

การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา

ศรินันท์ ว่องโชติกุล

คุณฉันทิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาคุณวุฒิปันจัต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กุมภาพันธ์ 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมคุณวุฒิบัณฑิตและคณะกรรมการสอบคุณวุฒิบัณฑิต ได้พิจารณา
คุณวุฒิบัณฑิตของ ศิรินันท์ ว่องโชติกุล ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมคุณวุฒิบัณฑิต

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บำเรอราช)

คณะกรรมการสอบคุณวุฒิบัณฑิต

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจริญจิต)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บำเรอราช)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับคุณวุฒิบัณฑิตฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 24 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

คุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บำเรอราช อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต และรองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังคนะภักทรขจร ที่กรุณาให้ความรู้ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขและวิจารณ์ผลงาน ทำให้งานวิจัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้ง ให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพและสมบูรณ์ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการและคณะครูโรงเรียนบ้านเขว้า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษานูริรัมย์ เขต 4 ตลอดจนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้คุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน เพื่อน ๆ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน รุ่นที่ 5 ที่คอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอด ขอให้คุณงามความดีทั้งหลายที่ท่านได้กระทำส่งผลให้ท่าน ประสบความสุข ความสำเร็จในชีวิตการทำงานและชีวิตส่วนตัวตลอดไป

ขอกราบขอบพระคุณ คุณตาสุรศักดิ์และคุณยายทิพวัลย์ ว่องโชติกุล คุณแม่สุทธินี ว่องโชติกุล คุณน้ำชนภรณ์ ว่องโชติกุล พี่น้อง และญาติมิตรทุกท่านที่ให้การสนับสนุนการศึกษา และให้กำลังใจกับผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากคุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูตเวทิตา แด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้ประสิทธิ์ ประสาทวิชาความรู้ และประสบความสำเร็จมาจนครบเท่าทุกวันนี้

ศิรินันท์ ว่องโชติกุล

53810099: สาขาวิชา: หลักสูตรและการสอน; กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน)

คำสำคัญ: รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์/ ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของ Dienes/ ทฤษฎีการเรียนรู้
โดยใช้สมองเป็นฐาน/ วิธีสอนแบบวิจัยปฏิบัติการเรียนรู้

สิรินันท์ ว่องโชติกุล: การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา

(THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS TEACHING MODEL ON THE BRAIN-BASED LEARNING FOR ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมคุณวุฒิพนธ์: วิมลรัตน์ จตุรานนท์, Ph.D., สุนทร บำเรอราช, Ed.D. 242 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา และเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การศึกษาบริบทของรูปแบบการสอนฯ ระยะที่ 2 การสร้างและพัฒนารูปแบบการสอนฯ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 ท่าน ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบการสอน และระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนฯ โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านเขว้า สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 18 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 17 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย 1) รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 4) แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (*t-test*)

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. ได้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา ที่มีความสอดคล้องและความเหมาะสมในทั้ง 7 องค์ประกอบหลัก ซึ่งได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน 4) ขั้นตอนที่ใช้สอน ประกอบด้วย ขั้นที่หนึ่ง คลายสมอง (Loosen the brain) ขั้นที่สอง เชื่อมโยงประสบการณ์ (Linking the experiences) ขั้นที่สาม เรียนรู้เนื้อหา (Learn the content) ขั้นที่สี่ นำพาปฏิบัติ (Lead the practice) และ ขั้นที่ห้า ความรู้คงอยู่ (Lifelong the knowledge) 5) ระบบสนับสนุน 6) การประเมินผล และ 7) ผลของการนำไปใช้ โดยรูปแบบการสอนมีความสอดคล้องและความเหมาะสม โดยรวมทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67, SD = .44$)

2. ผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา โดยเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยของเจตคติต่อรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

53810099: MAJOR: CURRICULUM AND INSTRUCTION; Ed.D. (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

KEYWORDS: MODEL OF INSTRUCTION/ ZOLTAN DIENES/ BRAIN-BASED LEARNING/ 4MAT
SIRINAN WONGCHOTIKUL: THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS TEACHING MODEL ON THE BRAIN-BASED LEARNING FOR ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: WIMONRAT CHATURANON, Ph.D. SUNTHORN BUMRERRAJ, Ed.D. 242 P. 2016.

The purposes of this study were to develop an instructional model of mathematics teaching using a brain-based learning approach for elementary school students, and to study the effectiveness of the developed instructional model. The study was divided into 3 phases: Phase 1 studying the context of the teaching model, Phase 2 designing and developing the teaching model, and Phase 3 assessing the results of the instructional model. The model was implemented with the 6th grade students at Ban Khwao School under Buriram Primary Educational Service Area Office 4. The purposive sampling was used to select the sample and they were divided into two groups, 18 of them into an experimental group and 17 into control group. The research instruments were: 1) handbook of using the model, 2) learning plan, 3) Mathematics achievement test, and 4) attitude inventory toward mathematics. The statistics using for data analysis were: mean, standard deviation, and t-test.

The findings of this study were as follows:

1. The developed instructional model of Mathematics teaching using brain-based learning approach for elementary school student consisted of 7 main components, namely: 1) principles and concepts, 2) objectives, 3) content used in teaching, 4) instructional strategies, they were: Step 1 loosen the brain, Step 2 linking the experience, Step 3 learning content, Step 4 lead the practice, and Step 5 lifelong the knowledge. 5) supporting system 6) evaluation, and 7) the results of implementation. The Model of Mathematic teaching using the brain-based learning approach was rated as reasonable and appropriate at the highest level ($\bar{X} = 4.67, SD = .44$).

2. The learning outcome of the group studied with the developed model was significantly higher than the control group at .05 level. Moreover the students in the experimental group possessed higher average scores on attitude towards mathematics compare with the students in the control group with .05 level of statistical significance.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
สมมติฐานของการวิจัย	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	9
ขอบเขตของการวิจัย	9
ข้อจำกัดของงานวิจัย	12
นิยามศัพท์เฉพาะ	12
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	16
ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของ Dienes	20
ปรัชญาและทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน	23
วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT	49
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน	61
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนที่ใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ..	71
แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	76
แนวคิดเกี่ยวกับเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์	79
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	81
ระยะที่ 1 การศึกษาบริบทของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา	82

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ระยะที่ 2 การสร้างและพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา.....	87
ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา.....	102
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	114
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา.....	114
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา.....	120
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	125
สรุปผลการวิจัย.....	126
อภิปรายผล.....	127
ข้อเสนอแนะ.....	134
บรรณานุกรม.....	136
ภาคผนวก.....	144
ภาคผนวก ก.....	145
ภาคผนวก ข.....	147
ภาคผนวก ค.....	157
ภาคผนวก ง.....	182
ภาคผนวก จ.....	190
ภาคผนวก ฉ.....	197
ภาคผนวก ช.....	200
ภาคผนวก ซ.....	215
ภาคผนวก ฌ.....	227
ภาคผนวก ญ.....	230
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	242

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	มาตรฐานและตัวชี้วัดชั้นประถมศึกษาปีที่ 6..... 18
2-2	การค้นพบเรื่องการทำงานของสมองและการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการศึกษา 33
3-1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและความต้องการ พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา 84
3-2	ผลการสัมภาษณ์สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับ ประถมศึกษา 85
3-3	การประยุกต์ขั้นตอนการสอนของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมอง เป็นฐานระดับประถมศึกษา..... 90
3-4	แผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต เรื่องเรขาคณิต และเรื่องรูปทรงและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6... 105
3-5	สรุปกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 108
3-6	ตารางวิเคราะห์ข้อสอบรายวิชาคณิตศาสตร์สาระเรขาคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 109
4-1	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการเรียนการสอน..... 121
4-2	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการเรียนการสอน 122
4-3	ผลคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนกลุ่มทดลองภายหลังการเรียนรู้ ตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา..... 123
4-4	การเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังการเรียนการสอนของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 124

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2-1 วงล้อแห่งหลักการเรียนรู้ของสมองและจิตใจมนุษย์	32
2-2 รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Kolb	50
2-3 ลักษณะของผู้เรียนทั้ง 4 แบบตามแนวคิดของ McCarthy.....	52
2-4 8 ขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT.....	56
2-5 ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาของ Dick, Carey and Carey.....	68
2-6 การเชื่อมโยงแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้และรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา	75
3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา.....	81
3-2 การเชื่อมโยงแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้สู่ขั้นตอนของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ฯ....	89
3-3 รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา.....	98

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาในยุคใหม่แห่งศตวรรษที่ 21 เป็นยุคสังคมแห่งความรู้ ผู้ที่จะประสบความสำเร็จและดำรงชีวิตอยู่ในสังคมยุคใหม่ได้อย่างสง่างาม จะต้องเป็นคนเข้มแข็งและแข็งแกร่ง มีความสามารถที่สร้างสรรค์ในวงกว้าง มีไหวพริบ มีความรอบรู้ ต้องคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และที่สำคัญต้องสามารถสร้างกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ และใช้เป็นเครื่องมือแสวงหาความหมายของการเรียนรู้ชีวิต เรียนรู้ก้าวทันอนาคต และมีการเรียนรู้ตลอดชีวิต

การปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 7) ในหมวดที่ 4 มาตราที่ 22 กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเพื่อพัฒนาศักยภาพสมองของเด็กให้เต็มประสิทธิภาพ โดยการจัดการศึกษาหรือจัดกระบวนการเรียนรู้มุ่งที่จะพัฒนาเด็กให้เติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพ เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนงานศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1)

มีผลการวิจัยที่ระบุจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผลการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลการวิจัยโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์นานาชาติ (TIMSS) ซึ่งให้เห็นว่าเด็กไทยทำได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดย พรพรรณ ไหวพริบ ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กล่าวว่าเด็กในวัยประถมศึกษาเป็นวัยที่เหมาะสมกับการพัฒนาความรู้ให้เด็กสามารถใช้ข้อมูลคิดวิเคราะห์หาเหตุผลทั้งวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการชีวิตประจำวัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2554 ก) แต่จากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ในระยะที่สี่ (ค.ศ. 2009) พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยด้านการอ่าน 421 คะแนน คณิตศาสตร์ 419 คะแนน และวิทยาศาสตร์ 425 คะแนน (สสวท., 2553, หน้า 3-10) และในระยะที่ห้า (ค.ศ. 2012) มีคะแนนเฉลี่ยด้านการอ่าน 441 คะแนน คณิตศาสตร์ 427 คะแนน และวิทยาศาสตร์ 444 คะแนน (สสวท., 2553, หน้า 7-18) ซึ่งนักเรียนไทยทำได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ทั้ง 3 วิชา และอยู่ในอันดับที่ 50 จากทั้งหมด 63 ประเมิน และจากผลการประเมินแสดงให้เห็นว่า ระบบการศึกษาของชาติยังไม่สามารถเตรียมนักเรียนให้มีความรู้และทักษะใหม่ที่จำเป็นสำหรับการเป็นประชาชนที่มีคุณภาพในอนาคตได้อย่างพอเพียง ผลที่นักเรียนแสดงออกมายังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจนักเพราะนักเรียนยังมีความรู้ความสามารถค่อนข้างอยู่ในระดับต่ำ (สสวท., 2554 ข)

จากการสำรวจผลการทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ประจำปีการศึกษา 2553 และการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครูผู้สอน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์เขต 4 (สทศ., 2554 ก, หน้า 4) พบว่า ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ ประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 31.75 ซึ่งยังน้อยกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ (ร้อยละ 40) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์และสอบถามครูผู้สอนที่สอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาพบว่าครูผู้สอนมีความต้องการพัฒนาความรู้และความสามารถในการจัดการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น ($\bar{X} = 4.54, SD = .43$) ส่วนสภาพปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับน้อยกว่าเกณฑ์ดังกล่าว เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดการสอนไม่เหมาะสมกับธรรมชาติวิชา นั่นคือ ครูผู้สอนยังขาดความรู้ทักษะ ประสพการณ์ในการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและเวลาโดยไม่คำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคลไม่มีสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัยดึงดูดความสนใจกิจกรรมไม่มีความหลากหลาย แปลกใหม่และมักใช้วิธีสอนโดยครูผู้สอนเป็นผู้บอกความรู้ให้นักเรียนจดจำและลอกเลียนแบบ นักเรียนไม่มีโอกาสได้คิดปฏิบัติและหาข้อสรุปด้วยตนเอง (สิรินันท์ พรหมดำรง, สัมภาษณ์, 9 มกราคม 2555) จึงอาจทำให้ผู้เรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ขาดความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียน กิจกรรมจึงไม่ได้ผลตรงตามเป้าหมายที่ครูผู้สอนกำหนดไว้

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงหาแนวทางการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตราที่ 22 ที่ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริม

