้ง่าย (ตันสนีย์ จัตรคุปต์ และคณะ. 2544: 50-61)

สารเคมีในกลุ่มนี้เป็นสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเครียด จะหลังเมื่อสมองได้รับความกดดันหรือมีความเครียดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการยับยั้งการส่งข้อมูลของแต่ละเซลล์สมอง ยับยั้งการเจริญเติบโตของสมองและใยประสาท ทำให้คิดอะไรไม่ออก ยับยั้งเส้นทางความจำต่างๆ ส่วน มีภูมิต้านทานต่ำ เป็นภูมิแพ้หรือเป็นมะเร็งได้ง่าย ทำลายเซลล์สมองและใยประสาท ซึ่งการคำนึงถึงสารเคมีในสมองนี้จะช่วยให้ครู พ่อแม่ หรือผู้ใกล้ชิดเข้าใจและระมัดระวังไม่ให้เกิดขึ้นกับเด็กในขณะที่สอนหรือขณะที่อยู่กับเด็กก็ตาม

1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของสมอง

การเติบโตและพัฒนาการของสมองเป็นรากฐานของพัฒนาการเรียนรู้และเริ่มต้นตั้งแต่ทารกอยู่ในครรภ์ การสร้างเซลล์สมองของทารกมีสูงสุดในช่วงทารกอายุ 3-6 เดือนในครรภ์ แต่ในช่วงสุดท้ายของการตั้งครรภ์เซลล์สมองที่ไม่จำเป็นก็จะถูกกลดจำนวนไป อาจกล่าวได้ว่าคนเราเกิดมาพร้อมกับจำนวนเซลล์สมองเท่าที่เป็นพื้นฐานการดำเนินชีวิตต่อไปโดยไม่มีการสร้างใหม่ การเติบโตของสมองในช่วง 0-12 ปีเป็นการเติบโตทางปริมาณ ทำให้สมองมีขนาดร้อยละ 90-95 ของวัยผู้ใหญ่ ซึ่งแน่นอนว่าการขยายตัวนี้มีได้เกิดจากการเพิ่มจำนวนเซลล์สมองแต่เป็นเพราะมีการสร้างใยประสาทเชื่อมโยงกันระหว่างเซลล์สมองส่วนต่างๆ สลับกันไปกับการเกิดการจัดระเบียบของใยประสาทโดยส่วนที่ไม่ได้ใช้จะหายไป ส่วนที่ใช้บ่อยๆ ใยประสาทจะหนาตัวขึ้นช่วยให้การส่งกระแสประสาทมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กระบวนการจัดระเบียบใยประสาทนี้เป็นการค้นพบใหม่ และพบว่าเป็นส่วนสำคัญของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสมองในการเรียนรู้ที่จะปรากฏในช่วง 0 - 25 ปีเท่านั้น โดยมีการจัดระเบียบสมองส่วนคิดที่ละส่วนจากหลังมาหน้า สำหรับช่วงอายุ 6-12 ปี เซลล์ประสาทจะเติบโตในลักษณะการเชื่อมโยงระหว่างเซลล์ประสาท สมองส่วนสีเทาซึ่งก็คือเซลล์สมองและใยประสาทส่วนรับข้อมูล จะเติบโตถึงจุดสูงสุดเมื่อเด็กผู้หญิงอายุ 11 ปี และเด็กผู้ชายเมื่ออายุ 12 ปี การเติบโตของสมองในช่วงวัยรุ่นเป็นสิ่งที่น่าสนใจโดยที่เซลล์ประสาทจะสร้างใยประสาทเชื่อมโยงระหว่างกันจำนวนมหาศาล กระบวนการจัดระเบียบของใยประสาทตลอดช่วงวัยรุ่นประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่ไม่ได้ใช้จะหายไป ส่วนที่ใช้บ่อยๆ ใยประสาทจะสร้างและเพิ่มขนาดของเปลือกหุ้มขึ้น ช่วยทำให้การส่งกระแสประสาทให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เด็กและเยาวชนคือประชาชนที่มีอายุอยู่ในช่วง 0-25 ปี อันเป็นวัยแห่งการเรียนรู้ (ยงยุทธ วงศ์ภิรมย์ศานติ์, 2551: ออนไลน์) ปัจจุบันสังคมไทยรวมไปถึงสังคมโลกล้วนแต่ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ตลอดชีวิต แต่ก็ทราบกันดีว่าโอกาสในการเรียนรู้ที่มีอัตราการเรียนรู้สูงที่สุดนั้นอยู่ในช่วงอายุดังกล่าวนี้เอง แต่เดิมนั้นเรามักเข้าใจว่ากลไกการเรียนรู้ในระบบจะเกิดจากการสร้างเส้นใยประสาทซึ่งมีอยู่ตลอดชีวิตและมีมากในวัยเด็ก ปัจจุบันเรามีความเข้าใจที่ชัดเจนมากขึ้นว่า แม้การสร้างใยประสาทเชื่อมโยงระหว่างกันจะมีบทบาทในการเรียนรู้ตลอดชีวิต แต่กลไกที่สำคัญที่สุดในช่วง 25 ปีแรก กลับเป็นเรื่องของการจัดระเบียบใยประสาทที่เกิดขึ้นในสมองส่วนคิดที่ละส่วนๆ จากหลังมาหน้าในแต่ละส่วนไป

สำหรับในเรื่องความเข้าใจเกี่ยวกับสมอง 2 ซีกคือ ซีกซ้าย กับ ซีกขวานั้น เดิมมักถูกเข้าใจว่าเป็นการทำงานแยกส่วนจากกัน โดยสมองซีกซ้ายของคนทีถนัดขวาก็ทำหน้าที่ด้านการใช้เหตุผล ภาษา และคณิตศาสตร์ ขณะที่สมองซีกขวาก็ทำหน้าที่ด้านศิลปะ ดนตรี จินตนาการและมิติสัมพันธ์ การศึกษาเรื่องการเรียนรู้ในระยะหลังพบว่าการทำงานของสมองจะเป็นลักษณะการทำงานร่วมกันของสมองทั้ง 2 ซีก ดังนั้นเราจึงสามารถใช้จินตนาการ ดนตรี ศิลปะและมิติสัมพันธ์ มาส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องการใช้เหตุผล ภาษา และคณิตศาสตร์ได้ หรือในทางกลับกันการศึกษาน่าสนใจเหล่านี้ยังรวมถึงบทบาทของดนตรีบางลักษณะในการจัดระเบียบและความสัมพันธ์ในการทำงานของสมองส่วนต่างๆ การเรียนรู้ที่ผสมผสานไปกับความเพลิดเพลินทั้งในห้องเรียนและผ่านสื่อ (Edutainment) การเรียนรู้ซึ่งอาศัยกิจกรรมที่หลากหลายมาผสมผสานกับการทำงานของสมองทั้ง 2 ด้าน เป็นต้น โดยปัจจัยที่มีผลต่อสมองสามารถสรุปได้ตามตาราง 1

ตาราง 1 ปัจจัยที่มีผลต่อสมอง

สมองเจริญเติบโตดี (ฉลาด)	สมองถูกทำลาย (เป็นได้ทุกวัย)
- การได้ทำกิจกรรมกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์กับสังคม - ได้ทำงาน/เรียนในสิ่งที่ชอบ - ช่วยเหลือตัวเองตามวัย - การเล่นต่าง ๆ/เล่นกับเพื่อนๆ - การได้ฟังการเล่านิทาน - ศิลปะ ดนตรี กีฬา ออกกำลังกาย ร้องเพลงตามความชอบและอิสระ ไม่ถูกบังคับ ไม่ใช่ท่องทฤษฎี - ได้รับคำชมเชยเสมอ - มองภาพตนเองบวก - เป็นคนยืดหยุ่น ไม่เข้มงวดเกินไป - ช่วยเหลือตัวเองตามวัย - ความรักความอบอุ่นจากพ่อแม่/ผู้ใกล้ชิด - ทักษะศึกษา : สัมผัสของจริง - อาหารครบ 5 หมู่	1. ความเครียดนานๆ จากทุกสาเหตุ เช่น - ถูกบังคับให้เรียน/ทำงานในสิ่งที่ไม่ชอบ - ทำงาน/เรียนหนัก การบ้านมาก ไม่มีเวลาพักผ่อน/ออกกำลังกาย - ถูกดุด่าทุกวัน - มองคุณค่าตัวเองต่ำ - วิตกกังวล ทุกข์นานๆ - ความกลัว โกรธนานๆ - ถูกเข้มงวดเกินไป 2. สมองไม่ถูกใช้หรือกระตุ้นเลย 3. ขาดสารอาหาร 4. การได้รับสารพิษ เช่น ยาเสพติด

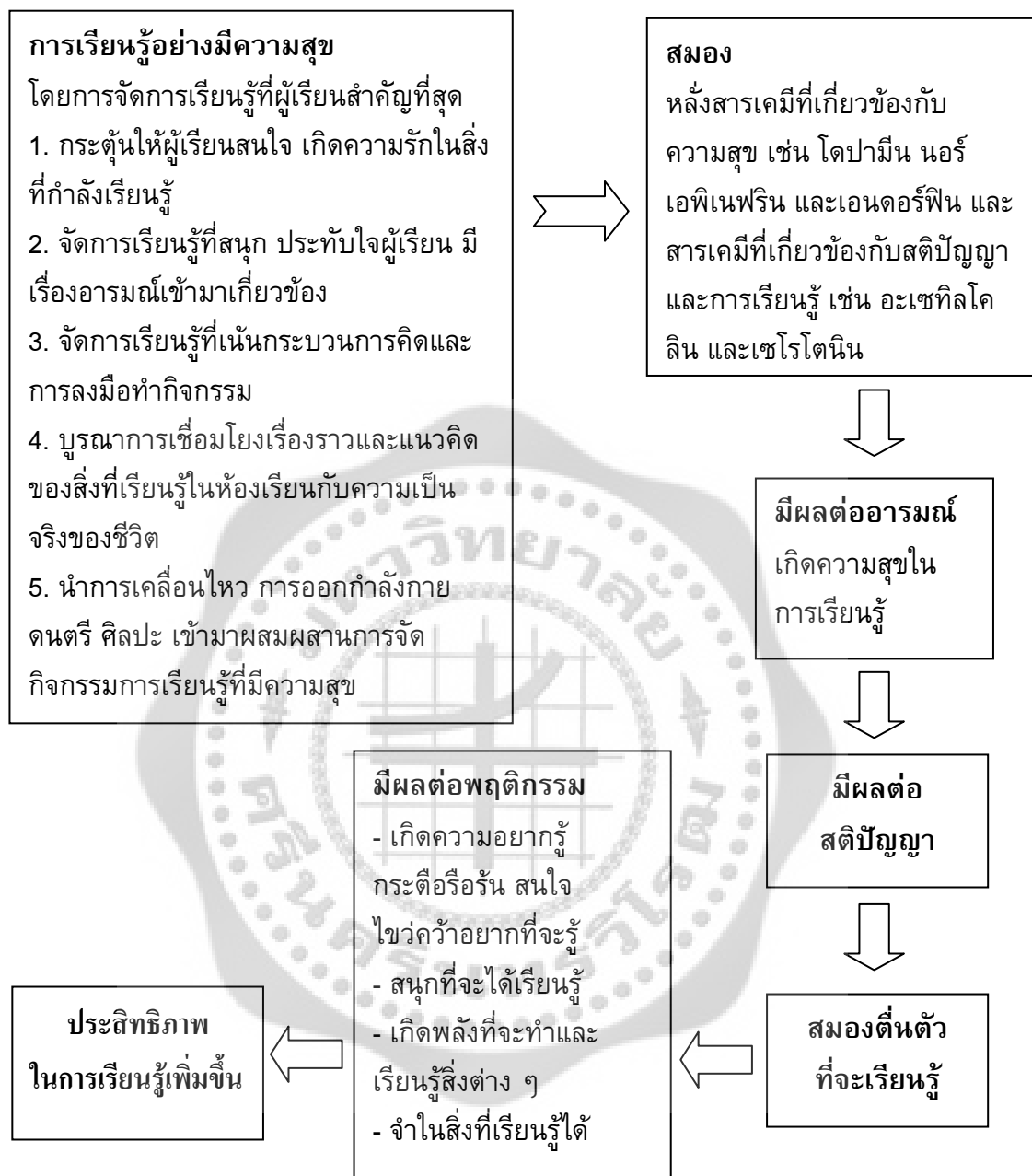
ที่มา: กมลพรรณ ชีวพันธุ์ศรี. (2546). สมองและการเรียนรู้. หน้า 21

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถเขียนเป็นแผนภาพแสดงผลของการเรียนรู้ที่ผู้เรียน
ไม่มีความสุขและมีความสุขได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 การเรียนรู้ที่ผู้เรียนไม่มีความสุข

ที่มา: ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์และคณะ. (2544). การเรียนรู้อย่างมีความสุข: สารเคมีในสมองกับ
ความสุขและการเรียนรู้. หน้า 22.



ภาพประกอบ 4 การเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความสุข

ที่มา: ศันสนีย์ จัตราจุฑ์และคณะ. (2544). การเรียนรู้อย่างมีความสุข: สารเคมีในสมองกับความสุขและการเรียนรู้. หน้า 25.

1.3 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในตำราบางเล่มมีการใช้การเรียนรู้แบบนี้ว่า การเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน หรือ การเรียนรู้โดยเน้นการทำงานของสมอง เป็นต้น โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

เจนเซน (Jensen. 2000: 6) กล่าวว่า BBL หมายถึงการเรียนรู้ที่ผสมผสานหรือรวบรวมหลากหลายทักษะความรู้เพื่อนำมาใช้ในการส่งเสริมการทำงานของสมอง เช่น ความรู้ทางเคมีศาสตร์ ประสาทวิทยา จิตวิทยา สังคมศาสตร์ พันธุศาสตร์ ชีววิทยา และชีวประสาทวิทยา ซึ่งเป็นการนำความรู้การทำงานหรือธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของสมองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

โพลิทาโนและพาควิน (Politano; & Paquin. 2000: 1) กล่าวว่า BBL หมายถึงวิธีการเชิงธรรมชาติ มีการสร้างแรงจูงใจ และ สนับสนุน การเรียนการสอนเพื่อมีประสิทธิภาพมากที่สุด และเป็นแนวคิดหนึ่งที่ตั้งอยู่บนคำถามที่ว่า จะทำอย่างไรเพื่อสมองจะเรียนรู้ได้ดีที่สุด

คอลล์ (Call. 2003: 9) กล่าวว่า BBL หมายถึงการเรียนรู้ที่อธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้แนวคิดและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวกับสมองมาช่วยเด็กให้เกิดการเรียนรู้ที่ถาวรมากที่สุด ถ้ามีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีที่อยู่เบื้องหลังของBBLก็สามารถนำความรู้ แนวคิด หรือ ทฤษฎีที่หลากหลายเหล่านั้นไปใช้ เพื่อฝึกหรือส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กได้

อาร์. เอ็น. เคน และ จี. เคน (R. N. Caine; & G. Caine. 2009: ออนไลน์) กล่าวว่า BBL หมายถึงการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของสมอง หากสมองยังปฏิบัติตามกระบวนการทำงานปกติ การเรียนรู้ก็ยังคงเกิดขึ้นต่อไป ทฤษฎีนี้เป็นสหวิทยาการเพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดซึ่งมาจากการวิจัยทางประสาทวิทยา

วิทยากร เชียงกุล (2547: 115) ได้กล่าวว่า BBL หมายถึง การเรียนรู้ที่มีพื้นฐานอยู่บนโครงสร้างและการทำหน้าที่ของสมอง ซึ่งถ้าหากสมองไม่ถูกปิดกั้นจากการบรรจุกระบวนการตามปกติของม้านการเรียนรู้ก็จะเกิดขึ้น นั่นก็คือทุกคนที่มีสมองปกติเรียนรู้อยู่แล้วโดยธรรมชาติ เพราะสมองเป็นเครื่องประมวลผลที่มีพลังสูงอย่างมหาศาล

สถาบันวิทยาการเรียนรู้ (2548) ได้กล่าวไว้ว่า BBL หมายถึงการนำองค์ความรู้เรื่องสมองและธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้ในการจัดกระบวนการการเรียนรู้ โดยมีที่มา 2 ประการ ได้แก่

- 1) องค์ความรู้ที่เกี่ยวกับพัฒนาการเด็ก ซึ่งมีความก้าวหน้ามากขึ้นจากการศึกษาค้นคว้าโดยนักจิตวิทยา แพทย์ และนักการศึกษา องค์ความรู้เหล่านี้ช่วยให้มองเห็นเด็กในหลายแง่มุม และมองด้วยความรอบคอบ ในอดีตก่อนหน้านี้นัก 50 ปี ความรู้เกี่ยวกับพัฒนาการของเด็กยังมีไม่มากนัก ทำให้การจัดการศึกษามีแนวโน้มถูกจัดแบบเหมารวม ส่วนมากจัดการเรียนรู้โดยพัฒนาตามช่วงวัย ว่าวัยไหนควรเรียนรู้สิ่งใด แต่ความรู้เกี่ยวกับเด็กวัยต่าง ๆ ก็ยังนับว่ามีน้อย

เกินไป ปัจจุบันนี้ความรู้เหล่านี้ชัดเจนมากขึ้นและช่วยให้มีทฤษฎีสำหรับการตีความพฤติกรรม การเรียนรู้ของเด็กมากขึ้น คงกล่าวได้ว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ของเฟรเบล (Froebel) ชาวเยอรมัน และเพียเจต์ (Piaget) นักจิตวิทยาชาวสวิส มีคุณูปการสูงยิ่งต่อความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมเด็ก

2) องค์ความรู้เกี่ยวกับหน้าที่และการพัฒนาสมองเด็กมีความก้าวหน้ามากขึ้น

นักวิทยาศาสตร์ด้านสมอง (Neuroscientist) นักจิตวิทยา นักการศึกษา กำลังให้ความสนใจอย่างสูง ต่อการทำความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบ หน้าที่ และพัฒนาการของสมองมนุษย์ มีงานวิจัย เกี่ยวกับเรื่องสมองอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในทศวรรษ 1990 ซึ่งเรียกว่า ทศวรรษแห่งสมองความรู้ จากงานวิจัยสมองจำนวนมากช่วยยืนยันหรือขยายความเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ทำให้มีความ เข้าใจมากขึ้นเรื่อย ๆ ถึงวิธีการเรียนรู้ของสมองมนุษย์ นักการศึกษาได้ใช้ความพยายามไม่น้อยที่จะ เชื่อมโยงแปลความหมายการค้นพบของวิทยาศาสตร์ด้านสมองเข้ากับความเป็นจริงในห้องเรียน การเชื่อมโยงกันเหล่านี้กลายเป็นฐานสำคัญในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของเด็กได้ชัดเจน มีหลักฐาน มีเหตุผลมากขึ้นกว่าเดิม รวมทั้งเริ่มจะมองเห็นแนวทางในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนา สมองเด็กให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ความรู้ทั้งสองสายนี้ทำให้การจัดการเรียนรู้วางอยู่บนฐานของการใคร่ครวญว่าปัจจัย ไດบ้างที่ทำให้สมองมีการเปลี่ยนแปลง — สมองมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อการเรียนการสอนแบบใดและ อย่างไร ซึ่งทั้งหมดนี้นำไปสู่การจัดกิจกรรมระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน การจัดสิ่งแวดล้อม ที่สำคัญคือ การออกแบบและใช้เครื่องมือเพื่อการเรียนรู้ต่างๆโดยเน้นว่าต้องทำให้ผู้เรียนสนใจ เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ และการจดจำตามมาและนำไปสู่ความสามารถในการให้เหตุผล เข้าใจความเชื่อมโยง สัมพันธ์ในทุกมิติของชีวิต

ชัยเลิศ พิษิตพรชัย (2550: ออนไลน์) ได้กล่าวว่า BBL หมายถึงการเรียนรู้ของมนุษย์ โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับกลไกการทำงานของระบบประสาทโดยเฉพาะอย่างยิ่งสมอง และตัวรับ ความรู้สึกหรืออวัยวะรับความรู้สึกทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกาย ซึ่งทำหน้าที่รับความรู้สึก จากตัวกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อม แล้วไปประมวลผลที่สมอง ซึ่งอาจถือว่าเป็น ใจ รวมเป็นอายตนะ หรือแดนต่อ 6 ประการ

ลัดดาวัลย์ แก้ววรรณ (2550: ออนไลน์) ได้กล่าวว่า BBL เป็นการนำความรู้ ความ เข้าใจเกี่ยวกับสมองไปใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพ สูงสุดในการเรียนรู้ของมนุษย์แต่ละช่วงวัย สมองมนุษย์เป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดที่มนุษย์ต้องใช้ ในการเรียนรู้

แสงเดือน คงนาวัง (2550: ออนไลน์) ได้กล่าวว่า BBL หมายถึงการเรียนรู้ที่ใช้ โครงสร้างและหน้าที่ของสมองเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้โดยไม่สกัดกั้นการทำงานของสมอง แต่เป็นการส่งเสริมให้สมองได้ปฏิบัติหน้าที่ให้สมบูรณ์ที่สุดภายใต้แนวคิดที่ว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้ ได้ ทุกคนมีสมองพร้อมที่เรียนรู้มาตั้งแต่กำเนิด

และอัศวิน จารุภากร (2550: 234) ได้กล่าวว่า BBL หมายถึง การทำความเข้าใจหรือมีมุมมองต่อกระบวนการเรียนรู้ โดยอิงอาศัยความรู้ความเข้าใจจากการทำงานของสมอง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยนำความรู้และหลักการทำงานหรือธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการอื่นๆที่เกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มศักยภาพสูงสุดในการเรียนรู้ของมนุษย์ ภายใต้แนวคิดที่ว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ ทุกคนมีสมองพร้อมที่จะทำการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

1.4 หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

1.4.1 หลักการในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

อาร์. เอ็น. เคน และ จี. เคน (R. N. Caine; & G. Caine. 2009: Online) นักการศึกษาแห่งมหาวิทยาลัยมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ได้ประยุกต์ความรู้จากข้อมูลการค้นพบทางสมองมาเข้ากับการจัดการศึกษา โดยเสนอหลักการ 12 ประการในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐานดังต่อไปนี้

1) การเรียนรู้ทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบสรีระวิทยา (All learning is physiological.)

การเปลี่ยนแปลงของร่างกายและสมองเป็นผลมาจากประสบการณ์นั้นก็คือ สมองนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ดังนั้นการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่จึงออกแบบมาให้สอดคล้องกับการทำงานของระบบสรีระวิทยา ซึ่งนักวิทยาศาสตร์กล่าวว่า เป็นความรู้ความเข้าใจที่เกิดจากการเชื่อมโยงกันระหว่างสมองกับร่างกาย

2) สมองจะมีการเรียนรู้ได้ถ้ามีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและในสังคม สิ่งแวดล้อม (The brain/mind is social.)

มนุษย์เกิดมาพร้อมกับการกระตุ้นให้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและในสังคม สิ่งแวดล้อม เมื่อเร็ว ๆ นี้มีงานวิจัยเกี่ยวกับเซลล์สมองกระจกเงา (Mirror neurons) ที่ยืนยันว่าธรรมชาติของความสัมพันธ์ทางสังคมในพฤติกรรมมนุษย์สามารถอธิบายได้ในทางชีววิทยา ดังนั้นสมองถูกออกแบบมาเพื่อการเรียนรู้โดยการลอกเลียนแบบ และจากการสร้างสถานการณ์จำลอง ซึ่งบางครั้งธรรมชาติของความสัมพันธ์ทางสังคมในการเรียนรู้สามารถอธิบายได้ว่าเป็นการเรียนรู้ตามสถานการณ์

3) มนุษย์มีความอยากรู้อยากเห็นที่จะค้นหาความหมายแต่กำเนิด (The search for meaning is innate.)

มนุษย์เกิดมาพร้อมกับความพยายามที่จะอธิบายสิ่งต่างๆที่เผชิญอยู่ ซึ่งหมายถึงมนุษย์ทุกคนพยายามที่จะกลั่นกรองข้อมูล จัดการข้อมูลและประสบการณ์ และตั้งคำถามในสิ่งที่พวกเขาสนใจและใส่ใจ ในความหมายเชิงลึกคือการมีความกระหายใคร่รู้ในสิ่งที่มีความหมายและมีเป้าหมาย

4) การค้นหาความหมายของมนุษย์เป็นกิจกรรมที่เป็นรูปแบบ (The search for meaning occurs through patterning.)

สมองจะจัดการประสบการณ์ทั้งหมดให้เป็นรูปแบบและพยายามที่จะสร้างรูปแบบหรือเติมเต็มในข้อมูลเพื่อสร้างประสบการณ์ที่มีความหมาย ซึ่งประสบการณ์ที่มีความหมายในที่นี้คือการอธิบายว่าสิ่งต่างๆสามารถเชื่อมโยงซึ่งกันและกันได้อย่างไร นักจิตวิทยาพยายามใช้คำศัพท์ที่แตกต่างกันเพื่ออธิบายรูปแบบเหล่านี้ เช่น การจัดหมวดหมู่ การกำหนดกรอบ และโครงสร้างทางความรู้

5) อารมณ์มีความสำคัญต่อการทำงานแบบมีรูปแบบ (Emotion are critical to patterning.)

ความคิดและอารมณ์นั้นมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งขณะนี้ความรู้ทางประสาทวิทยาได้แสดงให้เห็นว่าอารมณ์มีส่วนร่วมในทุกๆความคิด การตัดสินใจ และการตอบสนอง นอกจากนี้ปฏิกิริยาทางอารมณ์และทางร่างกายยังเป็นส่วนหนึ่งของความเข้าใจ ดังนั้นการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพจะต้องส่งเสริมการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีอารมณ์ร่วม และชี้แนะให้มีการปฏิบัติในระดับที่สูงขึ้น

6) สมองประมวลข้อมูลแบบเป็นส่วนย่อยๆ และแบบทั้งหมดพร้อมๆ กัน (The brain/mind processes parts and whole simultaneously.)

สมองถูกสร้างอย่างเป็นลำดับขั้น แต่ละระดับขั้นที่ต่ำกว่าดูเหมือนว่าจะเป็นส่วนที่แยกจากกัน แต่จริงๆแล้วแต่ละขั้นรวมกันเป็นส่วนประกอบทั้งหมดในระดับขั้นที่สูงขึ้น ยกตัวอย่างเช่นสีและเส้นรวมกันเป็นประตูและประตูก็เป็นส่วนหนึ่งของบ้าน และบ้านก็เป็นส่วนหนึ่งของเพื่อนบ้าน

7) การเรียนรู้อาศัยทั้งการจดจ่อต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งและการรับรู้ต่อสภาพรอบข้าง (Learning involves both focused attention and peripheral perception.)

ส่วนหนึ่งของการเรียนรู้มาจากความตั้งใจอย่างเต็มที่และการกระตุ้น อีกส่วนหนึ่งของการเรียนรู้มาจากการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมและบริบทรอบๆทางอ้อม ซึ่งคลักซ์ตัน (Claxton) อธิบายว่าการเรียนรู้ในลักษณะนี้เป็นการเรียนรู้โดยการออสโมซิส

8) การเรียนรู้เกิดขึ้นเกี่ยวข้งกับขบวนการรับรู้ต่างๆทั้งขณะมีสติรับรู้ และขณะไม่มีสติรับรู้อยู่เสมอ (Learning involves both conscious and unconscious processes.)

สมองจัดการกับข้อมูลและประสบการณ์ที่อยู่ต่ำกว่าความรู้สึกนึกคิดอย่างต่อเนื่องซึ่งบางครั้งเรียกว่าไม่มีสติรับรู้ ในความเป็นจริงสำหรับการไม่มีสติรับรู้หนึ่งนั้นขั้นตอนที่จะนำไปสู่ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งต้องใช้ระยะเวลาในการเพาะบ่มความรู้ เราเกิดการเรียนรู้มากกว่าที่เรารู้สึกและเข้าใจมากนัก ประสบการณ์ที่เรียนรู้ในอดีตจะเป็นส่วนหนึ่งในความรู้พื้นฐานของคนเรา ในแบบทั้งที่อยู่ต่ำกว่าความรู้สึกนึกคิด และแบบที่มีความรู้สึก นอกจากนี้สมองยังมีหน้าที่พิเศษคือสามารถพัฒนาได้ในนักเรียนทุกคนและทุกช่วงอายุโดยหน้าที่เหล่านั้นประกอบด้วยความสามารถในการวางแผน การตัดสินใจ และการสะท้อนกระบวนการคิดของตนเองหรือที่เรียกว่าอภิปัญญา

9) เรามีวิธีการจดจำอย่างน้อยสองวิธี (There are at least two approaches to memory.)

นักวิทยาศาสตร์ได้จำแนกระบบการจดจำไว้หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งทุกระบบจะมีปฏิสัมพันธ์ในชีวิตจริง โดยจำแนกระบบการจดจำที่สำคัญคือระบบซึ่งถูกใช้เพื่อการรับและจัดเก็บข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ (บางครั้งเรียกว่าการท่องจำ) และอีกระบบเป็นการบันทึก การเข้าใจ และการจัดเก็บประสบการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างเป็นธรรมชาติ

10) การเรียนรู้เป็นไปตามพัฒนาการ (Learning is developmental.)

มีหลายทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการของมนุษย์และเกี่ยวกับพัฒนาการของความสามารถโดยทั่วไป เช่นการยกระดับความคิดเชิงรูปธรรมไปยังความคิดเชิงนามธรรม นอกจากนี้ยังมีความก้าวหน้าในความรอบรู้ของสาขาวิชาต่างๆ เช่นจากผู้ไม่มีประสบการณ์ไปเป็นผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งธรรมชาติของการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้งก็จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องรวมทั้งทักษะและความสามารถก็จะพัฒนาอย่างต่อเนื่องเช่นกัน

11) การเรียนรู้แบบซับซ้อนจะถูกกระตุ้นโดยความท้าทายและถูกยับยั้งโดยการถูกข่มขู่ร่วมกับการไม่ช่วยเหลือและหรือความเหนื่อยล้า (Complex learning is enhanced by challenge and inhibited by threat associated with helplessness and/or fatigue.)

สมองจะมีประสิทธิภาพลดลงและมนุษย์จะสูญเสียความสามารถในการปฏิบัติงานและความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากปัจจัยบางอย่าง เช่น การรู้สึกฟ่ายแพ้ การสูญเสียการควบคุม และความเครียด

12) สมองของแต่ละคนมีความเฉพาะตัวไม่เหมือนกัน (Each brain is uniquely organized.)

ถึงแม้ว่ามนุษย์ทุกคนจะมีความสามารถและคุณภาพมากมายแต่ทุกคนก็มีความเฉพาะตัวของประสบการณ์และพันธุกรรม ซึ่งมีหลายทฤษฎีที่กล่าวถึงความแตกต่างของแต่ละบุคคลยกตัวอย่างเช่น ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ ซึ่งทำให้ทราบถึงแบบการเรียนรู้ แบบการอ่าน และอื่นๆ นอกจากนี้ความแตกต่างของแต่ละบุคคลยังขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางสังคมและวัฒนธรรมซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ของมนุษย์

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน 12 ประการ มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเป็นอีกหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้สอนเข้าใจในพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีขึ้น และปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศน์ในการจัดการเรียนรู้ใหม่ เพื่อเสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ เพิ่มสัมพันธภาพของผู้สอนกับผู้เรียนให้อบอุ่นแน่นแฟ้นขึ้น ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เรื่องต่างๆ ได้อย่างมีความสุขอยากรู้ อยากเรียนมากขึ้น ทำให้ประสิทธิผลในการเรียนรู้สูงขึ้น

1.4.2 ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple intelligence) ของ Howard Gardner

การ์ดเนอร์ (Gardner. 1993) นักจิตวิทยาแห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นผู้ริเริ่มทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences: MI) โดยมีความเชื่อว่ามนุษย์แต่ละคนมีวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน มีจุดเด่น จุดด้อยที่แตกต่างกัน ดังนั้นครู พ่อแม่และผู้ปกครองจะต้องเข้าใจในความแตกต่างของเด็กแต่ละคน และพยายามค้นหาว่าความรู้ หรือทักษะด้านไหนที่เด็กมีความสามารถในการเรียนรู้สูง จะได้จัดแนวทางการเรียนรู้ และสนับสนุนได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม โดยลักษณะสำคัญของทฤษฎีพหุปัญญา มีดังนี้

- 1) มนุษย์มีความสามารถทางปัญญาแบ่งออกได้อย่างน้อย 8 ด้าน
- 2) จากการศึกษาเรื่องสมอง สติปัญญาของแต่ละคนนั้นมีความเป็นเอกลักษณ์ ไม่มีใครเก่งเหมือน ๆ กันได้
- 3) คนทุกคนมีสติปัญญาทั้ง 8 ด้านที่อาจจะมากน้อยแตกต่างกันไป บางคนอาจจะสูงทุกด้าน บางคนอาจจะสูงเพียงหนึ่งด้าน หรือสองด้าน ส่วนด้านอื่น ๆ ปานกลาง และเป็นไปไม่ได้เลยที่มนุษย์คนหนึ่งจะไม่มีจุดเด่นในสติปัญญาด้านใดเลย
- 4) ทุก ๆ คนสามารถพัฒนาปัญญาแต่ละด้านให้สูงขึ้นถึงระดับใช้การได้ถ้ามีการฝึกฝนที่ดี มีการให้กำลังใจที่เหมาะสม ในสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้
- 5) การพัฒนาสติปัญญาที่ถูกวิธีคือ การบูรณาการ สังเคราะห์สติปัญญาด้านต่าง ๆ ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ อย่างสอดคล้อง เพราะในชีวิตประจำวันมนุษย์จะต้องใช้สติปัญญาหลาย ๆ ด้านประกอบกันในการปฏิบัติงาน แก้ไขปัญหา ตลอดจนใช้ในการสร้างความสุขให้กับตนเอง และสังคมอย่างสมดุล

ความสามารถทางปัญญาของมนุษย์ตามทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences) นั้นสามารถ แบ่งออกเป็น 8 ด้าน ได้แก่ (วนิษา เรช. 2550)

- 1) ปัญญาด้านภาษา (Linguistic Intelligence) คือ ความสามารถในการใช้ภาษารูปแบบต่าง ๆ ตั้งแต่ภาษาพื้นเมือง จนถึงภาษาอื่น ๆ ด้วย สามารถรับรู้ เข้าใจภาษา และสามารถสื่อภาษาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ตามที่ต้องการ ผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น ก็มักเป็น กวี นักเขียน นักพูด นักหนังสือพิมพ์ ครู ทนายความ หรือนักการเมือง
- 2) ปัญญาด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligence) คือ ความสามารถในการคิดแบบมีเหตุและผล การคิดเชิงนามธรรม การคิดคาดการณ์และการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ ผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่นก็มักเป็น นักบัญชี นักสถิติ นักคณิตศาสตร์ นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ นักเขียนโปรแกรม หรือวิศวกร
- 3) ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Visual-Spatial Intelligence) คือ ความสามารถในการรับรู้ทางสายตาได้ดี สามารถมองเห็นพื้นที่ รูปทรง ระยะทาง และตำแหน่ง อย่างสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน แล้วถ่ายทอดแสดงออกอย่างกลมกลืน มีความไวต่อการรับรู้ในเรื่องทิศทาง สำหรับผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น จะมีทั้งสายวิทย์ และสายศิลป์ สายวิทย์ ก็มักเป็น นักประดิษฐ์ วิศวกร ส่วน

สายศิลป์ ก็มักเป็นศิลปินในแขนงต่างๆ เช่น จิตรกร วาดรูป ระบายสี เขียนการ์ตูน นักปั้น นักออกแบบ ช่างภาพ หรือสถาปนิก เป็นต้น

4) ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily Kinesthetic Intelligence) คือ ความสามารถในการควบคุมและแสดงออก ซึ่งความคิด ความรู้สึก โดยใช้วัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย รวมถึงความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์ ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ความยืดหยุ่น ความประณีต และความไวทางประสาทสัมผัส สำหรับผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น มักจะเป็นนักกีฬา หรือไม่ก็ศิลปินในแขนง นักแสดง นักฟิสิกส์ นักเต้น นักบัลเล่ต์ หรือนักแสดง กายกรรม

5) ปัญญาด้านดนตรี (Musical Intelligence) คือ ความสามารถในการซึมซับ และเข้าถึงสุนทรียะทางดนตรี ทั้งการได้ยิน การรับรู้ การจดจำ และการแต่งเพลง สามารถจดจำ จังหวะ ทำนอง และโครงสร้างทางดนตรีได้ดี และถ่ายทอดออกมา โดยการฮัมเพลง เคาะจังหวะ เล่น ดนตรี และร้องเพลง สำหรับผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น มักจะเป็นนักดนตรี นักประพันธ์เพลงหรือนักร้อง

6) ปัญญาด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal Intelligence) คือ ความสามารถในการเข้าใจผู้อื่น ทั้งด้านความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ และเจตนาที่ซ่อนเร้นอยู่ภายใน มีความไวในการ สังเกต สืบหน้า ทำทาง นำเสียง สามารถตอบสนองได้อย่างเหมาะสม สร้างมิตรภาพได้ง่าย เจรจา ต่อรองลดความขัดแย้ง สามารถจูงใจผู้อื่นได้ดี เป็นปัญญาด้านที่จำเป็นต้องมีอยู่ในทุกคน แต่สำหรับ ผู้ที่มีปัญญาด้านนี้ โดดเด่น มักจะเป็นครูบาอาจารย์ ผู้ให้คำปรึกษา นักการทูต เซลแมน พนักงาน ขายตรง พนักงานต้อนรับ ประชาสัมพันธ์ นักการเมือง หรือนักธุรกิจ

7) ปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence) คือ ความสามารถในการรู้จักตระหนักรู้ในตนเอง สามารถเท่าทันตนเอง ควบคุมการแสดงออกอย่างเหมาะสมตาม กาลเทศะ และสถานการณ์ รู้ว่าเมื่อไหร่ควรเผชิญหน้า เมื่อไหร่ควรหลีกเลี่ยง เมื่อไหร่ต้องขอความช่วยเหลือ มองภาพตนเองตามความเป็นจริง รู้ถึงจุดอ่อน หรือข้อบกพร่องของตนเอง ใน ขณะเดียวกันก็รู้ว่า ตนมีจุดแข็ง หรือความสามารถในเรื่องใด มีความรู้เท่าทันอารมณ์ ความรู้สึก ความคิด ความคาดหวัง ความปรารถนา และตัวตนของตนเองอย่างแท้จริง เป็นปัญญาด้านที่ จำเป็นต้องมีอยู่ในทุกคนเช่นกัน เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า และมีความสุข สำหรับผู้ที่มี ปัญญาด้านนี้ โดดเด่น มักจะเป็นนักคิด นักปรัชญา หรือนักวิจัย

8) ปัญญาด้านธรรมชาติวิทยา (Naturalist Intelligence) คือ ความสามารถ ในการรู้จัก และเข้าใจธรรมชาติอย่างลึกซึ้ง เข้าใจกฎเกณฑ์ ปรากฏการณ์ และการรังสรรค์ต่างๆของ ธรรมชาติ มีความไวในการสังเกต เพื่อคาดการณ์ความเป็นไปของธรรมชาติ มีความสามารถในการ จัดจำแนก แยกแยะประเภทของสิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์ สำหรับผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น มักจะ เป็นนักธรณีวิทยา นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย หรือนักสำรวจธรรมชาติ

จากทฤษฎีพหุปัญญา ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในชั้นจัดประสบการณ์ (Accessing to Information) ที่มีการบูรณาการให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถทางปัญญาหลายด้าน เพื่อให้สอดคล้องกับแบบการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งจะเห็นได้ว่าสมองมีความเกี่ยวข้องกับพหุปัญญา ด้านต่าง ๆ ได้แก่ ปัญญาด้านภาษา ปัญญาด้านตรรกะและตัวเลข ได้แก่ สมองซีกซ้าย จะมีความสัมพันธ์กับร่างกายด้านขวา ทำหน้าที่เรียนรู้เกี่ยวกับการเรียงลำดับ การวิเคราะห์ ภาษาพูด การปฏิบัติทางคณิตศาสตร์ การใช้เหตุผล นอกจากนี้ยังพบว่า สมองซีกขวาจะสัมพันธ์กับร่างกายด้านซ้าย ทำหน้าที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ต่าง ๆ การเกิดความกระจำต่าง ๆ และการปฏิบัติการในระดับเป็นละครหรือเป็นความคิดสร้างสรรค์ต่าง ๆ ความสามารถทางด้านดนตรี ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับซีกกับพหุปัญญาที่เป็นปัญญาด้านดนตรี

1.4.3 ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1980; อ้างอิงจาก ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2548: 77-82) ได้เสนอแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อว่าผู้เรียนมีการใช้สมองแต่ละซีกแตกต่างกันและมีความสามารถที่ติดตัวแอบแฝงมาด้วย ซึ่งแต่ละคนจะมีไม่เหมือนกัน เพราะฉะนั้นผู้เรียนจึงต้องมีลีลาหรือวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ลีลาการเรียนรู้ที่ต่างกันนี้มีอยู่โดยทั่วไป 4 แบบ ผู้เรียนในแต่ละแบบควรได้รับโอกาสในการพัฒนาการเรียนรู้ตามแบบที่ตนถนัด เพื่อให้บรรลุถึงศักยภาพสูงสุดในการเรียนรู้ ในขณะเดียวกันผู้เรียนแต่ละคนก็ควรจะได้รับโอกาสในการเรียนรู้ในลีลาของตนเองไม่ถนัดด้วย เพื่อพัฒนาศักยภาพและพัฒนาสมองในด้านที่บกพร่องของตนเอง ในการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะต้องมีการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาไปพร้อมๆ กันและอย่างเท่าเทียมกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แบบฉบับ หรือลีลาการเรียนรู้ของผู้เรียน

แมคคาร์ธี (McCarthy) ได้เสนอว่าผู้เรียนมีแบบฉบับหรือลีลาการเรียนรู้อยู่ 4 แบบ ดังนี้