ให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเพื่อพัฒนาศักยภาพสมอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 7) จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงจากครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอนจนกลายเป็นการยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ นักการศึกษาจึงต้องพัฒนานักเรียนให้เข้าใจในเนื้อหาที่กำหนด ในหลักสูตรให้สมบูรณ์ตามสภาพแวดล้อมของห้องเรียนทั้งร่างกาย อารมณ์ และสังคม เมื่อเราจะเปลี่ยนแนวคิดใหม่จากการสอนไปเป็นการเรียนรู้ วิธีการหนึ่งของการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ อย่างมีความหมาย นั่นก็คือการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Thompson, Jungst, Colletti, Licklider, & Benna, 2003, pp. 23-31) ซึ่งแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าว แนวทางหนึ่ง ที่เลือกใช้คือ การสร้างนวัตกรรมทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ตามแนวคิด Brain-based learning จึงเป็นทางออกหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ โดยพัฒนาให้สอดคล้องกับความต้องการของแต่ละบุคคล เพื่อส่งเสริมให้ทุกคนเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของสมอง ทั้งยังเป็นการให้ความสำคัญกับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้และช่วยเร้าความสนใจของนักเรียนไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ซึ่งการพัฒนา การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยการนำแนวคิด Brain-based learning มาช่วยพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับครูผู้สอนทั้งในประเทศและต่างประเทศ นวัตกรรมการสอนที่เกี่ยวกับแนวคิดนี้ ดังการวิจัยของพิสิษฐ์ โพธิสุทธิ (2554) ได้ศึกษาพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ (สมองซีกซ้าย) ได้อย่างสร้างสรรค์ โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ แสดงออก เคลื่อนไหวร่างกาย ดนตรี การระบายสี ศิลปะ (สมองซีกขวา) เมื่อเด็กเรียนรู้และทำงานคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข มีใจรักคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีและอยากเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสอนโดยคำนึงถึงหลักการเรียนรู้ของสมองทั้งสองซีกช่วยพัฒนาความรู้ได้ดี สอดคล้องกับนวัตกรรมการสอนที่เกี่ยวกับแนวคิดนี้ เช่น การพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาของ Morris (2010) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐานของนักเรียนพยาบาลของปราณี อ่อนศรี (2552) สื่อประสมคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของการุณ ชาญวิชานนท์ (2551) การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของสมองเพื่อพัฒนาความรู้สีกเชิงจำนวนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของอุษณีย์ ประเทพทิพย์ (2552) และการนำแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไปพัฒนาให้ผลสัมฤทธิ์ ความคงทน ทักษะคิด และกระบวนการเรียนรู้ส่งผลให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเพิ่มมากขึ้นเป็นงานวิจัยของ Tufekci and Demirel (2009) เป็นต้น ซึ่งการใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อพัฒนา การเรียนการสอนต่าง ๆ เหล่านี้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อการจัดการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น

มีการวิจัยเกี่ยวกับสมองและความรู้ที่เพิ่มขึ้นราวปี พ.ศ. 2530 (ค.ศ. 1990) เป็นต้นมา โดยเฉพาะการค้นคว้าความรู้เกี่ยวกับสมองอย่างจริงจังในทศวรรษ 1990 ที่เรียกว่า ทศวรรษแห่งสมอง

(Decade of the brain) ทำให้ได้ทบทวนความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีมาแต่ก่อน อธิบายและทำให้ทฤษฎีการเรียนรู้บางทฤษฎีชัดเจนขึ้น รวมทั้งเปิดมุมมองและอธิบายแนวคิดใหม่ ๆ ในกระบวนการเรียนรู้ มุมมองเหล่านี้ จึงเรียกตัวเองว่า การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based learning) เราควรต้องมองและจัดการเรียนรู้เสียใหม่ โดยใช้ศักยภาพของสมองให้เต็มที่ (อัครภูมิ จารุกาทร และพรพิไล เลิศวิชา, 2551, หน้า 24) ในปัจจุบันกระแสความตื่นตัวเรื่องการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based learning) เริ่มเด่นชัดและมีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยสถาบันการศึกษาหลายแห่งได้นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้ คนส่วนใหญ่ยังมีความเชื่อที่ผิดเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของสมองว่า เซลล์สมองเป็นสิ่งที่ถูกกำหนดมาจากยีนและพันธุกรรมที่ได้รับจากบรรพบุรุษมาทั้งหมด แต่แท้จริงแล้ว ยีนเป็นตัวกำหนดโครงสร้างพื้นฐานสมองส่วนหนึ่ง และสมองมีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนภายใต้สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย เพื่อทำงานในรูปแบบต่าง ๆ และมีการเจริญเติบโตอยู่ตลอดเวลา เมื่อได้รับการกระตุ้นและฝึกฝนการใช้สมองในส่วนต่าง ๆ ในขณะเดียวกัน ถ้าสมองไม่ได้รับการกระตุ้นหรือการฝึกฝน ก็จะทำให้สมองเสื่อมได้เช่นกัน ดังนั้นการนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของสมองมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและเป็นการเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียน รวมถึงการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน จะช่วยส่งเสริมให้มีการพัฒนาการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (เกศสุดา ใจคำ, 2552, หน้า 62) จากงานวิจัยมากมายที่เกี่ยวกับการเรียนรู้เกี่ยวกับสมอง จึงเกิดคำถามว่า แล้วการเรียนรู้อย่างไรจึงจะดีที่สุด และสามารถใช้ศักยภาพของสมองที่มีอยู่ให้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มที่ได้อย่างไร

จากการที่ผู้วิจัยได้สำรวจสภาพการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาในปัจจุบัน พบว่าส่วนใหญ่เน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ การอ่าน การฟังบรรยาย การเรียนในห้องเรียน หรือการศึกษาจากโลกจำลอง ซึ่งไม่ได้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของสมอง ทำให้สมองมนุษย์ไม่ได้รับการพัฒนาที่เหมาะสม แม้ว่าปัจจุบันมีวิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ช่วยให้เข้าใจถึงโครงสร้างและการทำงานของสมองในระบบสารเคมีต่าง ๆ ในสมอง รวมทั้งช่วยเข้าใจถึงธรรมชาติการเรียนรู้ของสมอง ซึ่งสามารถเรียนรู้และเก็บเกี่ยวข้อมูลโดยการใช้ชีวิตและทำงานอยู่ในโลกนี้ เพราะระบบการเรียนรู้รูปแบบเดิมสร้างสมองเด็กให้ออกมาเป็นเครื่องจักร ทั้ง ๆ ที่สมองเรียนรู้ได้ สร้างความรู้เองได้ โดยพยายามนำสมองเด็กให้เข้าไปในระบบโรงเรียนที่เป็นโครงสร้างแน่นอน มีหลักสูตร และเป็นวิธีการเรียนรู้เฉพาะแค่นั้นในโรงเรียนที่เน้นเฉพาะความสำเร็จด้านการศึกษาเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่ได้เตรียมเด็กให้มีความพร้อมที่จะเข้าไปอยู่ในโลกยุคใหม่ โลกธุรกิจ (สันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ, 2545, หน้า 3, 68) และเนื่องจากสมองของมนุษย์มีศักยภาพในการเรียนรู้สูงสุด ถ้าพัฒนาศักยภาพสมองของเด็กให้ได้เรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เด็กจะเติบโตเป็นผู้ใหญ่

ที่มีคุณภาพและมีความสมบูรณ์พร้อม เป็นคนดี คนเก่ง มีความสุข และมีความใฝ่รู้ การเรียนรู้ที่มีความสุขส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ กระตือรือร้น สนใจใฝ่คว้า อยากรู้ เกิดพลังที่จะทำสิ่งต่าง ๆ มากมาย ทำให้การเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น ในทางตรงข้ามกัน ถ้าผู้เรียนเกิดความเครียด ความเหนื่อยล้า ความเศร้า รู้สึกเบื่อหน่าย ไม่มีความสุข ความวิตกกังวล ไม่อยากที่จะเรียนรู้ อันเนื่องมาจากสาเหตุใดก็ตาม เช่น การจัดรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการท่องจำ ไม่ได้คิด ไม่ได้ลงมือกระทำ เน้นวิชาการมากเกินไป เน้นการสอบแข่งขัน ทำให้สมองเสื่อสมดุล และมีผลไปสกัดกั้นกระบวนการเรียนรู้ในสมอง ทำให้ผู้เรียนไม่มีการเก็บสิ่งที่เรียนรู้ไว้เป็นความจำและไม่เกิดการเรียนรู้ ทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้ลดลง (ตันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และคณะ, 2544, หน้า17) ผู้สอนจึงควรนำความรู้เรื่องการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิธีการสอนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงและประสบความสำเร็จในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

เมื่อกล่าวถึงการเรียนรู้ของสมอง เราพบว่าสมองมีความมหัศจรรย์มาก โดยอาศัยการทำงานของเซลล์สมองทำให้สมองสามารถที่จะเรียนรู้ คิดอย่างมีเหตุผลและจดจำเรื่องราวต่าง ๆ ได้ ซึ่งแทบทุกอย่างที่เราทำอยู่ในชีวิตประจำวันหรือที่เราเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้นั้น ล้วนต้องเกี่ยวข้องกับความจำทั้งสิ้น แต่อย่างไรก็ตามการเรียนรู้ของสมองไม่ใช่ให้จำเพียงอย่างเดียว จะต้องนำสิ่งที่จำสิ่งที่เรียนรู้ไปคิดวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้ จึงจะทำให้มนุษย์สามารถตอบสนองและปรับตัวได้เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งเร้าต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อม (ตันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และคณะ, 2544, หน้า 15-16) ถ้าสมองไม่ได้รับการกระตุ้น หรือเรียนรู้ เซลล์ประสาทบางส่วนก็จะเสื่อมไป เช่น คนที่ไม่ได้ฝึกด้านศิลปะ ดนตรี หรือกีฬา เซลล์ประสาทที่เกี่ยวข้องทางด้านนั้นก็จะค่อย ๆ เสื่อมไป อย่างไรก็ตาม สมองนั้นมีชีวิตของตัวเอง เซลล์ประสาทบางส่วนสามารถเกิดขึ้นใหม่ หรือกิ่งก้านเซลล์เชื่อมต่อกันใหม่ได้ นั่นก็คือ คนทุกคนทุกวัย สามารถพัฒนาความจำ และการเรียนรู้ของตัวเองได้ดีขึ้น ถ้าเรารู้วิธีการที่เหมาะสม (วิทยากร เชียงกูล, 2549, หน้า 14) เราจะสังเกตได้ว่า บางครั้งเด็กชอบถามว่า “ทำไม” ในกรณีนี้เด็กเพียงถามเพื่อให้ได้ข้อมูลไปเชื่อมต่อกับสมอง ซึ่งเป็นกระบวนการเพื่อทำให้รู้สึกได้ถึงสิ่งรอบตัวของพวกเขา กระบวนการเดียวกันนี้เกิดขึ้นกับนักเรียนเมื่อครูเสนอความคิดใหม่ ๆ และความคิดรวบยอดให้กับพวกเขา เด็กจะพยายามค้นหาความหมายและเชื่อมต่อกับความรู้จากการฟังบรรยาย จากหนังสือ และชีวิตของเขาเอง (Lopez & Alipoon, 2000, p. 29)

การทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวามีความแตกต่างกันอยู่บ้าง มีข้อมูลจากการวิจัยที่แสดงว่าสมองซีกซ้ายมีแนวโน้มใช้ในการคิดคำนวณและวิเคราะห์เหตุผล เชื่อมโยงความหมายทางภาษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้คำพูดหรือสร้างภาษาเป็นเรื่องของสมองซีกซ้าย ส่วนสมอง

ซิกขวาสามารถสร้างการรับรู้จากภาพที่มองเห็น วิเคราะห์โครงสร้าง รูปทรงและมิติต่าง ๆ สร้างทักษะทางด้านศิลปะ เกี่ยวข้องกับอารมณ์ความรู้สึกมากกว่าการใช้เหตุผล ใช้ในเรื่องสัญชาตญาณ หรือใช้ในการหยั่งรู้มากกว่าจะใช้ในการคิดคำนวณ มีความชัดเจนด้วยความหมายและการรับรู้ที่ต่างมุมมองจากสมองทั้งสองซีกแต่ก็มีการทำงานที่เชื่อมโยงกัน โดยสมองซีกซ้ายต้องอาศัยการประมวลผลของสมองซีกขวา และการทำงานของสมองซีกขวาก็ต้องอาศัยการประมวลผลที่พัฒนาเป็นพิเศษในสมองด้านซ้าย (อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา, 2551, หน้า 56) แสดงให้เห็นว่าสมองของมนุษย์เรามีการทำงานร่วมกันตลอดชีวิต แต่ปัจจุบันเด็กไทยยังขาดการกระตุ้นสมองซีกขวา ซึ่งเกิดจากการที่เด็กได้ออกกำลังกาย เล่นดนตรี ทำศิลปะ การละเล่นต่าง ๆ ในเด็กเล็กอย่างอิสระที่ไม่ถูกบังคับและไม่ใช้ท่องทฤษฎีและการทำกิจกรรมกลุ่ม และได้ฟังการเล่านิทาน ซึ่งจะพัฒนามากในช่วง 10 ขวบแรก ถ้าหลังจากนี้จะเกิดขึ้นน้อย จะเห็นได้ชัดเจนว่าเด็กไทยเราขาดการกระตุ้นสมองส่วนนี้ ไม่ว่าในหลักสูตรใหม่การเรียนศิลปะก็ต้องท่องจำทฤษฎีเกินความจำเป็นและซ้ำซาก ไม่ปล่อยให้เด็กทำงาน หรือเรียนอย่างอิสระตามจินตนาการที่เขาอยู่ เด็กถูกบังคับให้เรียนประวัติความเป็นมาของศิลปะ นาฏศิลป์ ทุกชั้นปี หรือวิชาการงานพื้นฐานอาชีพก็บังคับเรียนซ้ำ ๆ เด็กไม่ชอบในบางวิชาที่บังคับเหมือนกันหมด หรือการเรียนพละ ก็ไม่ปล่อยให้เด็กเล่นสนุกสนานเพลิดเพลินตามจินตนาการและความต้องการของเขา เพื่อกระตุ้นสมองซีกขวา ซึ่งถ้าได้เรียนทฤษฎีมากก็เท่ากับพัฒนาแต่สมองซีกซ้ายที่เด็กไทยเราเก่งมาก แต่ไม่สามารถเอาชาติหรือตัวเองอยู่รอด เมื่อเป็นผู้ใหญ่ก็เป็นแค่ลูกจ้าง ไม่สามารถเป็นเจ้าของกิจการ เพราะคิดพลิกแพลงแตกต่างไม่เป็น เพราะฉะนั้นวิชาเหล่านี้ควรจะเน้นความอิสระที่เขาชื่นชอบและไม่เน้นทฤษฎีมากมายและไม่ต้องบังคับให้เรียนซ้ำซาก (กมลพรรณ ชิวพันธุ์ศรี, 2546, หน้า 103-104) เพื่อให้มีการกระตุ้นสมองทั้งสองซีก การจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีการพัฒนาสมองควบคู่ไปด้วยกัน ทั้งสมองซีกซ้ายและซีกขวา หรือพัฒนาทั้งทฤษฎีเนื้อหาการเรียนไปพร้อมกับกิจกรรมการละเล่น ดนตรี ศิลปะ ฯลฯ อยู่เสมอ โดยวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงสมองทั้งสองซีก

การสอนโดยคำนึงถึงลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนกับการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล และเสริมสร้างคุณลักษณะต่าง ๆ เพื่อเป็นการเสริมสร้างศักยภาพของแต่ละคน ให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ครูผู้สอนควรมีความเข้าใจผู้เรียนที่มีความหลากหลาย มีความถนัด และแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ควรจัดให้ผู้เรียนได้ใช้ศักยภาพของสมองซีกซ้ายและซีกขวาได้อย่างสมบูรณ์และเท่าเทียมกัน การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถทางสมองในการประมวลข้อมูล ความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้เป็นความรู้ใหม่ วิธีการใหม่ เพื่อไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเหมาะสมสอดคล้องกัน โดยนำวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) เป็นแนวคิดของ

McCarthy มาช่วยพัฒนาการเรียนการสอน (ณัฐนนท์ เคนทุม, 2550, หน้า 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ Bower (1987) Appell (1991) สุพิดา แยมน์มณฑล (2550) นิภารัตน์ ตอสกุล (2551, หน้า 97) และน้อมน้อย แพงปีสสา (2551) เป็นต้น ผลการวิจัยส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

จากการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของสมอง หากสมองยังปฏิบัติตามกระบวนการทำงานปกติ การเรียนรู้ก็ยังคงเกิดขึ้นต่อไป โดยมีหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักการเรียนรู้ของสมองและจิตใญมนุษย์ 12 ประการ และม็องค์ประกอบที่ส่งผลให้การเรียนรู้ประสบความสำเร็จไว้ 3 ข้อ ได้แก่ 1) Relaxed alertness 2) Orchestrated immersion in complex experience และ 3) Active processing of experience (Caine & Caine, 2005, pp. 4-6) นอกจากนี้ Jensen (2000, pp. 214-216) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงการทำงานของสมองไว้ 7 ระยะ ได้แก่ 1) Pre-exposure 2) Preparation 3) Initiation and acquisition 4) Elaboration 5) Incubation and memory encoding 6) Verification and confidence check และ 7) Celebration and integration และเพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานของสมองและให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุด จึงได้นำวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) เป็นแนวคิดของ McCarthy ที่พัฒนาจากแนวคิดของ Kolb ซึ่งอธิบายรูปแบบการเรียนรู้ไว้ว่าเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ 2 มิติ คือ การรับรู้ (Perception) และการจัดกระบวนการข้อมูล (Processing) นั่นคือ การเรียนเกิดจากการที่คนเรารับรู้แล้วนำข้อมูลข่าวสารนั้นไปจัดกระบวนการเสียใหม่ตามความถนัดของตนเอง วิธีการที่บุคคลรับรู้มี 2 ประเภท คือ จากประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรม (Concrete experience) และจากความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม (Abstract conceptualization) จากการศึกษาของ Kolb ยังพบว่า กระบวนการเรียนรู้ของบุคคลบางคนเป็นกระบวนการที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ (Active experimentation) ในขณะที่บางคนเรียนรู้ผ่านกระบวนการสังเกต (Reflective observation) (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมั้น, 2543, หน้า 7-8) โดยมีลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ คือ แบบที่ 1 ผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการ (Imagination learners) แบบที่ 2 ผู้เรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ (Analytical learners) แบบที่ 3 ผู้เรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก (Common sense learners) และแบบที่ 4 ผู้เรียนที่ถนัดในการปรับเปลี่ยน (Dynamic learners) (McCarthy, 1990, pp. 24-25)

ซึ่งแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้โดยส่งเสริมให้สมองทั้งสองซีกเกิดการเรียนรู้อย่างสมดุล มีการจัดการเรียนรู้ที่มีหลักการ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ การสร้างความผ่อนคลาย สร้างประสบการณ์หลากหลาย และสร้างประสบการณ์ตรงแก่ผู้เรียน และกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับ

ศักยภาพของผู้เรียนนั้น เป็นปัจจัยในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนเก่งหรือฉลาด ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ในแง่มุมหนึ่งเป็นการสะท้อนถึงสมรรถภาพของผู้เรียน ผวนกับการเรียนรู้จากประสบการณ์ต่าง ๆ ของผู้เรียน จนเป็นคุณลักษณะที่เรียกว่า สมรรถภาพทางสมอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 64) และจากที่ได้ศึกษาปรัชญาและทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ การสอน และการพัฒนารูปแบบการสอน จึงสนใจพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา ซึ่งมีการผสมผสานคุณลักษณะเด่นของวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) ในกระบวนการเรียนการสอน ทั้งนี้การออกแบบรูปแบบดังกล่าว ตั้งอยู่บนพื้นฐานของปรัชญาและทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based learning) และทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการสอนนี้ เพื่อเป็นประโยชน์กับสภาพการสอนคณิตศาสตร์ของไทยในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

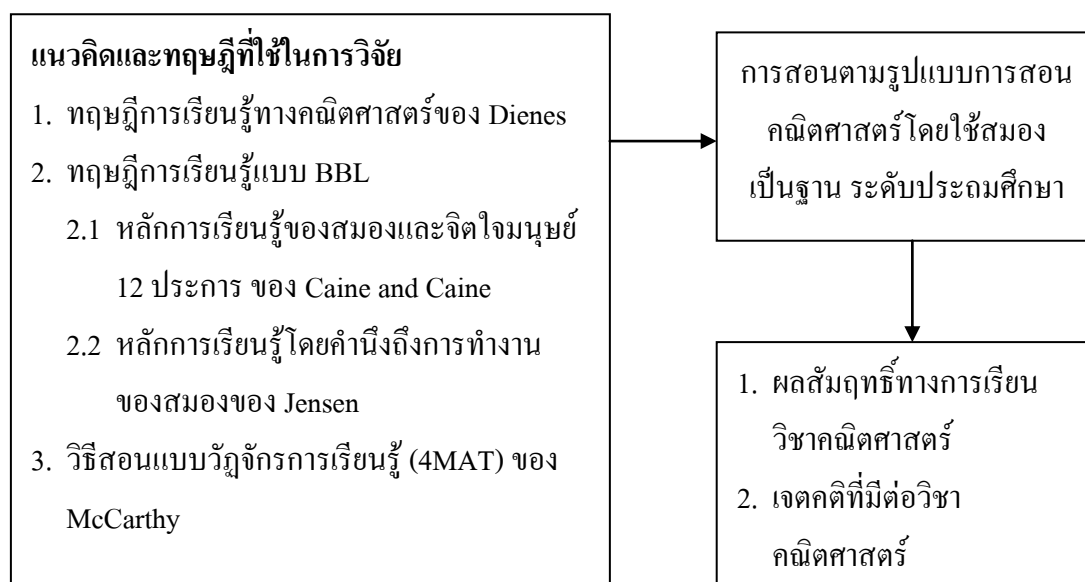
1. เพื่อพัฒนาการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยของเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยมีดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

สามารถนำขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนองค์ประกอบของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้จัดกระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้พัฒนาความรู้และทักษะในวิชาอื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา ผู้วิจัยมุ่งศึกษาและพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา และได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ได้แก่

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 จำนวนทั้งหมด 1,161 คน

1.2 ประชากรที่ใช้ในการทดลองและศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอน ได้แก่ โรงเรียนที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 จำนวน 194 โรงเรียน มีดังนี้

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยแบ่งเป็น กลุ่มที่ใช้ในการศึกษาบริบทในระยะที่ 1 กลุ่มที่ใช้ในการทดลองใช้รูปแบบการสอนในระยะที่ 2 และกลุ่มที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนในระยะที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

2.1 กลุ่มที่ใช้ในการศึกษาบริบท ได้แก่ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 298 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามวิธีของยามานะ (Yamane, 1973, p. 887) มีระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) จากครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 จำนวนทั้งหมด 1,161 คน

2.2 กลุ่มที่ใช้ในการทดลองใช้รูปแบบการสอน ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านปะเคียบ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 จำนวน 15 คน ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2.3 กลุ่มที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอน ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนบ้านเขว้า ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) มีดังนี้

2.3.1 กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านเขว้า สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 จำนวน 18 คน

3.3.2 กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านเขว้า สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 จำนวน 17 คน

3. ข้อมูล/ตัวแปรที่ศึกษา

เนื่องจากผู้วิจัยแบ่งระยะการดำเนินการไว้ 3 ระยะ (รายละเอียดในบทที่ 3) ข้อมูล/ตัวแปรที่ศึกษาแต่ละระยะ มีดังนี้

3.1 ระยะที่ 1 การศึกษาบริบทของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1.1 ความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน และการนำแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมาช่วยพัฒนาการเรียนการสอน

3.1.2 สภาพปัญหาของการเรียนคณิตศาสตร์ในประเทศไทย พิจารณาจากคะแนนการสอบคณิตศาสตร์ระดับชาติล่าสุด

3.1.3 หลักการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

3.1.4 ทฤษฎีการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

3.1.5 ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

3.1.6 วิธีสอนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

3.2 ระยะที่ 2 การสร้างและพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

3.2.1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบรูปแบบการสอนฯ ที่ได้สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3.2.2 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้รูปแบบการสอนฯ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

3.3 ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยศึกษาตัวแปรดังต่อไปนี้

3.3.1 ตัวแปรต้น คือ การสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา

3.3.2 ตัวแปรตาม คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต 2) เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต

4. ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่

4.1 ระยะที่ 1 การศึกษาบริบทของรูปแบบการสอนฯ ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555

4.2 ระยะที่ 2 การสร้างและพัฒนารูปแบบการสอนฯ ช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555

4.3 ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนฯ ช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 แล้วสรุปผลและรายงานผลการวิจัยในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556

ข้อจำกัดของงานวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสาระเรขาคณิต มีหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย เรื่องมุม ส่วนของเส้นตรง และเส้นขนาน เรขาคณิต และรูปทรงและปริมาตร ทั้งนี้ ผู้วิจัยเริ่มจัดการเรียนการสอนในเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2555 ได้มีการสอนในเรื่องมุม ส่วนของเส้นตรง และเส้นขนาน ไปแล้ว ดังนั้น การวิจัยฉบับนี้จึงเก็บข้อมูลเฉพาะเนื้อหาสาระเรขาคณิต ในหน่วยการเรียนรู้ 2 เรื่อง คือ เรื่องเรขาคณิต และเรื่องรูปทรงและปริมาตร เท่านั้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

นิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นิยามจากการศึกษาแนวคิดเชิงทฤษฎี ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถดำเนินการวิจัยได้สอดคล้องกับสภาพจริง จึงกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะมีดังนี้