ผู้เรียนแบบที่ 1 (Type one learner) ผู้เรียนถนัดการใช้จินตนาการ (Imaginative learners) ผู้เรียนจะรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสและความรู้สึก และสามารถประมวลกระบวนการเรียนรู้ได้ดียิ่งในภาวะที่ตนเองได้มีโอกาสเฝ้ามอง หรือการได้รับการสะท้อนกลับทางความคิดจากที่ต่างๆ สมองซีกขวาของพวกนี้ทำหน้าที่เสาะหาความหมายของสิ่งต่างๆ จากประสบการณ์ สมองซีกซ้ายชุดค้นเหตุผลและความเข้าใจจากการวิเคราะห์ เป็นพวกที่ชอบถามเหตุผล คำถามที่คิดจะพูดขึ้นมาเสมอๆ คือ “ทำไม” หรือ Why? ผู้เรียนที่อยู่ในรูปแบบนี้ต้องเข้าใจก่อนว่าทำไมพวกเขาต้องเรียน สิ่งเหล่านี้ แล้วจะเกี่ยวข้องกับตัวเขาหรือสิ่งที่เขาสนใจอย่างไร โดยเฉพาะเรื่องคำนิยาม ความเชื่อ ความคิด คตินิยม ความรู้สึก ชอบขบคิดปัญหาต่างๆ ค้นหาเหตุผล และสร้างความหมายเฉพาะของตนเอง ผู้เรียนเช่นนี้จะต้องหาเหตุผลที่จะต้องเรียนรู้อีกก่อนสิ่ง

อื่นๆ จะเรียนรู้ได้ดีหากมีการถกเถียง อภิปราย โต้ว่าที่ กิจกรรมกลุ่ม การใช้การเรียนรู้แบบสหรั่วมใจ ครูต้องให้เหตุผลก่อนเรียนหรือระหว่างการเรียน

ผู้เรียนแบบที่ 2 (Type two learner) ผู้เรียนชนิดการวิเคราะห์ (Analytic learners) จะรับรู้ในลักษณะรูปธรรมและนำสิ่งที่รับรู้มาประมวลกลไกหรือกระบวนการเรียนรู้ในลักษณะของการมอง สังเกต สมมติฐานแล้วหาประสบการณ์ที่จะสามารถผสมผสานการเรียนรู้ใหม่ๆ และต้องการความแจ่มกระจ่างในเรื่องคำตอบขององค์ความรู้ที่ได้มา ในขณะที่สมมติฐานมุ่งวิเคราะห์จากความรู้ใหม่ เป็นพวกที่ชอบถามหาข้อเท็จจริง คำถามที่สำคัญที่สุดของเด็กกลุ่มนี้คือ “อะไร” หรือ *What?* ผู้เรียนแบบนี้ชอบการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ต้องการศึกษาค้นคว้าความรู้ ความจริง ต้องการข้อมูลที่เหมาะสม ถูกต้อง แม่นยำ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อมูล ข่าวสาร มีความสามารถสูงในการนำความรู้ไปพัฒนาเป็นความคิดรวบยอด (Concept) ทฤษฎีหรือจัดระบบหมวดหมู่ของความคิดได้อย่างดี เด็กกลุ่มนี้เรียนรู้โดยมุ่งเน้นรายละเอียดข้อเท็จจริงความถูกต้องแม่นยำจะยอมรับนับถือเฉพาะผู้เชี่ยวชาญ ผู้รู้จริง หรือผู้มีอำนาจสั่งการเท่านั้น เด็กกลุ่มนี้จะเรียนอะไรต่อเมื่อรู้ว่าจะต้องเรียนอะไร และอะไรที่เรียนได้ สามารถเรียนได้ดีจากรูปธรรมไปสู่ความคิดเชิงนามธรรม การจัดการเรียนการสอนให้เด็กกลุ่มนี้จึงควรใช้วิธีบรรยายและการทดลอง การวิจัยหรือการทำรายงาน การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นต้น

ผู้เรียนแบบที่ 3 (Type three learner) ผู้เรียนชนิดใช้สามัญสำนึก (Commonsense learners) รับรู้โดยผ่านจากกระบวนการความคิด และสิ่งที่เป็นนามธรรม แต่การประมวลความรู้นั้น ผู้เรียนประเภทนี้จะต้องการการทดลอง หรือกระทำจริง สมมติฐานแล้วหาหลักฐานในการปรับเปลี่ยนรูปแบบขององค์ความรู้ไปสู่การนำไปใช้ ในขณะที่สมมติฐานมองหาสิ่งที่จะเป็นข้อมูลเพิ่มเติม คำถามยอดนิยมของกลุ่มนี้คือ “อย่างไร” หรือ *How?* ผู้เรียนแบบนี้สนใจกระบวนการปฏิบัติจริงและทดสอบทฤษฎีโดยการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยการวางแผนจากข้อมูล ข่าวสาร ความรู้ที่เป็นนามธรรมมาสร้างเป็นรูปธรรมเพื่อประโยชน์ในชีวิตประจำวัน “ใครเขาทำอะไรไว้บ้างแล้วหนอ” เด็กกลุ่มนี้ต้องการที่จะทดลองทำบางสิ่งบางอย่าง และต้องการที่จะฝึกปฏิบัติและต้องการเป็นผู้ปฏิบัติ (ถ้าครูยืบบรรยายละก็ เด็กพวกนี้จะหลับเป็นพวกแรก) พวกเขาเฝ้าหาที่จะทำสิ่งที่มองเห็นแล้วว่าเป็นประโยชน์และตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้นั้นสามารถใช้ได้ในโลกแห่งความจริงหรือไม่ พวกเขาสนใจที่จะนำความรู้มาสู่การปฏิบัติจริงและอยากรู้ว่า ถ้าจะทำสิ่งนั้น สิ่งที่ได้ทำได้อย่างไร รูปแบบการเรียนการสอนที่ดีที่สุด คือ การทดลองให้ปฏิบัติจริง ลองทำจริง

ผู้เรียนแบบที่ 4 (Type four learner) ผู้เรียนที่สนใจค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Dynamic learners) ผู้เรียนจะรับรู้ผ่านสิ่งที่ป็นรูปธรรมและผ่านการกระทำ สมมติฐานแล้วหาหลักฐานในการถกเถียงความคิดให้ขยายกว้างขวางยิ่งขึ้น ในขณะที่สมมติฐานแล้วหาการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนและโดดเด่นขึ้น เป็นพวกที่ชอบตั้งเงื่อนไข คำถามที่ผุดขึ้นในหัวใจของเด็กกลุ่มนี้บ่อยๆ คือ “ถ้าอย่างนั้น” “ถ้าอย่างนี้” “ถ้า.....” หรือ *IF?* ผู้เรียนแบบนี้ชอบเรียนรู้โดยการได้สัมผัสกับของจริง ลงมือทำในสิ่งที่ตนเองสนใจ และค้นพบความรู้ด้วยตัวเอง ชอบรับฟังความคิดเห็นหรือคำแนะนำ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาประมวลเป็นความรู้ใหม่ เด็กกลุ่มนี้มีความสามารถที่

จะมองเห็นโครงสร้างของความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ แล้วกลั่นกรองออกมาเป็นรูปแบบของความคิดที่แปลกใหม่เพื่อตนเองหรือผู้อื่น เด็กกลุ่มนี้จะมองเห็นอะไรที่ซับซ้อนและลึกซึ้ง มีความซับซ้อนจะเรียนได้ดีที่สุดโดยใช้วิธีการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง (Self discovery method)

ทฤษฎีนี้เชื่อว่า เราจำเป็นต้องสอนนักเรียนโดยใช้วิธีการสอนทั้งหมดที่กล่าวมาแล้ว 4 อย่างเท่าๆ กัน เพราะทักษะทางธรรมชาติของผู้เรียนทั้ง 4 อย่างเป็นสิ่งที่เราต้องการ ในชั้นเรียนหนึ่งๆ นั้น มักจะมีผู้ถนัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ อยู่รวมกัน ดังนั้นครูจำเป็นต้องใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมทั้ง 4 แบบ อย่างเสมอภาคกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนานตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ตนถนัด จากการหมุนเวียนรูปแบบการสอนทั้ง 4 อย่างนี้ ทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการพัฒนาความสามารถด้านอื่นที่ตนไม่ถนัดด้วยวิธีการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ทั้งยังมีโอกาสที่จะได้แสดงความสามารถอย่างน้อย ร้อยละ 25 ของเวลาที่ทำหยาพพวกเขา ส่วนเวลาที่เหลืออาจไม่เป็นที่ต้องใจเท่าไร

ลีลาการสอนของครู หรือวิธีการของครู

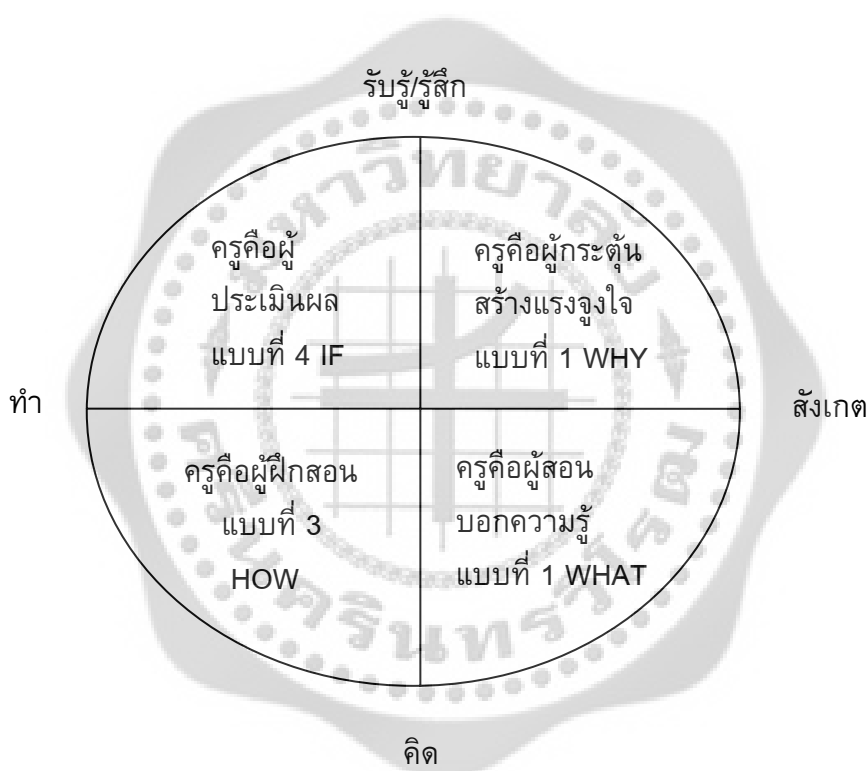
บทบาทหน้าที่ของครูโดยทั่วไป คือ การนำแนวคิดไปจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้สำเร็จจริง แมคคาร์ธีร์ (McCarthy) ได้เสนอลีลาการสอนของครู สำหรับผู้เรียนทั้ง 4 แบบ ดังนี้

บทบาทที่ 1 สำหรับผู้เรียนแบบ WHY ครูคือผู้กระตุ้น สร้างแรงจูงใจ โดยให้เขาได้สังเกตคิดไตร่ตรอง สัมผัส ครูนำประสบการณ์จริงไปสู่การคิดกระตุ้นให้เขาได้ฟัง ได้เห็น และอยากคิด อยากตั้งคำถาม ซึ่งคำถามที่เกิดขึ้นมีหลากหลายมากมาย แต่สิ่งที่ควรเกิดขึ้นกับผู้เรียนมากที่สุดคือ คำว่า “ทำไม” วิธีการสอนอาจใช้สถานการณ์จำลอง การอภิปราย การให้สังเกตสิ่งต่าง ๆ การตั้งคำถาม บทบาทนี้จะทำให้ผู้เรียนแบบที่ 1 มีความสุข ความสบายใจในการเรียนมากที่สุด

บทบาทที่ 2 สำหรับผู้เรียนแบบ WHAT ครูคือผู้สอน และบอกความรู้ บทบาทของครูเป็นผู้ป้อนความรู้ ป้อนความจริงให้กับนักเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้งยิ่งขึ้น ครูจะต้องให้ความรู้เนื้อหาที่ลึกซึ้งแก่นักเรียน ครูเป็นผู้สอน ผู้แจ้งให้ทราบ บทบาทที่ 2 นี้ จะทำให้ผู้เรียนแบบที่ 2 มีความสุข ความสบายใจในการเรียนมากที่สุด บทบาทนี้นับว่าเป็นบทบาทแบบเดิม ๆ ที่ครูส่วนใหญ่เคยใช้กันมาแล้ว

บทบาทที่ 3 สำหรับผู้เรียนแบบ HOW ครูคือโค้ชหรือผู้ฝึกสอน ครูจะปล่อยให้ นักเรียนลงมือทำจากของจริง และฝึกปฏิบัติจากของจริงด้วยตนเอง การเรียนการสอนเน้นเนื้อหาทักษะที่เป็นชีวิตจริง ครูเพียงแต่ทำหน้าที่อำนวยความสะดวก และจัดเตรียมสื่ออุปกรณ์ให้นักเรียน ครูจะเป็นเพียงผู้ชี้แนะ แนะนำ เพื่อให้ นักเรียนลงมือปฏิบัติงานให้สำเร็จ ครูจึงเปรียบเสมือนโค้ชหรือผู้ฝึกสอน ครูจำเป็นต้องออกแบบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนกระหายอยากลงมือปฏิบัติไปจนสำเร็จ บทบาทนี้ผู้เรียนแบบที่ 3 จะมีความสุข ความสบายใจที่สุด

บทบาทที่ 4 สำหรับผู้เรียนแบบ IF ครูคือ ผู้ประเมินผล ผู้ร่วมเรียนรู้ ผู้แก้ไข ครูจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ค้นหา คิดค้นและทดลองทำสิ่งใหม่ ๆ ด้วยตัวของเขาเอง โดยการกระตุ้นและกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เขาได้คิดค้นหรือค้นพบสิ่งใหม่ ๆ เช่น ถ้าไม่เป็นอย่างนี้แล้วจะเป็นอย่างไรได้อีก มันจะเป็นแบบอื่นได้หรือไม่ ถ้าไม่เป็นอย่างนี้จะเกิดอะไรขึ้น หรือถ้าเป็นอย่างนี้แล้วจะเกิดอะไรขึ้น หรือถ้ามันเป็นอย่างนั้นแล้วจะอย่างไร ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนลองผิดลองถูกและเรียนรู้เอง สอนกันเอง ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูเพียงแต่เป็นผู้ร่วมเรียนรู้ไปพร้อมกับนักเรียนและทำหน้าที่เป็นผู้ประเมินความรู้ และผลงานของนักเรียนว่าเป็นอย่างไร และคอยแก้ไข แนะนำผลงานของนักเรียนเท่านั้น ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แผนภูมิแสดงลีลาการสอนของครูตามแนวคิดของแมคคาธีร์

ที่มา: ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2546). ลีลาการสอนของครูและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน. หน้า 3 (อ้างอิงจาก Moris ; & Mc Carthy. (1990). p.199)

จากทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยการจัดรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้สมองทั้งสองซีกซ้ายและขวาทำงานอย่างสมดุลเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนานตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ตนเองถนัด อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถด้านอื่นๆ ที่ตนเองไม่ถนัดด้วย

1.4.4 การบริหารสมอง (Brain Gym)

1.4.4.1 แนวคิดและหลักการ

การบริหารสมอง หรือ Brain Gym คือกระบวนการเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างง่ายที่กระตุ้นให้สมองทำงานและเรียนรู้ได้ดี ซึ่งถูกคิดค้นพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ.1981 โดยเดนนิสัน (Dennison) แห่ง Educational Kinesiology Foundation ในรัฐแคลิฟอร์เนีย เพื่อช่วยให้สมองทั้งสองซีกซ้ายและสมองซีกขวาทำงานประสานกันได้ดี ในช่วงแรกเดนนิสันคิดค้นวิธีการนี้ขึ้นมาเพื่อช่วยคนตาบอดและผู้ที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้ แต่แล้วก็พบว่ากระบวนการเคลื่อนไหวร่างกายนี้ใช้ได้กับคนทุกวัยในการที่จะช่วยให้สมองตื่นตัว เกิดความกระตือรือร้น ผ่อนคลายความเครียดและช่วยให้การเรียนรู้หรือการทำงานเกิดประสิทธิภาพ เป็นการบริหารร่างกายในส่วนที่สมองควบคุม โดยเฉพาะกล้ามเนื้อคอร์ปัส แคลโลซัม (Corpus callosum) ซึ่งเชื่อมสมอง 2 ซีกเข้าด้วยกัน ให้ประสานกัน แข็งแรงและทำงานคล่องแคล่วอันจะทำให้การถ่ายโอนข้อมูลและการเรียนรู้ของสมอง 2 ซีกเป็นไปอย่างสมดุล เกิดความจำทั้งระยะสั้นและระยะยาว มีอารมณ์ขัน เพราะคลื่นสมอง (Brain wave) จะลดความเร็วลง คลื่นเบต้า (Beta) เป็นอัลฟา (Alpha) ซึ่งเป็นภาวะที่สมองทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (สุขพัชรา ชัมเจริญ, 2549: 51-52)

1.4.4.2 ประโยชน์ของการบริหารสมอง

การบริหารสมองจะทำให้สมองซีกซ้ายและขวาใช้งานได้พร้อม ๆ กัน และเชื่อมโยงการทำงานระหว่างกันให้มีความแข็งแกร่งขึ้น ในขณะเดียวกันคลื่นสมองจะช้าลงทำให้มีความผ่อนคลายเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ศักยภาพทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้น โดยมีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการบริหารสมองไว้ ดังนี้

วอร์ดและเดลี (ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา, 2549: 31; อ้างอิงจาก Ward; & Daley: 1998) กล่าวว่าการบริหารสมองสามารถสร้างสมดุลให้กับสมอง คลายความตึงเครียดและฟื้นคืนระดับออกซิเจนและสารเคมีที่เป็นประโยชน์กลับคืนสู่สมอง ซึ่งจะช่วยให้การคิดและการเรียนรู้เป็นไปด้วยความผ่อนคลายและยังมีความกระตือรือร้นกลับมาเพื่อการทำงานต่อไป

สุขพัชรา ชัมเจริญ (2549: 54) กล่าวถึงประโยชน์ของการบริหารสมอง ว่า

1. ช่วยให้ทักษะการอ่าน การเขียน การพูดดีขึ้น
2. ช่วยทำให้สมองแข็งแรงทำงานอย่างสมดุลของสมองสองซีก ทั้งซีกซ้ายและ

ซีกขวา

3. ช่วยให้การประสานการทำงานของร่างกายประสานสัมพันธ์กันและสร้างสมดุล
4. ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาและความสนใจให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น
5. ช่วยให้ผ่อนคลายความตึงเครียด
6. ช่วยให้เกิดความรู้สึกสงบของร่างกายและจิตใจพร้อมทั้งเกิดความมั่นใจในตนเอง
7. ช่วยส่งเสริมสุขภาพร่างกายให้สมบูรณ์แข็งแรง
8. เสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย
9. ทำให้คิดจดจ่อและมีความจำแม่นยำ
10. ทำให้ทักษะทางด้านการติดต่อสื่อสารและภาษามีการพัฒนาให้ก้าวหน้าขึ้น
11. ทำให้บรรลุเป้าหมายเป็นบุคคลมีอาชีพ
- และชนิสรา ใจชัยภูมิ (2552: 50) กล่าวว่า การบริหารสมองนั้นมีประโยชน์ต่อการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวาให้ทำงานประสานกับร่างกายได้อย่างสมดุล ช่วยทำให้รู้สึกสงบลดความตึงเครียด เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง มีความจำที่ดี ด้านการติดต่อสื่อสารก็พัฒนาได้เร็วขึ้นด้วย
- สรุปได้ว่าการบริหารสมองมีประโยชน์คือทำให้สมองสองซีก ทั้งซีกซ้ายและขวาเกิดความสมดุล การทำงานของร่างกายประสานสัมพันธ์กัน ช่วยทำให้ร่างกายผ่อนคลายความตึงเครียด ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความสนใจและพร้อมที่จะเรียนรู้ ส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- 1.4.4.3 ข้อควรปฏิบัติในการบริหารสมอง
- การบริหารสมองทำให้การทำงานของสมองเกิดความสมดุล ทำให้ร่างกายและจิตใจพร้อมที่จะเรียนรู้ เพื่อให้การบริหารสมองเกิดประโยชน์กับผู้เรียนมากที่สุด จึงมีนักวิชาการได้กล่าวถึงข้อปฏิบัติในการบริหารสมอง ดังนี้
- วอร์ดและเดลี (คุชฎี บริพัตร ณ อยุธยา. 2549: 31; อ้างอิงจาก Ward; & Daley: 1998) ได้กล่าวว่าการจัดทำทางเพื่อให้สมองพร้อมใช้งานเป็นวิธีที่ดีมากในการเตรียมตัวเพื่อการเรียนรู้หรือการทำงาน เนื่องจากเป็นการทำงานร่วมกันหลายส่วนเพื่อให้เกิดการไหลเวียนของพลังงานในร่างกายและสมองที่ดี หากใช้ทางเตรียมสมองให้พร้อมใช้งานร่วมกับดนตรีที่ใช้จังหวะเดียวกับการเต้นของหัวใจสัก 2-3 นาทีได้ด้วยก็ดี และให้ดื่มน้ำเปล่าที่มีอุณหภูมิเดียวกันกับร่างกายก่อนเริ่มบริหาร
- ขั้นที่ 1
1. ใช้ดนตรีที่มีจังหวะเดียวกับการเต้นของหัวใจถ้าทำได้
 2. นั่งในท่าที่ผ่อนคลาย
 3. ไหว้เท้าในท่าที่เกิดความสบายมากที่สุด

4. ไขว้ข้อมือในลักษณะเดียวกับเท้า
5. หันมือเข้าตัว เปิดฝ่ามือ
6. ประสานนิ้วมือด้วยกันอย่างเบาๆ สบายๆ
7. ให้นิ้วสัมผัสกันอย่างเบาๆ ให้นิ้วมือชี้ลงด้านล่าง
8. หันมือมาทางหน้าอก และวางบนหน้าอกอย่างเบาๆ

ขั้นที่ 2

1. ให้อยู่ในท่านี้นี้ประมาณ 1 นาที หายใจปกติ
2. หายใจออกอย่างเต็มที่ทุกครั้ง ไม่เกร็งลิ้น
3. เมื่อหายใจเข้า ให้กดลิ้นไปปุ่มหลังแนวฟันหน้า
4. ทำเช่นนี้ประมาณ 1 นาทีด้วยการหายใจลึกๆ 6 ครั้ง

ขั้นที่ 3

1. ปลดปล่อยมือและเท้าที่ไขว้ไว้ วางเท้าราบบนพื้น
 2. ค่อยๆนำปลายนิ้วมาประสานกันในท่าสวดมนต์
 3. สังเกตความรู้สึกว่ามีพลังงานอยู่ที่ปลายนิ้ว
 4. และนิ้วทั้งสองข้างเป็นคู่ๆ ทีละคู่เพียงเบาๆ
 5. ให้คิดถึงการหายใจเอาพลังงานเข้าสู่สมอง
 6. ปฏิบัติเช่นนี้ประมาณ 1 นาทีหรือเมื่อดนตรีจบ
- สุขพัชรา ชีมเจริญ (2549: 55-58) ได้กล่าวถึงข้อควรปฏิบัติในการบริหาร

สมองไว้ดังนี้

1. ควรศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติให้เข้าใจก่อน
 2. ขณะที่บริหารสมองควรหายใจเข้าและหายใจออกให้ถูกต้องคือ หายใจเข้าช้าๆ ลึกๆ แล้วหายใจออกช้าๆ อย่างกลั้นลมหายใจ
 3. การบริหารสมองในท่าแต่ละท่าควรทำซ้ำๆ ประมาณท่าละ 10 ครั้ง เมื่อทำได้แล้วควรทำท่าติดต่อกันหรือที่เรียกกันว่าชุด (ในชุดอาจจะมี 4-10 ท่า หรือมากกว่านี้ก็ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคล)
 4. ก่อนและหลังบริหารสมองควรจะดื่มน้ำทุกครั้ง เนื่องจากสมองเป็นอวัยวะที่สูญเสียน้ำได้รวดเร็วมาก (Dehydration) เมื่อสมองขาดน้ำซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) จะทำให้เกิดความรู้สึกที่บื้อตื้อคิดอะไรไม่ออก
 5. ไม่ควรดื่มเครื่องดื่มที่ผสมแอลกอฮอล์ก่อนและหลังบริหารสมอง
 6. ไม่ควรรับประทานอาหารจนอึดเกินไปหรืออดอาหารให้หิวเกินไป
- การวางท่าทางร่างกายที่ถูกต้อง ในขณะที่ทำการบริหารมีความสำคัญมาก เพราะมันจะมีผลต่อตำแหน่งของอวัยวะที่กำลังเคลื่อนไหว ผิดรูปร่าง อาจจะทำให้เกิดอาการบาดเจ็บ บุคลิกภาพไม่ดี ไม่เกิดการผ่อนคลายความเครียด การวางท่าที่ถูกต้องมีดังนี้

1. ศีรษะ จะต้องอยู่ในตำแหน่งตั้งตรงและส่วนคอให้สมดุลกับศีรษะไม่ห้อยตกไปข้างหลัง ถ้าไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดความตึงเครียดได้ เพราะตำแหน่งของศีรษะต้องตั้งตรงอยู่บนกระดูกสันหลัง

2. คาง จะต้องอยู่ในตำแหน่งและมุมที่ถูกต้อง ไม่ยื่นไปด้านข้างหน้ามากเกินไป โดยให้ดูตัวเองที่กระจกว่าจมูกยื่นไปข้างหน้ามากกว่าส่วนอื่น หรือเปล่า แล้วเพ่งสายตามองตรง

3. การวางลำตัว การวางลำตัวนั้นต้องก้ม หรือเอนลำตัวไปข้างหน้าเล็กน้อย เพื่อป้องกันมิให้น้ำหนักตกลงหมอนรองกระดูก และขณะยืนจะต้องให้เส้นขนานอยู่นอกฐาน

4. การควบคุมลำตัว การควบคุมลำตัวจำเป็นต้องมากสำหรับทุกคน ออกต้องเหยียด ลำตัวสง่าผ่าเผย

5. ความมั่นคงขณะยืน ลักษณะของการยืนให้วางเท้าทั้งสองข้างให้กว้างพอประมาณ ยืนด้วยความมั่นคง ต้องควบคุมการเคลื่อนไหวของเชิงกระดูกเชิงกราน สะโพก และซี่โครง ไหล่จะควบคุมให้อยู่ในระดับตลอดเวลา

สรุปได้ว่าการบริหารสมอมนั้นควรจัดทำทางให้ถูกต้อง และคำนึงถึงขั้นตอนการบริหารสมองโดยเฉพาะอย่างยิ่งควรจะต้องมีน้ำก่อนเพื่อเพิ่มพลังงาน เพราะจะทำให้เกิดประโยชน์มากที่สุดขณะปฏิบัติ

1.4.4.4 ทำการบริหารสมอง

พี. อี. เดนนิสันและจี. อี. เดนนิสัน (วิบูลย์ วิรัชนิกรพันธ์. 2546: 3-33; อ้างอิงจาก P. E. Dennison; & G. E. Dennison. 1968) ได้อธิบายถึงการบริหารสมองไว้ดังนี้

1. กลุ่มทำการเคลื่อนไหวสลับข้าง (Cross-over movement) สมองซีกซ้ายจะตื่นตัวเมื่อใช้ร่างกายซีกขวา ส่วนสมองซีกขวาจะตื่นตัวเมื่อใช้ร่างกายซีกซ้าย การเคลื่อนไหวสลับข้างเป็นกิจกรรมการบริหารสมองที่ช่วยฝึกการใช้สมองทั้ง 2 ข้างให้ทำงานร่วมกันอย่างกลมกลืน ทำให้ง่ายกับสมองทำงานประสานกันดีขึ้น ตัวอย่างเช่น

1.1 ทำการเคลื่อนไหวสลับข้าง วิธีปฏิบัติ การเคลื่อนไหวสลับข้างและการกระโดดสลับข้าง ตามจังหวะดนตรี จะประสานการเคลื่อนไหว ให้แขนข้างหนึ่งเคลื่อนไหวไปพร้อมกับข้างตรงข้าม จะมีการเคลื่อนไหว ไปด้านหน้า ด้านข้าง และกวาดตามองไปรอบๆ ด้านขณะเดียวกันเอามือแตะที่หัวเข่าข้างตรงกันข้ามสลับกันตามจังหวะ เพื่อข้ามเส้นกลางของร่างกายเมื่อสมองทั้งสองซีกทำงานร่วมกัน จะรู้สึกปลอดภัยพร้อมจะเรียนรู้สิ่งใหม่

1.2 ท่าเลข 8 หลังยาว วิธีปฏิบัติ ยืนแขนออกไปข้างหน้า แล้วชูหัวแม่มือออกมา หมุนแขนเป็นเลข 8 ขนาดใหญ่ในอากาศอย่างช้าๆ ลักษณะทวนเข็มนาฬิกา และใช้สายตาจ้องมองไปพร้อมๆ กับหัวแม่มือที่วาดไปด้วย โดยใช้แขนที่ละข้าง ข้างละ 3 รอบจากนั้นใช้แขนทั้ง 2 ข้าง

1.3 ทำเส้นขยุกขยิกคู่ วิธีปฏิบัติ ใช้มือทั้ง 2 ข้างจับปากกา/ดินสอ/อุปกรณ์การเขียน ใช้มือทั้ง 2 ข้างวาดเขียนในเวลาเดียวกัน ลากเส้น เข้า ออก ขึ้น และลง อย่างต่อเนื่อง

1.4 ทำข้าง ช้าง ช้าง วิธีปฏิบัติ งอเข่า เอียงศีรษะแนบไหล่ และยกแขนขึ้นไปยังอีกด้านหนึ่งของห้อง ใช้ซี่โครงช่วยในการขยับส่วนบนของร่างกาย ในขณะที่กวาดแขนเป็นเลข 8 หลังยาว มองลอดนิ้วออกไป เปลี่ยนแขนอีกข้างหนึ่งทำเช่นเดียวกัน

1.5 ทำสายคอ วิธีปฏิบัติ หายใจเข้าลึกๆ ผ่อนคลายหัวไหล่ และก้มศีรษะมาข้างหน้า สายศีรษะช้าๆ จากข้างหนึ่งไปอีกข้างหนึ่ง ขณะที่หายใจระบายเอาความอึดอัดออกไป ปลายคางจะวาดเป็นโค้งน้อยๆ แต่กว้างไปตามหน้าอกขณะที่คอผ่อนคลาย จากนั้นวาดคางเป็นวงโค้งเล็กๆ เพื่อผ่อนคลายตรงจุดตึงเครียด

1.6 ทำโยกเยก วิธีปฏิบัติ นั่งเอนตัวไปข้างหลัง ใช้มือทั้ง สองข้างยันพื้น จากนั้นนวดบริเวณสะโพกและเข่าด้วยการโยกเยกตัวเองเป็นวงมาข้างหลังและไปข้างหน้า จนกระทั่งความตึงเครียดลดลงไป ควรบริหารบนพื้นนุ่มสบาย เช่น บนพื้นที่มีเบาะรอง

1.7 ทำหายใจด้วยท้อง วิธีปฏิบัติ วางมือบนหน้าท้อง หายใจเข้าเป็นช่วงสั้นๆ และเบาๆ (คล้ายขนนกที่ปล่อยลอยอยู่บนอากาศ) หายใจเข้าช้าๆ ลึกๆ เหมือนค่อยๆ สูบอากาศเข้าลูกโป่ง มือจะเพียดลง ขณะที่หายใจออก ถ้าโก่งหลัง หลังจากหายใจเข้า อากาศจะยิ่งเข้าไปได้ลึกยิ่งขึ้น

1.8 ทำยกตัวขึ้น ลง-เอียงสลับข้าง วิธีปฏิบัติ ทำท่าเหมือนกำลังขี่จักรยาน ขณะเดียวกัน เอียงข้อศอกไปแตะที่หัวเข่าตรงกันข้าง ทำสลับไปมา ร่างกายและจิตใจรู้สึกตื่นตัวดีมาก ควรบริหารทำบนพื้นผิวที่นุ่มสบาย เช่นบนเบาะหรือบนเตียง

1.9 ทำอักษร 8 เป็นท่าที่ดัดมาจากท่าเลข 8 หลังยาว โดยใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษแบบจากตัวพิมพ์เล็กจาก a ถึง t (ตัวอักษรเหล่านี้พัฒนามาจากตัวอักษรในภาษา อารบิก ส่วนอักษร u ถึง z พัฒนามาจากตัวอักษรโรมัน เมื่อสามารถเขียนตัวอักษรดังกล่าวจะช่วยให้การเขียนด้วยมือคล่อง

1.10 ทำเพิ่มพลัง วิธีปฏิบัติ ก้มศีรษะให้หน้าผากจรดพื้นโต๊ะ ระหว่างมือทั้งสองข้าง หายใจเอาความตึงเครียดทั้งหลายออกไป จากนั้น ค่อยๆ ผูกศีรษะขึ้น เริ่มจากเงยหน้าผากขึ้นก่อน ตามมาด้วยคอและร่างกายส่วนบนจนนั่งตัวตรง ปล่อยให้ร่างกายส่วนล่างและไหล่อยู่ในลักษณะผ่อนคลาย หายใจออกขณะที่กอดคางลงมาที่หน้าอก โน้มศีรษะมาข้างหน้า ยึดด้านหลังของคอ ผ่อนคลายและหายใจลึกๆ จะช่วยเพิ่มการไหลเวียนของโลหิตไปยังสมองส่วนหน้า ทำให้มีความเข้าใจและการคิดอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. กลุ่มท่ากิจกรรมยืดเส้นยืดสาย (Lengthening movement) เป็นกิจกรรมที่เน้นการผ่อนคลายและยืดส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทำให้ผ่อนคลายความตึงเครียดของสมองส่วนหน้า และส่วนหลัง ทำให้มีสมาธิในการเรียนรู้ การทำงานและความคิดเชิงบวกมากขึ้น ตัวอย่างเช่น

2.1 ทำนองน้อง วิธีปฏิบัติ งอขาขวา ขาช้ายเหยียดตรง ขณะที่เอนตัวไปข้างหน้า และหายใจออกให้ค่อยๆกดสันเท้าซ้ายลงกับพื้น ขณะที่รู้สึกผ่อนคลายเป็นให้ยกสันเท้าซ้ายขึ้นและหายใจลึกๆ ทำซ้ำกัน 3 ครั้ง แล้วเปลี่ยนข้างทำเช่นเดียวกัน ยิ่งงอเขามากเท่าใดยิ่งรู้สึกว่าน่องยืดตัวมากขึ้น

2.2 ทำนกฮูก วิธีปฏิบัติ ใช้มือจับหัวไหล่ (บริเวณคอหน้าทางต้นคอ) และค่อยๆบีบนิ้วกดกล้ามเนื้อให้กระชับ หันศีรษะเหลียวมองไปทางด้านหลังผ่านหัวไหล่ หายใจลึกๆ แล้วเอียงหัวไหล่กลับมาที่เดิม จากนั้นหันศีรษะเหลียวมองหัวไหล่อีกข้าง เอามือลงจากไหล่ ก้มคางลงมาที่หน้าอกและหายใจเข้าลึกๆ ปล่อยให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ทำซ้ำเช่นเดียวกัน โดยสลับมือมาจับหัวไหล่อีกข้าง

2.3 ทำกระดูกต้นแขน วิธีปฏิบัติ เอามือจับแขนอีกข้างที่ยกชูขึ้นตรงกับระดับหู หายใจออกเบาๆ ผ่านริมฝีปากที่เม้มไว้ ขณะเดียวกัน กระดูกกล้ามเนื้อโดยต้นแขนสวนทางกับมือที่จับอยู่ไปใน 4 ทิศทาง (ข้างหน้า ข้างหลัง แบนเข้ามาและดันออกไป)

2.4 ทำกระดูกปลายเท้า วิธีปฏิบัติ นั่งไขว่ห้างให้ข้อเท้าวางอยู่บนเข่าของขาอีกข้าง เอามือนวดบริเวณที่ตึงเครียดบนข้อเท้า น่อง และบริเวณหลังเข่าที่สะจุด ขณะเดียวกันกระดูกปลายเท้าขึ้น ลง ซ้าย

2.5 ทำโน้มตัว วิธีปฏิบัติ นั่งให้สบาย ยกข้อเท้าคร่อมกัน ปล่อยให้หัวเข่าผ่อนคลาย โนมตัวลงไปข้างหน้าและยื่นแขนทั้งสองข้างออกไปข้างหน้า เลื่อนแขนต่ำลง ขณะหายใจออกและเลื่อนแขนขึ้นขณะหายใจเข้า ทำซ้ำทางด้านซ้าย ขวา และตรงกลาง จากนั้นสลับขา

2.6 ทำเหยียดขาอเข่า วิธีปฏิบัติยืนแยกเท้าออกจากกันให้มีระยะห่างประมาณหนึ่งก้าว หันปลายเท้าขวาชี้ไปทางขวา ขณะที่ปลายเท้าซ้ายชี้ตรงไปข้างหน้า งอเข่าขวาแล้วย่อลงพร้อมกับหายใจออก จากนั้นหายใจเข้าพร้อมกับยืดขาขวาขึ้นให้ตรง ขยับตะโพกให้อยู่ในแนวขนาน วิธีนี้จะช่วยเสริมกล้ามเนื้อตะโพกให้แข็งแรง ทำซ้ำกัน 3 ครั้ง จากนั้นเปลี่ยนมาเป็นข้างซ้าย ทำเช่นเดียวกัน

3. กลุ่มท่าบริหารเพื่อเพิ่มพลัง (Energizing movement) เป็นการกระตุ้นวงจรการเชื่อมโยงเซลล์ประสาท ทำให้เกิดความรู้สึกทางอารมณ์และเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น

3.1 ท่าปูมดิน วิธีปฏิบัติ ใช้นิ้ว 2 นิ้วแตะที่ริมฝีปากล่างและวางมืออีกข้างหนึ่งบริเวณขอบบนของกระดูกเชิงกราน หายใจเอาพลังเข้าไปสู่ศูนย์กลางของร่างกาย

3.2 ท่าปูมสมดุล วิธีปฏิบัติ ใช้นิ้วแตะบริเวณส่วนโค้งใต้ฐานกะโหลกศีรษะ เอามืออีกข้างวางที่ตำแหน่งสะดือ หายใจเอาพลังขึ้นไป หลังจากนั้นประมาณหนึ่งนาทีเปลี่ยนมือทำอีกข้าง

3.3 ทำปุมฟ้า วิธีปฏิบัติ ใช้นิ้ว 2 นิ้วแตะบริเวณริมฝีปากและเอามืออีกข้าง วางที่ตำแหน่งกระดูกกกกบ แตะมือค้างไว้ประมาณ 1 นาที หายใจเอาพลังเข้าไปที่กระดูกสันหลัง บางครั้งบริหารปุมดินและปุมฟ้าด้วยกัน โดยหนดบริเวณริมฝีปากและบริเวณใต้ริมฝีปากขณะเดียวกันกวาดสายตามองจากพื้นแล้วขึ้นเพดาน สลับกันหลายๆ ครั้ง

3.4 ทำหาวเพิ่มพลัง วิธีปฏิบัติ อ้าปากเหมือนกำลังหาว วางปลายนิ้วลงบนจุดที่รู้สึกตึงเครียดบนกราม (หรือบริเวณรอยบุ๋ม ระหว่างเนินโหนกแก้มกับรูหูที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาอ้าปากหาว เมื่อนิ้วสัมผัสจะรู้สึกหยุน) ทำเสียงหาวต่ำๆ ผ่อนคลาย และลูบเบาๆ ให้ความเครียดหมดไป

3.5 ทำหมวกความคิด วิธีปฏิบัติ เอามือจับใบหูคลี่ให้กางออกเบาๆ จากบนลงล่าง 3 ครั้ง

3.6 ทำเกี่ยวตะขอ วิธีปฏิบัติ ขั้นที่1 วางเท้าซ้ายไขว้บนข้อเท้าขวา กางแขนออก แล้วคร่อมข้อมือซ้ายบนข้อมือขวา จากนั้นสอดประสานนิ้วมือเข้าด้วยกันและขยับมือออกมาที่หน้าอก (บางคนอาจรู้สึกดี ถ้าอ้าขาขวาและข้อมือขวายูบ่น) นั่งทำนี้ประมาณ 1 นาที หายใจลึกๆ หลับ ตา และใช้ปลายลิ้นแตะเพดานปากระหว่างบริหาร ขั้นที่ 2 ให้เลิกไขว้ขา แล้วแตะปลายนิ้วทั้งสองข้างเข้าหากัน หายใจลึกๆ ประมาณ 1 นาที

3.7 ทำจุดบวก วิธีปฏิบัติ จับจุดบวกเบาๆ แต่ให้แรงพอที่จะดึงผิวหนังหน้าผากให้ตึง จุดบวกนี้อยู่เหนือลูกตา บริเวณกึ่งกลางระหว่างคิ้ว กับผม

สรุปได้ว่า การบริหารสมอง (Brain-Gym) เป็นกิจกรรมที่สามารถทำให้สมองได้รับออกซิเจนมากขึ้น จะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกผ่อนคลาย ไม่เครียดทั้งด้านร่างกายและจิตใจ ช่วยให้สมองเรียนรู้ได้เร็ว มีความจำที่ดี และช่วยส่งเสริมทักษะด้านต่างๆ เช่น ทักษะทางภาษา ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน ทักษะด้านการคิดเช่น การคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดคำนวณ คิดบวก และทักษะด้านการเคลื่อนไหว เช่น การเคลื่อนไหวอย่างมีทิศทาง ทำให้มีสมาธิกับสิ่งที่ทำ มีความกระตือรือร้นในการทำงานและกิจกรรมต่างๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการบริหารสมองมาใช้ในการผ่อนคลายเพื่อลดความตึงเครียดและเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.5 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

จากการค้นพบหลักการทำงานของสมอง ได้มีนักวิชาการหลายท่าน นำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

เออเลาเออร์ (Erlauer. 2003: 4 - 5) ได้สรุปพื้นฐาน 7 ประการในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสมอง (Brain-Compatible Fundamentals) ไว้ในหนังสือ เรื่อง The Brain-Compatible Classroom ดังนี้

1) สภาวะทางอารมณ์ดี และสิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัย (Emotional wellness and safe environment) ครูสามารถจัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียนให้เป็นสถานที่ที่สนุกและปลอดภัยเพื่อให้การเรียนรู้สอดคล้องกับสมองมากขึ้น

2) ร่างกาย การเคลื่อนไหว และสมอง (The Body, movement, and the brain) ครูสามารถปรับเปลี่ยนสภาพห้องเรียนและเทคนิคการสอน รวมทั้งให้ความรู้แก่ผู้ปกครองในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก

3) เชื่อมโยงเนื้อหาและทางเลือกของนักเรียน (Relevant content and student choices) ครูสามารถเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ใหม่ ๆ ที่สำคัญให้สอดคล้องกับอารมณ์ของผู้เรียนเพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากยิ่งขึ้น เพิ่มแรงจูงใจ และ เพิ่มความจำ รวมทั้งจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถ และลีลาการเรียนรู้ ด้วยการให้ทางเลือกแก่ผู้เรียน ข้อมูลต่าง ๆ ยุทธศาสตร์การนำไปปฏิบัติ หรือ ตัวอย่างชั้นเรียนของหลักในข้อนี้ พบได้ในการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) พหุปัญญา (Multiple Intelligences) ลีลาการเรียนรู้ (Learning styles) การประเมินผลด้วยวิธีการที่แตกต่าง (Differentiated assessments) และ การให้ผู้เรียนตัดสินใจ (Decision making)

4) เวลา เวลา และ ให้เวลามากขึ้น (Time, time, and more time) ครูสามารถใช้ 3 เวลาเบื้องต้น ได้แก่ เวลาในการทำงาน (Time on task) เวลาในการทำความเข้าใจ (Time for comprehension) และ ช่วงเวลาของชีวิตที่เป็นโอกาสแห่งการเรียนรู้ (Opportune learning time periods in child's life) ในชั้นเรียนเพื่อเพิ่มการเรียนรู้

5) สภาพแวดล้อมบำรุงสมอง (Enrichment for the brain) ครูสามารถเพิ่มการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้ด้วยวิธีการปฏิบัติบำรุงสมองที่หลากหลาย นับตั้งแต่การใช้ดนตรีประกอบบทเรียนไปจนถึงการจัดป้ายนิเทศสรุปเนื้อหา

6) การประเมินผล และ ข้อมูลป้อนกลับ (Assessment and feedback) ครูสามารถใช้รูปแบบการประเมินผลที่หลากหลายเพื่อเพิ่มกระบวนการเรียนรู้ ข้อมูลป้อนกลับต้องให้ในทันทีเจาะจง โดยพิจารณาจากพื้นเดิมของผู้เรียนที่หลากหลายและนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้

7) ร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) เพื่อให้การเรียนรู้ในชั้นเรียนเกิดขึ้นอย่างเต็มประสิทธิภาพ ครูสามารถประยุกต์ใช้ข้อเท็จจริงที่ว่าสมองมนุษย์เป็นหน่วยทางสังคม

อาร์. เอ็น. เคน และ จี. เคน (R. N. Caine; & G. Caine. 2009: Online) ได้ให้ข้อเสนอแนะแนวทางการนำหลักการ 12 ประการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไปใช้ในการจัดการศึกษา ดังนี้

1) ผู้เรียนต้องมีโอกาสที่จะเคลื่อนไหวร่างกาย การนั่งอยู่กับที่ตลอดเวลาจะทำให้รู้สึกเบื่อหน่าย

2) ผู้เรียนต้องมีการทำกิจกรรมที่สามารถนำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ เช่น การแสดง บทบาทสมมติ การนำเสนอผลงาน เป็นต้น

3) ผู้เรียนต้องมีโอกาสที่จะนั่ง พูดคุย และทำงานร่วมกับผู้อื่น

- 4) ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการเลียนแบบ การสร้างแบบจำลอง และการมีโอกาสดำเนินการกับประสบการณ์จริง
- 5) ผู้สอนต้องหาวิธีการที่จะให้ผู้เรียนตั้งคำถามและตัดสินใจในสิ่งที่เรียนจากประสบการณ์จริง
- 6) ผู้สอนต้องเข้าใจว่าผู้เรียนมีความสนใจและมีความต้องการที่จะเรียนรู้ในสิ่งใด
- 7) ผู้สอนควรใช้โครงงานและปัญหาที่จะทำให้ผู้เรียนรู้จักกับการจัดการข้อมูลและได้ประสบการณ์ด้วยตนเอง
- 8) ผู้สอนควรตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตในรายละเอียดเป็นการช่วยให้ผู้เรียนค้นพบและเชื่อมโยงสิ่งที่ค้นพบกับความรู้เดิม
- 9) ผู้สอนควรใช้สื่อการเรียนรู้ใหม่ๆ เพื่อเป็นการเชิญชวนและทำให้ผู้เรียนมีอารมณ์ดีในการเรียนรู้
- 10) ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบในสิ่งที่พวกเขาชอบเพื่อให้พวกเขาสนุกสนานกับการเรียน
- 11) ผู้เรียนจะมีความเข้าใจ มีการพัฒนาในทุกๆ เนื้อหาและทักษะมากขึ้นก็ต่อเมื่อพวกเขาได้มีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาหรือทักษะที่มีความเฉพาะเจาะจงให้เห็นในภาพรวม
- 12) ผู้เรียนควรมีโอกาสได้ไปเรียนรู้กับธรรมชาติ
- 13) ผู้สอนควรจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา
- 14) ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เทคนิคของการหายใจและการสังเกตเพื่อส่งเสริมความตั้งใจและมุ่งมั่นในการเรียนรู้
- 15) ผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น โปสเตอร์ อุปกรณ์ต่างๆ และการจัดที่นั่ง เป็นต้น
- 16) ผู้สอนควรจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีระยะเวลาในการเพาะบ่มจิตสำนึกเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง
- 17) ผู้สอนควรสร้างสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามและตัดสินใจได้ด้วยตนเองตามลำดับเหตุการณ์จริง และควรให้โอกาสผู้เรียนได้สะท้อนสิ่งที่ได้ลงมือปฏิบัติ
- 18) ผู้สอนควรใช้สื่อต่างๆ เช่น โครงงาน สถานการณ์และปัญหาในการจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนจดจำอย่างเป็นธรรมชาติ
- 19) ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนมีการสังเกตและวิเคราะห์สิ่งที่เห็นอย่างลึกซึ้งและชี้แนะให้พวกเขาเข้าใจอย่างลึกซึ้งโดยการตั้งคำถามที่มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง
- 20) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีการท่องจำบ้างในบางครั้ง
- 21) ผู้สอนควรจัดโครงงาน สื่อต่างๆ และกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมตามพัฒนาการของผู้เรียน
- 22) ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนประสบการณ์และให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียนเพื่อให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งและสามารถพัฒนาความเข้าใจได้อย่างตลอดเวลา

23) การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความความสามารถบางอย่างเช่น การเป็นผู้ตัดสินใจด้วยตนเอง จะต้องใช้ระยะเวลานานและต้องมีการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเรียนรู้

24) การสร้างความสัมพันธ์และบรรยากาศที่ดีในห้องเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ผู้เรียนยังรู้สึกปลอดภัยที่จะตั้งคำถาม ให้คำแนะนำและทดลองในสิ่งต่างๆ

25) การทำโครงการจะช่วยให้ผู้เรียนค้นหาความสนใจของตนเองตามบริบทของแต่ละโครงการนั้น

26) ผู้สอนควรจัดแหล่งเรียนรู้ให้เพียงพอกับการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งจะต้องคำนึงถึงระยะเวลาที่ใช้และกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย

27) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และประสบการณ์ต่างๆต้องออกแบบมาเพื่อปฏิบัติกับผู้เรียนทุกคนอย่างเท่าเทียมกันและในขณะเดียวกันก็ควรช่วยส่งเสริมจุดแข็งและแก้ไขจุดอ่อนของผู้เรียนในแต่ละคน

28) ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน

29) ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของวัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมประเพณีที่แตกต่างกัน

วิทยากร เชียงกูล (2547: 124-126) ได้ให้ข้อเสนอแนะแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไว้ดังนี้

- 1) เสนอเนื้อหาโดยใช้ยุทธวิธีการสอนที่หลากหลาย
- 2) ตระหนักว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความพร้อมในการเรียนไม่เท่ากันเสมอไป ต้องผนวกเอาความรู้และการปฏิบัติ สุขภาพทั้งกายและใจ (การกินอาหารที่ดี การออกกำลังกาย การผ่อนคลายความเครียด) เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้
- 3) พยายามทำให้บทเรียนและกิจกรรมกระตุ้นความสนใจในการหาความหมายของจิตใจ
- 4) เสนอข้อมูลภายในบริบทใดบริบทหนึ่งเพื่อที่ผู้เรียนจะสามารถบ่งชี้ชุดของแบบแผนได้และสามารถเชื่อมต่อกับประสบการณ์ก่อนหน้านี้ของเขาได้
- 5) สร้างบรรยากาศในห้องเรียน ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนและผู้สอนมีทัศนคติในทางบวกเกี่ยวกับการเรียนการสอน สนับสนุนให้ผู้เรียนตระหนักในเรื่องอารมณ์ความรู้สึกของพวกเขาและตระหนักว่า อารมณ์นั้นมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ ผู้สอนที่มีอารมณ์ดีและอารมณ์ขันจะสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี
- 6) พยายามอย่าสอนข้อมูลเป็นเรื่องๆ โดยไม่เชื่อมโยงกับบริบทใหญ่ การสอนแบบแยกส่วนทำให้การเรียนรู้เข้าใจได้ยาก ควรออกแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทั้งสองซีกมีปฏิสัมพันธ์และสื่อสารถึงกันและกัน

7) วางสื่อการเรียนรู้ไว้รอบห้องเพื่อให้มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ทางอ้อม ควรตระหนักว่าความกระตือรือร้นของผู้สอน การทำตัวเป็นแบบอย่างและการชี้แนะเป็นสัญลักษณ์ที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่กำลังเรียน

8) ใช้เทคนิคการจูงใจเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงของบุคคล สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น ผ่านการสะท้อนกลับและการรู้จักความคิดของตนเอง (Metacognition) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้สำรวจการเรียนรู้ของตนเองอย่างมีจิตสำนึก

9) การสอนข้อมูลและทักษะโดยไม่สัมพันธ์กับประสบการณ์ก่อนหน้านี้ของผู้เรียน บังคับให้ผู้เรียนต้องฟังพาการจำแบบท่องจำ

10) ใช้เทคนิคที่สร้างหรือเลียนแบบประสบการณ์จริงของโลกและใช้ประสาทสัมผัสที่หลากหลาย

11) พยายามสร้างบรรยากาศตื่นตัวแบบผ่อนคลาย

12) ใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้แสดงออกตามความถนัดของเขาทั้งด้านการฟัง การจินตนาการเป็นภาพ การปฏิบัติ และอารมณ์

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 7) ได้ให้หลักการการเรียนรู้ของผู้เรียน จากสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีโดยใช้สมองเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1) บรรยากาศการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย สภาพแวดล้อมในห้องเรียน ทำนั่ง สื่อการเรียนรู้รอบข้าง ปัจจัยด้านผู้สอน

2) การเรียนรู้แบบองค์รวม หรือการเรียนรู้ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับร่างกาย จิตใจ ความรู้สึก ความเชื่อ ปัญหาส่วนตัว และเจตคติ ล้วนมีผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้ทั้งสิ้น

3) สมองกับการนอนหลับ ความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้า ความเครียด ความกังวลหรืออุปสรรคต่าง ๆ ทำให้เกิดสภาพการเรียนรู้ที่ไม่ดี การนอนหลับสนิทซึ่งเป็นการนอนพักผ่อน โดยไม่มีความเครียดใด ๆ ทั้งสิ้น เพื่อให้สมองสามารถใช้ระยะของการเคลื่อนตัวเร็วได้อย่างเหมาะสม ทำให้สมองมีเวลาทำความสะอาดจิตใจ จัดเครือข่ายเซลล์สมองใหม่และประมวลเหตุการณ์ ทางอารมณ์ ดังนั้นจึงส่งเสริมให้เด็กได้นอนหลับพักผ่อนให้เพียงพอในเวลากลางคืน

4) การตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ เป้าหมายเป็นสิ่งที่ดี ซึ่งไม่จำเป็นต้องยากเกินไป ในการบรรลุหรือง่ายเกินไปในการทำงานให้สำเร็จ เป้าหมายต้องเป็นสิ่งที่ทำนายได้และบรรลุได้ ในเวลาเดียวกัน ดังนั้นการตั้งเป้าหมายจำเป็นต้องอยู่ในบริบทของระบบความเชื่อและความสามารถของนักเรียนนักศึกษาภายในสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยเท่านั้นเป้าหมายจึงจะบรรลุได้สำเร็จ

5) อุปสรรคต่อการเรียนรู้ เมื่อสมองรับรู้ว่าการตกใจ ร่างกายจะมีปฏิกิริยาโต้ตอบได้โดยอัตโนมัติ ปรากฏของสมองเช่นนี้ เรียกว่า การเปลี่ยนต่ำ เมื่อสมองเปลี่ยนต่ำจะทำให้ความสามารถในการเรียนรู้ การคิด การวางแผน การแก้ปัญหา การหาข้อมูลข่าวสาร การคิดสร้างสรรค์ และทักษะการตัดสินใจลดต่ำลง

6) โภชนาการกับการเรียนรู้ นักเรียนนักศึกษาต้องได้รับการส่งเสริมให้เอาใจใส่ในการบริโภคอาหารและโภชนาการที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ และความสามารถในการคิด สิ่งที่ต้องการมากที่สุดคือ ออกซิเจน ถ้าสมองขาดออกซิเจนแล้วตัวถ่ายทอดเซลล์สมองอื่น ๆ อาจทำให้การเรียนรู้และการคิดช้าลงหรือเร็วขึ้นก็ได้ สารไทโรซีน ซึ่งปกติพบในอาหารที่มีโปรตีนสูงช่วยกระตุ้นความตื่นตัวและการทำงานของสมอง อาหารที่อุดมด้วยโปรตีน ได้แก่ ไข่ ปลา หมู ไก่ โยเกิร์ตและเนยแข็ง เป็นต้น

7) ความตั้งใจในการเรียนรู้ การทำให้นักเรียนนักศึกษามีความตั้งใจและคงความตั้งใจไว้เป็นภารกิจที่ทำทนายสำหรับครูอาจารย์ ระดับความตั้งใจมีขีดจำกัดจากการเปลี่ยนแปลงในด้านอารมณ์ ระดับกรดอะมิโน ฮอร์โมนและเนื้อหาวิชา ตามปกติช่วงความสนใจของนักเรียนมีช่วงอยู่ระหว่าง 20-25 นาที ระหว่างการเริ่มต้นเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับการจบเสนอเนื้อหา และระหว่างการเสนอแนวคิดสำคัญกับการสั่งงานพิเศษแก่นักเรียน ดังนั้นครูอาจารย์ต้องมีสิ่งกระตุ้นที่แปลกใหม่หรือมีความเข้มข้นทางอารมณ์ระดับสูงเพื่อให้ได้ความตั้งใจของผู้เรียน

8) ระดับความคงทนในการเรียนรู้ ขึ้นอยู่กับวิธีการได้รับข้อมูลข่าวสารนั้น ซึ่งระดับอัตราดังต่อไปนี้ การอ่าน 10 % การได้ยิน 20 % การเห็น 30 % การฟัง การเห็น 50 % การฟัง การเห็น การพูด 70 % การฟัง การเห็น การพูด การทำ 90 %

9) การเรียนรู้แบบเน้นและผ่อนคลาย การเรียนรู้จะทำได้ดีที่สุดเมื่อนักเรียนนักศึกษา มีการเรียนรู้แบบเน้นหรือมีใจจดจ่อ และการเรียนรู้แบบผ่อนคลายหรือกระจายทั่วไปสลับไป เช่น มีการคิดเน้นหนัก 10 นาที และคิดกระจาย 2-5 นาที สลับกันไปตลอดช่วงการเรียน เวลาเรียนสูงสุดสำหรับการเรียนรู้แบบเน้นประมาณ 20-25 นาที แล้วให้เวลาสำหรับการคิดแบบผ่อนคลายหรือคิดทั่วไปอีก 2-5 นาที ในกิจกรรมหรือการประมวลข้อมูลทางสมองจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

10) การเรียนสามขั้นตอน ในห้องเรียนโดยทั่วไปปกติครูเป็นผู้ถ่ายทอดหรือเป็นผู้ให้ข้อมูลข่าวสารแก่นักเรียนนักศึกษาหรือให้ปัจจัยป้อน ต่อมาอีกระยะหนึ่งทำการทดสอบหรือให้เด็ก ทบทวนหรือท่องจำ เพื่อวัดความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้เรียน หรือปัจจัยผลผลิต ส่วนสิ่งที่อยู่ระหว่าง ปัจจัยป้อนกับปัจจัยผลผลิตคือ การบูรณาการ ซึ่งโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยป้อน ชีวิตของผู้เรียนถ้าปัจจัยป้อนไม่มีความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับชีวิตผู้เรียนแล้วปัจจัยผลผลิตคงได้น้อยมาก ดังนั้นการเรียนรู้จึงมี 3 ขั้นตอน คือ ปัจจัยป้อน การบูรณาการ และปัจจัยผลผลิต

11) การฝึกตัวในการเรียนรู้ เป็นกระบวนการเพิ่มให้แนวคิด ความรู้ และข้อมูล ข่าวสาร มีการชะลอตัวหรือการปล่อยทิ้งไว้ชั่วขณะจนกว่ามีการรู้แจ้งหรือประสบการณ์ “อ้อใช่เลย” ในสิ่งนั้น

12) สมบัติของข้อมูลข่าวสารที่ทำให้จำได้ดีที่สุด ผู้เรียนจะจำได้ดีที่สุดถ้าข้อมูล ข่าวสารมีสมบัติดังนี้

- มีความสัมพันธ์กับประสาทสัมผัส โดยเฉพาะประสาทสัมผัส การมองเห็น
- อยู่ในบริบทของอารมณ์ เช่น อารมณ์ความรัก อารมณ์ความสุข หรืออารมณ์ โศก

- มีสมบัติโดดเด่นหรือแตกต่าง
- มีความสัมพันธ์อย่างหนักแน่น
- มีความจำเป็นต่อการอยู่รอด
- มีความสำคัญในทางส่วนตัว
- มีการทำซ้ำบ่อย
- เป็นสิ่งแรกหรือสิ่งสุดท้ายในเวลาเรียน

เนศรา โฉมรุ่ง (2552: 55-58) ได้ให้คำแนะนำสำหรับผู้สอนในการสอนโดยใช้สมองเป็นฐาน ดังนี้

1. การสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้

1.1 ใช้เรื่องซ้ำชั้น ถ้าผู้เรียนได้หัวเราะ ออกซิเจนจะเข้าไปในเลือดมาก ทำให้สมองทำงานได้ดี เรื่องซ้ำชั้นใช้ได้ทั้งเริ่มต้น และในระหว่างบทเรียนถ้าเป็นระหว่างบทเรียนต้องเป็นเรื่องเสริมการเรียนรู้ด้วย ไม่แยกไปโดยสิ้นเชิง

1.2 ใช้คำพูดเชิงบวก ลดความกังวลของผู้เรียนทำให้สมองทำงานได้ดี

1.3 อย่าใช้คำถากถาง คำพูดเชิงลบทำให้ผู้เรียนอับอาย เลวไปถึงขัดแย้งกับเพื่อนๆ ของผู้เรียนเอง

1.4 ใช้สื่อหลากหลายนำเสนอไว้ในห้องเรียน เพื่อนำไปสู่ความสนใจ และพร้อมที่จะให้ผู้เรียนเรียนโดยเฉพาะสื่อที่ผู้เรียนชอบ

2. การสร้างความหมายในการเรียนรู้

2.1 ใช้ตัวอย่างชีวิตจริง สิ่งของที่ให้สัมผัสได้ตัวอย่างจะต้องแสดงความคิดรวบยอดเรื่องนั้นๆ ได้ชัดเจนไม่คลุมเครือ

2.2 ใช้เรื่องของผู้เรียนมาอธิบาย ให้ผู้เรียนยกตัวอย่างประสบการณ์ของตนเอง ประกอบใช้การทบทวนแบบนำเสนอ ให้ผู้เรียนเรียบเรียงเป็นการนำเสนอของตนเอง โดยให้ผู้เรียนคิดด้วยประสบการณ์ของตนเอง วางรูปแบบการพูดการนำเสนอเอง ขยายความเอง เป็นเรื่องของผู้เรียนจากประสบการณ์ของผู้เรียนเอง

2.3 ใช้การทำงานร่วมกัน เริ่มต้นจากทำงานร่วมกับผู้สอนให้ได้รูปแบบ แล้วทำงานเป็นคู่ เพิ่มขึ้น 3 คน 6 คน และ 9 คน ตามโอกาส เพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้จากหลายทาง เป็นผู้ลงมือทำและยังเกิดมุมมองหลายๆ ด้าน จากหลายๆ คน

3. การพัฒนาสมองทั้งสองด้าน

3.1 ใช้ทั้งคำพูดและภาพร่วมกันเพื่อให้เรียนรู้ทั้งเสียงและความหมาย ใช้แผนภาพ นำสู่ความหมาย เวลานำเสนอวิธีทัศน์เสนอช่วงสั้นๆ แล้วหยุดให้อภิปรายซักถาม เน้นความคิดรวบยอดที่จะสอน ไม่เสนอจนทำให้ตัวความคิดรวบยอดต่างๆ ถูกลบไปหมด

3.2 เวลาใช้แผนภาพต้องสอดแทรกนัยไว้ด้วย เช่น ตัวใหญ่เป็นหัวข้อใหญ่ ตัวเล็กเป็นส่วนย่อยของตัวใหญ่ การเขียนเรียงแถวบอกถึงลำดับเวลา การเขียนจากบนลงล่างบอกนัยของลำดับการลงมือทำ เช่นนี้เป็นต้น

3.3 เวลาอภิปรายเกี่ยวกับความคิดรวบยอดต่างๆ นำเสนอทั้งเหตุผล และการคิดแบบขยาย สร้างให้แก่มุมอื่นๆ นำสู่จินตนาการด้วย เช่น ถามว่าเต่าจะวิ่งอย่างไรให้ชนะบ้าง

3.4 ระวังเรื่องท่าทาง แสดงท่าทางให้สอดคล้องกับสาระที่จะสื่อความ สมองเด็กจะรับทั้งคำพูดและท่าทาง ถ้าทั้งสองอย่างขัดกันเอง เด็กก็จะสับสน จับความหมายที่ถูกต้องไม่ได้

3.5 การประเมินต้องใช้ทั้งคำพูด ภาพ แผนภาพ และการปฏิบัติจริง เพื่อให้ผู้เรียนใช้สมองทั้ง 2 ด้าน เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทแล้ว ก็ให้เขียนอธิบาย วาดภาพ หรือทำแผนภาพเสนอสร้างแนวทางนำไปใช้ หรือแสดงเป็นละครโครงงาน บทเพลงต่างๆ

4. การพัฒนาสมองด้านซ้าย

4.1 จัดห้องให้มีพื้นที่ทำงาน กระจายคนพูดเก่งให้อยู่ทั่วห้องไม่รวมไว้จุดเดียว ให้เห็นว่าจะมีการอภิปรายกันทั้งห้อง เรียกคนตอบกระจายทั้งห้อง

4.2 จัดป้ายนิทรรศการให้ตรงกับเรื่องที่จะเรียนเป็นปัจจุบันเข้าใจง่าย เสนอประเด็นปัญหาชัดเจน

4.3 ลบกระดานดำเสมอ เพื่อไม่ให้ข้อมูลเดิมมาสอดแทรกกับข้อมูลใหม่

4.4 ใช้สื่อหลายแบบ ทั้งอ่าน เขียน วาดภาพ คิดคำนวณในทุกๆ วิชา

4.5 ใช้การอุปมาอุปไมยเพื่อให้เห็นความหมายและการคิดในระดับสูง

4.6 เน้นการตรงต่อเวลาและการตรงต่อเรื่อง สาระงานที่จะทำให้เกิดความเป็น

เหตุผลชัดเจน

4.7 ให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ เป้าหมายการทำงานแล้วยึดทำให้บรรลุผลให้รางวัลเมื่อเขาทำสำเร็จ

4.8 ถามให้คิดเป็นเหตุเป็นผล ถ้า.....แล้ว... ให้ผู้เรียนมองปัญหาหลายแง่หลายมุม คิดเป็นเหตุเป็นผล ใช้แผนภาพช่วยคิด

5. การพัฒนาสมองด้านขวา

5.1 ให้ผู้เรียนมีโอกาสเลือก จะรายงานแบบใด จะใช้รูปแบบใดตามความชอบของเขาเอง

5.2 ใช้การนำเสนอแบบแผนภาพ การ์ตูน และเน้นให้ผู้เรียนเสนอเป็นภาพสร้างสรรค์ เก็บรวบรวมการนำเสนอความคิดหลายๆ แบบ

5.3 ถามให้ผู้เรียนคิดต่อเนื่อง โยงใยสัมพันธ์เกี่ยวข่งกันอย่างไร ฝึกให้ผู้เรียนโยงข้อมูลในการนำเสนอ

5.4 ใช้ประสบการณ์ตรง ของจริง เหตุการณ์จริง หรือบทบาทสมมุติ สถานการณ์จำลองที่เทียบได้กับเรื่องจริง

5.5 ให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน กระตุ้นให้ทุกคนเสนอคำอธิบาย หรือสอนคนอื่นเพื่อตัวเองจะได้เรียนรู้ได้มากขึ้น

5.6 ให้ผู้เรียนคิดนำไปใช้ ขยายไปสู่งานอื่นๆ หรืองานในอนาคต สอนแบบขยายความรู้

5.7 ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำจริง เรียนโดยโครงงานอิสระ ลงมือปฏิบัติจริง จะได้เรียนรู้โลกที่แท้จริง

6. การสอนให้สร้างขยาย

6.1 ใช้เกมสถานการณ์จำลอง

6.2 ใช้การคิดทบทวนในสมอง

6.3 ใช้การสอนเป็นลำดับ ทำสิ่งใดดีแล้วต่อไปจะเรียนเรื่องใดได้ดี

6.4 ใช้การอุปมาอุปไมย เรื่องนี้เรียนจบแล้วเหมือนกับเรื่องใดจะนำไปใช้ในโอกาสข้างหน้าอย่างไร

6.5 ใช้การเขียนเล่าเรื่อง เราได้เรียนอะไร เกี่ยวข้องกับเรื่องอื่นอย่างไร ใช้ในอนาคตอย่างไร

7. หลักสูตรเน้นการเรียนรู้ของสมอง

7.1 ใช้สถานการณ์ชีวิตจริง ปัญหาในชีวิตจริง

7.2 ใช้สถานการณ์จำลองมาแทนชีวิตจริง ทำเป็นเกมและรูปแบบจำลองต่างๆ

7.3 ให้ผู้เรียนลงมือทำโครงงาน โครงการด้วยการคิดเอง เลือกเอง ลงมือทำเอง

7.4 ให้ผู้เรียนนำเสนอภาพกว้าง ฉายภาพบริบทของปัญหา เรื่องราวที่เรียนมองเลยไปถึงสังคมโดยรวม เห็นผลกระทบในวงกว้าง

7.5 ให้ผู้เรียนออกบริการชุมชน เรียนรู้จากชุมชนให้เห็นชีวิตจริง การทำงานจริง ฝึกงานเหมือนกับที่จะออกไปทำจริง

7.6 ให้ผู้เรียนคิดนำเสนอเป็นใยแมงมุม เป็นผังความคิด Mind map และ Concept map

7.7 ใช้กรณีศึกษาเป็นปัญหาให้ผู้เรียนอภิปรายวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา จัดทำเป็นโครงงานภาคปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา

7.8 ใช้การลงมือทำจริงและผลจากการลงมือทำจริงในสภาวะปกติ เป็นการประเมิน นำเสนอผลงานจริง ไม่ใช้สถานการณ์การสอบ นำการประเมินมารวมกับกิจกรรมการเรียนรู้ปกติ

ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ตอบสนองต่อการทำงานของสมอง หรือลีลาของสมอง ผู้สอนควรดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. จัดให้มีบรรยากาศเชิงบวก ให้ผู้เรียนเกิดความสุขใจ อารมณ์ดี ผู้สอนมีอารมณ์ขัน ผู้เรียนไม่กังวล อันเป็นการเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ให้สูงขึ้น

2. เสริมให้ร่างกายของผู้เรียนมีพลังด้วยอาหารต่างๆ และวิตามินสมองต้องการ กลูโคส น้ำตาล น้ำ และออกซิเจน ห้องเรียนที่จัดน้ำให้ดื่มมากๆ และมีออกซิเจนมากจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดี

3. สิ่งที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้ต้องเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสัมผัสได้ มีความหมายสูง สื่อจึงนำมาช่วยให้ผู้เรียนสัมผัสได้จริง ระดับการสัมผัสมีทั้งด้วยการลงมือทำ ด้วยแผนภาพ และด้วยภาษา

สัญลักษณ์ต่างๆ ผู้สอนจึงต้องนำเสนอให้สอดคล้องกับการสัมผัสได้ของผู้เรียน ส่วนความหมายนั้นได้จากการสัมพันธ์กับเรื่องเดิม ความรู้สึกเดิม ถ้าเป็นความรู้สึกเชิงบวกเกี่ยวข้องกับชีวิตคนก็จะมี ความหมายสูง การเรียนรู้ก็ต้องทำให้ความหมายความสำคัญนี้สูงขึ้นเสมอ ผู้เรียนก็จะจำได้นาน นำมาใช้ได้ทันที

4. จัดเวลาให้ผู้เรียนลงมือทำมากๆ ให้งานที่ผู้เรียนลงมือทำเองมากๆ เพราะสมองจะตื่นตัว ทำงานทุกส่วนเมื่อผู้เรียนลงมือทำจริง ในการสอนผู้สอนต้องจัดเวลานี้ไว้มากๆ ใหลมือฝึกฝนเพื่อให้เกิดความชำนาญ

5. การทำซ้ำและการฝึกฝนทำให้เกิดความชำนาญ แต่การคิดวิเคราะห์หาทางเพิ่มพูนให้ดีขึ้น จะนำไปสู่ความสมบูรณ์ การเรียนรู้จึงต้องเน้นการชักจูงให้ผู้เรียนมีรูปแบบความคิด คัดอย่างแตกฉาน นำไปสู่ปัญญา และการพัฒนาสู่พหุปัญญา ตามความถนัดทุนเดิมของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเป็นเลิศในทางของตน ตามทุนเดิมที่พัฒนามาในช่วง 6-8 ปี

6. การประเมินที่ดีจะต้องชี้แนะการพัฒนา ให้ข้อมูลด้วยว่าจะพัฒนาเพิ่มพูนอย่างไร ผู้สอนจึงต้องรู้จักมิติคุณภาพพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อออกแบบการพัฒนาเพิ่มพูนการประเมินจึงมิได้มุ่งว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์แล้ว ตอบถูกแล้ว ทำได้แล้ว แต่จะต้องเน้นว่าจะพัฒนาเพิ่มพูนต่ออย่างไร มิติคุณภาพ (Rubrics) ก็จะใช้ทั้งการอธิบาย มอบหมายงาน และการประเมินตามสภาพจริง ชี้แนะการพัฒนาเพิ่มพูน

7. การเรียนรู้ร่วมกัน การอภิปรายโต้แย้งกัน ทำให้สมองทำงานมากขึ้นพัฒนามากขึ้น ในบทเรียนต่างๆ ผู้สอนจึงต้องมีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันความรู้จึงจะแตกฉานหลายแง่มุม นำไปใช้ได้จริง และยังเป็น การเสริมสร้างสังคมให้เป็นหนึ่งเดียวกันอีกด้วย

1.6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

จากหลักการ ทฤษฎีและแนวทางที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ได้มีนักวิชาการหลายท่าน นำไปพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1980; อ้างอิงจาก ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2548: 79-82) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่คำนึงถึงแบบการเรียนของผู้เรียน 4 แบบ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล โดยแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ (สมองซีกขวา) ผู้สอนสร้างประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรมเพื่อเชื่อมความรู้แก่ให้กับผู้เรียนและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหรือสร้างแรงจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และสนใจในสิ่งที่เรียน

2) ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์ประสบการณ์โดยการอภิปราย และฝึกให้ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่มอย่างหลากหลาย เช่น ช่วยกันระดมสมองอภิปรายร่วมกัน เป็นต้น

3) ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนบูรณาการประสบการณ์และนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับความรู้เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจความคิดรวบยอด โดยผู้วิจัยมีบทบาทในการเตรียมข้อมูล ให้ข้อมูลสาธิต แล้วให้ผู้เรียนค้นคว้า

4) ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ทฤษฎีหรือความคิดรวบยอด แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ กิจกรรมควรเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากใบความรู้ แหล่งวิทยาการท้องถิ่น การสาธิต เป็นต้น

5) ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้ลงปฏิบัติโดยผ่านประสาทสัมผัส เช่น การทดลองจากใบงานการทดลอง การทำแบบฝึกหัด เป็นต้นโดยผู้สอนมีหน้าที่ชี้แนะและอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน

6) ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความสามารถเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานตามจินตนาการของตน

7) ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์ชิ้นงานเพื่อนำไปสู่การประยุกต์หรือดัดแปลงชิ้นงานให้ดีขึ้น

8) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงชิ้นงาน เพื่อให้เพื่อน ๆ ได้ชื่นชม ซึ่งเป็นการแบ่งปันโอกาสทางด้านความรู้และประสบการณ์ให้ผู้อื่นได้ซาบซึ้ง

เจนเซน (Jensen, 2000: 33-38) ได้สนับสนุนแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (Brain – Based Learning) โดยแบ่งออกได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นเตรียมการ (Preparation Stage) ในขั้นนี้ คือ การเตรียมกรอบงานเพื่อการเรียนรู้ใหม่และเริ่มใช้สมองของผู้เรียน เกิดการทำงานอย่างต่อเนื่อง ในขั้นนี้กระบวนการเรียนการสอน มักจะเน้นการทบทวนเรื่องการนำเสนอเป็นภาพ หรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้อง หากผู้เรียนมีความรู้เดิมมากก่อนก็จะทำให้การเรียนรู้เร็วขึ้น เช่น การฟังเรื่องตลกอาจไม่ขำเลยหากไม่รู้เรื่องเดิมมาก่อน

2) ขั้นรับรู้ (Acquisition Stage) นิเวศของประสาทจะทำงานเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลในการรับรู้ ได้แก่ การอภิปราย การบรรยาย การใช้เครื่องมือทางการเห็น การให้สิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติ การแสดงบทบาทตัวอย่าง การอ่าน การทำโครงการกลุ่ม การทำกิจกรรมคู่ ฯลฯ ดังนั้น การให้ผู้เรียนเรียนรู้บางสิ่งบางอย่างได้ ก็ควรให้เขาได้พูดได้ปฏิบัติ เนื่องจากสมองจะซึมซับข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่เป็นส่วนเล็ก ๆ มาประสานต่อกันได้ การให้รูปแบบและประสบการณ์จะทำให้สมองของผู้เรียนรับรู้ได้มากขึ้น จนกระทั่งจับข้อมูลสำคัญได้ สมองอาจจะสร้างเงื่อนไข และการรับกฎเกณฑ์โดยรวม ซึ่งผู้เรียนอาจปรับได้ บ่อยครั้งที่มักพบว่าทั้งในชั้นเรียนหรือในโรงเรียน สิ่งที่คุณสอนอาจไม่ใช่สิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้ ดังนั้นในการเรียนการสอนจึงต้องให้สมองของผู้เรียนรับรู้และให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ต่าง ๆ จากการเรียนรู้เอง สัดส่วนของเวลาที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติและพูด ควรมีมากกว่าการนั่ง และการฟัง ผู้สอนส่วนใหญ่มักจัดเวลาสำหรับผู้เรียนน้อยมากในการปฏิบัติการทดลอง การอภิปราย การทบทวนความรู้ และผลที่ได้รับก็คือ ต้องมาสอนกันใหม่ มาตรฐานการศึกษาต้องการให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากขึ้น มีการคิด

วิเคราะห์ และขยายเนื้อหาสาระที่เรียน แต่ในทางตรงกันข้าม ผู้สอนกลับไม่ขยายกรอบเวลาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่กว้างขึ้น

3) ขั้นขยายรายละเอียดเพิ่มเติม (Elaboration Stage) ช่องว่างสำคัญในการเรียนการสอน คือ ช่องว่างระหว่างสิ่งที่ผู้สอนอธิบาย กับสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจ การลดช่องว่างนี้ ผู้สอนจำเป็นต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ลึกซึ้งขึ้น และได้ข้อมูลย้อนกลับด้วยกลวิธีให้ความหมายโดยนัย หรืออย่างแจ่มแจ้ง (Explicit) ผู้สอนให้การแก้ไขควบคู่กับการสอน โดยหลักการของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การขยายความโดยนัยหรืออย่างแจ่มแจ้ง เป็นเรื่องสำคัญในขั้นตอนนี้ กลวิธีที่ให้ความหมายอย่างแจ่มแจ้ง ได้แก่ การให้ คำเฉลย การตรวจสอบ การย่อความหรือสรุปความ การให้ข้อมูล สำหรับการให้ความหมายโดยนัย ได้แก่ การเล่นเกมบทบาทสมมติ การไปศึกษานอกสถานที่ การใช้ประสบการณ์ในชีวิตจริง การขยายรายละเอียดเพิ่มเติมในสิ่งที่เรียนรู้ จะช่วยให้สมองมีโอกาสดำจัด วิเคราะห์ ตรวจสอบและเรียนรู้ได้ลึกซึ้งขึ้น การทำงานของระบบประสาทจะพัฒนาได้โดยการลองผิดลองถูก ยิ่งมีการทดลองฝึกปฏิบัติและได้ข้อมูลย้อนกลับมากขึ้นเท่าใด คุณภาพในการทำงานของสมองก็จะยิ่งดีขึ้นเท่านั้น การเรียนโดยการท่องจำอาจจะช่วยให้สามารถทำคะแนนในการสอบได้ แต่อาจจะไม่ทำให้สามารถคิดในระดับสูงได้ ดังนั้น ผู้เรียนจึงควรได้ข้อมูลย้อนกลับในการเรียนรู้ให้มากอย่างพอเพียง การเรียนรู้สิ่งอื่น ๆ ก็จะตามมาได้เอง ประโยชน์ที่ผู้เรียนจะได้รับก็คือ การมีโอกาสดำทบทวนและประเมินงานของตนเองและของผู้อื่น พร้อมทั้งได้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นเรื่องเป็นราวด้วยวิธีการที่มีประสิทธิภาพ

4) ขั้นสร้างความทรงจำ (Memory Formation Stage) แม้จะมีการให้กระบวนการขยายรายละเอียด ในการเรียนรู้เพิ่มเติม โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสดำทดลอง หรือมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอน การทรงจำ ก็อาจดีหรือไม่ดีได้ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเก็บกักความทรงจำนั้น ๆ ของแต่ละบุคคล ซึ่งมีองค์ประกอบหลายประการด้วยกัน เช่น การพักผ่อนที่เพียงพอ ระดับของอารมณ์ บริบท อาหาร คุณภาพและปริมาณของการเชื่อมโยงระดับของสมอง สภาวะของผู้เรียน ความรู้เดิม ฯลฯ การพักผ่อนอย่างพอเพียงจะช่วยให้สมองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการรวบรวมข้อมูล อาหารที่ดีมีประโยชน์ก็สามารถทำให้ร่างกายได้รับสารที่ช่วยให้การทรงจำที่ดีได้

5) ขั้นบูรณาการเพื่อนำไปใช้ (Functional Integration Stage) ในขั้นนี้ ผู้เรียนจะสามารถระลึกสิ่งที่เรียนรู้ และนำไปใช้ได้

ขั้นตอนที่ถือว่าสำคัญที่สุด คือ ขั้นตอนที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งผู้สอนต้องตระหนักเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อันเป็นปัจจัยสำคัญที่จะให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ได้ตามที่คาดหวัง โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน โดยการพูด และการปฏิบัติกิจกรรม

ปราณี อ่อนศรี (2552: 89-90) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน หรือ ACTOR Model ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิธีเพื่อการผ่อนคลาย (Approach to Relaxation) ซึ่งมีที่มาและแนวคิดที่ว่า การตื่นตัวที่ผ่อนคลายเป็นการพยายามลดความกลัวในตัวผู้เรียนและเสริมบรรยากาศที่ท้าทาย

การเรียนรู้ ผู้เรียนควรได้รับการท้าทายที่มีความเฉพาะตน ซึ่งจะกระตุ้นจิตใจของผู้เรียนให้มีความตื่นตัวที่จะเรียนรู้ เช่น การเปิดเพลงคลาสสิกให้เด็กฟัง การทำสมาธิก่อนเรียนเพื่อให้เด็กสงบและเป็นการปรับคลื่นสมองพร้อมที่จะเรียนรู้ ทำบรรยากาศในชั้นเรียนที่ผ่อนคลายเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถอย่างเต็มที่

ขั้นตอนที่ 2 การใช้ผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) ซึ่งมีที่มาและแนวคิดที่ว่า มนุษย์ทุกคนต้องการแสวงหาความหมายและเกิดมาพร้อมความต้องการที่จะเข้าใจ ที่จะรู้จักชื่อ รู้จักการรวมกลุ่มของสิ่งต่างๆหรือที่เรียกว่า การจัดแบบแผน ซึ่งเป็นการเข้าใจความหมายการรวมกลุ่ม การแยกประเภท การตัดสินใจ การจัดทำแผนที่ความคิด การจัดประเภท มนุษย์จะรับรู้และเลือกสิ่งที่ต้องการจะรู้ สมองจะรับรู้และจัดแบบแผนสิ่งที่มีความหมายต่อตัวเรา สมองและจิตใจต้องการและรับรู้สิ่งที่คล้ายคลึงกันโดยอัตโนมัติ และขณะเดียวกันก็จะแสวงหาและตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่ๆ สมองพยายามที่จะเข้าใจและจัดแบบแผนของสิ่งที่ปรากฏและสร้างความประทับใจต่อแบบแผนที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน ขั้นตอนนี้ผู้สอนแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิมประมาณ 10-15 นาที โดยใช้คำถามในการนำอภิปราย ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปประเด็นจากการอภิปราย เพื่อจะเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ จากนั้นผู้สอนบรรยายตามหัวข้อเนื้อหา แล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนผังมโนทัศน์ในเนื้อหาที่เรียนตามใบงานพร้อมทั้งนำเสนอผังมโนทัศน์และให้เพื่อนๆร่วมอภิปราย จากนั้นผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปประเด็นที่ได้จากการอภิปราย