1. รูปแบบการสอน หมายถึง โครงสร้างการจัดการเรียนรู้ที่มีแนวคิดทฤษฎีรองรับ สามารถพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ และนำไปใช้เป็นแบบแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้และสภาพแวดล้อมทางการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของ รูปแบบที่กำหนดไว้ โดยมีการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการสอน ซึ่งนำมารวมกันอย่างมี เหตุผล มีการเชื่อมโยงกับความต้องการหรือมาตรฐานที่ได้รับการตัดสินใจว่ามีความเหมาะสม ที่จะพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้ ประกอบด้วย กระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียน การสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ

2. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain based learning) หมายถึงการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ โดยส่งเสริมให้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาเกิดการเรียนรู้ อย่างสมดุลและสอดคล้องกับสติปัญญาของผู้เรียน มีการผสมผสานหรือรวบรวมหลากหลาย ทักษะความรู้อาศัยกลไกการทำงานของระบบประสาททั้งห้า เพื่อส่งเสริมการทำงานของสมอง ทั้งนี้ ไม่ควรสกัดกั้นการทำงานของสมอง แต่เป็นการส่งเสริมให้สมองได้ปฏิบัติหน้าที่ให้สมบูรณ์จาก การสร้างแรงจูงใจทางบวกอย่างต่อเนื่องเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ

3. วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง การสอนที่เอื้อต่อผู้เรียน 4 แบบ ได้แก่ ผู้เรียน แบบที่ 1 มีความถนัดการใช้จินตนาการ ผู้เรียนแบบที่ 2 มีความถนัดการวิเคราะห์ ผู้เรียนแบบที่ 3 มีความถนัดใช้สามัญสำนึก และผู้เรียนแบบที่ 4 มีความสนใจค้นพบความรู้ด้วยตนเอง แล้วทำให้ ผู้เรียนซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกันได้เรียนและพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างมีความสุข เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป ซึ่งผู้เรียน แต่ละแบบจะได้เรียนในสิ่งที่ตนเองถนัดและต้องใช้ความพยายามในการเรียนรู้สิ่งที่ตนไม่ถนัด

ผู้เรียนแต่ละคนจะมีโอกาสแสดงออกถึงจุดแข็งของตนในกิจกรรมที่ชอบ และในขณะเดียวกัน ก็จะได้พัฒนาจุดอ่อนของตนเองไปด้วย

4. รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา หมายถึง แบบแผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ซึ่งตั้งอยู่บนปรัชญาและทฤษฎีการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน และทฤษฎีการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยผสมผสานการเรียนการสอนแบบ วัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ตามศักยภาพสมองของผู้เรียน มีขั้นตอน การสอน 5 ขั้น (5L) คือ

4.1 ขั้นคลายสมอง (Loosen the brain) เป็นการสร้างความพร้อมทางด้านอารมณ์ และจิตใจของผู้เรียน โดยการจัดกิจกรรมให้สมองตื่นตัวอย่างผ่อนคลาย

4.2 ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ (Linking experience) เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม ผู้เรียนได้กระทำกับสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ อันได้แก่ ของจริง ของจำลอง หรือสถานการณ์จริงจากการสร้างประสบการณ์ การสอบถาม การศึกษานอกสถานที่ การเรียนรู้แบบลงมือทำ โดยให้เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน แล้วกระตุ้นให้ ผู้เรียนรับรู้ถึงความสัมพันธ์กันระหว่างหัวข้อที่เรียนกับความรู้เดิม

4.3 ขั้นเรียนรู้เนื้อหา (Learning the contents) เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่มี ลักษณะเป็นนามธรรม ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจากรูปภาพเพื่อให้เห็นถึงการสร้างความหมาย ได้คิดพิจารณาไตร่ตรองความรู้ และฝึกทักษะในการค้นหาความรู้เตรียมข้อมูล ให้ข้อมูล สาธิต ค้นคว้า เพื่อให้นักเรียนสามารถปรับประสบการณ์และความรู้ สร้างเป็นความคิดรวบยอดในเชิง นามธรรม ได้เข้าใจกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นจึงใช้สัญลักษณ์แสดงรายละเอียดสู่การสรุป เป็นทฤษฎีและแนวคิด

4.4 ขั้นนำพาปฏิบัติ (Lead practice) เป็นการให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติโดยเปิด โอกาสให้ ผู้เรียนลงมือทำ เพื่อย้ำทวนประสบการณ์การเรียนรู้ แก้ปัญหาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ ในการศึกษา ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างสร้างสรรค์แล้วสร้างชิ้นงานชิ้นใหม่โดยบูรณาการความรู้และสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเอง

4.5 ขั้นความรู้คงอยู่ (Lifelong knowledge) เป็นการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ การนำเสนอผลงาน แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ การสาธิต เป็นต้น แล้วช่วยกันวิเคราะห์ หนทางที่จะนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์

5. การสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแผนการจัด การเรียนรู้ที่ครูผู้สอนจัดเตรียมไว้ ซึ่งจัดลำดับขั้นตอนการสอน โดยพิจารณาจากคู่มือครูสาระ

การเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการร่วมกับสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีขั้นตอนการสอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นทบทวน
2) ขั้นสอนเนื้อหา 3) ขั้นฝึกปฏิบัติ และ 4) ขั้นสรุป

6. ผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นกับ
ผู้เรียนภายหลังกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
ประกอบด้วย

6.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึงคะแนนจากการทดสอบ
ด้วยแบบทดสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา เรื่องเรขาคณิต และเรื่องรูปทรงและ
ปริมาตรที่วัดคุณภาพผู้เรียนตามตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 โดยจำแนกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้
และด้านการวิเคราะห์

6.2 เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง สภาพความคิด ความรู้สึก และแนวโน้ม
เชิงพฤติกรรม ที่มีต่อเนื้อหาวิชา การเรียนการสอน บรรยากาศในชั้นเรียน เป็นต้น ซึ่งทำให้บุคคล
มีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งนั้นในลักษณะเฉพาะตัว อาจแสดงออกในทางบวกหรือ
ทางลบ ตามทัศนคติที่มีอยู่ โดยใช้แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

7. นักเรียน หมายถึงผู้เรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555 ที่เรียนวิชา
คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรสถานศึกษาที่สร้างขึ้นอย่างสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐานสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ปรัชญาและทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการสอน และงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่ใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีดังนี้

1. การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.2 คุณภาพผู้เรียนระดับประถมศึกษา
 - 1.3 มาตรฐานและตัวชี้วัดที่ใช้ในการวิจัย
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของ Dienes
3. ปรัชญาและทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based learning: BBL)
 - 3.1 ความเป็นมาและความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
 - 3.2 สมองกับการเรียนรู้
 - 3.3 หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักการเรียนรู้ของสมองและจิตใจมนุษย์ 12 ประการตามแนวคิดของ Caine and Caine
 - 3.4 หลักการเรียนรู้โดยคำนึงถึงการทำงานของสมองตามแนวคิดของ Jensen
 - 3.5 แนวคิดเกี่ยวกับการสอนวิชาคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน
4. วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT
5. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน
6. งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่ใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
7. แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
8. แนวคิดเกี่ยวกับเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและ
มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ คุณภาพผู้เรียนระดับประถมศึกษา ได้แก่
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียดดังนี้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ประกอบด้วย 4 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ค 1.1
เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง มาตรฐาน ค 1.2
เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ
และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณ
และแก้ปัญหา และมาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการ
การวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และมาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและ
วิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และมาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึ่งภาพ (Visualization)
ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning)

สาระที่ 3 พีชคณิต ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์
แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน และมาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ
และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจน
แปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประกอบด้วย 3 มาตรฐาน ได้แก่
มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการ
ทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล และมาตรฐาน ค 5.3
ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1 มาตรฐาน ได้แก่
มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย
ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยง
คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียนระดับประถมศึกษา

1. ผู้เรียนที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ควรมีคุณภาพ ดังนี้ 1) มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ 2) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เวลา และเงิน สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ 3) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก รวมทั้งจุด ส่วนของ เส้นตรง รังสี เส้นตรง และมุม 4) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้ 5) รวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับตนเองและสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งได้ และ 6) ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ผู้เรียนที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมีคุณภาพ ดังนี้ 1) มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์ เศษส่วน ทศนิยม ไม่เกินสามตำแหน่ง ร้อยละ การดำเนินการของจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ สามารถหาค่าประมาณของจำนวนนับและทศนิยม ไม่เกินสามตำแหน่งได้ 2) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร ความจุ เวลา เงินทศ แผนผัง และขนาดของมุม สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ 3) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม รูปวงกลม ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด มุม และเส้นขนาน 4) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้ แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา พร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัวและแก้สมการนั้นได้ 5) รวบรวมข้อมูล อภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง เปรียบเทียบ แผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้น และตาราง และนำเสนอข้อมูลในรูปของแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น

ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการคาดคะเนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ และ 6) ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารการสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. มาตรฐานและตัวชี้วัดที่ใช้ในการวิจัย

มาตรฐานและตัวชี้วัดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายละเอียดดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 มาตรฐานและตัวชี้วัดชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐาน เกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเน ขนาดของสิ่งที่ ต้องการวัด	ป 6/1 อธิบายเส้นทางหรือบอก ตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ โดยระบุ ทิศทาง และ ระยะทางจริงจาก รูปภาพ แผนที่ และแผนผัง	<ul style="list-style-type: none"> • ทิศ • การบอกตำแหน่งโดยใช้ทิศ • มาตราส่วน • การอ่านแผนผัง
	ป 6/2 หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม	<ul style="list-style-type: none"> • การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้ ความยาวของด้าน • การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้ สมบัติของเส้นทแยงมุม
	ป 6/3 หาความยาวรอบรูป และพื้นที่ของรูปวงกลม	<ul style="list-style-type: none"> • การหาความยาวรอบรูปวงกลมหรือ ความยาวรอบวง • การหาพื้นที่ของรูปวงกลม
มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับ การวัด	ป 6/1 แก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ ความยาวรอบรูปของ รูปสี่เหลี่ยมและรูปวงกลม	<ul style="list-style-type: none"> • การคาดคะเนพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม • โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูป และพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม • โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูป และพื้นที่ของรูปวงกลม

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ป 6/2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	<ul style="list-style-type: none"> • โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
	ป 6/3 เขียนแผนผังแสดงตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ และแผนผังแสดงเส้นทางการเดินทาง	<ul style="list-style-type: none"> • การเขียนแผนผังแสดงสิ่งต่าง ๆ • การเขียนแผนผังแสดงเส้นทาง การเดินทาง • การเขียนแผนผังโดยสังเขป
มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	ป 6/1 บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ	<ul style="list-style-type: none"> • ส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ (ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด)
	ป 6/2 บอกสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ	<ul style="list-style-type: none"> • สมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม
	ป 6/3 บอกได้ว่าเส้นตรงคู่ใดขนานกัน	<ul style="list-style-type: none"> • การพิจารณาเส้นขนานโดยอาศัยมุมแย้ง • การพิจารณาเส้นขนานโดยอาศัยผลบวกของขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดเป็น 180 องศา
มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา	ป 6/1 ประดิษฐ์ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม และพีระมิด จากรูปคลี่หรือรูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้	<ul style="list-style-type: none"> • รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ (ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด) • การประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติ
	ป 6/2 สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ	<ul style="list-style-type: none"> • การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุมหรือเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถ ในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	ป 6/1 ใช้วิธีการที่หลากหลาย แก้ปัญหา ป 6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม ป 6/3 ให้เหตุผลประกอบ การตัดสินใจ และสรุปผลได้ อย่างเหมาะสม ป 6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และ การนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม ป 6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ป 6/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	-

ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของ Dienes

Dienes เป็นนักคณิตศาสตร์ที่สนใจศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็กเคยทำงานวิจัยร่วมกับ Jean Piaget, Jerome Bruner, Edward Begle และ Robert Davis ชื่อของ Dienes ยังเป็นสัญลักษณ์เกี่ยวกับการสอนทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นเอกลักษณ์ มีโครงสร้างการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และสร้างสรรค์เกมและกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างดี (Sriraman & Lesh, 2007, pp. 258-262) ความคิดของ Dienes แสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างอย่างแท้จริงระหว่างมโนคติเกี่ยวกับจำนวน (คณิตศาสตร์บริสุทธิ์) รวมทั้งการประยุกต์มโนคติ

เหล่านั้นเพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน (คณิตศาสตร์ประยุกต์) และมีความเชื่อว่า เด็กควรถูกนำไปค้นพบ โครงสร้างให้เด็กอยู่ในสถานการณ์ที่แวดล้อมด้วยโครงสร้างที่เป็นรูปธรรมแล้วค่อยเข้าสู่สถานการณ์ ที่เป็นนามธรรม กระบวนการที่เด็กใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรกและการหา คำตอบ ได้ถูกต้องมีความสำคัญเป็นอันดับรอง วิธีการสอนของ Dienes เริ่มจากให้เด็กมีมโนคติ จากการให้เด็กเล่นวัสดุอุปกรณ์ที่ครูเตรียมมาอย่างอิสระ วัสดุอุปกรณ์ที่เด็กเล่นนี้ต้องมีคุณสมบัติ เฉพาะที่ต้องการให้เด็กได้เรียนรู้ เมื่อเด็กคุ้นเคยกับของเล่นแล้วครูจะตั้งปัญหาถามให้เด็กคิด เพื่อทำให้เด็กมองเห็นหลักเกณฑ์หรือคุณสมบัติโดยให้เด็กทำกิจกรรมหลาย ๆ รูปแบบเพื่อให้ มองเห็นความคล้ายคลึงหรือคุณสมบัติร่วมของกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อสร้างมโนคติ การที่让孩子สร้าง มโนคติจากของจริงจะช่วยให้เขาเกิดความเข้าใจจากรูปภาพ และในที่สุด เขาก็จะเข้าใจสัญลักษณ์ ซึ่งเป็นนามธรรมได้ วิธีการของ Dienes เป็นวิธีที่ต้องมีการวางแผนล่วงหน้า มีโครงสร้าง และตั้งอยู่ บนรากฐานของการปฏิบัติจากวัตถุจริง แล้วค่อย ๆ ก้าวไปสู่การใช้สัญลักษณ์ (อัมพร ม้าคอง, 2546, หน้า 2-3) ซึ่งการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Dienes มี 6 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ (Dienes, 2010) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเล่นอย่างอิสระ (Free play) การเผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ คนส่วนใหญ่ มักไม่แน่ใจในวิธีการของตน และอธิบายว่าต้องแก้ปัญหาจากการลองผิดลองถูก ซึ่งการให้ผู้เรียน มีปฏิสัมพันธ์อย่างอิสระกับสถานการณ์ต่าง ๆ โดยให้พยายามแก้ปัญหา ผู้เรียนจะพยายามลองทำ สิ่งต่าง ๆ จนกระทั่งเกิดรูปแบบที่ชัดเจนขึ้นจากนั้นพฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ จะเกิดขึ้นขั้นตอนนี้คือ “การให้เล่นอย่างอิสระ” เป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ทั้งหมด นี่คือนิสัยที่ ผู้เรียนจะเกิดความคุ้นเคยกับสถานการณ์ที่ต้องเผชิญหน้า

ขั้นที่ 2 การกำหนดกฎการเล่น (Play by the rules) หลังจากให้ผู้เรียนทดลองเล่น อย่างอิสระแล้ว สิ่งที่ดีควรให้เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมนั้นคือกำหนด “กฎของการเล่น” เพราะ ในความเป็นจริงแล้วกิจกรรมที่น่าสนใจต้องเป็นการเล่นที่มีการกำหนดกฎซึ่งเป็นขั้นตอนสั้น ๆ ง่าย ๆ บางกฎของเกมต้องสามารถสังเกตได้ว่าเงื่อนไขที่กำหนดไว้ต้องมีความพึงพอใจตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงสิ้นสุดเกม แนวทาง การจัดการศึกษาให้เป็นประโยชน์ต้องกำหนดกฎให้สอดคล้องกับกฎที่มี อยู่ในบางส่วนของคณิตศาสตร์ และหวังว่าผู้เรียนควรจะต้องเรียนรู้ ขั้นตอนนี้ควรเป็นส่วนหนึ่ง วงจรการเรียนรู้ เราสามารถเรียกขั้นตอนนี้ว่าการเรียนรู้ตามกฎ

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ (Comparison) เมื่อเด็กได้เล่นเกมคณิตศาสตร์ที่มีช่วงแห่ง การสนทนาเพื่อเปรียบเทียบกับสิ่งรอบตัว เป็นสิ่งที่ดีหากการสอนมีเกมที่หลากหลายและ ครอบคลุมโครงสร้างแห่งกฎเกณฑ์ ซึ่งมีสื่อการเรียนการสอนที่แตกต่างกันด้วยนั้น แม้ว่าเกม จะดูแตกต่างกันแต่การระบุเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ของเกมสามารถทำให้คล้ายกันได้จากการกำหนด

โครงสร้างที่แสดงให้เห็นองค์ประกอบในการเล่นได้ นี่คือสิ่งที่พึงประสงค์และชี้ให้เห็นถึงการสร้าง “ความหมาย” ระหว่างเกมที่มีโครงสร้างเดียวกันเพื่อให้แต่ละองค์ประกอบและการดำเนินงาน ในแต่ละเกมนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบที่ไม่ซ้ำกันหรือการดำเนินงานในเกมอื่น ๆ สิ่งเหล่านี้ จะช่วยให้ผู้เรียนตระหนักว่าวัสดุหรือสื่อที่ใช้ในเกมมีความสำคัญน้อยกว่าโครงสร้างกฎ ดังนั้น ผู้เรียนจะได้รับการส่งเสริมให้ทำตามขั้นตอนแรกสู่ความเป็นนามธรรม ช่วยให้ตระหนักถึง เกมที่ประกอบไปด้วยกฎซึ่งเป็นเรื่องปกติ และขณะฝึกปฏิบัติสามารถปรึกษาหารือกันได้

ขั้นที่ 4 การใช้ตัวแทน (Representation) เมื่อผู้เรียนได้เรียนในเนื้อหาที่มีลักษณะ เป็นนามธรรมในเกมต่าง ๆ และได้ฝึกปฏิบัติจากรูปภาพซึ่งมีความหมายและเป็นตัวแทนผู้ ความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ของกิจกรรมที่มีความหลากหลาย ช่วงนี้สามารถให้คำแนะนำ ของแผนภาพที่นำเสนอ เช่น ภาพลูกศร ตาราง ระบบพิกัด หรือวงล้อ ซึ่งจะช่วยให้ไขปัญหา ทางความคิดของผู้เรียนให้เข้าใจถึงหลักการที่แท้จริง ผู้สอนไม่ต้องหวังว่าความเป็นนามธรรม จะเป็นวัตถุหรือสถานการณ์ที่ไม่มีอยู่ในโลกแห่งความจริง ผู้สอนสามารถค้นวิธีนำเสนอใน ช่วงเวลาหนึ่งเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นภาพรวมของสาระสำคัญผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ การแต่ละครั้ง ที่มีการเรียนรู้จากเกมสามารถสร้างแผนผังของเนื้อหาที่ได้นำเสนอ

ขั้นที่ 5 การใช้สัญลักษณ์ (Symbolization) การให้ผู้เรียนศึกษาตัวแทนหรือแผนผัง แล้วรวบรวมคุณสมบัติบางอย่างที่มีในเกม ตัวอย่างเช่น การตรวจสอบผลลัพธ์ของทั้งสองวิธี ซึ่งมีผลลัพธ์เช่นเดียวกัน โดยใช้วิธีการค้นพบ (Discovery) ภาษาที่ใช้ในระดับประถมศึกษานั้น สามารถพัฒนาจากการอธิบายในรายละเอียดของแผนผังสามารถใช้ภาษาที่เหมาะสมจาก ภาษาสัญลักษณ์ที่ใช้ตามอัตราอย่างใดอย่างหนึ่งหรือเรียกอีกอย่างว่าวิธีระบบสัญลักษณ์ระบบ สัญลักษณ์เหล่านี้สามารถพัฒนาสิ่งที่สามารถใช้อธิบายรายละเอียดของระบบการเรียนรู้เพื่อเป็น ข้อมูลในการศึกษาแผนผัง

ขั้นที่ 6 การสร้างแบบแผน (Formalization) เป็นการอธิบายขั้นที่ 5 การใช้สัญลักษณ์ ที่อธิบายไว้ก่อนแล้วและค่อนข้างซับซ้อนเกิดขึ้นเมื่อกลายเป็นความต้องการที่จะสร้างรายละเอียด ของความยุ่งยากของคำอธิบาย การให้คำแนะนำอาจชี้ให้เห็นคำอธิบายเบื้องต้นเล็กน้อยอย่างพอเพียง ให้นานพอที่จะผนวกรายละเอียดการสรุปลงในแผนผัง การกำหนดกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ที่ชัดเจนนั้นคือวิธีการอุปนัยนั่นเองกรณีเช่นนี้เราทำให้ขั้นตอนแรกเข้าไปสู่ความตระหนักถึง คำอธิบายที่มีความเป็นสัจพจน์ (Axioms) และให้รายละเอียดอื่นสำหรับสรุปเป็นทฤษฎีบท (Theorems) เป็นหนทางการนำสัจพจน์สู่ทฤษฎีบทกลายเป็นหลักฐานที่พิสูจน์ได้นั่นเอง (Proofs)

ปรัชญาและทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based learning: BBL)

ความเป็นมาและความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

จากการศึกษาเอกสารของวิชัย วงษ์ใหญ่ (2542) ซึ่งได้กล่าวถึงความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไว้ว่า ช่วงปี ค.ศ. 1970 เริ่มมีหนังสือที่กล่าวถึงสมอง (Brain) ปรากฏมาแทนคำว่าจิตใจ (Mind) ซึ่งช่วงนั้นปรากฏไว้ในหนังสือที่ได้รับความนิยม ได้แก่ Use both sides of your brain ของ Buzan (1974) และ Drawing on the right side of the brain ของ Edwards (1979) ต่อมาในปี ค.ศ. 1980 จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับสมองและการเรียนรู้ทางด้านสมองอย่างต่อเนื่อง ในปี ค.ศ. 1983 มีกระบวนการทัศน์ใหม่เกิดขึ้นซึ่งได้เชื่อมโยงระหว่างการศึกษแบบดั้งเดิมให้ควบคู่กับสมองมนุษย์ โดยได้ระบุไว้ในหนังสือมากมาย เช่น Human brain and Human learning ของ Hart (1983) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่คำนึงถึงการทำงานของสมองของผู้เรียน ในหนังสือ Frames of mind: The theory of multiple intelligences ของ Gardner (1983) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงการทำงานของสมองกับการคิด และหนังสือ Making connections: Teaching and the human brain ของ Caine and Caine (1990) ได้พัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียนที่เชื่อมโยงกับสมองมนุษย์ได้อย่างชัดเจน

นักจิตวิทยาการศึกษาสองท่านที่ชื่อว่า Renate Nummela Caine and Geoferey Caine ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสมองนำไปสู่การนำไปประยุกต์ใช้ในการสอนและการเรียนรู้ เขาจึงมุ่งมั่นพัฒนาการสอนโดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับสมองทำให้นักวิจัยมุ่งเน้นไปที่การเรียนรู้ของสมองเป็นหลัก การเรียนรู้สมองจึงเกิดขึ้น ขณะที่มึนนักการศึกษามากมายมุ่งพัฒนาการสอนให้มีประสิทธิภาพเพื่อให้ได้มาตรฐานการสอนระดับชาติ Caine and Caine จึงได้พัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการจัดชั้นเรียนโดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Classroom) และได้เขียนหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักการเรียนรู้ของสมองและจิตใจมนุษย์ 12 ประการ (12 Brain/ mind principles for learning) และแนวการสอนโดยเชื่อมโยงกับการทำงานของสมอง (Making connections: Teaching and the human brain) หลังจากนั้น จึงมีนักการศึกษาอีกมากมายได้นำแนวคิดนี้ไปใช้ในการพัฒนาแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based learning) อย่างต่อเนื่อง

มีนักการศึกษามากมายได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ไว้ โดยนักการศึกษาต่างประเทศให้ความหมายว่าเป็นการเรียนรู้ที่อธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้ แนวคิด และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสมองมาช่วยเด็กให้เกิดการเรียนรู้ที่ถาวรมากที่สุด ถ้ามีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีที่อยู่เบื้องหลังของ BBL ก็สามารถนำความรู้ แนวคิด หรือทฤษฎีที่หลากหลายเหล่านั้นไปใช้เพื่อฝึกหรือส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กได้ (Call, 2003, p. 9) โดยการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของสมอง มีวิธีการเชิงธรรมชาติ มีการสร้างแรงจูงใจ และสนับสนุนการเรียน