ขั้นตอนที่ 3 การถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of Learning) ซึ่งมีที่มาและแนวคิดที่ว่า สมองจะเรียนรู้ได้ดีนั้น การเรียนการสอนจะต้องอิงอยู่กับบริบทที่เกี่ยวข้อง และสมองจะเข้าใจและจำได้ดีเมื่อมีความจำแบบเชื่อมโยง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุแบบแผนต่างๆของความรู้ได้และสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่มีอยู่ก่อนได้ พยายามหลีกเลี่ยงการแยกข้อมูลออกจากบริบท เพราะ การแยกข้อมูลออกจากบริบทจะทำให้การเรียนรู้ยากต่อการทำความเข้าใจ เนื่องจากผู้เรียนไม่เห็นความเชื่อมโยงกับบริบท หรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน ขั้นตอนนี้ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบงาน ร่วมกันเสนอแนวคิดและนำเสนอ เพื่อนๆร่วมอภิปราย จากนั้นผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปประเด็นที่ได้จากการอภิปราย

ขั้นตอนที่ 4 การบริหารสมอง (Operation to Brain-Gym) ซึ่งมีที่มาและแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้ของสมองจะดีขึ้นถ้าใช้สมองทั้ง 2 ซีกไปด้วยกัน ความพร้อมในการเรียนรู้ของสมองนั้นควรมีการออกกำลังกายควบคู่กันไปด้วย ซึ่งการบริหารสมองเป็นการช่วยให้การทำงานของสมองซีกซ้ายและขวาเชื่อมโยงทำงานประสานกันได้ดี ดัดต่อสื่อสาร รวมทั้งประเมินสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้องตามหลักเหตุผล ความสามารถในการรับรู้ความคิดเห็นของผู้อื่นก็จะพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วด้วยเช่นกันและยังส่งผลให้เกิดความผ่อนคลายอีกด้วย ขั้นตอนนี้ให้ผู้เรียนฝึกการบริหารสมอง ตามที่กำหนดให้ประมาณ 5-10 นาที เพื่อให้สมองซีกซ้ายและขวาทำงานประสานกัน มีการผ่อนคลายและเลือดไปเลี้ยงสมองดีขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 การคิดไตร่ตรอง (Reflection) ซึ่งมีที่มาและแนวคิดที่ว่า สมองเมื่อมีการรับรู้หรือเรียนรู้สิ่งต่างๆ จะมีการดำเนินการกับข้อมูล การพิจารณาและไตร่ตรอง ซึ่งเกิดขึ้นทั้งในขณะที่มีสติรู้ตัวและซึมซับในลักษณะแบบไม่รู้ตัว เป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้ เพราะการเรียนรู้เกิดจากการประมวลผลประสบการณ์ทั้งหมด ขั้นตอนนี้ให้ผู้เรียนฝึกการคิดไตร่ตรองจากประเด็นคำถามที่นำเสนอในใบงาน

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์และสร้างเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่ใช้แนวคิด 4 ทาน คือ อาร์. เอ็น. เคน และ จี. เคน (R. N. Caine; & G. Caine. 2009) ซึ่งเสนอหลักการ 12 ประการในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ (Gardner. 1993) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถทางปัญญาหลายด้าน เพื่อให้สอดคล้องกับลีลาการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของแมคคาร์ธี (McCarthy. 1980) ในการส่งเสริมให้สมองทั้งซีกซ้ายและขวาทำงานอย่างสมดุล และใช้การบริหารสมอง (Brain Gym) ของเดนนิสัน (Dennison. 1981) ในการผ่อนคลายเพื่อลดความตึงเครียดและเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนการเรียนรู้ การเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นบริหารสมอง (Brain-Gym) 2. ขั้นกระตุ้นสมอง (Rouse) 3. ขั้นจัดประสบการณ์ (Accessing to Information) 4. ขั้นฝึกประสบการณ์ (Implementation) 5. ขั้นสรุปประสบการณ์ (Summary) และ 6. ขั้นขยายความรู้ (Extension) หรือ BRAISE Model ดังนี้

1) ขั้นบริหารสมอง (Brain-Gym) ในขั้นนี้เป็นการผ่อนคลายเพื่อลดความตึงเครียดและเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนการเรียนรู้ซึ่งมีที่มาและแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้ของสมองจะดีขึ้นถ้าใช้สมองทั้ง 2 ซีกไปด้วยกัน ความพร้อมในการเรียนรู้ของสมองนั้นควรมีการออกกำลังกายควบคู่กันไปด้วย ซึ่งการบริหารสมองเป็นการช่วยให้การทำงานของสมองซีกซ้ายและขวาเชื่อมโยงทำงานประสานกันได้ดี ทำให้สมองได้รับออกซิเจนมากขึ้น เกิดคลื่นแอลฟา ซึ่งผู้เรียนจะรู้สึกผ่อนคลาย ไม่เครียดทั้งด้านร่างกายและจิตใจ สมองจะเรียนรู้ได้เร็ว มีความจำที่ดี และยังช่วยส่งเสริมทักษะด้านต่างๆ เช่น ทักษะทางภาษา ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน ทักษะด้านการคิด เช่น การคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดคำนวณ คิดบวก ทักษะด้านการเคลื่อนไหว เช่น การเคลื่อนไหวอย่างมีทิศทาง และยังทำให้มีสมาธิกับสิ่งที่ทำ และความกระตือรือร้นในการทำงาน และกิจกรรมต่างๆ โดยให้ผู้เรียนฝึกการบริหารสมองตามท่าที่กำหนดให้ประมาณ 5-10 นาที เพื่อให้สมองซีกซ้ายและขวาทำงานประสานกัน มีการผ่อนคลาย เลือดไปเลี้ยงสมองดีขึ้นทำให้มีสมาธิในการเรียนรู้

2) ขั้นกระตุ้นสมอง (Rouse) ในขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งมีที่มาและแนวคิดที่ว่า สมองจะเกิดการเชื่อมโยงของระบบประสาทมากที่สุดเมื่อมีโอกาสได้ลงเสียงกับอะไรอย่างหนึ่ง แต่สมองจะทำงานลดลงเมื่อตกอยู่ในสภาวะที่ถูกข่มขู่ ดังนั้นจึงควรเสริมสร้างบรรยากาศที่ท้าทายการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นจิตใจของผู้เรียนให้มีความตื่นตัวที่จะเรียนรู้เป็นความตื่นตัวแบบผ่อนคลาย โดย

ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นและสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีที่สุด เพื่อกระตุ้นและยั่วให้ผู้เรียนเกิด ความสนใจในการเรียนรู้ เกิดความท้าทาย และชวนให้ค้นหาคำตอบ รวมทั้งทบทวนความรู้เดิมของ ผู้เรียน

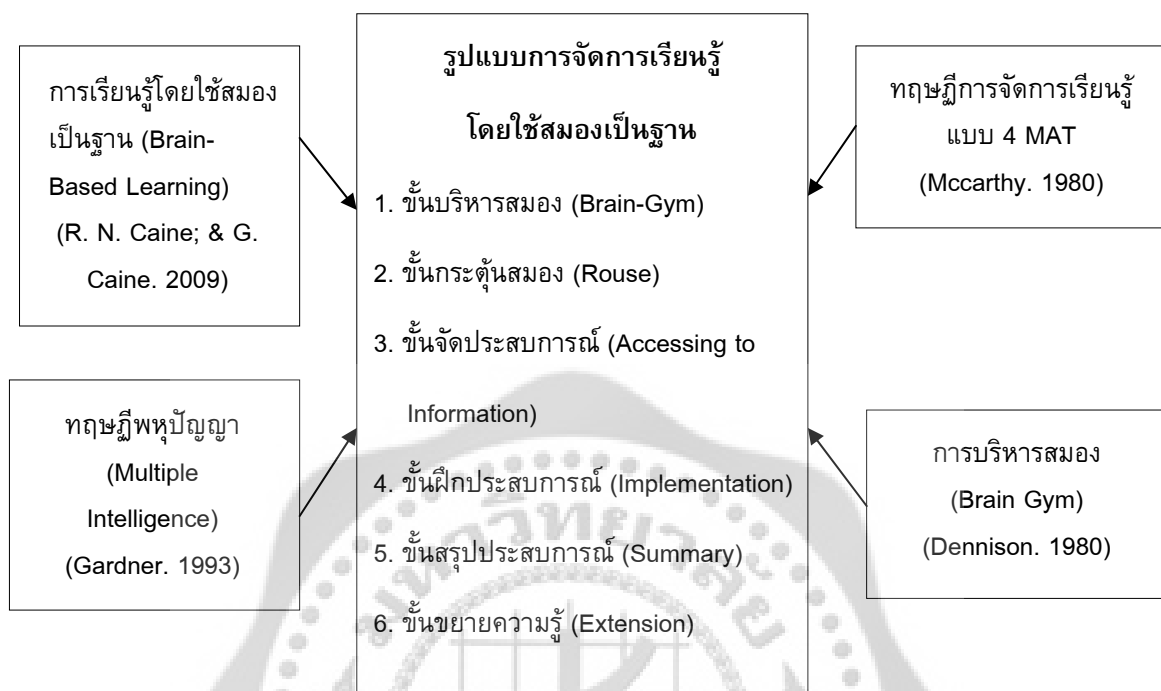
3) **ขั้นจัดประสบการณ์ (Accessing to Information)** ในขั้นนี้เป็นการจัด ประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนซึ่งมีที่มาและแนวคิดที่ว่ามนุษย์ทุกคนมีสมอง แต่สมองของแต่ละคนล้วนแตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม โดยแต่ละคนจะมีแบบแผนของการ เรียนรู้ (Learning style) ความสามารถ และเชาว์ปัญญาที่แตกต่างกัน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้หลากหลายซึ่งคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่เป็นแก่น สาร

4) **ขั้นฝึกประสบการณ์ (Implementation)** ซึ่งมีที่มาและแนวคิดที่ว่าสมองเรียนรู้จาก การลงมือทำและจากการฝึกฝนเพราะการฝึกฝนเป็นกระบวนการที่ช่วยให้การเชื่อมโยงของเซลล์ สมองในวงจรการเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ในขั้นนี้เป็นการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยนำ ความรู้ที่ได้มาลงมือปฏิบัติเพื่อเป็นการเพิ่มและทบทวนความรู้ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและ เชี่ยวชาญมากยิ่งขึ้น

5) **ขั้นสรุปประสบการณ์ (Summary)** ซึ่งมีที่มาและแนวคิดที่ว่า มนุษย์ทุกคน ต้องการแสวงหาความหมายและเกิดมาพร้อมความต้องการที่จะเข้าใจ ที่จะรู้จักชื่อ รู้จักการรวมกลุ่ม ของสิ่งต่างๆหรือที่เรียกว่า การจัดแบบแผน ซึ่งเป็นการเข้าใจความหมายการรวมกลุ่ม การแยก ประเภท การตัดสินใจ การจัดทำแผนที่ความคิด การจัดประเภท มนุษย์จะรับรู้และเลือกสิ่งที่ต้องการ จะรู้ สมองจะรับรู้และจัดแบบแผนสิ่งที่มีความหมายต่อตัวเรา สมองและจิตใจต้องการและรับรู้สิ่งที่ คล้ายคลึงกันโดยอัตโนมัติ ขณะเดียวกันก็จะแสวงหาและตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่ๆ สมองพยายามที่ จะเข้าใจและจัดแบบแผนของสิ่งที่ปรากฏและสร้างความประทับใจต่อแบบแผนที่มีความหมาย สำหรับผู้เรียน ในขั้นนี้ให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ค้นพบจากการทำกิจกรรมที่หลากหลายเป็นความคิด รวบรวมอยู่ในรูปแผนผังความคิด (Mind map) หลังจากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมและ ประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกัน

6) **ขั้นขยายความรู้ (Extension)** ซึ่งมีที่มาและแนวคิดที่ว่าสมองมนุษย์เลือกรับรู้ เรียนรู้ และจดจำในสิ่งที่มีความสำคัญหรือมีความหมายต่อตนเองซึ่งเกิดขึ้นทั้งในขณะที่มีสติรู้ตัวและ ซึมซับในลักษณะแบบไม่รู้ตัว เป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้ เพราะการ เรียนรู้เกิดจากการประมวลผลประสบการณ์ทั้งหมด การเรียนรู้ที่ดีควรจะต้องทั้งใจหยาบอะไรให้ผู้เรียนได้ คิดต่อ ในขั้นนี้ให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิด หรือการสร้างองค์ความรู้ใหม่เชื่อมโยงความรู้สู่การ ประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน

สรุปแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานได้ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 สรุปแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

2. แนวคิดการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความหมายในลักษณะเดียวกับระบบการเรียนการสอน ซึ่งนักวิชาการในปัจจุบันนิยมใช้คำว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551) โดยได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ทิศนา แคมมณี (2545: 221) กล่าวว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอน ที่จัดไว้อย่างเป็นระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการแนวคิดหรือความเชื่อต่างๆ โดยมีการจัดกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนการสอน โดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ เข้ามาช่วยทำให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ ซึ่งได้รับการพิสูจน์ ทดสอบหรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้นๆ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) การพัฒนาด้านจิตพิสัย (Affective domain) การพัฒนาด้านทักษะพิสัย (Psychomotor

domain) การพัฒนาด้านทักษะกระบวนการ (Process skills) หรือ การบูรณาการ (Integration) ทั้งนี้รูปแบบดังกล่าวล้วนเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีลักษณะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

พัชรี ศรีสังข์ (2551) กล่าวว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึงกระบวนการจัดการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้มาจัดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์หรือได้ฝึกหัด หรือได้กระทำโดยได้รับการเสริมแรงอย่างมีประสิทธิภาพสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องและประสานงานกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิผลมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเกิดขึ้นอย่างค่อนข้างถาวรกับผู้เรียน ตามขีดความสามารถที่มีได้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) กล่าวว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึงการกระทำหรือการแสดงออกของผู้สอนในการจัดกิจกรรมใด ๆ เช่นการจัดกิจกรรมทางวิชาการ การจัดสภาพแวดล้อม การจัดวัสดุอุปกรณ์และสื่ออำนวยความสะดวก การจัดชั้นเรียน การสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน ตลอดจนจัดสถานการณ์ต่างเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้

สรุปได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึงการจัดประสบการณ์ที่มีคุณค่าให้กับผู้เรียนเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่วางไว้ ทั้งที่เป็นการอบรมสั่งสอน การออกแบบประสบการณ์ การจัดสภาพการณ์ การใช้สถานการณ์หรือการจัดกิจกรรมโดยใช้สถานการณ์ สิ่งแวดล้อมและสิ่งอื่นๆเข้าช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

2.2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2545 มาตรา 22 กำหนดว่า การศึกษาต้องยึดหลักให้ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ นอกจากนี้ในมาตรา 24 ยังได้กำหนดรายละเอียดของการจัดกระบวนการเรียนรู้ว่า ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนและอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีความรอบรู้ ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จึงเป็นที่มาในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้จะออกแบบตามวัตถุประสงค์ โดยผู้ใช้ต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของรูปแบบจึงเกิดผลสำเร็จได้ดี และสามารถนำรูปแบบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นที่เหมาะสมต่อไป ก่อนที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ควรต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี รวมถึงการตรวจสอบประสิทธิภาพของรูปแบบ และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป ทั้งนี้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ จะประกอบด้วยขั้นตอนหลักเป็นระยะ ๆ ซึ่งแต่ละระยะหรือแต่ละขั้นตอนจะมีผลลัพธ์ (Product) และมีการส่งทอดต่อ (Deliverable) ไปยังขั้นตอนต่อไป จนถึงขั้นสุดท้ายจึงมีการประเมินผลเพื่อปรับปรุง ตามขั้นตอนดังนี้ (Gemmell. 2001; วารินทร์ รัตมีพรหม. 2542: 45-89)

1) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการสำรวจปัญหา หรือประเมินความต้องการ และวิธีการ ทั้งวิเคราะห์กิจกรรม ผู้เรียนและแหล่งเรียนรู้ แล้วนำมากำหนดวัตถุประสงค์ของการ จัดการเรียนการสอน และพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน

2) การออกแบบ (Design) เป็นขั้นที่เกี่ยวข้องกับการตั้งวัตถุประสงค์ กำหนด เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ เลือกและออกแบบสื่อที่ต้องการใช้

3) การพัฒนา (Developing) เป็นกระบวนการให้รายละเอียดเนื้อหาความรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน แบบวัด สื่อและวัสดุการสอน ซึ่งรวมทั้งการเขียนในรูปพิมพ์เขียว (Blueprint) แสดงกระบวนการต่าง ๆ และการผลิตวัสดุอุปกรณ์ ที่จะใช้ในการเรียนรู้

4) การนำไปทดลองใช้ (Implementation) ในบริบทของสภาพที่เป็นจริง

5) การประเมินผลหรือการควบคุม (Evaluation or control) เพื่อใช้เป็นข้อมูล ย้อนกลับ และนำไปปรับปรุงรูปแบบให้ดีขึ้น

ขั้นตอนต่าง ๆ อาจมีความหลากหลาย บางรูปแบบอาจเปลี่ยนชื่อขั้นตอน หรือนำบาง ขั้นตอนไปแทรกไว้ในขั้นตอนอื่น เนื่องจากไม่สามารถจะตัดตอนออกจากกันได้ ต้องทำต่อเนื่องกัน ไปหรือสลับกันอยู่บ้าง เช่น ขั้นตอนของการออกแบบและขั้นตอนของการพัฒนา (วารินทร์ รัตมีพรหม. 2542 : 47)

นอกจากขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังกล่าว ข้างต้นแล้ว เซเลอร์ และคนอื่นๆ (Saylor, et al. 1981: 294-299 อ้างอิงจาก คณาพร คมสัน. 2540: 75) ได้เสนอสิ่งที่ควรพิจารณาในการเลือกดำเนินการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนไว้ ดังนี้

1) มีเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ ที่ต้องการให้ผู้เรียนบรรลุ (Goals and objectives begin sought)

2) การมีโอกาสสูงสุดที่จะสามารถบรรลุเป้าหมายหลาย ๆ ประการ (Maximize opportunities to achieve multiple goals)

3) ความสามารถในการสร้างแรงจูงใจของผู้เรียน (Student motivation)

4) การพิจารณาหลักการพื้นฐานทางทฤษฎี และหลักการเรียนรู้ประกอบ (Principles of learning)

5) ความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และแหล่งเรียนรู้ (Facilities, equipment and resource) และความยืดหยุ่นในการปรับใช้ในสภาพการณ์ต่าง ๆ

ส่วนจอยส์ และเวล (Joyce; & Weil. 1996: 11-25) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการ พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ควรมีปรัชญา และ ทฤษฎีรองรับ เช่น ทฤษฎีด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ ก่อนที่จะมีการนำรูปแบบการจัดการเรียน การสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ควรมีการวิจัย เพื่อเป็นการทดสอบทฤษฎี รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อเป็นหลักประกันที่เชื่อถือได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นใช้ได้สะดวก และได้ผลดีในสถานการณ์จริง ซึ่งการพัฒนารูปแบบการ

จัดการเรียนรู้ อาจออกแบบให้ใช้ได้อย่างกว้างขวาง หรือเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยมีการกำหนดจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อการพิจารณาใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กล่าวคือถ้าผู้ใช้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ตรงกับจุดมุ่งหมายหลัก จะทำให้เกิดผลสูงสุด แต่สามารถนำรูปแบบนั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นได้ถ้าเห็นว่าเหมาะสม ซึ่งอาจทำให้ได้ผลสำเร็จลดน้อยลง

2.3 การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในสถาบันการพลศึกษา

สถาบันการพลศึกษาเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีโดยมีทั้งหมด 17 วิทยาเขต ได้แก่ วิทยาเขตกระบี่ กรุงเทพฯ ชัยภูมิ ชุมพร เชียงใหม่ ชลบุรี ตรัง เพชรบูรณ์ มหาสารคาม ยะลา ลำปาง ศรีสะเกษ สมุทรสาคร สุโขทัย สุพรรณบุรี อุตรธานี และอ่างทอง ซึ่งเปิดสอนหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต 2 สาขาวิชาคือวิทยาศาสตร์การกีฬา และวิทยาศาสตร์สุขภาพ เป็นหลักสูตร 4 ปี ตามหลักสูตรนักศึกษาจะต้องเรียนวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จำนวน 15 หน่วยกิต จากรายวิชาต่อไปนี้ เคมีทั่วไป 3(2-2-5) ชีววิทยาทั่วไป 3(2-2-5) ฟิสิกส์ทั่วไป 3(2-2-5) ชีวเคมีพื้นฐาน 3 (2-2-5) และคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3(3-0-6)

รายวิชา เคมีทั่วไป (General Chemistry) เป็นวิชาพื้นฐานสาขาเคมี ที่จัดสอนในสถาบันการศึกษาระดับปริญญาตรีให้กับนักศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต ซึ่งอาจเรียกชื่อในรายวิชาที่แตกต่างกันทั้งขึ้นอยู่กับสถาบันอุดมศึกษาในแต่ละแห่ง เนื้อหาจะมีการยึดหยุ่นตามหลักสูตรต่างๆ กรณีของรายวิชาเคมีทั่วไป ที่จัดสอนในสถาบันการพลศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ลักษณะรายวิชา

1. รหัสและชื่อวิชา วท 021001 เคมีทั่วไป (General Chemistry)
2. สภาพรายวิชา หมวดยาเฉพาะ ในหลักสูตรระดับปริญญาตรี
3. ระดับรายวิชา ชั้นปีที่ 1
4. พื้นฐาน -
5. เวลาศึกษา 72 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์
ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 2 คาบต่อสัปดาห์
และนักศึกษาจะต้องใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
6. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต
7. คำอธิบายรายวิชา ศึกษาหลักการทางเคมี อะตอม ธาตุ สารประกอบ พันธะเคมี สมบัติของสาร สารละลาย ปฏิกิริยาเคมี กรด เบส เกลือ น้ำ สารอาหาร สารปนเปื้อน พลังงานจากแหล่งต่างๆ และปฏิบัติการในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง

จากคำอธิบายรายวิชาจะเห็นว่า วิชานี้มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและในชีวิตประจำวัน แต่จากประสบการณ์ในฐานะผู้สอนพบว่า เนื้อหาสาระของวิชาเคมีนี้ค่อนข้างมาก และธรรมชาติของวิชาก็ค่อนข้างยาก จึงเป็นเรื่องยากสำหรับผู้เรียนที่ไม่มีพื้นฐานของการเรียนวิชาเคมีมาก่อน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีค่อนข้างต่ำ และมีเจตคติเชิงลบต่อการเรียนวิชาเคมี จึงเป็นการยากที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ และเห็นคุณค่าของการเรียนรู้วิชาเคมี แล้วสามารถนำความรู้ทางการเรียนวิชาเคมีไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นผู้สอนควรนำเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้เข้าใจในธรรมชาติของการเรียนรู้ โดยเฉพาะการทำงานของสมอง ซึ่งเป็นกลไกการเรียนรู้ที่สำคัญมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน มีความสุขกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยแสดงให้เห็นว่าการเรียนวิชาเคมีไม่ใช่สิ่งไกลตัว เนื้อหาไม่ยากเกินกว่าจะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และทำให้เห็นว่าทุกคนล้วนมีศักยภาพในการเรียนรู้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ จากการได้รับมวลประสบการณ์ซึ่งเป็นผลจากการเรียนการสอน มีผู้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้แตกต่างกัน ดังนี้

สเปนซ์ และเฮล์มวิทซ์ (สุขุม มุลเมือง. 2539: 21; อ้างอิงจาก Spench; & Helmritch. 1983: 12) ได้ให้นิยามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับการกระทำกิจกรรมของบุคคลแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถประเมินได้จากผลการปฏิบัติของเขา โดยอาศัยเกณฑ์จากภายนอกหรือภายในเพื่อใช้ในการแข่งขันกับคนอื่น หรือใช้เป็นมาตรฐานในการประเมินความเป็นเลิศ

อาร์โนลด์ และไมลีย์ (สิริวรรณ พรหมโชติ. 2542: 17; อ้างอิงจาก Arnold; & Meili. 1972: 6) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมากซึ่งเป็นผลสัมฤทธิ์มาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งร่างกายและสติปัญญา ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นผลของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนโดยอาศัยความสามารถเฉพาะบุคคล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้จากกระบวนการที่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกตหรือการตรวจการบ้านหรืออาจใช้รูปแบบของเกรดของโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและระยะเวลานานพอสมควรหรืออาจได้จากการวัดด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 1 – 5) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

บังอร ภัทรโกมล (2541: 31) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัด การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา เช่น ความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่อง ต่างๆที่เรียนไปแล้วมากมายเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งจะวัดหลังการเรียน และ ต้องวัดตามจุดประสงค์ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอน ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่นักเรียนตอบแบบทดสอบ

จินตนา ช่วยด้วง (2547: 29) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ซึ่งเกิดจากการกระทำที่ประสานกันและอาศัยความ พยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา แสดงออกในรูปของความสำเร็จ ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

อรสา เอี่ยมสะอาด (2548: 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางการเรียนรู้ในสาระวิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นนทิพิทย์ รองเดช (2549: 30) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยจะต้องอาศัยความพยายามในการศึกษาค้นคว้า หาความรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นภาพร วงศ์เจริญ (2550: 40) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว และวัดได้จาก แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

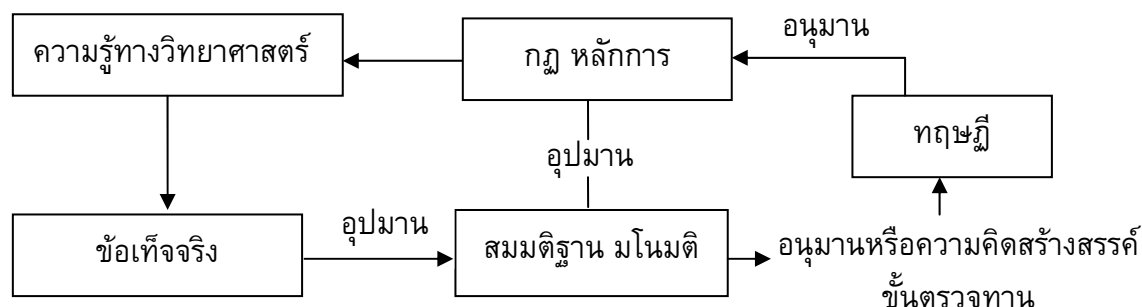
รัชดาภรณ์ เชื้อเล็ก (2551: 37) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึงการใช้ความรู้ความสามารถในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์สัมพันธ์กับการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีการวัดผลสัมฤทธิ์จาก แบบทดสอบความรู้สาระวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการนำมวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียน การสอนและ การทำกิจกรรมต่างๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้และ กระบวนการแสวงหาความรู้ เป็นปรนัยแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

3.2 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2535: 101 – 103) ได้เสนอไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1) ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง (Fact) มโนคติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) สมมติฐาน (Hypothesis) ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2) ส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) เป็นกระบวนการคิดและการทำงานอย่างมีระบบ การค้นหาความรู้ ข้อเท็จจริงต่างๆ จากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตั้งปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูล จากการสังเกต ทดลอง และขั้นสรุปผลและการนำไปใช้ ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน วิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันคือ การสร้างแบบทดสอบโดยนอกจากจะเขียนคำถามด้านความรู้ความจำแล้ว ยังสามารถเขียนคำถามสำหรับวัดสมรรถภาพทางสมองด้านอื่นๆ ได้ แผนผังการวัดสมรรถภาพทางสมองนั้นสามารถเรียงลำดับความสำคัญ เริ่มจากคุณภาพขั้นต่ำสุดไปหาคุณภาพขั้นสูงสุดได้ดังนี้ (ชวาล แพรัตกุล. 2518)

1) ด้านความรู้ความจำ เป็นการระลึกได้ของเรื่องราวต่าง ๆ ที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว อาจเป็นเรื่องราวที่ได้รับจากการอบรมสั่งสอนจากโรงเรียน จากที่บ้าน จากสิ่งแวดล้อมหรือจากตัวผู้เรียนเอง ซึ่งความรู้นี้ยังครอบคลุมถึงการนึกออกของเนื้อเรื่องต่างๆ ทั้งที่ปรากฏอยู่ในเนื้อหาวิชาโดยตรงและเกี่ยวพันกับเนื้อหาวิชานั้นๆ คำถามประเภทการวัดความจำ จะถามภายในขอบเขตของเรื่องราวและหลักวิชาตามที่ผู้เรียนเคยประสบมาก่อนแล้ว

2) ด้านความเข้าใจ มีวัตถุประสงค์ที่จะวัดว่าผู้เรียนสามารถจับใจความสำคัญในการเรียนการสอนได้หรือไม่ ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่มีอยู่แล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่คล้ายคลึงกับของเดิมได้หรือไม่ คำถามประเภทความเข้าใจจึงต้องเป็นข้อความใหม่ๆ ที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์หรือถ้อยคำให้แตกต่างจากที่ผู้เรียนเคยรู้เคยเห็นมาแล้ว

3) ด้านการนำไปใช้ เป็นการมุ่งที่จะวัดผลของการศึกษาว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้และเรื่องราวที่เรียนไปแล้วไปใช้ในสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองที่คล้ายคลึงกันได้หรือไม่ คือเรียนรู้เรื่องใดแล้วจะสามารถนำหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีดำเนินการต่างๆ ของเรื่องนั้นไปแก้ปัญหาในทำนองเดียวกันนั้นได้หรือไม่

4) ด้านการวิเคราะห์ สมรรถภาพด้านการวิเคราะห์หมายถึงความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ ให้กระจายออกมาเป็นส่วนย่อยๆ คำถามด้านการวิเคราะห์มีความมุ่งหมายที่จะฝึกให้ผู้เรียนสามารถแยกเรื่องราวหรือแยกเหตุการณ์ ผลลัพธ์ ผลรวมของปรากฏการณ์ใดๆ ความสามารถในการวิเคราะห์จะช่วยให้ผู้เรียนทราบว่าแต่ละเรื่องราวนั้นๆ มีความสำคัญอยู่ตรงไหน ส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันอย่างไร และในที่สุดจะพบว่าส่วนย่อยๆ เหล่านั้นสามารถเชื่อมโยงเป็นเรื่องราวที่สมบูรณ์โดยยึดหลักการหรือทฤษฎีใด ดังนั้นโจทย์คำถามด้านการวิเคราะห์ จะเน้นถามให้ผู้เรียนมองทะลุลงไปถึงธาตุแท้หรือต้นกำเนิดของเรื่องนั้นๆ สมรรถภาพของสมองในการวิเคราะห์อยู่กึ่งกลางระหว่างความเข้าใจและการประเมินค่า

5) ด้านการสังเคราะห์ โจทย์คำถามด้านการสังเคราะห์จะตรงกันข้ามกับการวิเคราะห์ เป็นคำถามเพื่อให้ผู้เรียนผสมส่วนย่อยๆ ให้เป็นเรื่องราวเดียวกัน เป็นการวัดว่าผู้เรียนสามารถนำเอาหน่วยความรู้ความจำมาร้อยกรองจัดระเบียบใหม่ให้เป็นโครงสร้างที่แปลกกว่าเดิม กระฉับกระเฉงกว่าเดิมและมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมได้หรือไม่ ดังนั้นผู้ที่สังเคราะห์ได้ต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถทั้งความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์มาแล้วก่อนเป็นอย่างดี จึงจะสังเคราะห์ได้

6) ด้านการประเมินค่า เป็นการวินิจฉัยดีราคาโดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ สิ่งที่ตีราคา อาจจะเป็นวัตถุประสงค์หรือเป็นผลงานต่างๆ ที่เป็นรูปธรรม หรือเป็นความคิดเห็นที่เป็นนามธรรมก็ได้ ในการประเมินค่าแบบวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องใช้เกณฑ์ (Criteria) หรือมาตรฐาน (Standard) ไปประกอบการวินิจฉัยด้วยเสมอว่าสิ่งนั้นเรื่องนั้นมีประสิทธิภาพเพียงใด หรือมีคุณค่าอย่างไร ก่อนที่จะประเมินค่าผู้ประเมินต้องตั้งเกณฑ์หรือกำหนดมาตรฐานก่อน และการกำหนดเกณฑ์ไม่ใช่ของง่าย ดังนั้นผู้สอนควรเป็นผู้กำหนดเกณฑ์ขึ้นแล้วให้ผู้เรียนนำไปใช้

บลูม (Bloom. 2001 ; วิวัฒน์ ชัดติยะมาน และฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. มปป. : ออนไลน์) กล่าวไว้ว่า การวัดผลด้านสติปัญญาควรวัดพฤติกรรม 6 ด้าน ดังนี้

1) จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุน บอกชื่อได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความสามารถของทฤษฎีได้

2) เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้

3) นำไปใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไข ปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้

4) วิเคราะห์ (Analysing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบาย ลักษณะ การจัดการ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้

5) ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิเคราะห์ ตัดสิน ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้

6) คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึงความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผน ผลิต ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

สมบุญ ชิตพงษ์ และคนอื่นๆ (2540: 6 – 7) กล่าวไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 3 ด้าน คือ

1. ด้านความคิด (Cognitive domain) เป็นความสามารถทางสมอง ด้านการคิด (Thinking) เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แยกย่อยเป็น 6 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำ (Memory) เป็นความสามารถการทรงไว้รักษาไว้ ซึ่ง มวล ประสบการณ์ต่างๆ ที่ในชีวิตได้รับรู้มา

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความ ตีความและ ขยายความในเรื่องราวและเหตุต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิต

1.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำประสบการณ์ที่ได้รับมาไป ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ในชีวิต

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญ และหา ความสัมพันธ์ และหลักการของสิ่งของเรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถด้านความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ เรื่องราวต่างๆ ขึ้นมาใหม่ โดยใช้สิ่งเดิมมาดัดแปลงและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่า เดิม

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินประเมินค่า และสรุป ในเรื่องราวต่างๆ

2. ด้านความรู้สึก (Affective domain) สามารถแยกเป็นคุณลักษณะที่เข้าใจได้ ง่ายๆได้แก่ ความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติ ค่านิยม และการปรับตัว เป็นท่าทีที่มีต่อสิ่งต่างๆ แบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

2.1 การรับรู้ (Receiving) เป็นความรู้สึกจับใจในการที่จะรับรู้ต่อสิ่งเร้าต่างๆ

2.2 การตอบสนอง (Responding) เป็นปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้า ด้วยความรู้สึกที่ยินยอม เต็มใจและพอใจ

2.3 การสร้างคุณค่า (Valuing) เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกมีส่วนร่วมต่อสิ่งต่างๆ ตั้งแต่การยอมรับ นิยมชมชอบ และเชื่อถือในสิ่งนั้น

2.4 การจัดระบบ (Organization) เป็นการสร้างความคิดรวบรวมของคุณค่าให้เป็น ระบบโดยอาศัยความสัมพันธ์ของคุณค่าในสิ่งที่ยึดถือ

2.5 การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization) เป็นการจัดคุณค่าที่มีอยู่แล้วให้เป็นระบบแล้วยึดถือเป็นลักษณะนิสัยประจำตัวบุคคล

3. ด้านทักษะ (Psychomotor domain) เป็นทักษะในการปฏิบัติมี 3 ชั้น คือ

3.1 การเลียนแบบ (Imitation) เป็นการเลือกหาตัวแบบที่สนใจ

3.2 การทำตามแบบ (Manipulation) เป็นการลงมือทำตามแบบที่สนใจ

3.3 การหาความถูกต้อง (Precision) เป็นการตัดสินใจเลือกทำสิ่งที่เห็นว่า

ถูกต้อง

3.4 การทำอย่างต่อเนื่อง (Articulation) เป็นการกระทำสิ่งที่ถูกต้องอย่าง

จริงจัง

3.5 การทำโดยธรรมชาติ (Naturalization) เป็นการปฏิบัติจนเกิดทักษะ

สามารถปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติและเป็นธรรมชาติ

และณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542: 46-49) ได้กล่าวไว้ว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หมายถึงพฤติกรรมการเรียนด้านพุทธิพิสัย อันเป็นผลมาจากการใช้สมองรับรู้และขบคิดตามเนื้อหาซึ่งประกอบด้วย

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเฉพาะอย่าง (Specific facts)

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์ (Scientific

terminologies)

1.3 ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Concepts of

science)

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (Conventions)

1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น (Trends and sequences)

1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนก การจัดประเภท และเกณฑ์ (Classifications,

categories and criteria)

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific techniques and procedures)

1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific principles and laws)

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ หรือแนวคิดที่สำคัญ (Theories or major conceptual schemes)

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ หรือจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏความรู้ใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังสัญลักษณ์หนึ่ง ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งกว่าความรู้ความจำ โดยจำแนกได้ดังนี้

2.1 ความสามารถจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ (Identification of knowledge in a new context)

2.2 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่ง (Translation of knowledge from one symbolic to another)

3. กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of scientific inquiry) ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังนี้

3.1 การสังเกตและการวัด (Observing and measuring)

3.2 การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา (Seeing a problem and seeking ways to solve it)

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป (Interpreting data and formulating generalizations)

3.4 การสร้าง ทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองหรือทฤษฎีต่างๆ (Building, testing and revising a theoretical model)

4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of scientific knowledge and skills) หมายถึงความสามารถในการผานความรู้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ได้นั้นจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจอย่างดีก่อน

การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปในงานวิจัยนี้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนรู้รวม 5 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านการประเมินค่า ตามแนวคิดของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ มาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. จิตวิทยาาสตร์

4.1 ความหมายของจิตวิทยาาสตร์

จิตวิทยาาสตร์ ตรงกับศัพท์ในภาษาอังกฤษว่า Scientific mind มีความหมายเช่นเดียวกับคำว่าเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) นักการศึกษาได้ให้ความหมายของจิตวิทยาาสตร์ไว้แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

ฮอนเดอร์ริช (Honderich. 1995) กล่าวว่า จิตวิทยาาสตร์ หมายถึง การคิดที่อยู่บนพื้นฐานวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทรรศนะการมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการทางปัญญาเพียงวิธีการเดียวที่ได้รับการยอมรับ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถจัดการได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

เดนกิ (Denki. 1997) กล่าวว่า จิตวิทยาาสตร์ หมายถึง ความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจในวิทยาศาสตร์ความคิดอย่างเป็นระบบ การรู้จักการออกแบบและวางแผน ทักษะการเรียนรู้การทดลองและการสังเกต

วิสเซอร์ (Visser. 2000: Online) กล่าวว่า จิตวิทยาาสตร์ (Scientific mind) ประกอบด้วยเจตคติ (Attitude) และกระบวนการคิด (Cognitive) ที่เกี่ยวข้องกับการคิดทบทวนความคิดของตน (Metacognitive) ที่มีลักษณะเป็นนิสัยของจิตใจในการวิพากษ์วิจารณ์ความรู้ของผู้รู้หรือความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งแสดงถึงความมีจริยธรรมและสุนทรียศาสตร์ในระดับสูงของบุคคล

โนวัค (Novak. 2005) กล่าวว่า จิตวิทยาาสตร์เป็นมาตรฐานของความเป็นปรนัย ความมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และความเป็นจริงที่สามารถที่จะพิสูจน์ได้เกี่ยวกับ ความรู้ ทักษะ และเจตคติ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537: 12) กล่าวว่า จิตวิทยาาสตร์หรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด การกระทำในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีแก้ปัญหาลักษณะอื่น ๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี

ศิริภรณ์ แม่นมั่น (2543: 57) กล่าวว่า จิตวิทยาาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้ อันได้แก่ การเป็นคนมีเหตุมีผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีความซื่อสัตย์ มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ มีความใจกว้างและยอมรับฟังความคิดเห็นใหม่ ๆ เพื่อนำไปสู่การทำงานที่มีประสิทธิภาพ และนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 151) กล่าวว่า จิตวิทยาาสตร์ (Scientific mind/ Scientific attitudes) เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทนรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

ทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง (2548: 20) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ถ้าคิด ถ้าแสดงออก เสนอความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อกลุ่ม กระตือรือร้นในการปฏิบัติงานและตรงต่อเวลา มีเหตุผลรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น ภูมิใจในผลงานของกลุ่มที่ร่วมกันจัดทำ และแสดงความชื่นชมยินดีกับเพื่อนกลุ่มอื่น

และสุวิทย์ คงภักดี (2553: 85) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัย ความเชื่อ ความคิดของบุคคลบนพื้นฐานวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และความใจกว้าง

สรุปได้ว่าจิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัย ความเชื่อ เจตคติ และกระบวนการคิดของบุคคลในการแสวงหาความรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และความใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

4.2 ลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์ ที่เื้ออำนวยต่อการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกันไป แต่ลักษณะของบุคคลที่จะมีจิตวิทยาศาสตร์ที่สำคัญที่นักศึกษามักจะกล่าวถึง และผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาจะมีลักษณะพอสรุปได้ดังนี้ (Neuman. 1993: 13-16; ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525: 55-57; ภพ เลหาไพบูลย์. 2537: 12-13; วรรณทิพา รอดแรงคำ; และพิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. 2542: 6-7; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 15)

1) ความอยากรู้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็น ช่างสงสัยเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในเรื่องต่างๆ และจะมีความยินดีมากที่ได้พบความรู้ใหม่

2) ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีความรับผิดชอบและมีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรค หรือมีความล้มเหลวในการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการแสวงหาความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะได้ทราบว่ามีวิธีการเดิมใช้ไม่ได้ ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นก็ถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้

3) ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพออธิบาย หรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ แสวงหาหลักฐานและข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอ ก่อนจะสรุปผล เห็นคุณค่าในการสรุปผล เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผล ยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

4) ความมีระเบียบและรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้เห็นคุณค่าของความมีระเบียบรอบคอบว่ามีประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการหลายๆวิธีมาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลอง ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ ละเอียดยึดมั่นในการทำงาน ทำงานอย่างเป็นระบบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

5) ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบในภายหลังได้ เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลด้วยความเป็นจริง

6) ความใจกว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง ข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นโดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง พร้อมทั้งจะหาข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับประเด็นปัญหาที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้

4.3 พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีจิตวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 133-136) ได้แจกแจงถึงพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่านักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ ไว้ดังนี้

- 1) ด้านความอยากรู้อยากเห็น
 - ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจะใช้เป็นวิธีในการแก้ปัญหาได้
 - มีความใส่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ
 - มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่างๆ
 - ชอบทดลองค้นคว้า
 - ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น ฯลฯ
- 2) ด้านความรับผิดชอบและเพียรพยายาม
 - ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย
 - เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ
 - ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา
 - เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายต่อส่วนรวม
 - ทำงานเต็มความสามารถ
 - ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้คำตอบ
 - ไม่ทอดทิ้งในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว
 - มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลานาน ฯลฯ
- 3) ด้านความมีเหตุผล
 - ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
 - เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่างๆ

- พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่เหตุและผล ไม่เชื่อโซกลาง หรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้
- อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
- หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น
- ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้

- เสาะแสวงหาหลักฐาน/ข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุน

คำอธิบาย

- รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่างๆ ฯลฯ
- 4) ด้านความมีระเบียบและรอบคอบ
- ยอมรับว่าความมีระเบียบและรอบคอบเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น
 - เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ
 - นำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง
 - มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์
 - มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน
 - มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน
 - ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง
 - ทำงานอย่างมีระเบียบและเรียบร้อย ฯลฯ
- 5) ด้านความซื่อสัตย์
- เสนอความจริงถึงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างกับผู้อื่น
 - เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความจริง
 - บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริง และไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองเข้าไป

เกี่ยวข้อง

- ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง ฯลฯ
- 6) ด้านความใจกว้าง
- รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น
 - ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง
 - รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ
 - ยอมพิจารณาข้อมูลหรือแนวความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหา

ข้อมูลเพิ่มเติม ฯลฯ

จิตวิทยาการศึกษาคือสิ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน เป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในบุคคลเพราะเป็นการพัฒนาคุณภาพของบุคคลโดยเฉพาะผู้ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่จะสร้างบุคคลให้เป็นคนที่สมบูรณ์ มีความสามารถในการคิดขั้นสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีระเบียบวิธีการในการดำเนินชีวิต

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังพัฒนา ผู้ที่มีจิตวิทยาาสตร์จะเป็นผู้ที่รู้จักใช้ทรัพยากรตามธรรมชาติ ตลอดจนเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้อย่างชาญฉลาดและมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้สามารถทำงานและอยู่ร่วมในสังคมประชาธิปไตยได้อย่างดีเยี่ยมตามความต้องการของสังคมแบบประชาธิปไตย ผู้ที่ศึกษาจิตวิทยาาสตร์จึงควรได้รับการปลูกฝังจิตวิทยาาสตร์ให้เป็นอย่างดีโดยให้มีลักษณะจิตวิทยาาสตร์ภายในตัวบุคคล

5. ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้

5.1 ความหมายของความพึงพอใจ

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ (Satisfaction) ไว้ดังนี้

กู๊ด (Good. 1973: 320) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจหมายถึง สภาพคุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ทำอยู่

วัลแมน (Wolman. 1973: 384) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่มีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย ความต้องการหรือแรงจูงใจ

วอลเลอร์สไตน์ (Wallerstein. 1995: 27 อ้างอิงจาก อัครเดช จำนงค์ธรรม. 2549: 30) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่าเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย ความพึงพอใจเป็นกระบวนการทางจิตวิทยาไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน แต่สามารถคาดคะเนได้ว่ามีหรือไม่มี จากการสังเกตพฤติกรรมของคนเท่านั้น การที่จะทำให้คนเกิดความพึงพอใจมีปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุแห่งความพึงพอใจ

สุวัฒนา ใบเจริญ (2540: 27) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ เมื่อบุคคลอุทิศร่างกาย แรงใจ และสติปัญญาเพื่อกระทำในสิ่งนั้น ๆ

ทรงสมร คชเลิศ (2543: 12) กล่าวว่าความพึงพอใจเป็นเรื่องเกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึก และทัศนคติของบุคคล อันเนื่องมาจากสิ่งเร้าและแรงจูงใจซึ่งปรากฏออกมาทางพฤติกรรมว่ารู้สึกชอบ รู้สึกพอใจ และมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งนั้น ๆ

ประภาส เกตุแก้ว (2546: 12) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ จากการได้รับการตอบสนองความต้องการซึ่งแสดงออกมาทางพฤติกรรมซึ่งสังเกตได้จากสายตา คำพูดและการแสดงออกทางพฤติกรรม

อัครเดช จำนงค์ธรรม (2549: 31) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบพอใจ และประทับใจจากการได้รับการตอบสนองตามความต้องการและมีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จ ซึ่งจะแสดงออกมาทางพฤติกรรม โดยสังเกตได้จากสายตา คำพูด และการแสดงออกทางพฤติกรรม

และเนศรา โนมรุ่ง (2552: 68) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึกที่ดีของบุคคลที่เมื่อได้รับการตอบสนองตามที่ตนเองต้องการ ดังนั้น ความพึงพอใจในการเรียนรู้จึงหมายถึงความรู้สึกที่ดีๆ ที่มีต่อการได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้นั้น

สรุปได้ว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับการตอบสนองตามความต้องการหรือแรงจูงใจของตนเองและมีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จโดยสังเกตได้จากการแสดงออกมาทางพฤติกรรม

5.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่ดี ที่ชอบ ที่พอใจ หรือที่ประทับใจของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับ ซึ่งสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการทั้งในด้านร่างกายและจิตใจ บุคคลทุกคนมีความต้องการแตกต่างกัน และมีความต้องการหลายระดับ หากได้รับการตอบสนองก็จะก่อให้เกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ใด ๆ ก็ตามที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ได้นั้น จะต้องตอบสนองความต้องการของผู้เรียน ซึ่งมาสโลว์ (Maslow. 1970: 69-80) ได้เสนอทฤษฎีความต้องการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะความต้องการของมนุษย์ ได้แก่

1.1 ความต้องการของมนุษย์เป็นไปตามลำดับขั้นความสำคัญ โดยเริ่มจากระดับความต้องการขั้นสูงสุด

1.2 มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอ เมื่อความต้องการอย่างหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วก็มีความต้องการสิ่งใหม่เข้ามาแทนที่

1.3 เมื่อความต้องการในระดับหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่ก่อให้เกิดพฤติกรรมต่อสิ่งนั้น แต่จะมีความต้องการในระดับสูงเข้ามาแทน และเป็นแรงจูงใจให้เกิดพฤติกรรมนั้น

1.4 ความต้องการที่เกิดขึ้นอาศัยซึ่งกันและกัน มีลักษณะควบคู่ คือ เมื่อความต้องการอย่างหนึ่งยังไม่หมดสิ้นไปก็จะมีความต้องการอีกอย่างหนึ่งเกิดขึ้นมา

2. ลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ มี 5 ระดับ ได้แก่

2.1 ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐานเพื่อความอยู่รอดในการดำรงชีวิต เช่น ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัยและความต้องการทางเพศ ความต้องการทางด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคนก็ต่อเมื่อ ความต้องการทั้งหมดของคนยังไม่ได้มีการตอบสนอง

2.2 ความต้องการความปลอดภัย (Safety needs) เป็นความรู้สึกที่ต้องการความมั่นคง ปลอดภัยทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งรวมถึงความก้าวหน้าและความอบอุ่นใจ

2.3 ความต้องการทางสังคม (Social needs) เป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญต่อการเกิดพฤติกรรมความต้องการที่จะเข้าร่วมและได้รับการยอมรับในสังคม ต้องการความเป็นมิตรและความรักจากเพื่อน

2.4 ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องหรือมีชื่อเสียง (Esteem needs) เป็นความต้องการระดับสูง ได้แก่ ความต้องการอยากเด่นในสังคม รวมถึงความสำเร็จ ความรู้ความสามารถ ความเป็นอิสระภาพและเสรี และการเป็นที่ยอมรับนับถือของคนทั้งหลาย

2.5 ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต (Self-actualization needs) เป็นความต้องการระดับสูงของมนุษย์ อยากให้ตนเองประสบผลสำเร็จสักอย่างในชีวิต ส่วนมากจะเป็นการนึกอยากจะเป็น อยากจะได้ ตามความคิดเห็นของตัวเอง

5.3 วิธีสร้างความพึงพอใจในการเรียน

บลูม (Bloom. 1976: 72-74) มีความเห็นว่าถ้าสามารถจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามที่ตนต้องการ ก็จะคาดหวังได้แน่นอนว่านักเรียนทุกคนได้เตรียมใจสำหรับกิจกรรมที่ตนเองเลือกนั้นด้วยความกระตือรือร้น พร้อมทั้งความมั่นใจ เราสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของความพร้อมทางด้านจิตใจได้ชัดเจน จากการปฏิบัติของนักเรียนต่องานที่เป็นวิชาบังคับกับวิชาเลือก หรือจากสิ่งนอกโรงเรียนที่นักเรียนอยากเรียน เช่น เกม ดนตรี การขับรถยนต์ หรืออะไรบางอย่างที่นักเรียนอาสาสมัครและตัดสินใจโดยเสรีในการเรียน มีความกระตือรือร้น มีความพึงพอใจ และมีความสนใจเมื่อเริ่มเรียน จะทำให้นักเรียนเรียนได้รวดเร็วและประสบความสำเร็จสูง อย่างไรก็ตามบลูมเห็นว่าวิธีนี้ค่อนข้างเป็นอุดมคติที่จัดได้ลำบาก

สุเทพ เมฆ (2531: 39) กล่าวว่า ความพึงพอใจในบรรยากาศการเรียนการสอน หมายถึง ความรู้สึกพอใจการจัดองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ซึ่งมีความสำคัญในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา มีความเจริญงอกงาม มีความกระตือรือร้น เพื่อจะเรียนให้เกิดประโยชน์แก่ตนเอง

สุรพล เป็นเจริญ (2543: 15) ได้กล่าวถึง ทักษะของโรเจอร์เกี่ยวกับความพึงพอใจของนักเรียนในการศึกษาเล่าเรียน จะเกิดจากองค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้คือ คุณสมบัติของผู้สอน กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลการสอนของผู้สอน จึงจะประสบความสำเร็จในการเรียน

สรุปได้ว่าการสร้างความพึงพอใจในการเรียนนั้นผู้สอนควรส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตอบสนองต่อความสนใจของผู้เรียน การวัดและประเมินผลจะต้องมีความหลากหลายและมีความน่าเชื่อถือสามารถวัดได้ครอบคลุมทุกด้าน

5.4 การวัดความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเกิดขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับระดับความรู้สึกรู้สึกของนักเรียน ดังนั้นในการวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้กระทำได้หลายวิธีต่อไปนี้ (สารโจน์ ไสยสมบัติ. 2534: 39)

1. การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง
2. การสัมภาษณ์ ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องอาศัยเทคนิค และความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ตอบคำถามตามข้อเท็จจริง
3. การสังเกต เป็นการสังเกตพฤติกรรมทั้งก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ขณะปฏิบัติกิจกรรม และหลังการปฏิบัติกิจกรรม

จะเห็นว่าการวัดความพึงพอใจในการเรียนสามารถที่จะวัดได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวก ความเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของการวัดด้วยจึงจะส่งผลให้การวัดนั้นมีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามในการวัดความพึงพอใจในของผู้ที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

6. คะแนนจุดตัด

6.1 ความหมายของคะแนนจุดตัด

คะแนนจุดตัด (Cut – off score) เป็นคะแนนที่ใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการนำผลการสอบของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไปเปรียบเทียบกับว่านักเรียนมีคะแนนสูงหรือต่ำกว่าคะแนนจุดตัดถ้าคะแนนผลการสอบสูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่านักเรียนมีความรอบรู้ (Master) สมควรที่จะผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ใหม่ต่อไป แต่ถ้าคะแนนผลการสอบต่ำกว่าคะแนนจุดตัดก็แสดงว่านักเรียนไม่รอบรู้ (Nonmaster) จะต้องกลับมาเรียนซ่อมเสริมในจุดมุ่งหมายในการเรียนนั้นอีก ดังนั้นคะแนนจุดตัดจะเป็นจุดที่กำหนดความสามารถขั้นต่ำ (Minimal competence) ของความต้องการในการเรียนรู้ (Minimum requirement) บางครั้งเรียกว่าการกำหนดมาตรฐาน (Standard setting)

การกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ถือว่าสำคัญมาก ถ้ากำหนดคะแนนจุดตัดสูงไปก็จะทำให้นักเรียนบางคนที่ยังไม่รู้ในเรื่องนั้นแล้วสอบไม่ผ่านเกณฑ์จะต้องกลับไปเรียนซ่อมเสริมในเรื่องเดิมทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ซึ่งจะเป็นเหตุให้การเรียนในห้องมีปัญหาขึ้น แต่ถ้ากำหนดคะแนนจุดตัดต่ำเกินไปก็ทำให้นักเรียนที่ยังเรียนไม่รอบรู้สอบผ่านได้เมื่อไปเรียนในจุดประสงค์ใหม่ก็ทำให้นักเรียนเรียนไม่รู้เรื่อง เกิดความคับข้องใจในการเรียน ทำให้การเรียนการสอนมีปัญหาขึ้นเช่นกัน

ในการกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบในแต่ละครั้งนั้น จะทำให้เกิดการตัดสินใจของผู้สอบออกเป็น 4 ลักษณะดังตาราง 2

ตาราง 2 การกำหนดคะแนนจุดตัด

ประเภทของความสามารถ		ผลการสอบ	
		ไม่รอบรู้	รอบรู้
สถานภาพจริง (True Status)	รอบรู้	ความคลาดเคลื่อน แบบไม่ยอมรับ	การตัดสินใจที่ถูกต้อง
	ไม่รอบรู้	การตัดสินใจที่ถูกต้อง	ความคลาดเคลื่อน แบบยอมรับ

คะแนนจุดตัด

จากตารางจะมีลักษณะที่เกิดจากการกำหนดคะแนนจุดตัด 4 ลักษณะด้วยกันดังนี้

1. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่ผ่าน ทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วเป็นผู้มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนแบบไม่ยอมรับ (Error of rejection) หรือความผิดพลาดแบบลบ (False negative) คือเป็นผู้ไม่รอบรู้แบบไม่จริง
2. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบผ่าน เกณฑ์ทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วเป็นผู้ไม่มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกความคลาดเคลื่อนแบบยอมรับ (Error of acceptance) หรือความผิดพลาดแบบบวก (False positive) คือเป็นผู้รอบรู้แบบไม่จริง
3. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่า นักเรียนสอบผ่าน เกณฑ์และสถานะภาพจริงเป็นผู้มีความรู้ แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น
4. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่ผ่าน เกณฑ์และสถานะภาพจริงเป็นผู้ไม่มีความรู้ แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

จากลักษณะ 4 ประการดังกล่าวนั้น การตัดสินผลการสอบของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หลังจากกำหนดคะแนนจุดตัดแล้ว ต้องการการตัดสินใจที่ถูกต้องคือ แบบที่ 3 กับแบบที่ 4 ส่วนแบบที่ 1 และแบบที่ 2 นั้นไม่ต้องการให้เกิดหรือเกิดน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้น ในการกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมคือจุดที่ทำให้ผลการตัดสินแบบ 1 กับ แบบ 2 (ความผิดพลาดแบบลบกับความผิดพลาดแบบบวกจึงมีค่าน้อยที่สุดหรือมีค่าเป็นศูนย์)

6.2 วิธีการหาคะแนนจุดตัด

การหาคะแนนจุดตัดนั้น แคมเบลตันและไอร์ก์เนอร์ (Berk. 1980: 103-107 : citing Hambleton; & Eignor . 1979b) ได้แบ่งวิธีหาคะแนนจุดตัดออกเป็น 3 วิธี คือ การหาคะแนนจุดตัดโดยวิธีพิจารณา (Judgmental methods) การหาคะแนนจุดตัดโดยวิธีเชิงประจักษ์ (Empirical methods) และการหาคะแนนจุดตัดแบบผสม (Combination method) ในแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้ (ล้วน สายยศ; อังคณา สายยศ. 2543: 268-295)

6.2.1 การหาคะแนนจุดตัดโดยวิธีการพิจารณา

วิธีนี้เป็นการหาคะแนนจุดตัดโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินจากเนื้อหาและข้อสอบแต่ละข้อ แล้วคำนวณหาคะแนนจุดตัด ซึ่งมีผู้เสนอหาคะแนนจุดตัดหลายวิธีแต่ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีของนีเดลสกี และวิธีของแองกอฟฟ์ ดังนี้

1) วิธีของนีเดลสกี (Nedelsky. 1954) เป็นวิธีให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณาตัวเลือกของแบบทดสอบเลือกตอบแต่ละข้อว่า ตัวเลือกใดที่คิดว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำที่สุด (Lowest D Student) จะไม่เลือกตอบ นำตัวเลือกที่เหลือมาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบ เช่นข้อสอบมี 5 ตัวเลือกและผู้เชี่ยวชาญคิดว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำที่สุดจะไม่เลือกตอบ 2 ตัวเลือก แล้วตัวเลือกที่เหลือ 3 ตัวเลือกนำมาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบมีค่า $1/3$ หรือ 0.33 คำนวณผลรวมของความน่าจะเป็นของแต่ละข้อของแบบทดสอบใช้สัญลักษณ์ว่า M เอาค่า M ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณค่าเฉลี่ยใช้สัญลักษณ์ ϕ_M และค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ M ใช้สัญลักษณ์ σ_M แล้วคำนวณคะแนนจุดตัดจากสูตรดังนี้

$$\text{คะแนนจุดตัด } (C_x) = \mu_M + K\sigma_M$$

เมื่อ K คือค่าคงตัวที่มีค่า -1, 0, 1 และ 2 เมื่อให้นักเรียนที่มีความรู้ต่ำสุดมีโอกาสตก 16%, 50%, 84% และ 98% ตามลำดับ ซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชาโดยทั่วไปแล้วมักจะกำหนดค่า K อยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1.0

2) วิธีของแองกอฟฟ์ (Angoff. 1971) เป็นวิธีที่กำหนดคะแนนจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิชานั้นโดยพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อว่าผู้ที่มีความรู้มีค่าความน่าจะเป็น (โอกาสที่จะตอบถูก) ในการตอบถูกข้อนั้นอย่างน้อยเท่าไร แล้วหาค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นเป็นคะแนนจุดตัด

6.2.2 การหาคะแนนจุดตัดโดยวิธีเชิงประจักษ์

วิธีนี้เป็นการหาคะแนนจุดตัดด้วยคะแนนจากการทดสอบนักเรียน ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธีของลิวิงตัน (Livingston. 1975,1976) วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision Theoretic Approach) ของแกลส (Glass. 1978) วิธีของฮวิน (Huynh. 1980) วิธีของครายวอลล์ (Krie-wall. 1972) วิธีหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเดาตอบและการสุ่มข้อสอบ (Errors due to

guessing and item sampling) เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีทฤษฎีการตัดสินใจของแกลสและของฮวินดังต่อไปนี้

1) วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยแกลส (Glass. 1978: 251-253) เป็นวิธีการที่แบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่มโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอกซึ่งอาจจะเป็นผลการเรียนโดยปกติของนักเรียน หรือผลสำเร็จในการทำงาน แล้วแบ่งเป็นกลุ่มผู้ผ่านเกณฑ์ภายนอก (Pass) และกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (Fail) ในแต่ละกลุ่มเมื่อทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ต้องการหาคะแนนจุดตัดนั้นแล้ว มีจำนวนคนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นในแต่ละจุดของคะแนนเกณฑ์เท่าไร ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

		เกณฑ์ภายนอก	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
คะแนนเกณฑ์ที่กำหนด แบบทดสอบอิงเกณฑ์	ไม่ผ่าน	P_A	P_B
	ผ่าน	P_C	P_D

กำหนดให้ P_A หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์ แต่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (False negative)

P_D หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (False positive)

P_B หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านทั้งเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์และเกณฑ์ภายนอก

P_C หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่สอบผ่านทั้งเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์และเกณฑ์ภายนอก

สำหรับเกณฑ์ภายนอกที่กำหนดนั้นจะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง แต่คะแนนของแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นจะแปรผันไปตามคะแนนแต่ละค่าของแบบทดสอบซึ่งจะทำให้ค่า P_A , P_B , P_C และ P_D แปรผันตามไปด้วย และค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ก็คือค่าของฟังก์ชันของคะแนนเกณฑ์ $f(C_x)$ ที่มีค่าน้อยที่สุด จากสูตรดังนี้

$$f(C_x) = \frac{P_A + P_D}{P_B + P_C}$$

ในการคำนวณคะแนนจุดตัดด้วยสมการดังกล่าวต้องยอมรับว่าโอกาสที่จะจำแนกผู้สอบผิดทางลบ (False negative: α) กับจำแนกผู้สอบผิดทางบวก (False positive: β) มีค่าเท่ากัน ถ้า

พิสูจน์ได้ว่า โอกาสที่จำแนกผิดทางลบและทางบวกมีค่าไม่เท่ากันแล้ว จะต้องคำนวณคะแนนจุดตัดจากค่าฟังก์ชันที่ปรับแก้แล้วในสูตรดังนี้

$$f(C_X) = \frac{\alpha P_A + \beta P_D}{P_B + P_C}$$

โดยกำหนดให้ค่าโอกาสที่จำแนกผิดทางลบ คือ α และโอกาสที่จำแนกผิดทางบวกคือ β มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และจะมีค่าเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับผู้ประเมินผลการสอบจะต้องคำนึงถึงความสำคัญสองประการนี้คือ ประการแรกคือนักเรียนสอบผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์ แต่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอกหรือสอบตกหรือเรียนไม่สำเร็จควรให้ความสำคัญเท่าไร เป็นตัวกำหนด α และประการที่สองคือนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ แต่สามารถสอบผ่านเกณฑ์ภายนอกหรือสามารถเรียนสำเร็จควรให้ความสำคัญเท่าไร เป็นตัวกำหนดค่า β ซึ่งโดยทั่วไปแล้วในทางปฏิบัติการคำนวณหาคะแนนจุดตัดโดยวิธีทฤษฎีการตัดสินใจนี้มักจะกำหนดให้ค่าการจำแนกผิดทางลบ (α) กับการจำแนกผิดทางบวก (β) มีค่าเท่ากัน

2) วิธีของฮวิน เป็นวิธีที่กำหนดคะแนนจุดตัดด้วยการจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่เรียนแล้ว และกลุ่มที่ยังไม่ได้เรียน สำหรับกลุ่มที่เรียนแล้ว หมายถึง กลุ่มที่สอบภายหลังจากที่ได้รับการสอนและกลุ่มที่ยังไม่ได้เรียน หมายถึง กลุ่มที่สอบก่อนได้รับการสอน หลังจากนั้นจะคำนวณค่า P ของคะแนนแต่ละตัวที่กำหนดเป็นเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งค่า P จะแปรผันไปตามคะแนนที่กำหนด คะแนนจุดตัดจะเป็นคะแนนเกณฑ์ที่คำนวณค่า P ได้ค่าสูงสุด ดังสูตร P ในตารางดังนี้

ผลการสอบแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ไม่รอบรู้

รอบรู้

กลุ่มที่เรียนแล้ว	n_{10}	n_{11}	n_{11}
กลุ่มที่ยังไม่ได้เรียน	n_{00}	n_{01}	n_0

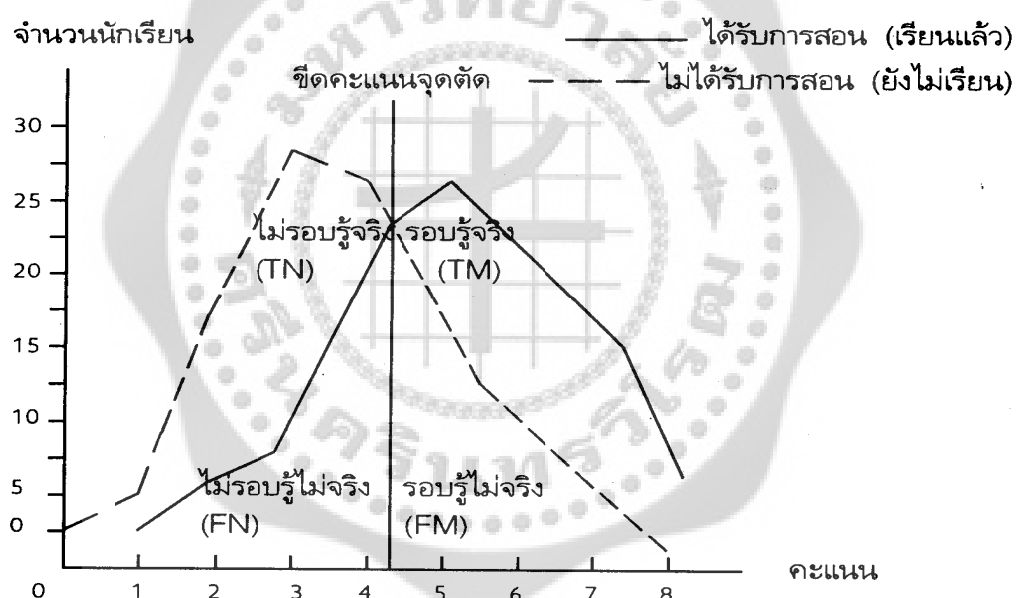
จากตารางคำนวณค่า P ได้จากสูตร

$$P = \frac{1}{2} \left[\frac{n_{11}}{n_1} + \frac{n_{00}}{n_0} \right]$$

6.2.3 การกำหนดจุดตัดด้วยวิธีแบบผสม

วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดที่มีทั้งวิธีพิจารณาตุลยพินิจและวิธีเชิงประจักษ์ (Judgment-Empirical) ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน เช่นวิธีกลุ่มตรงข้าม (Contrasting groups) ของไซกีและลิวตัน วิธีของเบอร์ก วิธีของเบย์เซียน (Bayesian method) ซึ่งเป็นวิธีของแฮมเบลตัน และโนวิก ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีของเบอร์กเท่านั้น เพราะเป็นวิธีที่คำนวณง่ายและใช้กันมากในวงการ

วิธีของเบอร์ก เป็นวิธีที่พิจารณาคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบก่อน โดยนำเอาคะแนนแจกแจงความถี่ระหว่างกลุ่มที่ยังไม่ได้เรียนและกลุ่มที่เรียนเนื้อหาแล้วมาสร้างกราฟเพื่อพิจารณาจุดตัดของกราฟ แล้วกำหนดเกณฑ์แบบทดสอบเป็นเกณฑ์พยากรณ์ ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แสดงคะแนนพยากรณ์ที่ได้จากจุดตัดของการกระจายคะแนนในกลุ่มที่ได้เรียนแล้วกับกลุ่มที่ยังไม่ได้เรียน

ที่มา: ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2539: 286 (อ้างอิงจาก Ronald A. Berk. 197: 6)

จากภาพจะเห็นได้ว่าการแจกแจงของคะแนนทั้งสองกลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนแล้ว (ได้รับการสอน) กับกลุ่มที่ยังไม่ได้เรียน (ไม่ได้รับการสอน) ทำให้เกิดจุดตัดซึ่งถือเป็นคะแนนพยากรณ์ในที่นี้คือ 4 คะแนน และเกิดลักษณะกลุ่มนักเรียนเป็น 4 กลุ่มดังนี้คือ กลุ่มรอบรู้จริง (True masters: TM) กลุ่มไม่รอบรู้จริง (True nonmaster: TN) กลุ่มรอบรู้ไม่จริง (False masters: FM) และกลุ่มไม่รอบรู้

ไม่จริง (False nonmasters: FN) นอกจากนี้ ถ้าเราย้ายคะแนนจุดตัดให้สูงขึ้นก็จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนแบบหนึ่ง (Type I error) เพิ่มขึ้น นั่นคือ เป็นการเพิ่มจำนวนคนที่ไม่รอบรู้ไม่จริง (FN) ให้มากขึ้น และทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนแบบสอง (Type II error) ลดลง นั่นคือการลดจำนวนคนที่รอบรู้ไม่จริง (FM) ให้น้อยลง ในทางกลับกัน ถ้าเราย้ายคะแนนจุดตัดให้ลดลงก็จะลดจำนวนคนที่ไม่รอบรู้ไม่จริง (FN) แต่เพิ่มจำนวนคนที่รอบรู้ไม่จริง (FM) แสดงว่าจำนวนนักเรียนที่จำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม จะมากหรือน้อยในแต่ละลักษณะย่อมขึ้นอยู่กับผลการสอบและการกำหนดคะแนนจุดตัด ดังนั้นเพื่อให้ได้คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมจะต้องพิจารณา ดังนี้

1) การพิจารณาคะแนนจุดตัดโดยใช้ความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ (Probability of decisions) ในการหาคะแนนจุดตัดซึ่งจะเป็นคะแนนพยากรณ์ได้ดีนั้นจะต้องมีการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ (Outcome probabilities) จากตารางแสดงการจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 พวก ดังกล่าวแล้ว คือ

ความน่าจะเป็นของการรอบรู้จริง : $P(TM)$

ความน่าจะเป็นของการรอบรู้ไม่จริง : $P(FM)$

ความน่าจะเป็นของการไม่รอบรู้จริง : $P(TN)$

ความน่าจะเป็นของการไม่รอบรู้ไม่จริง : $P(FN)$

ซึ่งความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ทั้งสี่นี้สามารถหาได้จากสัดส่วนของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม (Cell frequencies) ต่อจำนวนนักเรียนทั้งหมด (Total sample) ดังนี้

$$P(TM) = TM / (M + N)$$

$$P(FM) = FM / (M + N)$$

$$P(TN) = TN / (M + N)$$

$$P(FN) = FN / (M + N)$$

เมื่อ TM แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มรอบรู้จริง

FM แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มรอบรู้ไม่จริง

TN แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้จริง

FN แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่รอบรู้ไม่จริง

M + N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด ($M + N = TM + FN + FM + TN$)

จากความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ดังกล่าวแล้วนั้น สามารถนำมาหาความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ในประชากร (Probability or incidence of mastery in population: BR) และความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ว่ารอบรู้ในประชากร (Probability of predicted masters in population: SR) ซึ่งหาได้จากสูตร

$$BR = P(FN) + P(TM)$$

$$SR = P(TM) + P(FM)$$

ดังนั้น ความน่าจะเป็นของผู้ไม่รอบรู้ในประชากร = $1 - BR$

ความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ว่าไม่รอบรู้ = $1 - SR$

2) คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมเป็นค่าที่ตัดสินใจจากการทดลองหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์หรือของแต่ละกลุ่มซึ่งคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมนั้นจะต้องสามารถพยากรณ์การรอบรู้ของนักเรียนได้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก นั่นคือ จะต้องให้มีกลุ่มที่รอบรู้จริงและไม่รอบรู้จริงมีจำนวนมากที่สุด หรือทำให้กลุ่มที่รอบรู้ไม่จริง และไม่รอบรู้ไม่จริงมีจำนวนน้อยที่สุด ดังนั้นคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมจึงต้องพิจารณาจากความน่าจะเป็น 2 แบบ โดยให้ค่าความน่าจะเป็นแต่ละแบบมีลักษณะดังนี้

ความน่าจะเป็นของการตัดสินใจที่ถูกต้อง (Probability of correct decision) มีค่าสูงสุด นั่นคือจะต้องมีค่า $P(TM) + P(TN)$ สูงสุด

ความน่าจะเป็นของการตัดสินใจที่ผิด (Probability of incorrect decision) มีค่าต่ำสุด นั่นคือจะต้องมีค่า $P(FM) + P(FN)$ ต่ำสุด

3) การพิจารณาคะแนนจุดตัดโดยใช้สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง (Validity of coefficient) การพิจารณาคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมนอกจากจะใช้วิธีความน่าจะเป็นในการตัดสินใจแล้ว ยังมีทางเลือกซึ่งให้ผลสอดคล้องกัน นั่นคือ พิจารณาจากสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงจะแสดงให้เห็นว่า คะแนนจุดตัดที่ใช้ในการจำแนกได้ดีเพียงใด ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่จำแนกแบบค่าไคโคโตมัส (Dichotomous value) ใช้สัมประสิทธิ์แบบฟี (Phi coefficient: ϕ_{VC}) ซึ่งดัดแปลงมาจากสูตรของแมคเนมา (Adapted from McNemar's formula) มีสูตรดังนี้

$$\phi_{VC} = \frac{P(TM) - BR(SR)}{\sqrt{BR(1 - BR)SR(1 - SR)}}$$

เมื่อ ϕ_{VC}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์
P(TM)	แทน	ความน่าจะเป็นของการรอบรู้จริง
BR	แทน	ความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ในประชากร
SR	แทน	ความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ว่ารอบรู้

จากสูตร จะเห็นว่า ถ้า $BR = SR$ แล้วจะทำให้ค่า ϕ_{VC} มีค่าสูงสุดเข้าใกล้ 1.00 แต่ ถ้า BR, SR มีค่าไม่เท่ากันหรือแตกต่างกัน แล้วทำให้ค่า ϕ_{VC} ลดลง จากค่า ϕ_{VC} สามารถนำมาแปลความหมายได้ว่า ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนจุดตัด (ϕ_{VC}) มีค่าสูงแสดงให้เห็นว่า คะแนนจุดตัดมีความเหมาะสม

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการหาคะแนนจุดตัดมีหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้สร้างว่ามีความสะดวกและความถูกต้องในการเก็บข้อมูลมากน้อยเพียงใด สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีของเบอร์กเพราะเป็นวิธีที่คำนวณง่าย สะดวกและใช้กันมากในวงการทางการศึกษา

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน งานวิจัยในประเทศ

ธนัตถ์ จันทวาท (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการใช้การฝึกอบรบแบบบูรณาการที่มีต่อความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานของครูในโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการโรงเรียนแกนนำจัดการเรียนร่วม จังหวัดนครราชสีมา กลุ่มตัวอย่างเป็นครูในโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการโรงเรียนแกนนำจัดการเรียนร่วมในเขต จังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2548 จำนวน 60 คน ที่ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากประชากร เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกอบรบแบบบูรณาการ ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกอบรบแบบบูรณาการ แบบแผนการทดลองครั้งนี้เป็นแบบ Randomized control group pretest – posttest design ผลการวิจัยพบว่าครูในโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการโรงเรียนแกนนำจัดการเรียนร่วม มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการฝึกอบรบแบบบูรณาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จารุณี ชามาตย์ และคณะ (2551: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแนวคิดแนวปฏิบัติของผู้สอนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียนโดยใช้ Brain-Based Learning โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ พัฒนาโมเดล การพัฒนาแนวคิดแนวปฏิบัติของครู และศึกษาความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการอบรมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ผู้สอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 9 โรงเรียน 36 คน และนักเรียน 9 โรงเรียน 928 คน เขตพื้นที่การศึกษา 5 จังหวัดขอนแก่น การศึกษาครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงสำรวจที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ แบบวัดความรู้ความเข้าใจของผู้สอน แบบสำรวจความคิดเห็นของผู้สอนเกี่ยวกับการอบรมเชิงปฏิบัติการ และแบบสัมภาษณ์ผู้สอนเกี่ยวกับการอบรมเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียนโดยใช้ Brain-Based Learning มีค่าคะแนนเฉลี่ยของความรู้ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับที่สูงมาก (9.44) ในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ใช้หลากหลายวิธีการในการพัฒนาทั้งแนวคิดและแนวปฏิบัติ ได้แก่ การให้ความรู้ความเข้าใจ อภิปราย ชักถาม สร้างประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยการเรียนรู้ในฐานปฏิบัติการเรียนรู้ การฝึกงานทางปัญญา การร่วมมือกันแก้ปัญหาและเรียนรู้ และโมเดลการพัฒนาครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียนโดยใช้ Brain-Based Learning ประกอบด้วยหลักการสำคัญ 3 ประการ คือ การสร้างพื้นฐานแนวคิด การสร้างประสบการณ์ และการสร้างความมั่นใจ

ธนิศา ผาติเสนะ (2551: บทคัดย่อ) ได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในวิชาเพศศึกษา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนวิชาเพศศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเพศศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One group pretest-posttest design) ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่ได้รับกระบวนการเรียนรู้แบบ BBL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักศึกษาที่ได้รับกระบวนการเรียนรู้แบบ BBL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี และมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก

ปราณี อ่อนศรี (2552: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยทำการศึกษาในนักเรียนพยาบาล ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2551 ที่ศึกษารายวิชาการวิจัยทางการพยาบาล 1 จำนวน 98 คน โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One group pretest-posttest design) ใช้เวลาในการทดลอง 16 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (ACTOR Model) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

คือ 1. ขั้นวิธีเพื่อการผ่อนคลาย (Approach to Relaxation) 2. ขั้นการใช้ผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) 3. ขั้นการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of Learning) 4. ขั้นการบริหารสมอง (Operation to Brain-Gym) และ 5. ขั้นการคิดไตร่ตรอง (Reflection) และจากการศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบ ฯ พบว่า นักเรียนพยาบาลมีคะแนนความรู้ในวิชาการวิจัยทางการพยาบาล 1 ก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาคะแนนจุดตัด (Cut-off score) ตามวิธีของเบอร์ก พบว่า คะแนนความรู้เฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 29.01 ซึ่งสูงกว่าค่าคะแนนจุดตัด (24) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่คะแนนเจตคติต่อวิชาการวิจัยทางการพยาบาล 1 ก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 3.91 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

จากผลงานวิจัยดังกล่าวพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและผู้เรียนมีความพึงพอใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้มีการศึกษาวิจัยและนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในหลายสาขาวิชาทั้งในระดับประถมศึกษา และระดับปริญญาตรี

งานวิจัยต่างประเทศ

มิลเลอร์ (Miller. 2004: Abstract) ได้ทำการศึกษาการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานด้วยการสนับสนุนเทคโนโลยี โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาสภาพการใช้การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานด้วยการสนับสนุนเทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมี 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มครูในระดับมัธยมศึกษาจำนวน 6 คน ซึ่งมีคุณลักษณะที่ยอมรับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานด้วยเทคโนโลยีโดยใช้ในการสอนวิชาต่อไปนี้ คือ วิชาสุขศึกษา วิชาฟิสิกส์ วิชา Engineering graphics/CAD/Manufacturing วิชาภาษาฝรั่งเศส วิชาประวัติศาสตร์และวิชาสารสนเทศ กลุ่มตัวอย่างที่สองเป็นผู้บริหารสถานศึกษาที่ใช้การสนับสนุนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานด้วยเทคโนโลยี และกลุ่มตัวอย่างที่สามเป็นผู้ประสานงานด้านเทคโนโลยีซึ่งมีหน้าที่ช่วยเหลือครูในการใช้การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานด้วยการใช้เทคโนโลยีสนับสนุน โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์ การสังเกต การทำแบบตรวจสอบรายการ และแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานด้วยการใช้เทคโนโลยีสนับสนุนช่วยให้ผู้เรียนตื่นตัวและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทั้งยังมีความน่าสนใจ ความอบอุ่นและส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับครูสอน ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนฝังตัวในการเรียนรู้ การมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือการเรียนรู้ที่หลากหลายรวมทั้งเพื่อนและครู โดยครูเป็นเสมือนผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ของผู้เรียน และการใช้ Computer-base จะตอบสนองต่อการเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

ดูแมน (Duman. 2006: Abstract) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการสอนรายวิชาสังคมศึกษา โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ เปรียบเทียบการสอนระหว่างการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานและการสอนแบบดั้งเดิม และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจในการเรียนรายวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งรูปแบบงานวิจัยเป็นแบบ Pretest-posttest control group design กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ซึ่งกลุ่มทดลองให้เรียนโดยการสอนที่ใช้สมองเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมให้เรียนโดยการสอนแบบดั้งเดิม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานมีแรงจูงใจในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิม

โพเซียคและแซทเทิลส์ (Pociask; & Settles. 2007: Abstract) ได้ศึกษาการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้วิธีการสอนโดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเปลี่ยนแปลงระดับการมีส่วนร่วมของนักเรียนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการนำวิธีการสอนแบบพหุปัญญามาใช้ร่วมกับการเรียนในบทเรียนตามปกติ ทำการศึกษาในช่วงเดือนกันยายน 2006 - มกราคม 2007 ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการนำพหุปัญญามาใช้ร่วมกับบทเรียนตามปกติ ช่วยให้นักเรียนได้เข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนมากขึ้น นอกจากนี้ยังเพิ่มการยอมรับตนเองตัวเองของนักเรียน เพิ่มอัตราความคงทนในการเรียนรู้ ส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียน และยังสามารถลดพฤติกรรมที่ละทิ้งภาระงานของนักเรียนได้ด้วย

ทูบา (Tuba. 2007: Abstract) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อความสำเร็จและความคงทนต่อการเรียนในรายวิชาสังคมศึกษา ซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือ เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อความสำเร็จและความคงทนต่อการเรียนในรายวิชาสังคมศึกษา โดยได้ทำการศึกษาในโรงเรียน Sehit Ali Gaffar Okkan ในภาคฤดูใบไม้ร่วงระหว่างปี 2004-2005 รูปแบบงานวิจัยเป็นแบบ Pretest-posttest control group design ซึ่งได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ผลการวิจัยพบว่าความสำเร็จทางการเรียนและความคงทนต่อการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มทดลองมีความสำเร็จทางการเรียนมากกว่ากลุ่มควบคุม และผู้เรียนมีทัศนคติในเชิงบวกต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และผู้เรียนคิดว่าการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้นทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้ดี และมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่สนุกสนานโดยไม่ต้องจำเนื้อหา

ออสเดน และ กัลเตกิน (Ozden; & Gultekin. 2008: 3) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของความรู้ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในการศึกษานี้เพื่อสืบเสาะผลของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนของความรู้ ในการทดลองนี้มีรูปแบบงานวิจัยคือ Pretest-posttest control group design ซึ่งทำในปีการศึกษา 2004-

2005 ที่ Kütahya Abdurrahman Pasa Primary School ในเมือง Kütahya ประเทศตุรกี ซึ่งกลุ่มประชากรมี 2 ห้องเรียน คือ 5-A และ 5-B โดยจะแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียน ชั้น ป. 5 จำนวน 22 คน ซึ่งใช้เวลาในการศึกษา 11 วัน คิดเป็นจำนวน 18 ชั่วโมง ตลอดกระบวนการวิจัยกลุ่มควบคุมจะได้รับการเรียนการสอนโดยใช้สมองเป็นฐาน ขณะที่กลุ่มควบคุมได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิเคราะห์การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รวมทั้งความคงทน พบว่า กลุ่มที่ใช้การเรียนการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานและกลุ่มที่สอนแบบปกติ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทูเฟคชี และ เดมิเรล (Tüfekçi; & Demirel. 2009: 1782) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทน เจตคติ และกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีจุดประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้ซึ่งใช้วิธีสอนที่ถูกออกแบบโดยใช้สมองเป็นฐานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทน เจตคติ และกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบงานวิจัยเป็นแบบ Pretest-posttest control group design โดยกระบวนการเรียนรู้เป็นการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพที่ใช้เทคนิคการสัมภาษณ์ จากงานวิจัยพบว่า สภาพการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีผลทำให้การเรียนรู้ ความคงทน และเจตคติต่อรายวิชาของนักศึกษาอยู่ในระดับที่สูงขึ้น