การสอนเพื่อมีประสิทธิภาพมากที่สุด เป็นการเรียนรู้ที่ต้องตอบคำถามที่ว่า จะทำอย่างไรเพื่อสมองจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดอะไรบ้างที่ดีต่อสมอง ดังนั้นความหมายจึงเป็นการเรียนรู้ที่ผสมผสานหรือรวบรวมหลากหลายทักษะความรู้เพื่อนำมาใช้ในการส่งเสริมการทำงานของสมอง เช่น ความรู้ทางเคมีศาสตร์ ประสาทวิทยา จิตวิทยา สังคมศาสตร์ พันธุศาสตร์ ชีววิทยา และชีวประสาทวิทยา ซึ่งเป็นการนำความรู้การทำงานหรือธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของสมองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Politano & Paquin, 2000, p. 1; Jensen, 2000, p. 6) นอกจากนี้มีนักการศึกษาไทยได้ให้ความหมายเกี่ยวกับ BBL ไว้ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับกลไกการทำงานของระบบประสาท โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมองและตัวรับความรู้สึกหรืออวัยวะรับความรู้สึกทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกาย ซึ่งทำหน้าที่รับความรู้สึกจากตัวกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อม แล้วไปประมวลผลที่สมอง (ชัยเลิศ พิเชิตพรชัย, 2550) สมองมนุษย์จึงเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดที่มนุษย์ต้องใช้ในการเรียนรู้ จึงนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมองไปใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพสูงสุดในการเรียนรู้ของมนุษย์แต่ละช่วงวัย (ลัดดาวัลย์ แก้ววรรณ, 2550) การเรียนรู้ที่มีพื้นฐานอยู่บนโครงสร้าง และการทำหน้าที่ของสมองเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้โดยไม่สกัดกั้นการทำงานของสมอง แต่เป็นการส่งเสริมให้สมองได้ปฏิบัติหน้าที่ให้สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งถ้าหากสมองไม่ได้ถูกปิดกั้นจากการบรรลุนกระบวนการตามปกติของมัน การเรียนรู้ก็จะเกิดขึ้น นั่นก็คือ ทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ ทุกคนมีสมองพร้อมที่จะเรียนรู้มาตั้งแต่กำเนิด ทุกคนที่มีสมองปกติเรียนรู้อยู่แล้วโดยธรรมชาติ (เพื่อการอยู่รอดของชีวิต) เพราะสมองเป็นเครื่องประมวลผลที่มีพลังสูงอย่างมหาศาลแต่การจัดการศึกษาแบบเก่ามักขัดขวางการเรียนรู้ของสมองโดยการทำให้ที่อดอย เพิกเฉย หรือลงโทษกระบวนการเรียนรู้ทางธรรมชาติของสมอง (แสงเดือน คงนาวัง, 2550; วิทยากร เชียงกุล, 2549, หน้า 115) ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า BBL เป็นการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ โดยส่งเสริมให้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาเกิดการเรียนรู้อย่างสมดุลและสอดคล้องกับสติปัญญาของผู้เรียน อาศัยกลไกการทำงานของระบบประสาททั้งห้า เพื่อส่งเสริมการทำงานของสมอง ทั้งนี้ไม่ควรสกัดกั้นการทำงานของสมอง แต่เป็นการส่งเสริมให้สมองได้ปฏิบัติหน้าที่ให้สมบูรณ์จากการสร้างแรงจูงใจทางบวกอย่างต่อเนื่องเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ

สมองกับการเรียนรู้

ความสามารถของมนุษย์ในการแก้ปัญหาหรือกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีคุณค่าในสังคม ต้องมีส่วนร่วมของสมองเป็นฐานรองรับ เพราะสมองของมนุษย์เป็นโครงสร้างที่มหัศจรรย์สามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้นั้นต้องอาศัยสมองและระบบประสาทเป็นพื้นฐานของการรับรู้ ซึ่งรับความรู้สึกจากการมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส การรับรส และการรับกลิ่น ซึ่งจะสามารถ

เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ กระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ผู้สอนจะต้องใส่ใจและให้ความสำคัญกับสมองที่มีส่วนสำคัญกับการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็นสามส่วน คือ สมองส่วนแกน (Stem) สมองชั้นกลาง (Limbic) และสมองชั้นนอก (Cerebrum) ซึ่ง วิชัย วงษ์ใหญ่ (2542, หน้า 13-15) ได้อธิบายเกี่ยวกับสมองกับการเรียนรู้ ดังนี้

1. สมองส่วนแกน จะเกิดขึ้นก่อนในมนุษย์ หน้าที่หลักของส่วนนี้ไม่แตกต่างจากระบบสมองของสัตว์ จะควบคุมกลไกเกี่ยวกับความรู้สึก การแสดงออก การเอาตัวรอด การผลักดันให้แสวงหาอาหาร ความหิวและที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์ การปกป้องตนเอง การแสดงปฏิกิริยาตอบโต้หรือถอยหนีเพื่อความอยู่รอด ในการจัดการเรียนการสอนผู้สอนจะต้องสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า ถ้าผู้เรียนยังหิว วิตกกังวล หวาดกลัว ผู้สอนจะต้องรีบแก้ไขจุดนี้อันเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้จะมองข้ามไปไม่ได้ ถ้าผู้เรียนยังไม่ได้รับการช่วยเหลือในส่วนนี้ก็จะเป็อุปสรรคต่อกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งผู้สอนจะต้องวางแผนดำเนินการแก้ไขกับผู้เรียนที่จุดนี้ก่อน

2. สมองชั้นกลาง จะพัฒนาการสูงกว่าสมองส่วนแกนคุณสมบัติของสมองส่วนนี้ใกล้เคียงกับสมองสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม หน้าที่หลักคือ การควบคุมอารมณ์ ความรู้สึก และความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ประสบการณ์แห่งความสนุกสนาน ความรัก ความผูกพัน ความชิงชัง ความเกลียด ความโกรธความวิตกกังวล ความกลัว ความจำ ควบคุม จังหวะการดำเนินชีวิตในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องสังเกตผู้เรียน ถ้าผู้เรียนมีความรู้สึกหวาดกลัว ขาดความมั่นใจ ถูกเพื่อนล้อ รู้สึกไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของสมาชิกในกลุ่ม ผู้สอนจะต้องสร้างความมั่นคงทางอารมณ์และให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ดีกับตนเองและรู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งของสมาชิกของกลุ่มเพื่อนเสียก่อนแล้วจึงจัดสภาพของกระบวนการและสิ่งแวดล้อมให้เกิดการเรียนรู้ การรับรู้ข้อมูลทางสายตาดารได้ยิน ความรู้สึก การสัมผัส ซึ่งผู้เรียนจะรับเข้าไปเป็นความจำในสมองส่วนนี้ และส่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้ โดยจะสัมพันธ์กับสมองส่วนนอก ถ้าผู้สอนไม่สนใจและไม่แก้ไขที่จุดนี้ ละเลยการแก้ปัญหา ไม่ได้สร้างความมั่นคงทางอารมณ์ก่อนที่จะสอน การเรียนรู้จะไม่เกิดขึ้น ผู้เรียนจะแยกตัวเองออกจากกลุ่มอาจจะไปแสวงหาสิ่งตื่นเต้นภายนอกมาทดแทน เช่น ความฟุ่มเฟือย ความตื่นเต้น ความรุนแรง รวมถึงยาเสพติด และมีพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ ทั้งนี้อาจจะนำความยุ่งยากรุนแรงและปัญหาอื่นตามมา ดังปรากฏอยู่ในโรงเรียนและในชีวิตและสังคม

3. สมองส่วนนอก จะกำหนดความคิด เหตุผล สติปัญญาของผู้เรียนแต่ละบุคคล หน้าที่หลักคือ การเลือกข้อมูล ข่าวสารที่ได้รับผ่านมาจากประสาทสัมผัส เส้นใยประสาท (Dendrite) เกิดการเชื่อมโยงความคิด เหตุผล การไตร่ตรอง การควบคุมการแสดงพฤติกรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ McClean (n.d. อ้างถึงใน สุนทร โคตรบรรเทา, 2548, หน้า 4-5) ได้บัญญัติศัพท์สมองไตรภาคี (Triune brain) หรือสมองสามส่วนเช่นกัน โดยอธิบายว่า

สมองมนุษย์ทำงานราวกับว่ามีสามสมองอยู่ในหนึ่งสมอง หรือสมองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ซึ่งในแต่ละส่วนมีอิทธิพลต่อกัน ไม่มีส่วนใดควบคุมกัน คำอธิบายเกี่ยวกับสมองสามส่วน มีดังนี้

1. สมองส่วนสัตว์เลื้อยคลาน (Reptilian brain) หรือสมองส่วนปมอาร์ (R-Complex) ได้แก่ แกนสมอง (Stem) และเซเรเบลลัม (Cerebellum) สมองส่วนสัตว์เลื้อยคลานนี้ต่อขึ้นมาจากไขสันหลัง (Spinal cord) และมีขนาดประมาณความหนาของนิ้วกลาง ทำหน้าที่ควบคุมการตอบสนองสัญชาตญาณพื้นฐาน (Basic instinctive responses) สมองส่วนสัตว์เลื้อยคลานรับผิดชอบพฤติกรรมมนุษย์ เช่น การปรับตัวเข้ากับสังคม (Social conformity) การจัดแบ่งอาณาจักรของตนเอง (Territoriality) การเข้าสังคม (Social rituals) การลำดับความอาวุโส (Hierarchies) และการคบเพศตรงข้าม (Mating rituals) เป็นต้น

2. สมองส่วนระบบสีแบ่งเขต (Limbic system brain) หรือสมองส่วนกลาง (Mid-brain) ประกอบด้วย อามิกดาลา (Amygdala) ฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ต่อไพเนล (Pineal gland) ทาลามัส (Thalamus) และนิวเคลียสแอคคัมเบนส์ (Nucleus-accumbens) สมองส่วนระบบสีแบ่งเขตนี้ควบคุมอารมณ์ กามารมณ์ และศูนย์รวมความสุขและความเจ็บปวด รับผิดชอบต่อความตั้งใจ (Attention) และการนอน (Sleep) ความผูกพันทางสังคม (Social bonding) ความใกล้ชิดกับพ่อแม่ (Parental closeness) การเกิดความทรงจำ (Formation of memories) การแสดงออกความรู้สึก (Expressiveness) และความจำระยะ (Long-term memory)

3. สมองสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมใหม่ (Neomammalian brain) หรือคอร์เทกซ์ใหม่ (Neocortex) ประกอบด้วย พูสมองด้านหน้า (Frontal lobe) พูสมองส่วนหลังกะโหลก (Occipital lobe) พูสมองส่วนเป็นโพรง (Parietal lobe) และพูสมองด้านข้างขมับ (Temporal lobes) สมองส่วนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมใหม่หรือคอร์เทกซ์ใหม่นี้ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการความเข้าใจ (Intellectual processes) ทั้งหลายรับผิดชอบต่อการแก้ปัญหา (Problem-solving) การคิด (Thinking) การคิดทบทวน (Reflection) การทำนาย (Forecasting) การวางแผนระยะยาว (Long-range planning) การคิดทบทวน (Reflection) การทำนาย (Reading) การแปลความ (Translating) และความคิดสร้างสรรค์ในศิลปะต่าง ๆ (Creativity in the arts)

การจัดการเรียนการสอน ผู้สอนต้องสังเกตและแก้ไข ปรับสาเหตุปัญหาหลัก ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของสมองส่วนแกนเป็นอันดับแรก สร้างความมั่นคงทางจิตใจ ในระดับสมองชั้นกลางเป็นลำดับต่อมา สมองส่วนนอกก็จะทำหน้าที่ให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิภาพเป็นพลังการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนสามารถคิดได้เอง มีเหตุผล การคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาผู้สอนสามารถกระตุ้นกระบวนการคิดให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ อย่างเป็นลำดับและต่อเนื่องอันจะพัฒนาไปสู่กระบวนการคิดขั้นสูงได้ เป็นการพัฒนาศักยภาพ

ทางการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียน ทั้งความรู้ควบคู่กับความคิด การเรียนรู้ก็จะมีประสิทธิภาพ

ศักยภาพของผู้เรียน เป็นลักษณะความสามารถซึ่งฝังตัวอยู่เฉียบ ๆ เพื่อรอโอกาสพัฒนา เป็นความสามารถที่มีคุณค่าของมนุษย์ โดยให้โอกาสการเรียนรู้จึงจะพัฒนาการปรากฏออกมา นอกจากขั้นของสมองส่วนสัมพันธ์กับการเรียนรู้แล้ว สมองซีกซ้ายและซีกขวาก็มีส่วนสัมพันธ์กับการเรียนรู้ด้วย ผู้สอนจะต้องตระหนักถึงความสัมพันธ์ของสมองทั้งสองซีกของผู้เรียน กระตุ้น การเรียนรู้ให้เกิดความสมดุลของสมองทั้งสองซีก ซึ่งเป็นศักยภาพการเรียนรู้ที่น่าสนใจ การทำงาน ของสมองจะเปลี่ยนทุก ๆ 90 นาที ถ้าด้านหนึ่งทำงานดี อีกด้านหนึ่งจะจาง ดังนั้น ผู้สอนจะต้อง คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้สมองทำงานทั้งสองซีกให้สมดุลจึงจะหลั่งสารเอ็นโดรฟินหรือสารสุข สมองซีกซ้ายจะรับข้อมูลมาแล้วจะดำเนินการประมวล (Process) ข้อมูลตามกระบวนการต่าง ๆ ได้เร็วกว่าสมองซีกขวา แม้แต่การขยับมือ กระดิกนิ้ว (Fine motor) ก็จะไปกระตุ้นเส้นใยประสาท ของสมอง (Dendrite) เส้นใยประสาทเป็นเซลล์ ที่ขยายตัวออกมามีลักษณะคล้ายรากในเส้นใยประสาท จะมีกระแสไฟฟ้า (Electric charge) เมื่อมนุษย์มีความปรารถนาจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสารเคมี ในสมอง เมื่อมีการหลั่งสารเคมีออกมาสะสมในสมองจะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น เส้นใยประสาท จะเจริญเติบโตและกระทำการเชื่อมต่อกัน จึงจะเกิดการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนมีความสนใจ ความต้องการ ในการเรียนรู้จะมีการสร้างภาพในสมอง จึงจะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น มีแรง มีการกระทำเชื่อมต่อ ที่แน่นอน ผลก็จะเกิดขึ้นได้จริงมากกว่าการเรียนรู้แบบการลองผิดลองถูก เพราะการกระทำของ กระแสไฟฟ้าเชื่อมต่อไม่แน่นอน การลองผิดลองถูกจะเสียเวลาเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ไม่มี ประสิทธิภาพ ในสมองมนุษย์จะมีการสร้างกระแสไฟฟ้าใหม่ (New electric pathway) อยู่ตลอดเวลา การเดินของมนุษย์เป็นกระบวนการของการเรียนรู้ประการหนึ่ง เพราะการเดินทำให้เกิดการเชื่อมต่อ ของเส้นใยประสาท ขณะเดินจะมีการสร้างกระแสไฟฟ้า (Electric pathway) ในทำนองเดียวกัน เมื่อคนเราเกิดความสนใจ ความต้องการที่จะเรียนรู้ สมองก็จะมีการสร้างกระแสไฟฟ้าเพื่อเชื่อมโยง

สมองทั้งสองซีกจะมีความถนัดในเรื่องต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน คือ **สมองซีกซ้าย** จะมีศักยภาพ เกี่ยวกับภาษา การฟัง ความจำ การวิเคราะห์ เหตุผล การจัดลำดับ การคิดคำนวณ สัญลักษณ์ เหตุผล เชิงตรรกะ และวิทยาศาสตร์ **ผู้เรียนที่ถนัดใช้สมองซีกซ้ายในการเรียนรู้** จะมีลักษณะเด่นในการใช้ เหตุผล ตรรกะข้อมูล และภาษา มีความสนใจใช้เวลาในการพิจารณาหาคำตอบ และส่วนมากจะตอบ คำถามได้ถูกโดยใช้ความคิด การไตร่ตรอง สร้างความคิดรวบยอดของการเรียนรู้ ส่วน**สมองซีกขวา** จะมีศักยภาพเกี่ยวกับจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ อารมณ์ความรู้สึกรับรู้ภาพรวม การรับรู้ ทางประสาทสัมผัส ไม่มีลำดับก่อนหลัง ศิลปะ สุนทรีย รูปทรง รูปแบบ สีดนตรี มิติสัมพันธ์ และการเคลื่อนไหว **ผู้เรียนที่มีความถนัดของสมองซีกขวา** จะมีลักษณะสร้างสรรค์จินตนาการ

แก้ปัญหาโดยใช้สามัญสำนึกมากกว่าการใช้เหตุผลและข้อมูลเชิงวิชาการ ตอบคำถามอย่างรวดเร็ว และมีโอกาสตอบผิดมาก เพราะใช้สัญชาตญาณมากกว่าการใช้ความคิดและเหตุผล จะไม่ใช้เวลามากในการวิเคราะห์ปัญหาหรือตอบคำถาม (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542, หน้า 16-18)

หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักการเรียนรู้ของสมองและจิตใญมนุษย์ 12 ประการ

ตามแนวคิดของ Cain and Caine

Caine and Caine (2005) กล่าวถึงหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักการเรียนรู้ของสมองและจิตใญมนุษย์ 12 ประการ (12 Brain/ mind principles for learning) และแนวการสอน โดยเชื่อมโยงกับการทำงานของสมอง ซึ่งหลักการเรียนรู้ของสมองและจิตใญมนุษย์มี 12 ประการ (ดังภาพที่ 2-2) มีรายละเอียดดังนี้ (อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา, 2551, หน้า 248-253)

1. สมองเป็นตัวประมวลข้อมูลแบบคู่ขนาน (Parallel processor) สมองมนุษย์

ทำกิจกรรมหลายระดับหลายอย่างในเวลาเดียวกันหรือพร้อมกัน ทั้งความคิด อารมณ์ จินตนาการ พฤติกรรม ไน้มเอียง สภาวะทางร่างกาย และความรู้สึกต่าง ๆ เกิดขึ้นได้ในเวลาเดียวกัน หรือขนานกันไป ตัวอย่างเช่น ในขณะที่อ่านหนังสือหน้านี้ อาจคิดถึงเรื่องอื่น ๆ ด้วย หรือเกิดความคิดขึ้นมาในใจทันทีที่จะตอบคำถาม โจทย์การบ้านที่อาจารย์ให้ไว้อย่างไร เป็นต้น การเรียนรู้ของสมองเราจะเพิ่มขึ้น หากมีสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่อุดมสมบูรณ์ด้วยการกระตุ้นที่หลากหลาย ดังนั้น การเรียนรู้แบบฝึกปฏิบัติ ทักษะศึกษา การใช้สื่อหลายทาง การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบประสานทุกอย่างที่เอื้ออำนวย การฝึกการแก้ปัญหาที่เป็นจริง การทำโครงการ จึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการนั่งฟังบรรยายและท่องจำ

2. ส่วนต่าง ๆ ในสมองนั้นทำงานร่วมกันแบบประชาคม (Social brain) การเรียนรู้

เกี่ยวข้องกับความพร้อมของสภาพทางกายภาพทุกส่วนของผู้เรียน (Whole physiology) เช่น การมีสุขภาพที่ดี วุฒิภาวะตามวัย มีความสะดวกสบายทางร่างกาย การมีอารมณ์ดี และที่สำคัญที่สุดคือ การมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ ในสังคมการเรียนรู้เป็นกลุ่มแบบมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ เช่น การเล่นเกมการอภิปราย การทำงานเป็นกลุ่ม ฯลฯ จึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้ด้วยตนเองเพียงคนเดียว หรือการมุ่งแข่งขันเอาชนะแบบตัวใครตัวมัน

3. สมองเกิดมาเพื่อแสวงหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ อยู่เสมอ นั่นคือ คนเราต้องการ

ทำความเข้าใจกับประสบการณ์ของตนเอง การเรียนการสอนจึงควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องที่เรียนอย่างสัมพันธ์เชื่อมโยงกับประสบการณ์และชีวิตจริงของพวกเขา

4. การแสวงหาความหมายเกิดขึ้นโดยผ่านการจำแนกแยกแยะ จัดหมวดหมู่ความเข้าใจ ออกมาอย่างมีแบบแผนต่าง ๆ (Patterning) การค้นหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ เป็นพื้นฐาน การทำงานของสมองมนุษย์ การเรียนรู้ตามปกติจำเป็นต้องมีความตื่นตัวและมีความหมาย และต้องมีหลายตัวเลือก สมองมนุษย์จึงเป็นทั้งนักศิลปะและนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งพยายามค้นหา และทำความเข้าใจกับแบบแผน (Patterns) ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ตัวอย่างของการมีรูปแบบ เช่น การฝันกลางวัน การแก้ปัญหา และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น ซึ่งมนุษย์มีอิทธิพล ในการชี้้นำให้เกิดขึ้นได้

5. อารมณ์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ การเรียนรู้ได้รับอิทธิพลจากอารมณ์และมีอารมณ์ เป็นตัวจัดการ ผลกระทบทางอารมณ์ของบทเรียนหรือประสบการณ์ชีวิตจะมีผลต่อความรู้สึกรหรือ เจตคติต่อการเรียนรู้อย่างมหาศาลทีเดียว โดยหลักการพื้นฐานแล้วสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ต้องมีลักษณะของการเคารพและการยอมรับซึ่งกันและกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรือนักเรียน นักศึกษากับครูอาจารย์

6. สมองประมวลข้อมูลทั้งภาพรวม และส่วนย่อยไปพร้อมกัน ตามหลักความเชื่อ เกี่ยวกับสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาแล้ว จะเห็นว่ามีข้อแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง สมองซีกซ้าย (Left hemisphere) กับสมองซีกขวา (Right hemisphere) สมองซีกซ้ายทำหน้าที่ เกี่ยวกับตรรกะ (Logic) การคิดในแนวเส้นตรง (Linearity) การวิเคราะห์และเนื้อเพลง ส่วนสมอง ซีกขวาทำหน้าที่เกี่ยวกับศิลปะ การจินตนาการ มิติสัมพันธ์ (Dimension) และทำนองเพลง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม สมองทั้งสองซีกทำหน้าที่เสริมซึ่งกันและกัน ไม่ว่าจะเป็นด้านภาษา ดนตรี ศิลปะ หรือคณิตศาสตร์ เช่น ควรเริ่มต้นจากการอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนว่าวิชานี้คืออะไร มีขอบเขต อย่างไร มีประโยชน์อย่างไร มีวิธีการเรียนรู้อย่างไร แทนที่ครูหรือตำราจะไปกล่าวถึงรายละเอียด บทแรกของเนื้อหาวิชานั้น ๆ เลย โดยไม่เชื่อมโยงกับบริบท หรือตัวเนื้อหาที่เป็นภาพใหญ่

7. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับความสนใจไปยังจุดที่เฉพาะเจาะจง และการรับรู้ของ ประสบการณ์ต่าง ๆ อย่างรอบด้าน การสร้างสื่อการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการรับรู้ หลาย ๆ ทาง ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและจำได้ดียิ่งขึ้นครูที่กระตือรือร้นและทำตัวเป็นแบบอย่างที่ดี ช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่กำลังเรียน ครูที่มีความตั้งใจอยากถ่ายทอดความรู้ให้ลูกศิษย์ อย่างมีพลัง จะช่วยให้เกิดการสนใจฟังและเรียนรู้ได้ดีกว่าการสอนแบบเรียบ ๆ หรือเฉื่อยเนือย ครูควรต้องฝึกศิลปะในการพูดหรือการสื่อสาร ซึ่งรวมทั้งการแสดงออกทางร่างกายให้สามารถ สื่อเนื้อหาสาระ ไปถึงผู้รับ (นักเรียน) ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

8. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งแบบมีจิตสำนึก (Conscious) และจิตใต้สำนึก (Unconscious) เช่น ความเข้าใจในบางเรื่อง อาจจะยังไม่ได้เกิดในชั้นเรียนตอนนั้น แต่ไปเกิดขึ้นหลังจากหลายชั่วโมง หรือหลายสัปดาห์ผ่านไป เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลใหม่ที่กลับเข้ามาเชื่อมโยงกับข้อมูลเก่า หรือเมื่อเขาได้คิดปะติดปะต่อเชื่อมโยงกับเรื่องที่เขายังไม่เข้าใจในตอนแรก จึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนประมวลข้อมูลอย่างกระตือรือร้น หัดคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สืบหาการเรียนรู้ของตัวเองอย่างมีจิตสำนึก

9. ความจำมีสองประเภท คือ ความจำแบบมีระยะทางและความจำแบบท่องจำ ทุกคนมีระบบความจำแบบมีระยะทาง (Spatial memory) ตามธรรมชาติ ซึ่งช่วยให้มีความจำทันที (Instant memory) และการระลึกถึงประสบการณ์ในอดีต (Recall of experience) ส่วนความจำแบบท่องจำ (Rote memory) เป็นชุดระบบซึ่งออกแบบเป็นพิเศษ โดยเฉพาะ สำหรับเก็บข้อมูลที่ค่อนข้างจะไม่มี ความเกี่ยวข้องกันนัก ตัวอย่างทั่ว ๆ ไป เช่น ตารางสูตรคูณ เสียงของคำต่าง ๆ การสะกดคำ ข้อเท็จจริง และวันสำคัญทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น เป็นที่สังเกตว่า สมองเข้าใจและจำข้อเท็จจริงได้ดีที่สุด เมื่อข้อเท็จจริงและทักษะต่าง ๆ ฟังลึกลงไปในระบบการจำแบบมีระยะทาง (Spatial memory system)