จากผลงานวิจัยดังกล่าวพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เพิ่มอัตราความคงทนในการเรียนรู้ ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความสนุกสนานและมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยมีการศึกษาวิจัยและนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในหลายสาขาวิชาทั้งในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา และระดับปริญญาตรี

7.2 งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาาสตร์ และความพึงพอใจ

งานวิจัยในประเทศ

ศิริสา พันธ์กุล (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรอุมา กาญจน์ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว PDCA กับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว PDCA กับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นัตตา อังสุวาทย์ (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี จิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของผู้เรียนกลุ่มทดลองทั้งภาพรวมและกลุ่มที่มีทักษะพื้นฐานต่างกันมีผลการเรียนสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และได้ค่าขนาดอิทธิพลเป็นไปตามเกณฑ์ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเองในระดับปานกลาง และจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม

อรรณู สติดีไพบูลย์ (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้น กระฉับกระเฉง สนใจในการเรียนมากขึ้น กล้าแสดงออกและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมต่างๆ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทางด้านทักษะการเรียนรู้เพิ่มขึ้น และนักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์การประเมิน ร้อยละ 70

ปิยรัตน์ ตรีบัณฑิต (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการพัฒนาโมดูลการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ระดับอุดมศึกษาด้วยวัฏจักรแห่งการคิดค้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิจารณ์ พบว่า ผลการเรียนรู้โดยรวมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิจารณ์หลังการทดลองใช้โมดูลเพิ่มขึ้นและสูงกว่าจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้อะหว่างการเรียนทั้ง 3 ด้านเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01

อัมรินทร์ อินทร์อยู่ (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ในการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 การสืบค้นแบบปิด รูปแบบที่ 2 การสืบค้นแบบปิดและแบบกึ่งเปิด และรูปแบบที่ 3 การสืบค้นแบบปิด แบบกึ่งเปิดและแบบเปิด พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 รูปแบบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรูปแบบที่ 3 สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 รูปแบบ มีจิตวิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสืบค้น นักเรียนที่เรียนในรูปแบบที่ 3 มีจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาลีณี อาจารย์ (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการพัฒนาหลักสูตรวิชาเคมีที่ใช้การทดลองด้วยเทคนิคไมโครสเกล สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนในการเรียนโดยใช้หลักสูตรวิชาเคมีที่ใช้การทดลองด้วยเทคนิคไมโครสเกลที่พัฒนาขึ้น พบว่าผู้เรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรปกติที่สอนโดยวิธีบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจของผู้เรียนในการเรียนอยู่ในระดับดี-ดีมาก

สุวิทย์ คงภักดี (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการสอนดาราศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้นวัตกรรมแบบจำลองระบบโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ (EMS- Model) ที่มีต่อความเข้าใจมโนมติดาราศาสตร์พื้นฐาน และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้แบบจำลองระบบโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ (EMS- Model) พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติดาราศาสตร์พื้นฐานหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลงานวิจัยดังกล่าวพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติ ทดลอง และได้มีโอกาสสัมผัสกับสถานการณ์จริงจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เกิดจิตวิทยาศาสตร์และมีความพึงพอใจในการเรียนรู้

งานวิจัยต่างประเทศ

บิลลิง (Billings. 2002 : 840) ได้ศึกษาการประเมินผลการเรียนแบบสืบเสาะตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา ที่มีต่อความพึงพอใจในการเรียน ซึ่งใช้ระยะเวลาในการศึกษา 5 ปี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 28 คน มีการเก็บข้อมูลโดยใช้การสังเกต แบบทดสอบและแบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิถีจัดการเรียนรู้มีความสนใจเนื้อหาวิชาเพิ่มขึ้นร้อยละ 56 นักเรียนร้อยละ 75 มีความสนุกกับการเรียนแบบวิถีจัดการเรียนรู้ และนักเรียนมีคะแนนระดับความสามารถเท่ากับร้อยละ 85 โดยสรุปการเรียนแบบวิถีจัดการเรียนรู้เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพที่ส่งเสริมการเรียนรู้และทำให้นักเรียนมีความสนใจ และความพึงพอใจในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เกเตอร์นา และ คริสสา (Katerina; & Chryssa. 2004 : 535 - 547) ได้ศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนเกรด 11 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในกรีซ งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาและตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนเกรด 11 ประเด็นในการวัดเจตคติมี 4 ด้าน คือ ความสำคัญของวิชาเคมีและเคมีในชีวิตประจำวัน ความยากของวิชาเคมี ความสนใจในวิชาเคมี และประโยชน์ของวิชาเคมีในวิชาชีพในอนาคต ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติของกลุ่มที่เรียนวิชาเคมี เช่น เพศ สาขาที่เรียน และความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีกับเจตคติต่อวิชาเคมี ผลการวิจัยพบว่า เจตคติของนักเรียน

ต่อวิชาเคมีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความยาก 6 ข้อ ความสนใจ 9 ข้อ ความเป็นประโยชน์ 3 ข้อ และความสำคัญ 5 ข้อ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น โดยการวัดสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.87 0.89 0.71 และ 0.67 ตามลำดับ และยังพบว่า นักเรียนที่เรียนสายวิทยาศาสตร์ที่เข้าเรียน แพทย์มีเจตคติทางบวกต่อวิชาเคมีทั้ง 4 ด้าน สูงกว่านักเรียนที่เรียนสายอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนที่เรียนสายมนุษยศาสตร์ จะมีเจตคติทางบวกในด้านความยาก ความสนใจ และประโยชน์ ของวิชาเคมีน้อยกว่านักเรียนที่เรียนทางสายวิศวกรรมศาสตร์แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางด้านความสำคัญของวิชาเคมี

อับบราฮิม (Ebrahim. 2004: Abstract) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนที่เรียนตามปกติ และเรียนแบบสืบเสาะตาม วงจรการเรียนรู้ โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะ กลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและมีเจตคติที่ดีต่อ วิทยาศาสตร์

เฟ่ง และ ทวน (Feng; & Tuan. 2005: 463-484) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนรู้ แบบ ARCS เพื่อส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 11 เรื่องกรดเบส ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองมีระดับแรงจูงใจ มากกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่ม ทดลองระหว่างก่อนกับหลังเรียนนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.001 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมนั้นมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.001

มิทเชลล์ และ ฮอฟฟ์ (Mitchell; & Hoff. 2006: 10-19) ได้ศึกษาความสนใจหรือความ ไม่สนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในกรณีของการประเมินผลการเรียนอาจจะมีผลต่อความหมด กำลังใจของนักเรียนหญิงอย่างไร โดยสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อระบบการประเมินผล การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแบบวัด CLS ผลการวิจัยพบว่านักเรียนผู้หญิงไม่มีความมั่นใจใน ระบบการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ถึงแม้ว่าพวกเขาจะได้เกรดดีกว่านักเรียนผู้ชายก็ตาม แต่นั่นก็ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้ให้นักเรียนหญิงรู้สึกพึงพอใจและสนใจเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะ ส่งผลเชิงลบต่อการเรียนรู้และแนวโน้มในการประกอบอาชีพในอนาคตด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ผู้สอนต้องตระหนักในเรื่องนี้ ต้องหาแนวทางในการแก้ไข และสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียน และ โรงเรียนก็เป็นสถานที่สำคัญเช่นกันที่จะสร้างแรงจูงใจ และพัฒนาความเชื่อมั่นของผู้เรียนให้มีความ มั่นใจในระบบการประเมินผลการศึกษา

จากผลงานวิจัยดังกล่าวพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในวิชา วิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติ ได้มีโอกาสสัมผัสกับ สถานการณ์จริง ใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงขึ้น มีแรงจูงใจในการเรียนรู้และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปโดยใช้สมองเป็นฐานสำหรับนักศึกษาศาสนาบัณฑิตศึกษา โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ BRAISE ไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินประสิทธิผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษารวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างข้อสรุปแนวคิดการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปโดยใช้สมองเป็นฐาน โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและสภาพการจัดการเรียนรู้ปัจจุบันเพื่อพิจารณาเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป สภาพและปัญหาอุปสรรคการจัดการเรียนรู้ เอกสารที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย การวัดและประเมินผล ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ต่อการกำหนดองค์ประกอบและจุดเน้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่จะสร้างขึ้น

1.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของ อาร์. เอ็น. เคน และ จี. เคน (R. N. Caine; & G. Caine. 2009) ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ (Gardner. 1993) ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของแมคคาร์ธี (McCarthy. 1980) และการบริหารสมอง (Brain Gym) ของเดนนิสัน (Dennison. 1981) เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในตอนที่ 1 มาวิเคราะห์ และสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปโดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นบริหารสมอง (Brain-Gym) 2. ขั้นกระตุ้นสมอง (Rouse) 3. ขั้นจัดประสบการณ์ (Accessing to Information) 4. ขั้นฝึกประสบการณ์ (Implementation) 5. ขั้นสรุปประสบการณ์ (Summary) และ 6. ขั้นขยายความรู้ (Extension) หรือ BRAISE Model ดังนี้

2.1.1 ขั้นบริหารสมอง (Brain-Gym) หมายถึง ขั้นการผ่อนคลายเพื่อลดความตึงเครียดและเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนฝึกการบริหารสมองด้วยท่าต่างๆ ประมาณ 5-10 นาที เพื่อให้สมองซีกซ้ายและขวาทำงานประสานกันรวมทั้งสร้างความสมดุลให้กับสมองด้วยการลดผลกระทบที่ทำให้ร่างกายตึงเครียด ทำให้เกิดการผ่อนคลายและเลือดไปเลี้ยงสมองได้ดีขึ้น ซึ่งทำการบริหารสมองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1) กลุ่มท่าการเคลื่อนไหวสลับข้าง ได้แก่

ท่าสายคอ วิธีปฏิบัติ หายใจเข้าลึกๆ ผ่อนคลายหัวไหล่ และก้มศีรษะมาข้างหน้า สายศีรษะช้าๆ จากข้างหนึ่งไปอีกข้างหนึ่ง ขณะที่หายใจจะบายเอาความอึดอัดออกไป ปลายคางจะวาดเป็นโค้งน้อยๆ แต่กว้างไปตามหน้าอกขณะที่คอผ่อนคลาย จากนั้นวาดคางเป็นวงโค้งเล็กๆ เพื่อผ่อนคลายตรงจุดตึงเครียด

ท่าเลข 8 หลังยาว วิธีปฏิบัติ ยืนแขนออกไปข้างหน้า แล้วชูหัวแม่มือออกมา หมุนแขนเป็นเลข 8 ขนาดใหญ่ในอากาศอย่างช้าๆ ลักษณะทวนเข็มนาฬิกา และใช้สายตาจ้องมองไปพร้อมๆ กับหัวแม่มือที่วาดไปด้วย โดยใช้แขนทีละข้าง ข้างละ 3 รอบจากนั้นใช้แขนทั้ง 2 ข้าง

ท่าจีบ - L วิธีปฏิบัติ ใช้มือขวาทำท่าจีบ มือซ้ายทำท่ารูปตัวแอล (L) ทำสลับข้างกันไปมา

ท่าโป่ง - ก้อย วิธีปฏิบัติ ยกมือทั้งสองข้างขึ้น มือข้างหนึ่งทำท่าโป่ง ส่วนมืออีกข้างทำท่าก้อย ทำสลับกันไปมา

ท่าแตะจมูก แตะหู วิธีปฏิบัติ มือขวาแตะที่หูซ้าย มือซ้ายแตะที่จมูก ลักษณะมือไขว่กัน และสลับข้างโดยเปลี่ยนมือซ้ายแตะหูขวา มือขวาแตะจมูก ทำสลับกันไปมา

ท่าแตะหู วิธีปฏิบัติ มือซ้ายอ้อมไปจับที่หูขวา ส่วนมือขวาอ้อมไปจับที่หูซ้ายและสลับข้าง โดยเปลี่ยนเป็นมือขวาอ้อมไปจับที่หูซ้าย ส่วนมือซ้ายอ้อมไปจับที่หูขวา ทำสลับกันไปมา

2) กลุ่มท่ากิจกรรมยืดเส้นยืดสาย ได้แก่

ท่านวดน่อง วิธีปฏิบัติ งอขาขวา ขาซ้ายเหยียดตรง ขณะที่เอนตัวไปข้างหน้า และหายใจออกให้ค่อยๆ กดสันเท้าซ้ายลงกับพื้น ขณะที่รู้สึกผ่อนคลายให้ยกสันเท้าซ้ายขึ้นและหายใจลึกๆ ทำซ้ำกัน 3 ครั้ง แล้วเปลี่ยนข้างทำเช่นเดียวกัน ยิ่งงอเขามากเท่าใดยิ่งรู้สึกว่าการนวดตัวมากขึ้น

ท่ากระตุ้นต้นแขน วิธีปฏิบัติ เอามือจับแขนอีกข้างที่ยกชูขึ้นตรงกับระดับหู หายใจออกเบาๆ ผ่านริมฝีปากที่เม้มไว้ ขณะเดียวกัน กระตุ้นกล้ามเนื้อโดยดันแขนสวนทางกับมือที่จับอยู่ไปใน 4 ทิศทาง (ข้างหน้า ข้างหลัง แบนเข้ามาและดันออกไป)

3) กลุ่มท่าบริหารเพื่อเพิ่มพลัง

ท่าพลังความคิด ใช้หัวแม่มือและนิ้วชี้จับใบหูดึงไปทางหลังเบาๆ แล้วกางออก แล้วนวดเบาๆ จากบนลงล่าง ตามขอบใบหู

ทำปุ่มสมอง วิธีปฏิบัติ ใช้มือซ้ายวางบริเวณโหนกศีรษะอาหารรองหลุมตื้นๆ โดยมือขวาวางไว้ที่ตำแหน่งสะดือ ให้นวดในลักษณะนี้ ประมาณ 30 วินาที จากนั้นสลับตำแหน่งมือทั้งสองข้าง

ทำปุ่มขมับ ใช้นิ้วชี้ทั้งสองข้าง นวดขมับเบาๆ นวดเบาๆวนเป็นวงกลม ใช้สายตามองจากซ้ายไปขวา และบนลงล่าง

ท่าหาาเพิ่มพลัง วิธีปฏิบัติ อ้าปากเหมือนกำลังหา วางปลายนิ้วลงบนจุดที่รู้สึกตึงเครียดบนกราม (หรือบริเวณรอยบุ๋ม ระหว่างเนินโหนกแก้มกับรูหูที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาอ้าปากหา เมื่อนิ้วสัมผัสจะรู้สึกหย่อน) ทำเสียงหาต่ำๆ ผ่อนคลาย และลูบเบาๆ ให้ความเครียดหมดไป

2.1.2 ขั้นกระตุ้นสมอง (Rouse) หมายถึง ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นและสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีที่สุด เพื่อกระตุ้นและช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ เกิดความท้าทาย และชวนให้ค้นหาคำตอบ รวมทั้งทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน

2.1.3 ขั้นจัดประสบการณ์ (Accessing to Information) หมายถึง ขั้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้หลากหลาย โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่เป็นแก่นสาร

2.1.4 ขั้นฝึกประสบการณ์ (Implementation) หมายถึง ขั้นการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยนำความรู้ที่ได้มาลงมือปฏิบัติเพื่อเป็นการเพิ่มและทบทวนความรู้ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเชี่ยวชาญมากยิ่งขึ้น

2.1.5 ขั้นสรุปประสบการณ์ (Summary) หมายถึง ขั้นการให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ค้นพบจากการทำกิจกรรมที่หลากหลายเป็นความคิดรวบยอดในรูปแบบผังความคิด (Mind map) หลังจากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมและประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกัน

2.1.6 ขั้นขยายความรู้ (Extension) หมายถึง ขั้นการให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดหรือการสร้างองค์ความรู้ใหม่เชื่อมโยงความรู้สู่การประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน

2.2 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาเคมี จำนวน 2 คน ด้านการวัดและประเมินผล 1 คน ตรวจสอบยืนยันความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดและวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ ตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item of Congruence: IOC) ซึ่งได้ผลการประเมินดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน	1.00	สอดคล้อง
2. เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
3. บทบาทของผู้สอนมีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
4. บทบาทของนักศึกษา มีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้	0.67	สอดคล้อง
5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมแก่การนำไปใช้	1.00	สอดคล้อง
6. รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสะดวกในการนำไปใช้	1.00	สอดคล้อง
7. รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจน	0.67	สอดคล้อง
8. รูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาผู้เรียนตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน	0.67	สอดคล้อง
9. แต่ละขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	0.67	สอดคล้อง

จากตาราง 3 พบว่าผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทุกรายการมีค่าดัชนีความสอดคล้องในระดับที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นที่สอดคล้องกันว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ และบทบาทของผู้สอนมีความสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน นอกจากนี้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ก็ยังมีความเหมาะสมและสะดวกแก่การนำไปใช้

2.3 จัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE-Model) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีทั่วไป แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ให้กับกลุ่มทดลองมีวิธีดำเนินการดังนี้

2.3.1.1 ขั้นตอนเตรียมการ ผู้วิจัยได้เตรียมการเพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร คำอธิบายรายวิชาเคมีทั่วไป รหัสวิชา วท 021001 ที่ใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันการพลศึกษา เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม

2) กำหนดหัวข้อในการเรียนรู้และเวลาที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ตามตาราง 4

ตาราง 4 หัวข้อการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

เรื่อง	หัวข้อการจัดการเรียนรู้เรื่อง	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
ปฏิกิริยาเคมี	1. การเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
	2. สมการเคมี	2
	3. ประเภทของปฏิกิริยาเคมี	2
	4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2
	5. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา	4
เคมีอาหาร	6. อาหารและสารอาหาร	6
	7. สารปนเปื้อนในอาหาร	2
	8. การใช้พลังงานในร่างกาย	2
	9. อาหารสำหรับนักกีฬา	2

2.3.1.2 ขั้นตอนจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ BRAISE Model ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

- 1) ชื่อเรื่อง เป็นชื่อที่กำหนด 9 หัวข้อ
- 2) เวลา เป็นการกำหนดช่วงเวลาในแต่ละหัวข้อของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งใช้เวลา 2-6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของแต่ละหัวข้อ
- 3) สารสำคัญ เป็นเนื้อหาแสดงความคิดรวบยอด
- 4) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นข้อความที่ระบุวัตถุประสงค์การสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดผลการเรียนรู้ที่พึงประสงค์

5) เนื้อหาสาระ เป็นรายละเอียดความรู้ที่ขยายจากความคิดรวบยอดของสาระสำคัญ

6) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ BRAISE Model ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นบริหารสมอง ขั้นกระตุ้นสมอง ขั้นจัดประสบการณ์ ขั้นฝึกประสบการณ์ ขั้นสรุปประสบการณ์ และขั้นขยายความรู้

7) สื่อและแหล่งเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ใบงาน ใบความรู้ หนังสือ อินเทอร์เน็ต

8) การวัดและประเมินผล เป็นการระบุเครื่องมือวัดผล สิ่งที่วัด วิธีการวัด และประเมินผล

รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน แสดงในภาคผนวก ข

2.3.1.3 ขั้นตอนคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนดังนี้

1) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณา ในด้านความเหมาะสมของภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา ความยากง่ายของเนื้อหา ความถูกต้องของเนื้อหา บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาเคมี จำนวน 3 คน ประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item of Congruence: IOC) ได้ผลการประเมินดังตาราง

ตาราง 5 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี	0.67-1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สมการเคมี	0.67-1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ประเภทของปฏิกิริยาเคมี	0.67-1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	0.67-1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	0.67-1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 อาหารและสารอาหาร	0.67-1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 สารปนเปื้อนในอาหาร	0.67-1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การใช้พลังงานในร่างกาย	0.67-1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 อาหารสำหรับนักกีฬา	0.67-1.00	สอดคล้อง

จากตาราง 5 พบว่าผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ซึ่งสูงกว่าระดับความสอดคล้องที่กำหนดว่ายอมรับได้ทุกแผนการจัดการเรียนรู้และถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.3.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและเคมีอาหารในงานวิจัยนี้ เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก ใช้วัดผลในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการประเมินค่า โดยผู้วิจัยสร้างข้อสอบจำนวน 100 ข้อ ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.3.2.1 ขั้นเตรียมการ ผู้วิจัยได้เตรียมการ โดยการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้

2.3.2.2 ขั้นสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการในการสร้างแบบทดสอบตามขั้นตอนดังนี้

1) สร้างแบบทดสอบที่สอดคล้องกับคุณลักษณะตามที่กำหนดไว้ ในการสร้างคำถามจะต้องมีความชัดเจน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและเขียนเป็นประโยคบอกเล่า แต่ละคำถามจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ส่วนตัวเลือกจะเป็นประเด็นเรื่องเดียว มีความยาวใกล้เคียงกัน และกระจายคำตอบของข้อสอบทั้งฉบับให้มีสัดส่วนของแต่ละตัวเลือกใกล้เคียงกัน

2) พิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบให้ครอบคลุมทั้งปัญหาและคำถามตัวเลือกและเหตุผลในการสร้างตัวเลือก รวมทั้งคำตอบที่ถูกต้อง

3) เกณฑ์การให้คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าไม่ตอบหรือตอบผิดหรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ได้ 0 คะแนน

2.3.2.3 ขั้นตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ ตามขั้นตอนดังนี้

1) นำแบบทดสอบเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบความถูกต้องของภาษา ความตรงเชิงเนื้อหา การเรียงลำดับคำถาม และความครอบคลุมของคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2) นำแบบทดสอบไปประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาเคมี จำนวน 2 คน ด้านการวัดและประเมินผล 1 คน โดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item of Congruence: IOC) ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี ที่เรียนวิชาเคมีทั่วไปมาแล้ว จำนวน 40 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่าย โดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ ใช้เทคนิคร้อยละ 27 ของจุง เตห์ฟาน (Chung-Teh Fan) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และ ข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.70

4) นำคะแนนของแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 197 – 198) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.85

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแล้ว ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 40 ข้อ แบ่งออกเป็นการวัดผลในด้านความรู้ ความจำ 7 ข้อ ความเข้าใจ 8 ข้อ การนำไปใช้ 9 ข้อ การวิเคราะห์ 9 ข้อ และการประเมินค่า 7 ข้อ ซึ่งนำไปใช้วัดผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง โดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน

2.3.3 แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดคุณลักษณะนิสัย ความเชื่อ เจตคติ และกระบวนการคิดของบุคคลในการแสวงหาความรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เห็นคุณค่าและประโยชน์ของเคมีในชีวิตประจำวันและในวิชาชีพ โดยผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของ นัตตา อังสุวาทย์ (2550: 181-184) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยผู้วิจัยคัดเลือกมาให้ครอบคลุมนิยามของแต่ละด้าน ได้แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยจะดำเนินการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

1) นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องของภาษา ความตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2) นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่เลือกไปตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เป็นผู้พิจารณาว่าวัดได้ตรงกับนิยามเชิงปฏิบัติการหรือไม่ รวมทั้งภาษาที่ใช้เหมาะสมควรแก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อความใด ตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item of Congruence: IOC) ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3) นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี จำนวน 40 คน

4) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์ (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 200) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.90

2.3.4 แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.3.4.1 ขั้นเตรียมการ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความพึงพอใจให้ครอบคลุมรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2.3.4.2 ขั้นสร้างแบบวัดความพึงพอใจ ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความพึงพอใจ ให้ครอบคลุมรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 24 ข้อ และแบบสอบถามปลายเปิดให้ผู้เรียนวิจารณ์และเสนอแนะเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งการแปลผลค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้พิจารณาดังนี้ (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2553: 3628) ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.50 - 5.00 ระดับมากที่สุด 3.50-4.49 ระดับมาก 2.50-3.49 ระดับปานกลาง 1.50-2.49 ระดับน้อย 1.00-1.49 ระดับน้อยที่สุด

2.3.4.3 ขั้นตรวจสอบคุณภาพ ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความพึงพอใจ ตามขั้นตอนดังนี้

1) นำแบบวัดความพึงพอใจ เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบ ความชัดเจนของภาษา และความถูกต้อง แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2) นำแบบวัดความพึงพอใจ ไปตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ตามแบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item of Congruence: IOC) ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3) นำแบบวัดความพึงพอใจ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี จำนวน 40 คน

4) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจโดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์ (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538 : 200) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.83

ขั้นตอนที่ 3 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ BRAISE ไปใช้

ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 การศึกษานำร่อง (Pilot study)

นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ BRAISE Model ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาศึกษานำร่องกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม ปีการศึกษา 2554 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนด้วยตนเองเพื่อพิจารณาผลการเรียนรู้ ความเหมาะสมของเนื้อหา เวลาเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อ/แหล่งการเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ บรรยายาการการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตลอดระยะเวลาที่ใช้สอน จากนั้นนำข้อมูลหลังการศึกษานำร่องมาปรับปรุงให้การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปโดยใช้สมองเป็นฐานมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผลจากการศึกษานำร่อง (Pilot study) ปรากฏว่าโดยภาพรวมสามารถดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ได้เป็นอย่างดีทั้งด้านเนื้อหาสาระ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล แต่ก็มีอุปสรรคเกิดขึ้นบ้างในด้านของสื่อและแหล่งการเรียนรู้ และในด้านของเวลาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ระหว่างก่อนกับหลังปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	2 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง
2	2 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง
3	2 ชั่วโมง	
4	2 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง
5	4 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง
6	6 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง
7	2 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง
8	2 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง
9	2 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง
รวม	24 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง

จากตาราง 6 จะเห็นว่าการปรับรวมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 เป็นแผนการเรียนรู้เดียวกัน โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหามีความต่อเนื่องและสอดคล้องกันและปรับเพิ่มเวลาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 จากเดิม 2 ชั่วโมง เป็น 4 ชั่วโมง เนื่องจากลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติทำการทดลองจริงและมีการฝึกคิดคำนวณ แต่เวลารวมในการจัดการเรียนรู้อยู่เท่าเดิมคือ 24 ชั่วโมง

3.2 นำไปทดลองใช้จริง

ขั้นตอนนี้เป็น การปฏิบัติการหรือลงสนาม เพื่อเก็บข้อมูลตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 แบบแผนการทดลอง

การทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One Group Pretest - Posttest Design) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 249) มีรายละเอียดดังตาราง 7

ตาราง 7 แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest – Posttest Design

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
T ₁	X	T ₂

เมื่อ X แทน การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ กับกลุ่มตัวอย่าง
 T₁ แทน การวัดผู้เรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ
 T₂ แทน การวัดผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ

3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา ในปีการศึกษา 2554 จำนวน 900 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง การเลือกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ BRAISE Model ไปใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ชั้นปีที่ 1 สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเคมีทั่วไป ปีการศึกษา 2554 จำนวน 40 คน

3.2.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1) ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงรองอธิการบดี สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม เพื่อขอทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2) ผู้วิจัยเป็นผู้สอนกลุ่มตัวอย่างทดลองจำนวน 40 คน โดยสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3) ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เป็นเวลา 7 สัปดาห์ 28 ชั่วโมง เวลาเรียน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ โดยผู้วิจัยและผู้เรียน ได้ทำความเข้าใจร่วมกัน เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป และจิตวิทยาศาสตร์ ก่อนดำเนินการทดลอง ขณะทดลองผู้วิจัยสังเกตการทำกิจกรรมของนักศึกษาและคอยช่วยเหลือนักศึกษาให้ทำกิจกรรมไปได้ด้วยดี

4) ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองทันทีในสัปดาห์ที่ 7 โดยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีทั่วไป วัดจิตวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ เพื่อนำไปประเมินผลต่อไป

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลวิจัย ใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์ (Index of

Congruency: IOC) เทคนิคร้อยละ 27 ของจุฑา เทห์พาน ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR20 และค่าสัมประสิทธิ์ (Alpha Coefficient) ของ ครอนบาค (Cronbach)

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย

3.3.1 ความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจิตวิทยาาสตร์ ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 หาคะแนนจุดตัด (Cut-off score) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ ตามวิธีของ เบอร์ก (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 290;

อ้างอิงจาก Berk. 1976: 4-9) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเขียนกราฟเพื่อหาคะแนนพยากรณ์ (จุดที่กราฟตัดกัน) สำหรับแบ่งนักศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

		การจำแนกเกณฑ์	
		กลุ่มที่เรียน	กลุ่มที่ยังไม่ได้เรียน
คะแนนพยากรณ์	รอบรู้	รอบรู้จริง (TM)	รอบรู้ไม่จริง (FM)
	ไม่รอบรู้	ไม่รอบรู้ไม่จริง (FN)	ไม่รอบรู้จริง (TN)

2) หาค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ คือ ค่า $P(TM)+P(TN)$

3) หาค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์ คือ ค่า $P(FN)+P(FM)$

4) หาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ จากสูตร

5)

$$\phi_{VC} = \frac{P(TM) - BR(SR)}{\sqrt{BR(1 - BR)SR(1 - SR)}}$$

เมื่อ	ϕ_{VC}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์
	BR	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของผู้รอบรู้ในประชากร ได้จาก $(P(FN)+P(TM))$
	SR	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของการพยากรณ์ผู้รอบรู้ในประชากร ได้จาก $(P(FM)+P(TM))$
	$P(TM)$	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มหลังสอนและสอบผ่านเกณฑ์ ได้จาก $TM/(M+N)$
	$P(TN)$	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มก่อนสอนและสอบไม่ผ่าน เกณฑ์ได้จาก $TN/(M+N)$
	$P(FM)$	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มก่อนสอนและสอบผ่านเกณฑ์ ได้จาก $FM/(M+N)$
	$P(FN)$	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มหลังสอนและสอบไม่ผ่านเกณฑ์ ได้จาก $FN/(M+N)$
	M	แทน	จำนวนนักศึกษาทั้งหมดหลังสอน
	N	แทน	จำนวนนักศึกษาทั้งหมดก่อนสอน

6) เลือกคะแนนเกณฑ์ที่มีค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้อง $P(TM)+P(TN)$ สูงที่สุด ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจไม่ถูกต้อง $P(FN)+P(FM)$ ต่ำสุด และมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (ϕ_{VC}) สูงสุด เป็นคะแนนจุดตัด (Cut-off score)

3.3.2.2 ทดสอบสมมติฐานโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนจิตวิทยาาสตร์ของนักศึกษากับคะแนนจุดตัด (Cut-off score) โดยใช้การทดสอบที ชนิด One sample t-test (บุญเรียง ขจรศิลป์. 2547: 70) มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{Y} - \mu}{S / \sqrt{n}}$$

เมื่อ	$\bar{Y}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน	คะแนนเกณฑ์มาตรฐานหรือคะแนนจุดตัด (Cut-off Score)
	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยใช้การประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินประสิทธิผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้ เป็นการประเมินผลโดยรวมของทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูล ตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆ สำหรับนำไปปรับปรุงในส่วนที่ยังบกพร่องอยู่ เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปโดยใช้สมองเป็นฐานที่สมบูรณ์ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

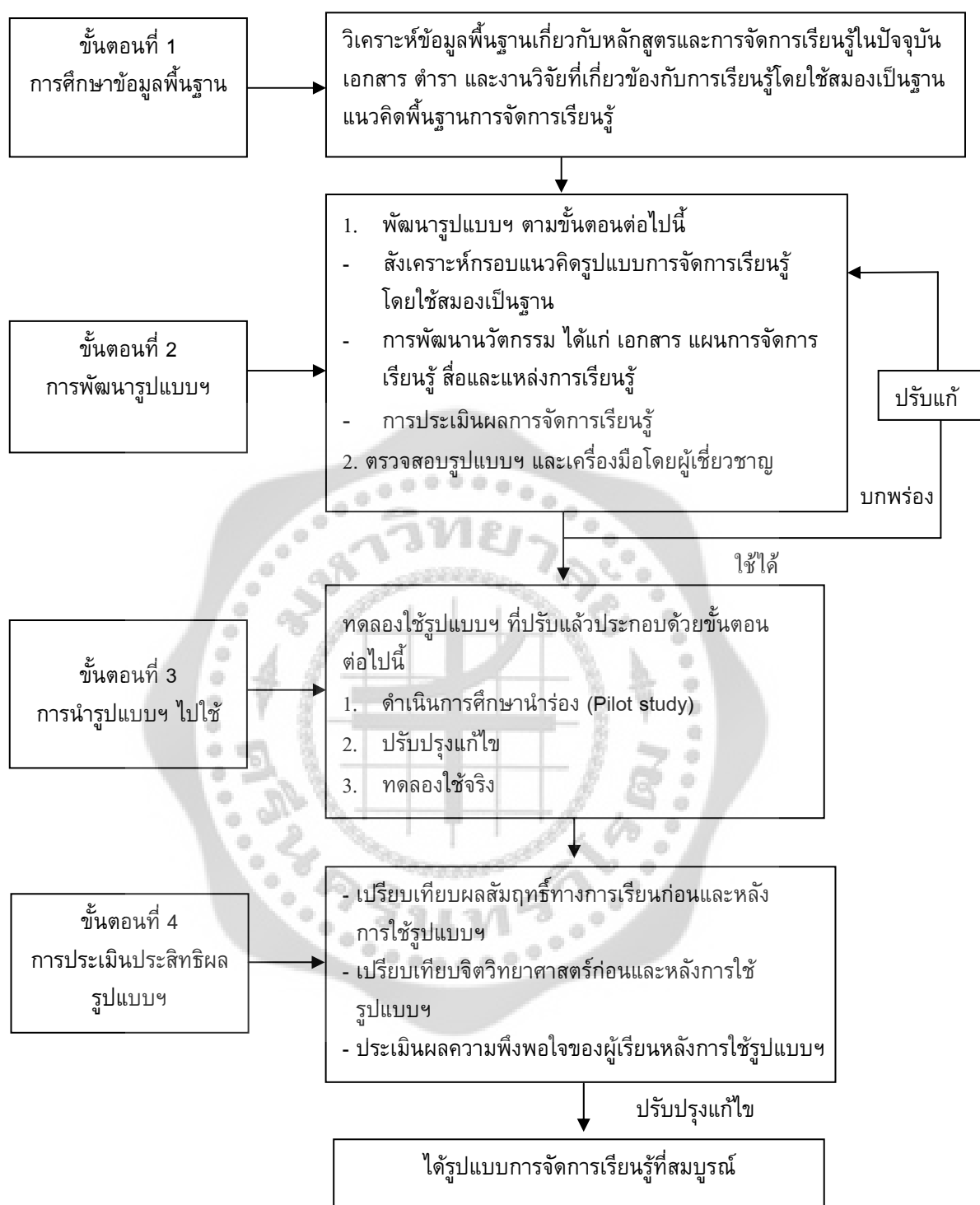
4.1 นำคะแนนทดสอบจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

4.2 เปรียบเทียบการเกิดจิตวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

4.3 คำนวณค่าความพึงพอใจของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

สามารถสรุปขั้นตอนการพัฒนาารูปแบบการเรียนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปสำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา ได้ดังภาพประกอบ 10





ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนในการดำเนินงานพัฒนาแบบแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้สมองเป็นฐาน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผลของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป สำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. จิตวิทยาาสตร์
3. ความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำความเข้าใจเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสะดวกยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$\bar{x}$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D.	หมายถึง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
P(TM)+P(TN)	หมายถึง	ค่าความน่าจะเป็นสูงสุดในการตัดสินใจถูกต้องของคะแนน เกณฑ์
P(FN)+P(FM)	หมายถึง	ค่าความน่าจะเป็นต่ำสุดในการตัดสินใจไม่ถูกต้องของคะแนนเกณฑ์
ϕ_{vc}	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์
t	หมายถึง	ค่าการแจกแจงแบบ t
p	หมายถึง	ค่าความน่าจะเป็นของผลการทดสอบสมมุติฐาน
df	หมายถึง	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยทำการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นก็นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าคะแนนจุดตัด และทำการทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และข้อ 2 ตามลำดับต่อไปนี้

1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model) ซึ่งใช้การทดสอบค่าที (t-test for dependent sample) ได้ผลดังตาราง 8

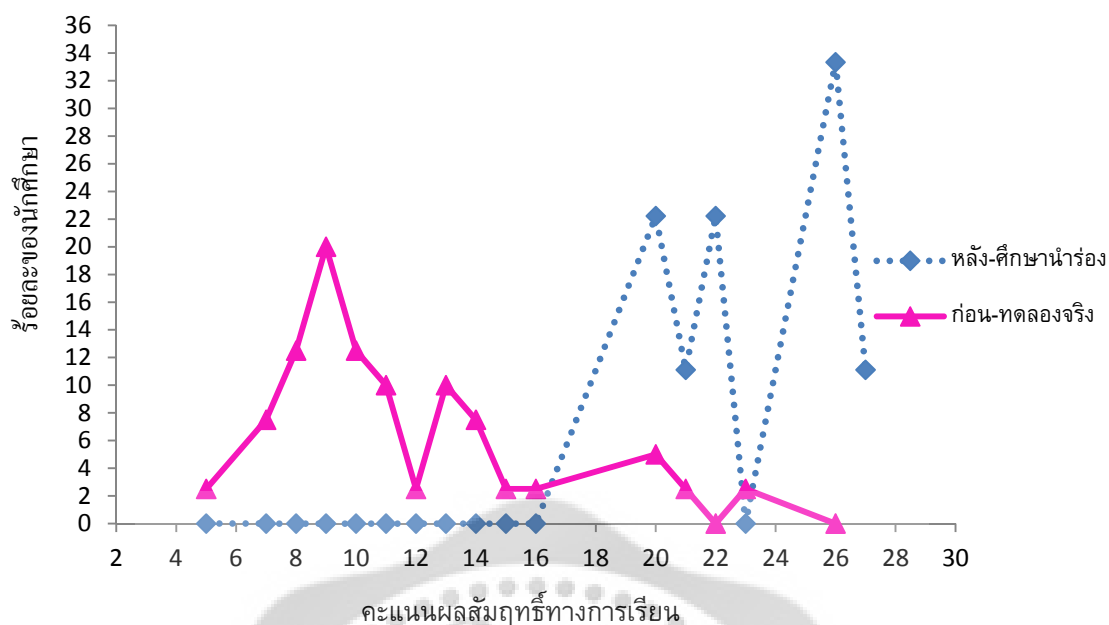
ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model)

คะแนน	N	$\bar{X}$	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	40	11.33	4.09	39	22.03	.00
หลังเรียน	40	25.50	3.82			

จากตาราง 8 พบว่า หลังจากนักศึกษาได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model) นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 คะแนนจุดตัด (Cut-off score) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การหาคะแนนจุดตัดตามวิธีการของเบอร์ก (Berk. 1976: 4-9) เริ่มต้นด้วยการนำคะแนนหลังเรียนที่ได้จากการศึกษานำร่อง (Pilot study) และคะแนนก่อนเรียนจากการทดลองจริง (Main study) มาเขียนกราฟ เพื่อหาคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) ได้ผลดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 11 กราฟแสดงคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากภาพประกอบ 11 พบว่าคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) คือ 16 ดังนั้นคะแนนในช่วงนี้จึงมีโอกาสเป็นไปได้ที่จะเป็นคะแนนจุดตัด จึงนำคะแนนตั้งแต่ 14, 15, 16, 17, 18 ไปตรวจสอบ แล้วเลือกคะแนนที่มีค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้องมากที่สุด ($P(TM)+P(TN)$) ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจผิดพลาดน้อยสุด ($P(FN)+P(FM)$) และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (ϕ_{vc}) มากสุดเป็นคะแนนจุดตัด ได้ผลดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงคะแนนจุดตัด (Cut-off score) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนน	$P(TM)+P(TN)$	$P(FN)+P(FM)$	Phi Coefficient
14	0.82	0.18	0.62
15	0.88	0.12	0.71
16	0.90	0.10	0.75
17*	0.92	0.08	0.79
18*	0.92	0.08	0.79

จากตาราง 9 พบว่าคะแนน 17 และ 18 มีค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้องมากที่สุด ($P(TM)+P(TN)$) ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจผิดพลาดน้อยสุด ($P(FN)+P(FM)$) และค่า Phi coefficient (ϕ_{vc}) มากที่สุด ดังนั้นคะแนน 17 และ 18 จึงเป็นคะแนนจุดตัดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกคะแนนจุดตัดที่ 17 เนื่องจากนักศึกษามีพื้นฐานความรู้วิชาเคมีทั่วไปค่อนข้างน้อยจึงทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

1.3 ทดสอบสมมติฐานข้อ 2

ทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา กับคะแนนจุดตัดโดยนำคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model) ของนักศึกษา มาเปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัด (Cut-off score) ได้ผลดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับคะแนนจุดตัด

คะแนน	$\bar{x}$	S.D	Cut-off score	df	t	p
หลังเรียน	25.50	3.82	17	39	14.09	.00

จากตาราง 10 พบว่า นักศึกษาได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จิตวิทยาาสตร์

ผู้วิจัยวัดจิตวิทยาาสตร์ของนักศึกษาด้วยแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วน 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ โดยทำการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นก็นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย หาค่าคะแนนจุดตัด และทำการทดสอบสมมติฐานข้อ 3 ตามลำดับต่อไปนี้

2.1 จิตวิทยาาสตร์ของนักศึกษา

ผลการเปรียบเทียบคะแนนจิตวิทยาาสตร์ของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model) ซึ่งใช้การทดสอบค่าที่ (t-test for dependent sample) ได้ผลดังตาราง 11

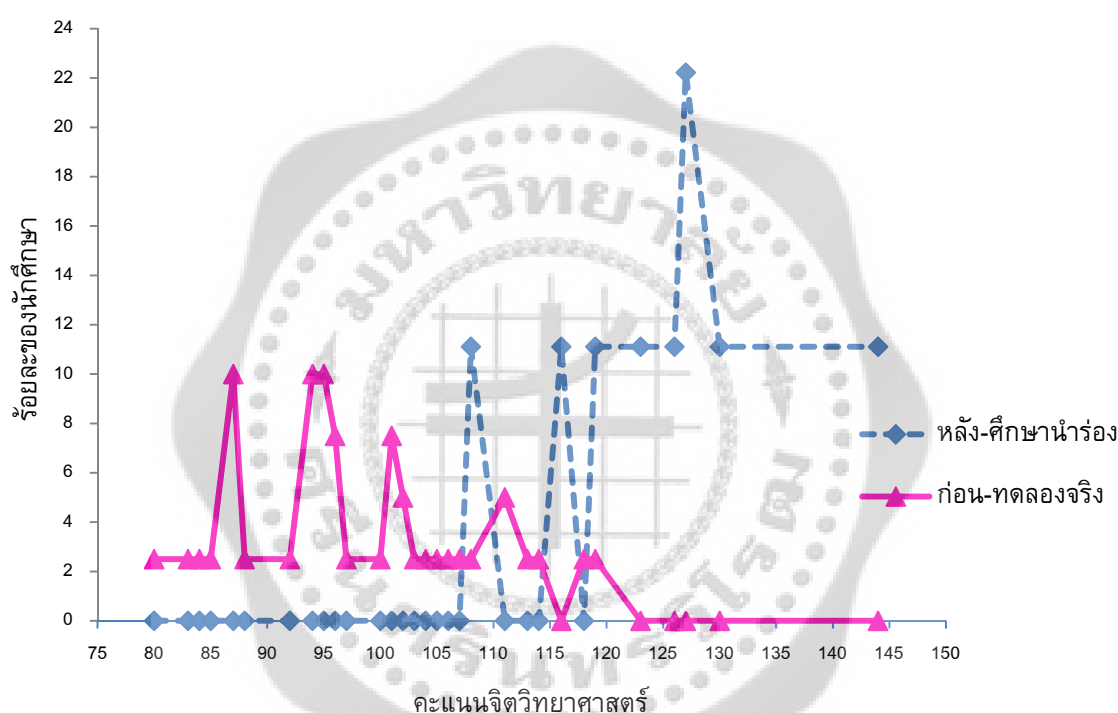
ตาราง 11 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model)

คะแนน	N	$\bar{x}$	S.D.	df	t	p
1. ด้านความอยากรู้อยากเห็น						
ก่อนเรียน	40	12.30	1.72	39	5.87	.00
หลังเรียน	40	14.38	2.26			
คะแนน	N	$\bar{x}$	S.D.	df	t	p
2. ด้านความรับผิดชอบและเพียรพยายาม						
ก่อนเรียน	40	12.40	2.25	39	10.00	.00
หลังเรียน	40	16.25	2.11			
3. ด้านความมีระเบียบและรอบคอบ						
ก่อนเรียน	40	12.60	2.38	39	4.20	.00
หลังเรียน	40	14.55	2.22			
4. ด้านความมีเหตุผล						
ก่อนเรียน	40	12.98	2.20	39	6.41	.00
หลังเรียน	40	15.43	1.20			
5. ด้านความใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น						
ก่อนเรียน	40	13.85	2.18	39	2.90	.01
หลังเรียน	40	14.83	1.69			
6. ด้านความซื่อสัตย์						
ก่อนเรียน	40	14.83	2.18	39	7.10	.00
หลังเรียน	40	17.25	1.60			
7. ด้านการเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชา เคมีทั่วไปในชีวิตประจำวันและวิชาชีพ						
ก่อนเรียน	40	19.23	3.50	39	8.08	.00
หลังเรียน	40	22.95	2.90			
ภาพรวม						
ก่อนเรียน	40	98.18	9.77	39	10.88	.00
หลังเรียน	40	115.62	10.51			

จากตาราง 11 พบว่า หลังจากนักศึกษาได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model) นักศึกษามีคะแนนจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 คะแนนจุดตัด (Cut-off score) ของจิตวิทยาศาสตร์

การหาคะแนนจุดตัดตามวิธีการของเบอร์ก (Berk. 1976: 4-9) เริ่มต้นด้วยการนำคะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่ได้จากการศึกษานำร่อง (Pilot study) และคะแนนก่อนเรียนจากการทดลองจริง (Main study) มาเขียนกราฟ เพื่อหาคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) ได้ผลดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 กราฟแสดงคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) ของคะแนนจิตวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 12 พบว่าคะแนนพยากรณ์จุดตัด (Cutting point) คือ 112 ดังนั้นคะแนนในช่วงนี้จึงมีโอกาเป็นไปได้ที่จะเป็นคะแนนจุดตัด จึงนำคะแนนตั้งแต่ 108, 109, 110, 111, 112, 113 ไปตรวจสอบ แล้วเลือกคะแนนที่มีค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้องมากที่สุด ($P(TM)+P(TN)$) ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจผิดพลาดน้อยสุด ($P(FN)+P(FM)$) และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงของคะแนนเกณฑ์ (ϕ_{vc}) มากสุดเป็นคะแนนจุดตัด ได้ผลดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงคะแนนจุดตัด (Cut-off score) ของคะแนนจิตวิทยาศาสตร์

คะแนน	P(TM)+P(TN)	P(FN)+P(FM)	Phi Coefficient
108	0.86	0.14	0.69
109	0.86	0.14	0.63
110	0.86	0.14	0.62
111	0.86	0.14	0.62
112*	0.90	0.10	0.70
113*	0.90	0.10	0.70

จากตาราง 12 พบว่าคะแนน 112 และ 113 มีค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจถูกต้องมากที่สุด (P(TM)+P(TN)) ค่าความน่าจะเป็นในการตัดสินใจผิดพลาดน้อยสุด (P(FN)+P(FM)) และค่า Phi coefficient (ϕ_{vc}) มากที่สุด ดังนั้นคะแนน 112 และ 113 จึงเป็นคะแนนจุดตัดของคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกคะแนนจุดตัดที่ 112 เนื่องจากการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักศึกษานั้นต้องใช้ระยะเวลานานเพื่อเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน

2.3 ทดสอบสมมติฐานข้อ 3

ทดสอบคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาเกี่ยวกับคะแนนจุดตัดโดยนำคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model) ของนักศึกษา มาเปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัด (Cut-off score) ได้ผลดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับคะแนนจุดตัด

คะแนน	$\bar{x}$	S.D	Cut-off score	df	t	p
หลังเรียน	115.62	10.51	112	39	2.18	.03

จากตาราง 13 พบว่า นักศึกษามีคะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยวัดความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model) ด้วยแบบวัดความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วน 5 ระดับ จำนวน 24 ข้อ โดยทำการวัดหลังเรียน จากนั้นก็นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานข้อ 4 ได้ผลดังตาราง 14

ตาราง 14 คะแนนความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model)

ประเด็นการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ชั้นบริหารสมอง	4.14	0.76	มาก
ชั้นกระตุ้นสมอง	3.87	0.90	มาก
ชั้นจัดประสบการณ์	3.76	0.82	มาก
ชั้นฝึกประสบการณ์	4.26	0.69	มาก
ชั้นสรุปประสบการณ์	4.01	0.86	มาก
ชั้นขยายความรู้	4.03	0.74	มาก
ภาพรวม	4.01	0.80	มาก

จากตาราง 14 พบว่าหลังจากนักศึกษาได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า ชั้นการฝึกประสบการณ์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x} = 4.26$, S.D. = 0.69) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และชั้นจัดประสบการณ์ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\bar{x} = 3.76$, S.D. = 0.82) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป สำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา สรุปสาระสำคัญของการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา
2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ตลอดจนความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักศึกษาที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักศึกษาที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด
3. นักศึกษาที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีจิตวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด
4. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานอยู่ในระดับมากขึ้นไป

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการเลือกอย่างเจาะจง (Purposive sampling) จากประชากรทั้งหมด โดยเลือกนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาชั้นปีที่ 1 สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเคมีทั่วไป ในภาคเรียนที่ 1/2554 จำนวน 40 คน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE-Model) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ และ แบบวัดความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) 2 ชั่วโมง กับ นักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ก่อนจัดการเรียนรู้ ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ BRAISE Model เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี และเคมีอาหาร ใช้เวลา 24 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนจิตวิทยาศาสตร์ และคะแนนความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วทำการทดสอบสมมติฐานด้วยการใช้การทดสอบค่าที่ (t-test for dependent sample)

สรุปผลการวิจัย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หรือ BRAISE Model ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นบริหารสมอง 2. ขั้นกระตุ้นสมอง 3. ขั้นจัดประสบการณ์ 4. ขั้นฝึกประสบการณ์ 5. ขั้นสรุปประสบการณ์ และ 6. ขั้นขยายความรู้ ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้นักศึกษามีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งมีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป สำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

การสร้างองค์ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. บริหารสมอง (Brain-Gym) 2. กระตุ้นสมอง (Rouse) 3. จัดประสบการณ์ (Accessing to Information) 4. ฝึกประสบการณ์ (Implementation) 5. สรุปประสบการณ์ (Summary) และ 6. ขยายความรู้ (Extension) จากการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาผู้เรียนได้ตามหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความชัดเจน เหมาะสมและสะดวกในการนำไปใช้ จากนั้นผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ BRAISE ไปใช้ในรายวิชาเคมีทั่วไป เรื่องปฏิกิริยาเคมี และเคมี

อาหาร สำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โดยใช้เวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล สำหรับการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ มาใช้นั้นอยู่ในส่วนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 บริหารสมอง (Brain-Gym) เป็นการผ่อนคลายเพื่อลดความตึงเครียดและเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนฝึกการบริหารสมองด้วยกิจกรรมต่างๆ ประมาณ 5-10 นาที เพื่อให้สมองซีกซ้ายและขวาทำงานประสานกัน มีการผ่อนคลายและเลือดไปเลี้ยงสมองดีขึ้น จากการสอบถามพบว่าเมื่อนักศึกษาได้ทำการบริหารสมองแล้ว รู้สึกผ่อนคลายและมีสมาธิในการเรียนรู้ ในขณะเดียวกันก็ทำให้รู้สึกตื่นตัวในการเรียนรู้และเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น ซึ่งบางคนก็นำไปปฏิบัติเองในชีวิตประจำวันนอกจากนี้ยังได้นำเสนอให้เพื่อนๆ และคนในครอบครัวได้ฝึกปฏิบัติด้วย "ผมฝึกบริหารสมอง แนะนำให้เพื่อนๆ และคนในครอบครัว ได้ลองปฏิบัติด้วยครับ" ซึ่งการปฏิบัติเป็นประจำจะแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนรู้ สมาธิสั้น วิตกกังวล รวมทั้งสร้างความสมดุลให้กับสมองด้วยการลดผลกระทบที่ทำให้ร่างกายตึงเครียด ฟื้นฟูระดับออกซิเจนและสารเคมีที่เป็นประโยชน์กลับคืนสู่สมองช่วยให้การคิดและการเรียนรู้เป็นไปด้วยความผ่อนคลายและนำความกระตือรือร้นกลับมา (นริสพันธ์ มั่นผดุง. 2551: 17)

ขั้นที่ 2 กระตุ้นสมอง (Rouse) เป็นการกระตุ้นและช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่เรียนรู้ เสริมสร้างบรรยากาศตื่นตัวแบบผ่อนคลาย ในขณะเดียวกันก็มีการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ ในขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที จากการสอบถามพบว่าเมื่อเข้ามาในห้องเรียนที่มีสภาพแวดล้อมที่ดี มีสื่อการเรียนที่พร้อม ผู้สอนยิ้มแย้มแจ่มใสเป็นกันเองและมีความตั้งใจในการถ่ายทอดความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เกิดความสงสัย ทำทนาย และชวนให้ค้นหาคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองที่กล่าวว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่อุดมสมบูรณ์ด้วยการกระตุ้นที่หลากหลาย บรรยากาศที่เป็นมิตร มีอารมณ์ขัน ทำทนายแต่ไม่ถึงกับกดดันที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนตื่นตัวแบบผ่อนคลายตามธรรมชาติจะช่วยส่งเสริมผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น (R. N. Caine; & G. Caine. 2009: Online; วิทยากร เชียงกุล. 2549: 21-22)

ขั้นที่ 3 จัดประสบการณ์ (Accessing to Information) เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Gardner. 1993; อ้างอิงจาก ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2548: 77) เนื่องจากสมองของแต่ละคนมีเอกลักษณ์เฉพาะที่แตกต่างกัน จึงมีแบบการเรียนรู้ที่ต่างกัน เรียนรู้ได้ช้าเร็วต่างกัน และอาจฉลาดในแต่ละด้านแตกต่างกัน (McCarthy. 1980; อ้างอิงจาก ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2548: 77-82) ดังนั้นการให้ข้อมูลความรู้หรือเสนอเนื้อหาความรู้จึงควรใช้ยุทธวิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น ผู้สอนถ่ายทอดความรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดีย ผู้เรียนและเพื่อนในห้องเรียนร่วมกันแบ่งปันความรู้ด้วยการจัดปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม การใช้ดนตรีเข้ามาช่วย และผู้เรียนศึกษาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่

หลากหลายด้วยตัวเอง ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์อย่างเหลือเฟือ ในขณะที่เดียวกัน การศึกษาต้องช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดีทั้งในภาพรวมและส่วนย่อยต่างๆ ซึ่งควรเริ่มต้นจากการสอนให้เข้าใจภาพใหญ่ ก่อนจะไปถึงรายละเอียด จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 4 ฝึกประสบการณ์ (Implementation) เป็นการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยการนำความรู้ที่ได้มาลงมือทำและฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นสมองให้ตื่นตัวและทำงานทุกส่วน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้และเชี่ยวชาญมากยิ่งขึ้น จากการสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจที่ได้ทำการทดลองและฝึกปฏิบัติจริง "หนูชอบการทดลองค่ะ ทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น" ซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่กล่าวว่าสมองเรียนรู้จากการลงมือทำและจากการฝึกฝนเพราะการฝึกฝนเป็นกระบวนการที่ช่วยให้การเชื่อมโยงของเซลล์สมองในวงจรการเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ (R. N. Caine; & G. Caine. 2009: Online)

ขั้นที่ 5 สรุปประสบการณ์ (Summary) เป็นการให้ผู้เรียนได้สรุปความรู้ที่ค้นพบจากการทำกิจกรรมที่หลากหลายเป็นความคิดรวบยอดในรูปแผนผังความคิด (Mind Map) เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการจดจำ หลังจากนั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมและประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างลึกซึ้งและสามารถพัฒนาความเข้าใจได้อย่างตลอดเวลา จากการสอบถามนักศึกษาพบว่าสรุปความรู้ที่เรียนมาด้วยแผนผังความคิดแล้วนำมาเสนอและอภิปรายผลหน้าชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนมีการจัดระบบความคิด และง่ายต่อการจดจำ ทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น "หนูชอบการทำแผนผังความคิดค่ะทำให้อ่านและจำเนื้อหานั้นได้" ซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่กล่าวว่า มนุษย์ทุกคนต้องการแสวงหาความหมายและเกิดมาพร้อมความต้องการที่จะเข้าใจ ที่จะรู้จักชื่อ รู้จักการรวมกลุ่มของสิ่งต่างๆหรือที่เรียกว่า การจัดแบบแผน ซึ่งเป็นการเข้าใจความหมายการรวมกลุ่ม การแยกประเภท การตัดสินใจ การจัดทำแผนที่ความคิด การจัดประเภท มนุษย์จะรับรู้และเลือกสิ่งที่ต้องการจะรู้ สมองจะรับรู้และจัดแบบแผนที่มีความหมายต่อตัวเอง สมองและจิตใจต้องการและรับรู้สิ่งที่คล้ายคลึงกันโดยอัตโนมัติ ขณะเดียวกันก็จะแสวงหาและตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่ๆ สมองพยายามที่จะเข้าใจและจัดแบบแผนที่ปรากฏและสร้างความประทับใจต่อแบบแผนที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน (R. N. Caine; & G. Caine. 2009: Online; อารี สัณหฉวี. 2550) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วสมองของคนเราจะจดจำข้อมูลในระยะสั้นได้เพียงราว 5-9 คำเท่านั้น ดังนั้นการจัดเก็บข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสหลายทางดังเช่นการจัดทำแผนผังความคิดนี้ จะสามารถส่งผ่านไปถึงเก็บไว้ส่วนต่างๆที่เก็บความทรงจำระยะยาวของสมองได้ (วิทย์กร เชิงกุล. 2547: 130) นอกจากให้ผู้เรียนได้สรุปความรู้แล้วการประเมินผลการเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับหลังการเรียนรู้โดยการให้ความหมายอย่างแจ่มแจ้ง (Explicit) ได้แก่ การให้คำเฉลยและการตรวจสอบ ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้เรียนคือมีโอกาสดำทบทวนและประเมินงานของตัวเองและของผู้อื่น (Jensen, 2000: 38)

ขั้นที่ 6 ขยายความรู้ (Extension) เป็นการให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิด หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่เชื่อมโยงความรู้สู่การประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน โดยการให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดตามใบงานที่ได้รับมอบหมาย เพราะการเรียนรู้ที่ดีควรจะต้องทั้งใจห้อยอะไรให้ผู้เรียนได้คิดต่อ เพื่อผู้เรียนจะสามารถระลึกสิ่งที่เรียนรู้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่กล่าวว่าสมองจะจัดการประสบการณ์ทั้งหมดให้เป็นรูปแบบและพยายามที่จะสร้างรูปแบบหรือเติมเต็มในข้อมูลเพื่อสร้างประสบการณ์ที่มีความหมาย ซึ่งจะเกิดขึ้นทั้งในขณะที่มีสติรู้ตัวและซึมซับในลักษณะแบบไม่รู้ตัว (R. N. Caine; & G. Caine. 2009: Online) โดยประสบการณ์ที่มีความหมายในที่นี้คือการอธิบายว่าสิ่งต่างๆสามารถเชื่อมโยงซึ่งกันและกันได้ได้อย่างไร การขยายรายละเอียดเพิ่มเติมในสิ่งที่เรียนรู้ จะช่วยให้สมองมีโอกาสได้จัด วิเคราะห์ ตรวจสอบและเรียนรู้ได้ลึกซึ้งขึ้น (Jensen, 2000: 37) เกิดองค์ความรู้ใหม่และเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2. ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัด (Cut-off score) พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (25.50) สูงกว่าคะแนนจุดตัด (17) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าเมื่อนักศึกษาได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ BRAISE Model จะช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วย BRAISE Model เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย สร้างเสริมประสบการณ์ตรง เสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของปราณี อ่อนศรี (2552: 107) ที่พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของดุมาน (Duman. 2006: Abstract) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการสอนรายวิชาสังคมศึกษา ซึ่งพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของออคเตน และ กัลเตกิน (Ozden; & Gultekin. 2008: 3) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของความรู้ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนกลุ่มที่ใช้การเรียนการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานและกลุ่มที่สอนแบบปกติ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2.2 จิตวิทยาศาสตร์ พบว่านักศึกษามีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อพิจารณาในด้านของจิตวิทยาศาสตร์ก็พบว่าในทุกด้านมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจาก

การจัดการเรียนรู้ด้วย BRAISE Model เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติจริง และมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับ กอร์ดอน ดับบลิว ออลล์พอร์ต (Gordon W. Allport, 1967: 3) ที่กล่าวว่า เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากประสบการณ์ โดยที่ประสบการณ์มีส่วนในการสร้างเจตคติ ดังนั้นการที่นักศึกษาได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติจริงในการเรียนวิชาเคมีทั่วไปจึงทำให้นักศึกษาได้สะสมประสบการณ์ตรงจึงสามารถส่งเสริมให้นักศึกษามีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เช่นเดียวกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 6) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับผู้เรียนในการคิดและลงมือปฏิบัติให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง โดยแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วย BRAISE Model นั้นช่วยส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ดังนี้ ขั้นกระตุ้นสมองซึ่งเป็นขั้นสร้างความสนใจของผู้เรียนโดยการกระตุ้นด้วยสถานการณ์ และการอภิปรายซักถามจนนักศึกษาเกิดความสนใจใฝ่รู้และต้องการค้นหาคำตอบ เป็นการส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็น และควมมีเหตุผล ในขั้นจัดประสบการณ์เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยการให้ข้อมูลความรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เป็นการส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์ด้านความรับผิดชอบและเพียรพยายาม ขั้นฝึกประสบการณ์เป็นการให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง เป็นการส่งเสริมให้นักศึกษามีจิตวิทยาศาสตร์ด้านความมีระเบียบและรอบคอบ และด้านความรับผิดชอบและเพียรพยายาม สำหรับขั้นสรุปประสบการณ์เป็นขั้นที่นักศึกษาต้องสรุปผลตามความเป็นจริงและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน เป็นการส่งเสริมให้นักศึกษามีจิตวิทยาศาสตร์ในด้านความซื่อสัตย์ในการบันทึกข้อมูลและนำเสนอข้อมูล มีใจกว้างที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเมื่อมีการรายงานผลหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายในกลุ่ม นอกจากนี้ในขั้นขยายความรู้ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงความรู้สู่การประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน เป็นการส่งเสริมให้นักศึกษาเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาเคมี ทำให้นักศึกษามีคุณลักษณะหรือพฤติกรรมการแสดงออกด้านจิตวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องส่งผลให้เกิดเป็นนิสัยที่ติดตัวและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน จากเหตุผลดังกล่าวจึงสนับสนุนผลการวิจัยที่พบว่านักศึกษามีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดและสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนภาพรณ์ หวานชม (2554: 57) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐานมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Salta และ Tzougrashi (2004: 542) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีกับเจตคติต่อวิชาเคมี ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวก และนอกจากนั้นยังสอดคล้องกับทูปเฟชี และ เดมิเรล (2009: 1782) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทน เจตคติ และกระบวนการเรียนรู้ พบว่าสภาพการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน มีผลทำให้การเรียนรู้ ความคงทน และเจตคติต่อรายวิชาของนักศึกษาอยู่ในระดับที่สูงขึ้น

2.3 ความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่านักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมของความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเท่ากับ 4.01 อยู่ในเกณฑ์ระดับความพึงพอใจมาก ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านได้แก่ ชั้นบริหารสมอง ชั้นกระตุ้นสมอง ชั้นจัดประสบการณ์ ชั้นฝึกประสบการณ์ ชั้นสรุปประสบการณ์ และชั้นขยายความรู้ พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากเช่นกัน สามารถอภิปรายได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีการผ่อนคลายและเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ด้วยการบริหารสมองจะทำให้ผู้เรียนมีสมาธิในการเรียนรู้อย่างยิ่งขึ้น จากการสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจและชอบให้มีการบริหารสมองก่อนการเรียนรู้ "การบริหารสมองช่วยให้ผมรู้สึกผ่อนคลายและมีสมาธิในการเรียนรู้อย่างมากเลยครับ" การกระตุ้นและช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่เรียนรู้ด้วยการตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนและการแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนทราบเป้าหมายในการเรียนรู้ รวมถึงการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตัวเอง จากอาจารย์ผู้สอนและจากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในห้องเรียน ทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้ การให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติหรือทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง ช่วยให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น การให้นักศึกษาได้สรุปและอภิปรายผลการเรียนรู้ร่วมกันด้วยแผนผังความคิดเพื่อให้เข้าใจและสะดวกต่อการจดจำ การเฉลยคำตอบการให้คำเฉลยและการตรวจสอบซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับนักศึกษาคือมีโอกาสได้ทบทวนและประเมินงานของตนเองและของผู้อื่น นอกจากนี้การให้นักศึกษาได้ทำกิจกรรมที่เน้นให้เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับชีวิตประจำวันและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้อย่างลึกซึ้งและสามารถพัฒนาความเข้าใจได้อย่างตลอดเวลา จากเหตุผลดังกล่าวจึงสนับสนุนผลการวิจัยที่ว่านักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมของความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานของ พิมพ์ทอง สังสุทธิพงศ์ (2555: 2) ที่ว่าสมองเรียนรู้ด้วยการเก็บประสบการณ์ซ้ำๆ นำเข้าเป็นความทรงจำและสามารถเรียนรู้ดีเมื่อบุคคลมีสุขภาพดี มีอารมณ์ผ่อนคลาย มีความสุข หรือมีความพึงพอใจและที่สำคัญคือเข้าใจความหมายของการเรียนรู้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทูบา (Tuba. 2007: Abstract) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อความสำเร็จและความคงทนต่อการเรียนในรายวิชาสังคมศึกษา พบว่าความสำเร็จทางการเรียนและความคงทนต่อการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งกลุ่มทดลองมีความสำเร็จทางการเรียนมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยผู้เรียนมีทัศนคติในเชิงบวกต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และผู้เรียนคิดว่าการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้นทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้ดี และมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่สนุกสนานโดยไม่ต้องจำเนื้อหา

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไป สำหรับนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1.1 ผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ BRAISE Model ให้ชัดเจนก่อนนำไปใช้ มีการวางแผนและเตรียมการจัดการเรียนรู้มาอย่างดี รวมทั้งมีเทคนิคการกระตุ้นผู้เรียน และส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้

1.2 ผู้สอนควรเตรียมสื่อการเรียนรู้ เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อม และมีการเตรียมความพร้อม ทำความเข้าใจในเนื้อหา กิจกรรมที่จะนำไปใช้ รวมทั้งปรับเปลี่ยน จัดการบริหารเวลา ให้มีความยืดหยุ่นเหมาะสมกับการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้มากที่สุด

1.3 ผู้สอนควรชี้แจง ทำความเข้าใจกับผู้เรียนเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ BRAISE Model เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะ ประโยชน์ และแนวทางปฏิบัติ เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

1.4 ผู้สอนควรจะมีการประเมินผู้เรียนตลอดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้สามารถช่วยเหลือผู้เรียนได้ทันทั่วถึง

1.5 ผู้สอนสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ BRAISE Model ไปประยุกต์ใช้สอนกับเนื้อหาอื่นๆ ที่มีธรรมชาติของรายวิชาแตกต่างกันไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

2.1 ควรศึกษาเปรียบเทียบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model) กับผู้เรียนระดับอุดมศึกษาหลายกลุ่มที่มีบริบทแตกต่างกัน

2.2 ควรศึกษาการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูง

2.3 ควรศึกษาการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model) โดยการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก

2.4 ควรศึกษาปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยขัดขวางต่อการเสริมสร้างการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BRAISE Model)





ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการสร้างเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนพร พัฒนภักดี
อาจารย์คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ ดร. ดวงใจ สีเขียว
อาจารย์ประจำภาควิชาการประถมศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ทักษิณา สวาทพงษ์
ครูชำนาญการ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ
สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสมุทรสาคร





แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาเคมี และเคมีอาหาร

ชั่วโมงที่	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้		สื่อและแหล่งการเรียนรู้	การวัดประเมินผล
		บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน		
1-2	การเกิดปฏิกิริยาเคมี	1. ขั้นบริหารสมอง (Brain-Gym)		- ใบความรู้ - วีดิทัศน์ - ห้องสมุด - เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง	- ใบงาน - การตอบคำถามในชั้นเรียน - แผนผังความคิด
		- ผู้เรียนฝึกการบริหารสมองท่าปุมสมอง ท่าสายคอ ท่าเลข 8 หลังยาว และท่ากระตุ้นแขนประมาณ 5-10 นาที เปิดดนตรีที่มีจังหวะมาร์ชช้าๆผสมผสาน	- ผู้สอนสาธิตการบริหารสมองท่าต่างๆ		
		2. ขั้นกระตุ้นสมอง (Rouse)			
		- ผู้เรียนเกิดความสงสัย และตอบคำถามเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ผู้สอนเปิดวีดิทัศน์และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนรู้ - แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้		
		3. ขั้นจัดประสบการณ์ (Accessing to information)			
		- ศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้ และจากอินเทอร์เน็ต	- ดำเนินการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย และ power point		
		4. ขั้นฝึกประสบการณ์ (Implementation)			
		- แบ่งกลุ่มศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเรื่องปฏิกิริยาเคมีที่แต่ละกลุ่มสนใจ	- ผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการค้นหาข้อมูล		
		5. ขั้นสรุปประสบการณ์ (Summary)			
		- สรุปความรู้ในรูปแบบของแผนผังความคิด - นำเสนอหน้าชั้นเรียน	- ให้คำแนะนำเพิ่มเติม - ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น		

ชั่วโมงที่	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้		สื่อและแหล่งการเรียนรู้	การวัดประเมินผล	
		บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน			
	การเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)	6. ขั้ขยายความรู้ (Extension) - ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่มความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้จริง		- ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น		
3-4	สมการเคมีและประเภทของปฏิกิริยาเคมี	1. ขั้บริหารสมอง (Brain-Gym) - ผู้เรียนฝึกการบริหารสมอง ทำตะแคง แตะหู ทำโป้ง-ก้อย ทำหาวเพิ่มพลัง และทำวนด่นอง ประมาณ 5-10 นาที เปิดดนตรีที่มีจังหวะมาร์ชช้าๆผสมผสาน		- ผู้สอนสาธิตการบริหารสมองท่าต่างๆ	- ใบความรู้ - สารเคมีและอุปกรณ์ในการทดลอง - ห้องสมุด - เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง	- ใบงาน - การตอบคำถามในชั้นเรียน - แผนผังความคิด
		2. ขั้กระตุ้นสมอง (Rouse) - ผู้เรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น และตอบคำถาม		- ผู้สอนสาธิตการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก - แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้		
		3. ขั้จัดประสบการณ์ (Accessing to information) - ศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้		- ดำเนินการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย และ power point		
		4. ขั้ฝึกประสบการณ์ (Implementation) - จับคู่กันทำแบบฝึกหัดและแบ่งกลุ่มกันแข่งขันเล่นเกม		- ผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและอธิบายเพิ่มเติมสำหรับผู้ที่ยังไม่เข้าใจ		
		5. ขั้สรุปประสบการณ์ (Summary) - ร่วมกันเฉลยและตรวจสอบคำตอบ - สรุปความรู้ในรูปแบบของแผนผังความคิด		- ให้คำแนะนำเพิ่มเติม - ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น		

ชั่วโมงที่	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้		สื่อและแหล่งการเรียนรู้	การวัดประเมินผล	
		บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน			
	สมการเคมีและประเภทของปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)	6. ขั้ขยายความรู้ (Extension) - ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่มความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้จริง		- ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น		
5-8	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1. ขั้บริหารสมอง (Brain-Gym) - ผู้เรียนฝึกการบริหารสมอง ทำจิบ-L ทำโป้ง-ก้อย ทำพลังความคิด และทำนวน้องประมาณ 5-10 นาที เปิดดนตรีที่มีจังหวะมาร์ชช้าๆผสมผสาน		- ผู้สอนสาธิตการบริหารสมองทำต่างๆ	- ใบความรู้ - สารเคมีและอุปกรณ์ในการทดลอง - ห้องสมุด - เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง	- ใบงาน - การตอบคำถามในชั้นเรียน - แผนผังความคิด
2. ขั้กระตุ้นสมอง (Rouse)		- ผู้เรียนเกิดความสงสัย และตอบคำถาม	- ผู้สอนเปิดวีดิทัศน์และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนรู้ - แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้			
3. ขั้จัดประสบการณ์ (Accessing to information)		- ศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้	- ดำเนินการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย และ power point			
4. ขั้ฝึกประสบการณ์ (Implementation)		- แบ่งกลุ่ม และทำการทดลอง	- ผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและอธิบายเพิ่มเติมสำหรับผู้ที่ยังไม่เข้าใจ			
5. ขั้สรุปประสบการณ์ (Summary)						
		- นำเสนอผลการทดลอง - สรุปความรู้ในรูปแบบของแผนผังความคิด	- ให้คำแนะนำเพิ่มเติม - ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น			

ชั่วโมงที่	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้		สื่อและแหล่งการเรียนรู้	การวัดประเมินผล
		บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน		
	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)	6. ขั้ขยายความรู้ (Extension) - ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่มความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้จริง		- ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น	
9-12	ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1. ขั้บริหารสมอง (Brain-Gym)		- ใบความรู้ - สารเคมีและอุปกรณ์ในการทดลอง - ห้องสมุด - เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง	- ใบงาน - การตอบคำถามในชั้นเรียน - แผนผังความคิด
		- ผู้เรียนฝึกการบริหารสมอง ทำกระตุ้นต้นแขน ทำจิบ-L ทำตะหุ และทำสายคอ ประมาณ 5-10 นาที เปิดดนตรีที่มีจังหวะมาร์ชๆ ผสมผสาน	- ผู้สอนสาธิตการบริหารสมองทำต่างๆ		
		2. ขั้กระตุ้นสมอง (Rouse)			
		- ผู้เรียนเกิดความสงสัย และตอบคำถาม	- ผู้สอนสาธิตการเกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำส้มสายชูกับผงฟู - แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้		
		3. ขั้จัดประสปการณั้ (Accessing to information)			
		- ศึกษาคำร้รู้เพิ่มเติมจากใบความรู้	- ดำเนินการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย และ power point		
		4. ขั้ฝึกประสปการณั้ (Implementation)			
		- แบ่งกลุ่ม และทำการทดลอง	- ผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและอธิบายเพิ่มเติมสำหรับผู้ที่ยังไม่เข้าใจ		
		5. ขั้สรุประสปการณั้ (Summary)			
- นำเสนอผลการทดลอง	- ให้คำแนะนำเพิ่มเติม				
- สรุปรความรู้ในรูปแบบของแผนผังความคิด	- ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น				

ชั่วโมงที่	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้		สื่อและแหล่ง การเรียนรู้	การวัดประเมินผล
		บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน		
	ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี (ต่อ)	6. ขันขยายความรู้ (Extension) - ผู้เรียนจับคู่กันทำแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่มความรู้ โดยการเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้จริง			
13-18	อาหารและ สารอาหาร	1. ขันบริหารสมอง (Brain-Gym) - ผู้เรียนฝึกการบริหารสมอง ทำปุมขมับ ทำ โป่ง-ก้อย ทำเลข 8 หลังยาว และทำนวนน่อง ประมาณ 5-10 นาที เปิดดนตรีที่มีจังหวะมาร์ช ช้าๆผสมผสาน		- ใบความรู้ - สารเคมีและ อุปกรณ์ในการ ทดลอง - ห้องสมุด - เว็บไซต์ที่ เกี่ยวข้อง	- ใบงาน - การตอบคำถามใน ชั้นเรียน - แผนผังความคิด
		- ผู้สอนสาธิตการบริหารสมองทำต่างๆ			
		2. ขันกระตุ้นสมอง (Rouse)			
		- ผู้เรียนเกิดความสงสัย และตอบคำถาม	- ผู้สอนให้ดูภาพตัวอย่างอาหารประเภทต่างๆและใช้ คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนรู้ - แจงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้		
		3. ขันจัดประสบการณ์ (Accessing to information)			
		- ศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้	- ดำเนินการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย และ power point		
		4. ขันฝึกประสบการณ์ (Implementation)			
		- แบ่งกลุ่ม และทำการทดลอง	- ผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและอธิบายเพิ่มเติม สำหรับผู้ที่ยังไม่เข้าใจ		
		5. ขันสรุปประสบการณ์ (Summary)			
		- นำเสนอผลการทดลอง - สรุปความรู้ในรูปแบบของแผนผังความคิด	- ให้คำแนะนำเพิ่มเติม - ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น		

ชั่วโมงที่	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้		สื่อและแหล่งการเรียนรู้	การวัดประเมินผล
		บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน		
	อาหารและสารอาหาร (ต่อ)	6. ขันขยายความรู้ (Extension) - ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่มความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้จริง		- ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น	
19-20	สารปนเปื้อนในอาหาร	1. ขันบริหารสมอง (Brain-Gym)		- ใบความรู้ - สารเคมีและอุปกรณ์ในการทดลอง - ห้องสมุด - เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง	- ใบงาน - การตอบคำถามในชั้นเรียน - แผนผังความคิด
		- ผู้เรียนฝึกการบริหารสมอง ทำหาวเพิ่มพลัง ทำจิบ-L ทำตะหุ และทำกระตุ้นต้นแขน ประมาณ 5-10 นาที เปิดดนตรีที่มีจังหวะมาร์ช ช้าๆผสมผสาน	- ผู้สอนสาธิตการบริหารสมองทำต่างๆ		
		2. ขันกระตุ้นสมอง (Rouse)			
		- ผู้เรียนเกิดความสงสัย และตอบคำถาม	- ผู้สอนเปิดวีดิทัศน์และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนรู้ - แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้		
		3. ขันจัดประสบการณ์ (Accessing to information)			
		- ศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้	- ดำเนินการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย และ power point		
		4. ขันฝึกประสบการณ์ (Implementation)			
		- แบ่งกลุ่ม และทำการทดลอง	- ผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและอธิบายเพิ่มเติมสำหรับผู้ที่ยังไม่เข้าใจ		
		5. ขันสรุปประสบการณ์ (Summary)			
- นำเสนอผลการทดลอง	- ให้คำแนะนำเพิ่มเติม				
- สรุปความรู้ในรูปแบบของแผนผังความคิด	- ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น				

ชั่วโมงที่	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้		สื่อและแหล่งการเรียนรู้	การวัดประเมินผล
		บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน		
	สารปนเปื้อนในอาหาร (ต่อ)	6. ขันขยายความรู้ (Extension)			
		- ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่มความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้จริง	- ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น		
21-22	การใช้พลังงานในร่างกาย	1. ขันบริหารสมอง (Brain-Gym)		- ใบความรู้ - ห้องสมุด - เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง	- ใบงาน - การตอบคำถามในชั้นเรียน - แผนผังความคิด
		- ผู้เรียนฝึกการบริหารสมอง ทำปุ่มสมอง ทำปุ่มขมับ ทำตะหูตะจุก และทำนวดน่องประมาณ 5-10 นาที เปิดดนตรีที่มีจังหวะมาร์ชช้าๆผสมผสาน	- ผู้สอนสาธิตการบริหารสมองท่าต่างๆ		
		2. ขันกระตุ้นสมอง (Rouse)			
		- ผู้เรียนเกิดความสงสัย และตอบคำถาม	- สุ่มผู้เรียนออกมานำเสนอเมนูอาหาร - ผู้สอนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนรู้ - แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้		
		3. ขันจัดประสบการณ์ (Accessing to information)			
		- ศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้	- ดำเนินการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย และ power point		
		4. ขันฝึกประสบการณ์ (Implementation)			
	- จับคู่ทำแบบฝึกหัดเพื่อความเข้าใจมากยิ่งขึ้น	- ผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและอธิบายเพิ่มเติมสำหรับผู้ที่ยังไม่เข้าใจ			

ชั่วโมงที่	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้		สื่อและแหล่งการเรียนรู้	การวัดประเมินผล
		บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน		
	การใช้พลังงานในร่างกาย (ต่อ)	5. ขั้นสรุปประสบการณ์ (Summary)			
		- เกลยคำตอบและตรวจสอบความถูกต้อง	- ให้คำแนะนำเพิ่มเติม		
		- สรุปความรู้ในรูปแบบของแผนผังความคิด	- ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น		
		6. ขั้นขยายความรู้ (Extension)			
23-24	อาหารสำหรับนักกีฬา	- ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่มความรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้จริง	- ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น	- ใบความรู้ - ห้องสมุด - เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง	- ใบงาน - การตอบคำถามในชั้นเรียน - แผนผังความคิด
		1. ขั้นบริหารสมอง (Brain-Gym)			
		- ผู้เรียนฝึกการบริหารสมอง ทำพลังความคิด ทำโป่ง-ก้อย ทำตะหูก และทำกระตุ้นต้นแขน ประมาณ 5-10 นาที เปิดดนตรีที่มีจังหวะมาร์ชช้าๆผสมผสาน	- ผู้สอนสาธิตการบริหารสมองท่าต่างๆ		
		2. ขั้นกระตุ้นสมอง (Rouse)			
		- ผู้เรียนเกิดความสงสัย และตอบคำถาม	- สุ่มผู้เรียนออกมาหน้าชั้นเรียนแล้วสัมภาษณ์ว่าเล่นกีฬาอะไรบ้าง จากนั้นใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนรู้		
		- แจงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้			
		3. ขั้นจัดประสบการณ์ (Accessing to information)			
		- ศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้	- ดำเนินการสอนโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย และ power point		

ชั่วโมงที่	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้		สื่อและแหล่ง การเรียนรู้	การวัดประเมินผล
		บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน		
	อาหารสำหรับ นักกีฬา (ต่อ)	4. ขั้นฝึกประสบการณ์ (Implementation)			
		- แบ่งกลุ่ม เลือกชนิดกีฬาที่สนใจ และค้นหา คำตอบอาหารที่เหมาะสมกับกีฬานั้นๆ	- ผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและอธิบายเพิ่มเติม สำหรับผู้ที่ยังไม่เข้าใจ		
		5. ขั้นสรุปประสบการณ์ (Summary)			
		- นำเสนอผลการศึกษาค้นคว้า	- ให้คำแนะนำเพิ่มเติม		
		- สรุปความรู้ในรูปแบบของแผนผังความคิด	- ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น		
		6. ขั้นขยายความรู้ (Extension)			
- ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่มความรู้โดยการ เชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้จริง	- ประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น				

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
2. ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ตัวอย่างแบบวัดจิตวิทยาาสตร์
4. ตัวอย่างแบบวัดความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วิชาเคมีทั่วไป 1 รหัสวิชา วท 021003
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

หน่วยการเรียนรู้ ปฏิกิริยาเคมี
เวลา 4 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (Reaction rate) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณซึ่งอาจจะเป็นความเข้มข้นหรือความดันของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ในหนึ่งหน่วยเวลา หน่วยของความเข้มข้นของสารใช้เป็น โมล/ลิตร (mol/l) หรือ โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (mol/dm³) ส่วนหน่วยของเวลาอาจเป็นวินาที นาที ชั่วโมง วันหรือปี แล้วแต่ว่าปฏิกิริยานั้นจะเกิดเร็วหรือช้า การศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีช่วยให้เราสามารถรู้ว่าปฏิกิริยาเคมีใด ๆ เกิดเร็วหรือช้า ซึ่งจะเป็นประโยชน์เพราะจะทำให้เราสามารถควบคุมเก็บรักษาหรือนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้
2. บอกวิธีการวัดอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
3. ทดลองหาอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
4. คำนวณหาอัตราการเพิ่มขึ้นของสารตั้งต้นหรืออัตราการลดลงของผลิตภัณฑ์ได้

เนื้อหา

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - 1.1 ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - 1.2 การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นบริหารสมอง (Brain-Gym)

ผู้เรียนฝึกการบริหารสมอง ทำจิบ-L ทำโป้ง-ก้อย ทำพลังความคิด และทำทวน้องประมาณ 5-10 นาที ใช้ดนตรีที่มีจังหวะมาร์ชช้า ๆ ผสมผสาน เพื่อให้สมองซีกซ้ายและขวาทำงานประสานกัน เป็นการผ่อนคลายและช่วยให้เลือดไปเลี้ยงสมองดีขึ้น

2. ขั้นกระตุ้นสมอง (Rouse)

2.1 ผู้สอนเปิดวิดีโอเกี่ยวกับการแข่งขันกรีฑา เพื่อเป็นการยั่วแหย่และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้

2.2 ผู้สอนกระตุ้นด้วยคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายเปรียบเทียบการดำเนินไปของ ปฏิกริยาเคมีกับการวิ่ง เพื่อให้เข้าใจว่าระยะทางที่วิ่งได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและเขียนแสดงได้ ในรูปอัตราเร็วของการวิ่ง ส่วนการเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้น เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปปริมาณสารใน ปฏิกริยาจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา และสามารถวัดปริมาณสารในปฏิกิริยาได้หลายวิธี

2.3 ผู้สอนแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่จะเรียนให้ผู้เรียนทราบ

3. ชั้นจัดประสบการณ์ (Accessing to information)

3.1 ผู้สอนดำเนินการสอนทฤษฎีพื้นฐานเรื่องความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.2 ผู้เรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 3 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4. ชั้นฝึกประสบการณ์ (Implementation)

4.1 ผู้เรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 3-5 คน โดยการสุ่ม

4.2 ผู้เรียนทำการทดลองตามใบงานที่ 3.1 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาของลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

5. ชั้นสรุปประสบการณ์ (Summary)

5.1 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

5.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปองค์ความรู้จากการทดลอง

5.3 ผู้เรียนแต่ละคนสรุปองค์ความรู้ที่ได้เรียนมาทั้งหมดโดยใช้แผนผังความคิด (Mind map) ลงในใบงานที่ 3.2

5.4 ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน การรายงานผลการทดลอง การนำเสนอหน้าชั้นเรียน และแผนผังความคิด

6. ขยายความรู้ (Extension)

ให้ผู้เรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดลงในใบงานที่ 3.3 เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อความเข้าใจในเนื้อหาการเรียนมากยิ่งขึ้น

สื่อ และแหล่งการเรียนรู้

สื่อ

1. ใบความรู้ที่ 3.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. ใบงานที่ 3.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาของลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก
3. ใบงานที่ 3.2 แผนผังความคิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4. ใบงานที่ 3.3 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. อุปกรณ์และสารเคมีในการทดลองเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาของลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก
6. วีดีโอ
7. ภาพนิ่ง (power point)

แหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง
2. ห้องสมุด
3. เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 3.1-3.3

เครื่องมือวัดและประเมินผล

1. ใบงานที่ 3.1 – 3.3

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

1. คะแนนการตรวจใบงาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
2. คะแนนการตรวจแบบฝึกหัด ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้ที่ 3

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ อาจเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้าต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของปฏิกิริยา เช่น การระเบิดของดินปืน จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็วมาก เพราะใช้เวลาไม่ถึงนาที การลุกไหม้ของเชื้อเพลิง เช่น แก๊สหุงต้ม และน้ำมันเบนซิน ก็จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็ว การลุกไหม้ของถ่านหรือของไม้ จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเร็วปานกลาง การเน่าเปื่อยของผัก ผลไม้ จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นค่อนข้างช้า การเกิดสนิมของเหล็กจัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นช้ามาก เป็นต้น

ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หมายถึง “ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นหรือปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลงจากปฏิกิริยาใน 1 หน่วยเวลา” การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงเป็นการวัดปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นใน 1 หน่วยเวลา เขียนเป็นความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลา}}$$

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นกระบวนการที่สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงสามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นได้ในระหว่างเกิดปฏิกิริยา ในขณะที่สารผลิตภัณฑ์เกิดเพิ่มมากขึ้น สารตั้งต้นก็จะลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นมีส่วนสัมพันธ์กัน ยิ่งสารผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นมากขึ้นเท่าใด สารตั้งต้นก็จะยิ่งลดลงเท่านั้น ดังนั้นในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่อยู่ในสภาพที่วัดปริมาณได้สะดวก ก็สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลงแทน โดยเขียนเป็นความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลา}}$$

ดังนั้น

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลา}} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง}}{\text{เวลา}}$$

ไม่ว่าจะวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากสารตั้งต้นที่ลดลง หรือจากสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น จะต้องได้ค่าเท่ากัน เพราะเป็นปฏิกิริยาเคมีเดียวกัน การที่จะเลือกวัดปริมาณของสารตั้งต้น หรือผลิตภัณฑ์ก็ขึ้นอยู่กับความสะดวกของการวัดปริมาณสารนั้นๆ

**** อัตราการเกิดปฏิกิริยา = อัตราการเพิ่มขึ้นของสารผลิตภัณฑ์ = อัตราการลดลงของสารตั้งต้น ****

การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา

การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะพิจารณาจากการวัดปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลง หรือ ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น อาจทำได้หลายวิธีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวก ลักษณะและสมบัติของสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถวัดได้จากการทดลองเช่น

- (1) ปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้น
- (2) ความดันที่เปลี่ยนแปลง
- (3) การเปลี่ยนสี
- (4) การเกิดตะกอน
- (5) การเกิดกรดหรือเบส
- (6) การนำไฟฟ้า

กรณีที่การวัดความเข้มข้นโดยตรงของสารได้ยาก นักเคมีมักวัดสมบัติที่สัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้น เช่น ความดัน สี แล้วจึงเปลี่ยนเป็นความเข้มข้น

ในวิชาจลนศาสตร์เคมี ปริมาณของสารตั้งต้นที่ลดลงหรือผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นนิยมระบุหน่วยเป็นความเข้มข้น mol/dm^3 หรือ molar (M) เสมอ และเขียนแทนด้วยวงเล็บ [] ส่วนเวลาอาจวัดเป็นวินาที นาที ชั่วโมง วัน หรือปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าปฏิกิริยาเกิดเร็วหรือช้าเพียงใด ดังนั้นหน่วยของอัตราการเกิดปฏิกิริยา จึงขึ้นอยู่กับหน่วยปริมาณของสารและเวลา เช่น แก๊สใช้ลูกบาศก์เซนติเมตร/วินาที (cm^3/s) ของแข็งใช้เป็น กรัม/วินาที (g/s) สารละลายใช้เป็น โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร-วินาที ($\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$) เป็นต้น ซึ่งหน่วยของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ใช้มากคือ โมล/ลูกบาศก์เดซิเมตร-วินาที

ตัวอย่างการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ปฏิกิริยานี้สามารถวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้หลายวิธี ได้แก่

1. วัดมวลของ Mg ที่ลดลงต่อเวลา หน่วยเป็นกรัมต่อวินาที (g/s)
2. วัดความเข้มข้นของ HCl ที่ลดลงต่อเวลา หน่วยเป็นโมล/ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อวินาที ($\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$)
3. วัดความเข้มข้นของ MgCl_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา หน่วยเป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตรต่อวินาที ($\text{mol/dm}^3 \cdot \text{s}$)
4. วัดปริมาตรของแก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้นต่อเวลา หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที (cm^3/s)

ทุกวิธีสามารถนำไปหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ทั้งสิ้น แต่วิธีที่สะดวกที่สุดสำหรับปฏิกิริยาดังกล่าว คือวัดจากปริมาตรของแก๊ส H_2 ที่เกิดขึ้นที่เกิดขึ้นต่อเวลา ทำได้โดยการนำแก๊สที่เกิดขึ้นเข้าสู่อุปกรณ์วัดปริมาตร

การใช้สัญลักษณ์แทนอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

กำหนดให้ [] แทนความเข้มข้นของสาร หรือปริมาณของสาร

 แทนการเปลี่ยนแปลง

t แทนระยะเวลาที่เกิดปฏิกิริยา

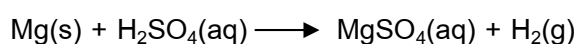
+ แทนการเพิ่มขึ้น

- แทนการลดลง

พิจารณาปฏิกิริยา

กรณีที่ 1 ในกรณีที่ปฏิกิริยาเคมีนั้นเกี่ยวข้องกับสารเพียง 1 โมล อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเท่ากับ อัตราการเปลี่ยนแปลงของสารนั้น

เช่น จากสมการ



$$\begin{aligned} \text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} &= \text{อัตราการลดลงของ Mg} = \frac{\text{ปริมาณของ Mg ที่ลดลง}}{\text{เวลาที่ใช้ไป}} \\ &= \text{อัตราการลดลงของ H}_2\text{SO}_4 = \frac{\text{ปริมาณของ H}_2\text{SO}_4 \text{ ที่ลดลง}}{\text{เวลาที่ใช้ไป}} \\ &= \text{อัตราการเพิ่มขึ้นของ MgSO}_4 = \frac{\text{ปริมาณของ MgSO}_4 \text{ ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้ไป}} \\ &= \text{อัตราการเพิ่มขึ้นของ H}_2 = \frac{\text{ปริมาณของ H}_2 \text{ ที่เพิ่มขึ้น}}{\text{เวลาที่ใช้ไป}} \end{aligned}$$

เขียนโดยใช้สัญลักษณ์ได้เป็น

$$R = -\frac{\Delta[\text{Mg}]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[\text{H}_2\text{SO}_4]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{MgSO}_4]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t}$$

กรณีที่ 2 ในกรณีที่ปฏิกิริยาเคมีนั้นเกี่ยวข้องกับสารมากกว่า 1 โมล อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะไม่เท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารนั้น จะต้องมีการเพิ่มแฟกเตอร์บางอย่างเข้าไปจึงจะหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ สรุปได้ดังนี้

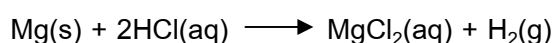
สรุป การเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาจากสมการเคมี (ที่ดุลแล้วเท่านั้น)



จะเขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้เป็น

$$R = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[\text{A}]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[\text{B}]}{\Delta t} = +\frac{1}{c} \frac{\Delta[\text{C}]}{\Delta t} = +\frac{1}{d} \frac{\Delta[\text{D}]}{\Delta t}$$

เช่น พิจารณาตัวอย่างของปฏิกิริยา



เขียนอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากสารต่าง ๆ ได้ดังนี้

$$R = -\frac{\Delta[\text{Mg}]}{\Delta t} = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{HCl}]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{MgCl}_2]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t}$$

ประเภทของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หรืออาจจะเรียกย่อ ๆ ว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยา แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย (Average rate) คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ตั้งแต่เริ่มต้นปฏิกิริยาจนสิ้นสุดการเกิดปฏิกิริยาหรือสิ้นสุดการทดลองในหนึ่งหน่วยเวลามีได้ค่าเดียว

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}}$$

$$\text{หรือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}}$$

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ช่วงใดช่วงหนึ่ง (Instantaneous rate) คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงหรือสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินอยู่ใน 1 หน่วยเวลาที่ช่วงนั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยานี้มีได้หลายค่า ที่เวลาต่างกันจะมีค่าไม่เท่ากัน คือ ตอนเริ่มต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่ามาก เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะลดลงตามลำดับ เพราะความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง

$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วงเวลาหนึ่ง} = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงในช่วงเวลานั้น}}{\text{เวลาในช่วงนั้นๆ}}$$

$$\text{หรือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วงเวลาหนึ่ง} = \frac{\text{ปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลานั้น}}{\text{เวลาในช่วงนั้นๆ}}$$

3. อัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ จุดใดจุดหนึ่งของเวลา คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่คิดจากปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง หรือสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ในขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินอยู่ใน 1 หน่วยเวลา อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่จุดใดจุดหนึ่งของเวลา หาได้โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปเขียนกราฟ โดยให้ปริมาณสารที่เปลี่ยนแปลงเป็นแกนตั้ง เวลาเป็นแกนนอน เมื่อต้องการทราบอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เวลาใด ก็ให้ลากเส้นตั้งฉากตรงจุดเวลานั้นไปตัดเส้นกราฟ

ลากเส้นสัมผัสให้ผ่านจุดตัดแล้วหาค่าความชัน (Slope) ของเส้นสัมผัส ค่าความชันก็คืออัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ เวลานั้น

ตัวอย่างเช่น

ในการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยา $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$
โดยการวัดปริมาตรของ H_2 ที่เกิดขึ้นกับเวลาได้ผลดังนี้

ปริมาตรของ H_2 (cm^3)	เวลา (s)
1	4
2	10
3	18
4	28
5	40
6	58
7	80
8	124

จงคำนวณหา

- อัตราการเกิดแก๊ส H_2 เฉลี่ย
- อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ช่วงเวลา 10-18 วินาที
- อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ช่วงเวลา 40-80 วินาที
- อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ณ วินาที ที่ 50

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{ก. อัตราการเกิดแก๊ส } \text{H}_2 \text{ เฉลี่ย} &= \frac{\text{ปริมาตรแก๊ส } \text{H}_2 \text{ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}} = \frac{8-0}{124-0} \\ &= 0.065 \text{ cm}^3/\text{s} \end{aligned}$$

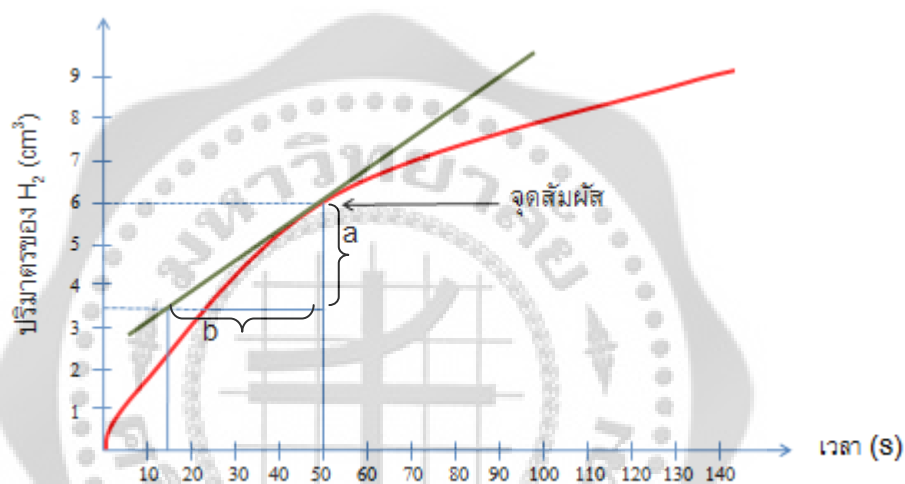
$$\begin{aligned} \text{ข. อัตราการเกิดแก๊ส } \text{H}_2 \text{ ช่วงเวลา 10-18 วินาที} &= \frac{\text{ปริมาตรแก๊ส } \text{H}_2 \text{ ที่เกิดขึ้นช่วงเวลา 10-18 วินาที}}{\text{เวลาที่ใช้ในช่วงนี้}} \\ &= \frac{3-2}{18-10} = 0.125 \text{ cm}^3/\text{s} \end{aligned}$$

ค. อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ช่วงเวลา 40-80 วินาที

$$= \frac{\text{ปริมาตรแก๊ส } H_2 \text{ ที่เกิดขึ้นช่วงเวลา 40-80 วินาที}}{\text{เวลาที่ใช้ในช่วงนี้}}$$

$$= \frac{7-5}{80-40} = \frac{2}{40} = 0.125 \text{ cm}^3/\text{s}$$

ง. อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ณ วินาที ที่ 50 หาได้โดยวิธีการเขียนกราฟดังนี้



จากรูป อัตราการเกิดแก๊ส H_2 ณ วินาที ที่ 50 หาได้ดังนี้

$$\text{ความชัน (Slope)} = \frac{a}{b}$$

เนื่องจาก Slope = $\frac{a}{b}$ โดยที่ a คือปริมาตรของ H_2 ประมาณ 2.5 cm^3 และ b คือ

เวลา = 35 s

$$\therefore \text{อัตราการเกิดแก๊ส } H_2 \text{ ณ วินาที ที่ 50} = \frac{a}{b} = \frac{2.5}{35} = 0.071 \text{ cm}^3/\text{s}$$

ใบงานที่ 3.1

อัตราการเกิดปฏิกิริยาของลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

คำชี้แจง

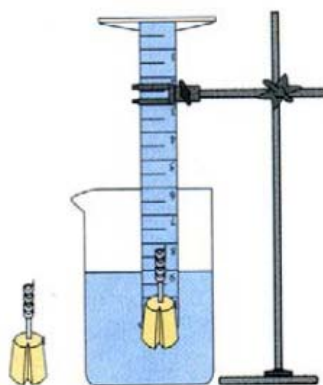
ให้นักศึกษาทำการทดลองตามวิธีการทดลองต่อไปนี้ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง
อภิปรายผล สรุปผลให้สมบูรณ์

อุปกรณ์และสารเคมี

1. โลหะแมกนีเซียม
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.2 mol/dm^3
3. กระบอกตวง
4. บีกเกอร์
5. จุกก๊อกสำหรับปิดกระบอกตวง
6. นาฬิกาจับเวลาหรือนาฬิกาที่มีเข็มวินาที
7. กระดาษทราย
8. ไบมัดโคน

วิธีการทดลอง

1. ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.2 mol/dm^3 ในกระบอกตวงขนาด 10 cm^3 จนเกือบเต็ม
2. นำจุกคอร์กขนาดพอดีกับปากกระบอกตวงมาบากด้านข้างตามแนวยาวให้เป็นร่องเล็ก ๆ เพื่อให้ของเหลวไหลออกมาได้ และกรีดกลางจุกคอร์กให้เป็นแนวเล็กๆ สำหรับเสียบลวดแมกนีเซียม
3. นำลวดแมกนีเซียมที่ขัดสะอาดแล้วยาวประมาณ 10 cm มาขดให้คล้ายสปริงและเสียบที่จุกคอร์ก ตรึงรอยกรีดกลาง แล้วนำมาปิดปากกระบอกตวง
4. คว่ำกระบอกตวงลงในบีกเกอร์ขนาด 100 cm^3 ซึ่งใส่น้ำไว้ประมาณ 50 cm^3 จับเวลาเมื่อของเหลวในกระบอกตวงอยู่ที่ขีดแรก และทุกระยะที่ของเหลวลดลง 1 cm^3 จนถึงขีดก่อนที่ลวดแมกนีเซียมจะโผล่พ้นสารละลาย บันทึกผลการทดลอง



บันทึกผลการทดลอง

การทดลองที่ 3.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาของลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก

วันที่.....กลุ่มที่.....

ชื่อผู้ทดลอง 1.....รหัส.....
 2.....รหัส.....
 3.....รหัส.....
 4.....รหัส.....

จุดประสงค์

.....

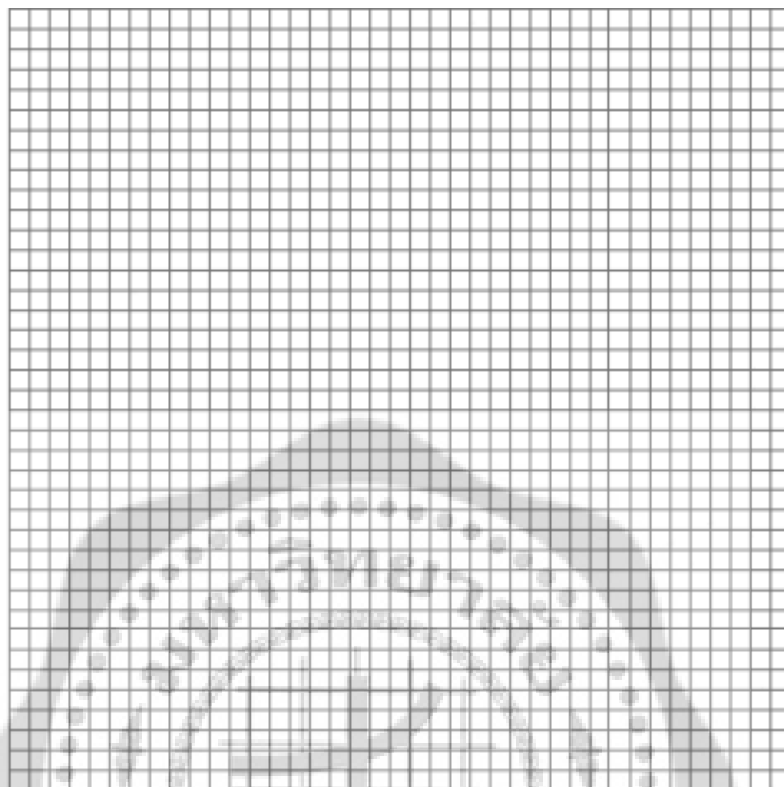
ผลการทดลอง

ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น (cm^3)	เวลา (s)

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

ให้นักศึกษาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา



คำถามหลังการทดลอง

1. แก๊สที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกคือแก๊สอะไร พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

.....

.....

2. เวลาที่ใช้ในการเกิดแก๊สไฮโดรเจนทุกๆ 1 cm^3 มีค่าเท่ากันหรือไม่เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

3. อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเฉลี่ยมีค่าเท่าใด

.....

.....

4. นักศึกษามีวิธีการใดอีกบ้างที่ใช้วัดปริมาณสารในปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก นอกจากวัดปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น จงอธิบาย

.....

.....

ใบงานที่ 3.2
แผนผังความคิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง ให้นักศึกษาแต่ละคนเขียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้เรียนมาทั้งหมดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในรูปของแผนผังความคิด (Mind map)



ใบงานที่ 3.3
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง ให้นักศึกษาแต่ละคนตอบคำถามต่อไปนี้

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาหมายถึงอะไร

.....

2. อัตราการเกิดปฏิกิริยามีหน่วยเป็นอย่างไร

.....

3. จงอธิบายว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ ขณะใดขณะหนึ่งแตกต่างกันอย่างไร

.....
.....
.....

4. ในการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาดังสมการ



ได้ข้อมูลดังนี้

ปริมาตรของ H_2 (cm^3)	1	2	3	4	5	6	7	8
เวลา(s)	4	10	18	28	40	58	80	124

จงหา

4.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ย

.....
.....
.....

4.2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วง เวลา 4 – 10 s

.....
.....
.....

4.3 อัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วง เวลา 80 – 124 s

.....
.....
.....

5. กำหนดปฏิกิริยาดังสมการ $2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 7\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

จงเขียนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับอัตราการลดลงของสารตั้งต้นและอัตราการเกิดของสารผลิตภัณฑ์

.....

.....

.....

6. สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ได้สาร C เมื่อวัดความเข้มข้นของสาร A ขณะเกิดปฏิกิริยาได้ผลดังนี้

เวลา (S)	ความเข้มข้นของ A (mol / dm^3)
0	10.0
20	8.0
40	7.0
60	6.0
80	5.0
100	4.0

อัตราการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเวลา 0 – 20 วินาที 80 -100 วินาที เท่ากันหรือไม่ อย่างไร และอัตราการเกิดปฏิกิริยา ณ วินาทีที่ 60 มีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีทั้งหมด 40 ข้อ ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยให้กาเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ
2. คำถามในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหนึ่งคำตอบหรือ ไม่ตอบเลย ถือว่าไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
3. ห้ามขีดเขียนหรือทำสัญลักษณ์ใดๆ ลงในข้อสอบ ถ้าต้องการขีดเขียนให้ทำลงในกระดาษเปล่าที่แจกให้
4. ใช้เวลาในการทำข้อสอบจำนวน 1.00 ชั่วโมง

1. จงพิจารณาว่าข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้องที่สุด
 - ก. เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกิดความร้อนขึ้น
 - ข. เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี อุณหภูมิของระบบลดต่ำลงเสมอ
 - ค. เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะเกิดขึ้น
 - ง. ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ต้องได้รับพลังงานความร้อนเสมอ
 - จ. เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี อุณหภูมิของระบบอาจลดลงหรือเพิ่มขึ้นจากเดิมก็ได้
2. ข้อใดเกิดปฏิกิริยาเคมี
 - ก. การทำนาเกลือ
 - ข. การเกิดน้ำค้าง
 - ค. ไอศกรีมละลาย
 - ง. การย่อยอาหาร
 - จ. การตกผลึกของสารละลายอิ่มตัว
3. เมื่อดุลสมการเคมีต่อไปนี้ $a\text{KClO}_3(s) \rightarrow b\text{KCl}(s) + c\text{O}_2(g)$ ดังนั้น a,b และ c คือข้อใด
 - ก. 2, 3 และ 3
 - ข. 2, 3 และ 2
 - ค. 2, 2 และ 3
 - ง. 3, 3 และ 2
 - จ. 3, 2 และ 3

ตัวอย่างแบบวัดจิตวิทยาาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบวัดจิตวิทยาาสตร์ฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดจิตวิทยาาสตร์ของนักศึกษา ในด้านความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความมีระเบียบและรอบคอบ ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาเคมีทั่วไปในชีวิตประจำวันและในวิชาชีพ
2. ขอให้ท่านอ่านข้อความให้เข้าใจแล้วทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องตรงกับคุณลักษณะที่แสดงออก และความรู้สึกต่อประเด็นคำถาม จำแนกระดับพฤติกรรมการแสดงออก และความรู้สึกเป็น 5 ระดับ ดังนี้
- 5 หมายถึง มีพฤติกรรมการแสดงออกหรือความรู้สึกในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีพฤติกรรมการแสดงออกหรือความรู้สึกในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีพฤติกรรมการแสดงออกหรือความรู้สึกในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีพฤติกรรมการแสดงออกหรือความรู้สึกในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีพฤติกรรมการแสดงออกหรือความรู้สึกในระดับน้อยที่สุด

คุณลักษณะ/พฤติกรรมของผู้เรียน	ระดับพฤติกรรมที่ปฏิบัติ				
	5	4	3	2	1
1. ท่านมักจะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ					
2. ท่านไม่กระตือรือร้นต่อการทำกิจกรรมและการแสวงหาความรู้					
3. ท่านชอบสนทนา ชักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น					
4. ท่านไม่ชอบให้มีอะไรสงสัยคาอยู่ในใจ ถ้ามีท่านต้องหาคำตอบทันที					
5. ท่านยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย					
6. ท่านทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา					
7. ท่านทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ					
8. แม้งานที่ทำจะยากสักเพียงใดท่านจะพยายามทำให้สำเร็จ					

ตัวอย่างแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

คำชี้แจง

1. แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้มุ่งสำรวจความพึงพอใจของท่านที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งไม่มีผลต่อคะแนนของท่าน ท่านมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นหรือแสดงความรู้สึกรายละเอียดอย่างเสรี และขอให้ตอบตรงกับความรู้สึกจริงของท่านมากที่สุด ผลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ จะนำมาใช้ในการปรับปรุงพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

2. ขอให้ท่านอ่านข้อความให้เข้าใจแล้วทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยแบบสอบถามมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ท่านชอบให้มีการบริหารสมองก่อนนำเข้าสู่บทเรียน					
2. ท่านรู้สึกผ่อนคลายด้วยการบริหารสมองก่อนนำเข้าสู่บทเรียน					
3. ท่านรู้สึกว่า การบริหารสมองช่วยให้มีสมาธิในการเรียนรู้					
4. ท่านรู้สึกเบื่อหน่ายที่จะต้องบริหารสมองทุกครั้งก่อนการนำเข้าสู่บทเรียน					
5. ท่านชอบให้มีกิจกรรมกระตุ้นและช่วยทำให้เกิดความสนใจในการเรียนรู้					
6. ท่านไม่ชอบให้ใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน					
7. ท่านรู้สึกว่ากิจกรรมกระตุ้นสมองไม่เอื้อต่อการเรียนรู้					
8. ท่านรู้สึกว่า การแจ้งวัตถุประสงค์ก่อนเรียนทำให้ทราบเป้าหมายของการเรียนรู้					
9. ท่านรู้สึกตื่นเต้นและอยากเรียนเมื่อได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย					

คำถามปลายเปิด

1. สิ่งที่ท่านประทับใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

.....

.....

2. ปัญหา / อุปสรรค ที่พบในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....





ภาคผนวก ง
ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้



ภาพประกอบ 13 นักศึกษากำลังฝึกทำบริหารสมอง



ภาพประกอบ 14 นักศึกษากำลังศึกษาค้นคว้าหาความรู้



ภาพประกอบ 15 นักศึกษากำลังทำการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาพประกอบ 16 นักศึกษากำลังนำเสนอผลงานด้วยแผนผังความคิด



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กฤษณพงศ์ กีรติกร. (2547). *ก่อร่าง...วางฐาน“สถาบันวิทยาการการเรียนรู้”*. สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2553, จาก <http://www.nbl.or.th>
- กมลพรรณ ชีวพันธุ์ศรี. (2546). *สมองกับการเรียนรู้*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: บริษัทพรการพิมพ์.
- เกศสุตา ใจคำ. (2552, มิถุนายน-พฤศจิกายน). การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน : Brain-based learning. FEU ACADEMIC REVIEW. 3(1): 54-59.
- คณาพร คมสัน. (2540). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จารุณี ชามาตย์; และคนอื่นๆ. (2551). *การพัฒนาแนวคิดแนวปฏิบัติของครูผู้สอนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียนโดยใช้ Brain-Based Learning*. รายงานการวิจัยโครงการวิจัยประเภททุนอุดหนุนทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จินตนา ช่วยด้วง. (2547). *การใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชนิสรา ใจชัยภูมิ. (2552). *ความคิดคล่องแคล่วของเด็กปฐมวัยด้วยการบริหารสมอง*. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพรัตกุล. (2518). *เทคนิคการวัดผล (ฉบับปรับปรุง)*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ชัยเลิศ พิชิตพรชัย. (2549). *Brain-based Learning*. สืบค้นเมื่อ 9 พฤษภาคม 2553, จาก <http://gotoknow.org/blog/edutech/47574>.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). *การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เนศรา โฉมรุ่ง. (2552). *ผลการอ่านจับใจความของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดกิจกรรมตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐานกับการจัดกิจกรรมตามปกติ*. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- ธนัตถ์ จันทวาท. (2549). ผลของการใช้การฝึกอบรมแบบบูรณาการที่มีต่อความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานของครูในโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการโรงเรียนแกนนำจัดการเรียนร่วม จังหวัดนครราชสีมา. สารนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธนิดา ผาติเสนะ. (ม.ป.ป.). การพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในวิชาเพศศึกษาสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. นครราชสีมา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- ทพวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.
- . (2543). รายงานวิจัยเอกสารเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระดับปริญญาตรี. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ทรงสมร คชเลิศ. (2543). ความพึงพอใจในการเรียนกลุ่มวิชาการเลขานุการ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยพัฒนวิชาการธนบุรี และวิทยาลัยพัฒนวิชาการเซตุน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง. (2548). ผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ทินกร ตีรรัตน์. (2553). *Brain-Based Learning: Wangmaipattana School*. สืบค้นเมื่อ 7 มิถุนายน 2553, จาก <http://www.wangmai.cpm3.net/index1.php>
- ทิสนา แคมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภาพร วงศ์เจริญ. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นภาพร หวานชม. (2554). การศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- นริศนันท์ แมนผดุง. (2551). การบริหารสมองสนองศักยภาพการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: นครชัยศรี
รุ่งเรืองการพิมพ์
- นัดดา อังสุไวยัย. (2550). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้
แบบนำตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. ปริญญาโท กศ.ด.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- นนทิพิทย์ รองเดช. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถทาง
สติปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม
ส่งเสริมพหุปัญญา. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บังอร ภัทรโกมล. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตหน่วยตัวเรา ด้วยวิธีสอน
แบบโครงการ. ปริญญาโท กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2547). การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลในการวิจัยโดยใช้โปรแกรม
สำเร็จรูป SPSS for Windows Version 10-12. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2546). ลีลาการสอนของครูและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน. กรุงเทพฯ:
ภาควิชาประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- . (2548). สอนอย่างไรให้คิดเป็น. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- . (2551). รายงานการวิจัยเรื่องการปรับปรุงหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประกาศ เกตุแก้ว. (2546). ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อการให้บริการของฝ่ายทะเบียนรถ
สำนักงานขนส่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปราณี อ่อนศรี. (2552). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็น
ฐานของนักเรียนพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก. ปริญญาโท กศ.ด. (การวิจัย
และพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต. (2551). การพัฒนาโมดูลการเรียนรู้วิชาเคมีวิเคราะห์ระดับอุดมศึกษาด้วยวัฏ
จักรแห่งการคิดค้น. ปริญญาโท กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2553). วิธีการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ:
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- พัชรี ศรีสังข์. (2551). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาจิตวิทยาสังคมโดยใช้ชุมชนและประสบการณ์เป็นฐานเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพ์ทอง สังสุทธิพงศ์. *Brain-Based Learning ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2555, จาก www.er.cmru.ac.th/pimthong/BBL.pdf
- ภพ เลหาไฟบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ยงยุทธ วงศ์ภิรมย์ศานติ์. (2551). สมอกับการเรียนรู้. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2553, จาก <http://www.igetweb.com/www/kienglom/index.php?mo=3&art=357497>
- เยาวพา เดชะคุปต์. (2544). เอกสารในการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง พหุปัญญาเพื่อการเรียนสำหรับเด็กปฐมวัย ณ ห้องประชุม โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม). กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รัชดาภรณ์ เชื้อเล็ก. (2551). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมศักยภาพพหุปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ลัดดาวัลย์ แก้ววรรณ. (2550). *Brain-based learning*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2553, จาก <http://www.takesa1.go.th/%7Enitess/BBL.doc>. (11th Aug 2007).
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- . (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ; และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- วนิษา เรช. (2550). *อัจฉริยะสร้างได้*. กรุงเทพฯ: ไทยยูเนี่ยนกราฟฟิกส์.
- วิทยากร เชียงกุล. (2547). *เรียนลึก รู้ไว ใช้สมองอย่างมีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- . (2549). *การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สายธาร.
- วิทวัฒน์ ขัตติยะมาน; และฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (มปป.). *การปรับเปลี่ยนจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม*. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2553, จาก www.watpon.com/journal/bloom.pdf

- วินัย วีระพัฒนานนท์. (2543). รายงานการวิจัยเรื่อง หลักเกณฑ์และรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรที่พึงประสงค์ในระดับบัณฑิตศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- วิบูลย์ วิจารณ์กรพันธ์. (2546). บริหารสมอง. กรุงเทพฯ: ชวัญข้าว.
- วารินทร์ รัชมีพรหม. (2542). การออกแบบและพัฒนาระบบการสอน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ตันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และคณะ. (2544). การเรียนรู้อย่างมีความสุข: สารเคมีในสมองกับความสุข และการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สกายบุ๊กส์.
- ศิริภรณ์ เม่นม้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยม. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันวิทยาการการเรียนรู้. (2548). หลักสูตรการเรียนรู้แบบ *Brain-Based Learning* ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันวิทยาการการเรียนรู้.
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมจิต สวธน์ไพบูลย์. (2535). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมบุรณ์ ชิตพงษ์ และคนอื่น ๆ. (2540). เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง การวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สาลินี อาจารย์. (2552). การพัฒนาหลักสูตรวิชาเคมีที่ใช้การทดลองด้วยเทคนิคไมโครสเกล สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สาโรจ ไสยสมบัติ. (2534). ความพึงพอใจในการทำงานของครูอาจารย์โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด. ปรินูญานิพนธ์ ศศ.ม. (สังคมศาสตร์). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สิริวรรณ พรหมโชติ. (2542). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา จังหวัดศรีสะเกษ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุพพัชรา ชัมเจริญ. (2549). บริหารสมองของคนทุกวัย. กรุงเทพฯ: สวัสดิการพิมพ์.
- สุชุม มูลเมือง. (2539). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น : การวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (ประชากรศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

- สุนทร โคตรบรรเทา. (2548). *หลักการเรียนรู้โดยเน้นสมองเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุนันท์ ศลโกสม. (2525). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาวค์ จันทวานิช. (2546). *วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรพล เ็นเจริญ. (2543). *ความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาอาชีพธุรกิจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปทุมคงคา สังกัดกรมสามัญศึกษากรุงเทพมหานคร*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒนา ไบเจริญ. (2540). *ความพึงพอใจของลูกค้าต่อการให้บริการของธนาคารออมสิน สาขาขอนแก่น (ภาคคำ)* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ คงภักดี. (2553). *ผลของการสอนดาราศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้วัตรกรรมแบบจำลองระบบโลก ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ (EMS- Model)*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *สรุปสาระสำคัญแนวทางการปฏิรูปการศึกษา ระดับอุดมศึกษา*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (แก้ไข) พ.ศ. 2545*. สำนักนายกรัฐมนตรี พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.
- (2553). *IMD ประเมินการศึกษาไทยเกือบรั้งท้ายที่ 47 จาก 58 ประเทศ*. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2553, จาก <http://www.manager.co.th/qol/viewnews.aspx?NewsID=9530000168439>
- สำนักงานปลัดทบวงมหาวิทยาลัย. (2544). *รายงานการสัมมนาทางวิชาการเรื่องการปฏิรูป การเรียนการสอนและหลักสูตรในระดับอุดมศึกษา*. โรงแรมสยามอินเตอร์-คอนติเนนตัล. กรุงเทพฯ.
- แสงเดือน คงาวัง. (2550). *Brain-based learning*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2553, จาก http://area.obec.go.th/nonthaburi1/sangdoan/bbl_1.doc
- อรสา เอี่ยมสอาด. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- อรรถญา สถิตไพบูลย์. (2550). *การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ ศษม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- อัครเดช จำนงค์ธรรม. (2549). *การศึกษาค้นคว้าและผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัครภูมิ จารุภากร. (2550). *สมอง เรียน รู้*. กรุงเทพฯ : สถาบันวิทยาการการเรียนรู้.
- อัมรินทร์ อินทร์อยู่. (2551). *การศึกษาเปรียบเทียบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบค้น 3 รูปแบบ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารี สันตหวิ. (2550). *ทฤษฎีการเรียนรู้ของสมองสำหรับ พ่อ แม่ ครูและผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: มิตรสัมพันธ์.
- อุษณีย์ โพธิสุข. (2547, 10 เมษายน). *การเรียนรู้แบบ 4 MAT*. สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2553, จาก <http://www.budmgt.com/budman/bm01/learn4mat.html>
- Billings, R. L. (2002). *Assessment of the Learning Cycle and Inquiry-based Learn High School Physics Education. Education Teacher Training*. 40(4): 89.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill.
- Caine, R.N., & Caine, G. (1994). *Making connections: Teaching and the human brain*. Menlo Park, California: Addison Wesley.
- (2009). *Brain-based learning*. Retrieved July 5, 2009, from <http://www.cainelearning.com/INTRODUCTIONS/TheCaines.html>
- Call, Nicola. (2003). *The thinking child brain-based learning for the foundation stage*. PO Box 635 Stafford: Network Educational Press Ltd.
- Denki, S. (1997). *Technical Report*. No.3. Tokyo: Sanyo Denki.
- Duman, B. (2006). *The effect of bran-based instruction to improve on students' academic achievement in social studies instruction*. Paper presented in 9th International Conference on Engineering Education.
- Ebrahim, A. (2004). *The effects of traditional learning and a learning cycle inquiry learning strategy on students science achievement and attitudes toward elementary science*. Abstract retrieved July 20, 2009, from <http://proquest.umi.com/pqdweb>

- Feng, S.; & Tuan, H. (2005). *Using ARCS model to promote 11th graders' Motivation and Achievement in leaning about acids and bases* .International Journal of Science and Mathematics Education. 3:463-484.
- Gardner, Howard. (1993). *Multiple Intelligence : The Theory in Practice*. New York: Harper Collins.
- Good.Cartor V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd . ed. new York: Mc Graw-Hill.
- Gordon W. Alloport. (1967). "*Attitude*" *Reading in Attitude Theory and Measurement*. Edited by Matin Fishbein. New York : John Willey and Sons, Inc.
- Honderich, T. (1995). *The Oxford Companion to Philosophy*. New York: Oxford University Press.
- Jensen, Eric. (2000). *Brain-based learning*. San Diego, CA: The Brain Store Publishing.
- Joyce B. and Weil M. (1996). *Models of Teaching*. 5th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Katerina, Salta. and Chryssa, Tzougraki. (2004). *Attitudes Toward Chemistry Among 11th Grade Students in High Schools in Greece*. Wiley Periodicals: 535 - 547.
- Maslow, A. H. (1970). *Motivation and Personality*. 2nd . ed. New York : Harper and Row.
- Miller, A. (2004). *Brain-Based Learning With Technological Support*. Association for educational communication and Technology. Chicago.
- Mitchell, S.; Hoff, D. (2006). *(Dis)Interest in Science: How Perceptions About Grades May Be Discouraging Girls*. Electronic Journal of Science Education. 11:10-20.
- Novak, G. [n.p.]. *The Scientific Mind. Science Criticism*. Retrieved June 10, 2010, from <http://nov55.com/sct.html>.
- Ozden, M.; & Gultekin, M. (2008). *The effects of Brain-Based Learning on Academic Achievement and Retention of Knowledge in Science Course*. Electronic Journal of Science Education. 12(1): 1-19.
- Politano, Colleen & Paquin, Joy. (2000). *Brain-based learning with class*. Canada: Peguish Publishers.
- Salta, K.; & Tzougraki, C. (2004). *Attitudes Toward Chemistry Among 11th Grade Students in High Schools in Greece*. Journal of Research in Science Teaching. 39(6): 535-547.
- Tuba, C. (2007). *The Effect of Brain- Based Learning to Success and Retention in Social Studies. Elementary Education*. Online, 6(1), 62-75
- Tüfekçi, S.; & Demirel, M. (2009). *The effect of brain based learning on achievement, retention, attitude and learning process*. Procedia Social and Behavioral Sciences.

Visser, J. (2000, August 25). *The Scientific Mind in Context*. Retrieved June 10, 2010, from <http://www.learndev.org/SciMind.html>.

Wolman, Benjamin B. (1973). *Dictionary of Behavioral Science*. Van Nostranci : Renheld Company.





ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวฉวีวรรณ สีสม
วันเดือนปีเกิด	13 กรกฎาคม 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	64/1 บ้านเขื่อน ตำบลเขื่อน อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดมหาสารคาม 44140
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม เลขที่ 2 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2541	ครุศาสตรบัณฑิต (เคมี) จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
พ.ศ.2546	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมีศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ.2555	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