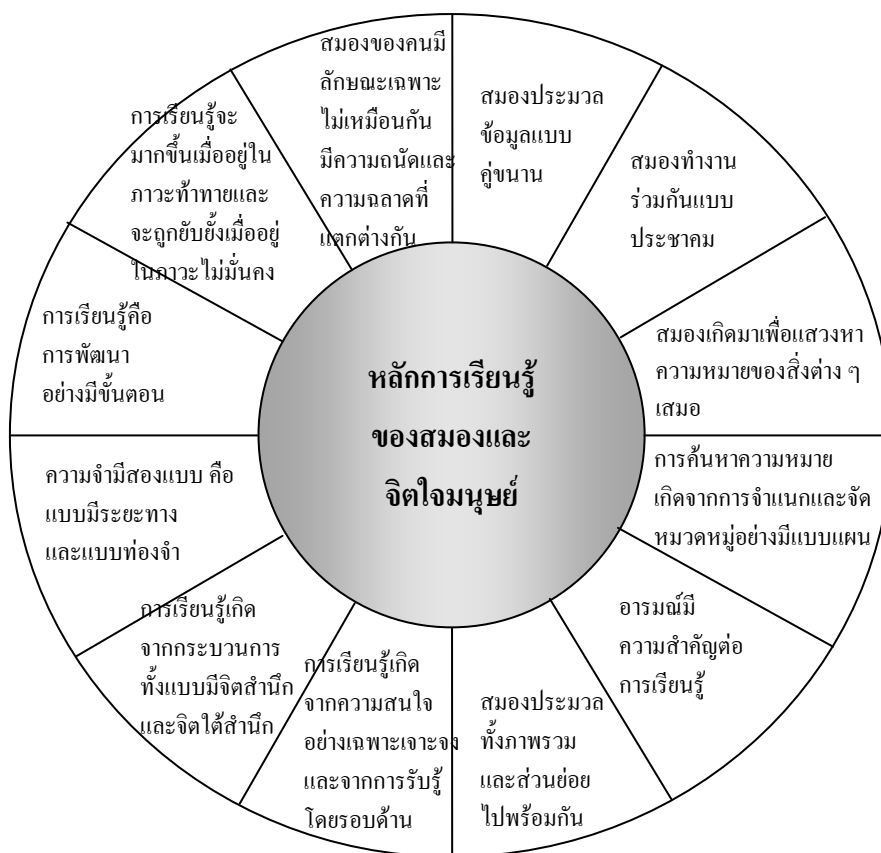
10. การเรียนรู้เป็นพัฒนาการอย่างมีขั้นตอนตามลำดับ เราจะเข้าใจได้ดีที่สุด เมื่อข้อเท็จจริงเข้าไปแฝงฝังอยู่ในความจำที่เชื่อมโยงกับขนาดรูปร่าง ตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ และความจำด้านอื่น ๆ อย่างสอดคล้องกับประสบการณ์หรือข้อมูลเดิมของเราปัญหาของนักเรียนที่เรียนไม่เก่ง คือ ไม่เข้าใจตั้งแต่ต้น จึงเรียนตอนต่อ ๆ ไปไม่เข้าใจ และครูในชั้นเรียนมักจะสอนแบบต่อเนื่องไปโดยไม่มี การหยุดช่วยคนที่ไม่เข้าใจตั้งแต่ต้น และตามไม่ทัน สำหรับผู้เรียนที่ตามเพื่อนไม่ทัน ต้องหาคนช่วยสอน เพื่อช่วยให้ตัวเองตามเพื่อน ๆ ทัน โรงเรียนที่ดีควรมีระบบช่วยสอนเด็กที่เรียนอ่อน หรือจัดห้องเรียนที่เล็กลง แบ่งเด็กที่เรียนได้เร็วช้าใกล้ ๆ กัน ให้อยู่ห้องเดียวกัน ติดตามพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กเป็นรายบุคคล

11. การเรียนรู้จะมากขึ้นเมื่ออยู่ในภาวะท้าทาย และจะถูกยับยั้งเมื่ออยู่ในภาวะไม่มั่นคง/อันตราย/ ถูกข่มขู่ ควรให้โอกาสเด็กได้ลองปฏิบัติตามแนวคิดของเขา การตำหนิ คำว่า การลงโทษ เมื่อเด็กทำผิดพลาดจะเป็นการหยุดยั้งการเรียนรู้ และครูควรสร้างบรรยากาศที่ท้าทายให้เกิดการเรียนรู้ ส่วนวิธีวัดผลควรให้ผู้เรียนติดตามประเมินผลและเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง เพื่อที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และพัฒนาตนเอง ได้เข้าใจ และเห็นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ ไม่ใช่แค่การที่ครูอาจารย์เป็นผู้จัดสอบเพื่อวัดความสามารถในการท่องจำหรือทักษะในการเลียนแบบ

12. สมอของคนที่ลักษณะเฉพาะไม่เหมือนกัน มีความถนัด หรือความฉลาดในด้านต่าง ๆ แตกต่างกัน ความพร้อมในการเรียนแตกต่างกัน การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพจะต้องคำนึงถึงผู้เรียนแต่ละคนเป็นสำคัญ แทนที่จะยึดติดกับมาตรฐานตำราหรือครูเพียงมาตรฐานเดียว ควรยืดหยุ่นอนุญาตให้ผู้เรียนมีส่วนกำหนดหลักสูตร สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตัวเองได้ โดยเฉพาะผู้เรียนที่ถนัด/ เก่งบางด้าน และผู้เรียนที่เรียนได้ช้า หรือมีสไตล์การเรียนรู้ที่ต่างจากเพื่อนร่วมชั้น

การวิจัยสมอถูกกำหนดและยืนยันว่ามีหลายอย่างที่ซับซ้อนและเป็นประสบการณ์เชิงรูปธรรม ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนที่มีความหมาย Caine and Caine (2005, pp. 4-6) ได้เสนอว่าการเรียนการสอนที่ดีควรเกี่ยวข้องกับสามองค์ประกอบพื้นฐาน ดังนี้

1. มีบรรยากาศที่สร้างความรู้สึกรู้สึกตื่นตัวและผ่อนคลาย (Relaxed alertness) กล่าวคือ ในโรงเรียนและห้องเรียนมีบรรยากาศของความเป็นมิตร การให้เกียรติซึ่งกันและกัน ความมีระเบียบวินัยที่ครูและนักเรียนช่วยกันจัดสภาพ โรงเรียน ห้องเรียนสะอาด มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย
2. มีกระบวนการเรียนการสอนที่ให้ประสบการณ์หลายอย่าง ทำให้เกิดการซึมซับของการเรียนรู้ (Orchestrated immersion in complex experience) เช่น นักเรียนเรียนรู้จากการทำงานกลุ่ม ทำโครงการแสดงละคร ค้นคว้าด้วยตนเอง และการเรียนแบบบูรณาการ
3. มีกระบวนการจัดกระทำโดยตรงกับประสบการณ์ (Active processing of experience) วิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจความหมายของประสบการณ์ ทำให้สามารถสร้างรูปแบบ (Pattern) และการจัดหมวดหมู่ หรือประเภทหรือได้สร้างความรู้ วิธีการจัดกระทำกับประสบการณ์นี้ ครูและนักเรียนจะต้องคิดร่วมกัน ครูต้องให้ออกาสและเวลาให้นักเรียนได้คิดไตร่ตรองและทดลองสำรวจ เพื่อสรุปหาความหมายและความเข้าใจ



สมองค์ประกอบที่เกิดขึ้นใหม่จากหลักการ 12 ประการ		
สร้างความผ่อนคลาย (Relaxed alertness)	สร้างความรู้ที่ลุ่มลึกจากประสบการณ์ที่ซับซ้อน	มีกระบวนการจัดกิจกรรม (Active processing)

ภาพที่ 2-1 วงล้อแห่งหลักการเรียนรู้ของสมองและจิตใจมนุษย์ (Caine & Caine, 2005, p. 3)

จากหลักการเรียนรู้ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นหลักทฤษฎีตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หลักการเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาอยู่อย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปตามกรอบแนวคิดดังกล่าว จึงให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม รายละเอียดดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การค้นพบเรื่องการทำงานของสมองและการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการศึกษา
(Caine & Caine, 1990, pp. 66-70)

หลักการเบื้องต้นแห่งการเรียนรู้ 12 ประการ	ข้อเสนอแนะในการจัดการศึกษา
1. สมองทำงานได้หลายอย่างในขณะเดียวกันการเรียนรู้จะเพิ่มขึ้นหากมีสภาพแวดล้อมที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยการกระตุ้นที่หลากหลาย	1. เสนอเนื้อหา โดยใช้ยุทธวิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น กิจกรรมทางกายภาพ การจัดปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม การใช้ศิลปะและดนตรีเข้าช่วย เพื่อช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์อย่างเหลือเฟือ
2. การเรียนรู้ต้องอาศัยสภาพแวดล้อมทางกายภาพทั้งหมดของผู้เรียน การมีวุฒิภาวะตามวัย ความสะดวกสบายทางร่างกาย และการอยู่ในสภาพอารมณ์ที่ดีมีผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน	2. ตระหนักว่าเด็กแต่ละคนเติบโตในอัตราที่แตกต่างกัน อายุตามปีปฏิทินไม่ได้สะท้อนว่านักเรียนทุกคนจะมีความพร้อมในการเรียนเท่ากันเสมอไป ต้องผนวกเอาความรู้และการปฏิบัติ เรื่องสุขภาพทั้งกายและใจ (การกินอาหารที่ดี การออกกำลังกาย การรู้จักลดความเครียด) เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้
3. สมองนั้นเกิดขึ้นมาเพื่อแสวงหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ อยู่เสมอ ความอยากรู้อยากเห็นของจิตใจ จะได้รับการสนองตอบอย่างเต็มเปี่ยมจากการท้าทายที่ซับซ้อนและมีความหมาย	3. พยายามทำให้บทเรียนและกิจกรรมกระตุ้นความสนใจในการหาความหมายของจิตใจ
4. สมองถูกออกแบบมาให้มองเห็นและคิดอะไรออกมาเป็นชุดของแบบแผน (Patterns)	4. เสนอข้อมูล ภายในบริบทใดบริบทหนึ่ง (เช่น วิทยาศาสตร์ของชีวิตจริงบทเรียนที่มีแนวเรื่อง) เพื่อที่ผู้เรียนจะสามารถบ่งชี้ชุดของแบบแผน (Pattern) ได้ และสามารถเชื่อมต่อกับประสบการณ์ก่อนหน้านี้ของเขาได้
5. อารมณ์และการเรียนรู้อย่างเป็นเหตุเป็นผล (Cognition) ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ข้อมูลที่เร้าอารมณ์นั้น ช่วยให้สมองของเราเก็บข้อมูลและนำกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างสำคัญ	5. สร้างบรรยากาศในห้องเรียน ที่ส่งเสริมให้นักเรียนและครู มีทัศนคติในทางบวกเกี่ยวกับการเรียนการสอน สนับสนุนให้นักเรียนตระหนักในเรื่องอารมณ์ความรู้สึกของพวกเขา และตระหนักว่า อารมณ์นั้นมีผลกระทบต่อ การเรียนรู้ของพวกเขา ครูที่มีอารมณ์ดี และมีอารมณ์ขัน จะสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี
6. สมองทั้งมองเห็นและสร้างส่วนย่อย (Parts) และองค์รวมของสรรพสิ่ง (Wholes) ในเวลาเดียวกัน	6. พยายามอย่าสอนข้อมูลเป็นเรื่อง ๆ โดยไม่เชื่อมโยงกับบริบทใหญ่ การสอนแบบแยกส่วนทำให้การเรียนรู้เข้าใจได้ยาก ควรออกแบบกิจกรรมที่ต้องการให้สมองทั้งสอง ได้มีปฏิสัมพันธ์และสื่อสารถึงกันและกัน

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

หลักการเบื้องต้นแห่งการเรียนรู้ 12 ประการ	ข้อเสนอแนะในการจัดการศึกษา
7. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับทั้งการฟังเสียง ความสนใจไปจุดที่เฉพาะเจาะจงและ การรับรู้ของประสาทสัมผัสต่าง ๆ อย่างรอบด้าน	7. วางสื่อการเรียนรู้ (โปสเตอร์ งานศิลปะ กระดานข่าว ดนตรี) ไว้รอบห้องเพื่อให้มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ทางอ้อม ควรตระหนักว่าความกระตือรือร้นของครู การทำตัวเป็น แบบอย่างและการชี้แนะ (Coaching) เป็นสัญลักษณ์ ที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่กำลังเรียน
8. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับทั้งกระบวนการ เรียนรู้ที่มีจิตสำนึกและอย่างไร้จิตสำนึก	8. ใช้เทคนิคการจูงใจ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงของ บุคคล สนับสนุน “กระบวนการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น” ผ่านการสะท้อนกลับและการรู้จักความคิดของตัวเอง (Meta cognition) เพื่อช่วยให้นักเรียนได้สำรวจการเรียนรู้ ของตัวเองอย่างมีจิตสำนึก
9. เรามีความจำอย่างน้อย 2 แบบ คือ 9.1) ความจำแบบเชื่อมโยงมิติ/ ระยะ (Spatial) ซึ่งบันทึกประสบการณ์ ประจำวันของเรา 9.2) ความจำแบบท่องจำ ซึ่งเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริงและทักษะแบบแยกส่วน	9. การสอนข้อมูล และทักษะ โดยไม่สัมพันธ์กับ ประสบการณ์ก่อนหน้าของผู้เรียน บังคับให้ผู้เรียนต้อง ฟังการจำแบบท่องจำ ดังนั้น จึงควรหลีกเลี่ยงการสอน แบบให้นักเรียนท่องจำเป็นส่วน ๆ เพราะมันมองข้าม ด้านส่วนตัวของผู้เรียน และบางทีจะเป็นผลเสียต่อ การพัฒนาความเข้าใจในภายหลังด้วย
10. สมอจะเข้าใจได้ดีที่สุด เมื่อข้อมูลและ ทักษะแฝง ฝังอยู่ในความจำแบบเชื่อมโยง มิติ/ ระยะที่เป็นไปโดยธรรมชาติ	10. ใช้เทคนิคที่สร้างหรือเลียนแบบประสบการณ์จริง ของโลก และใช้ประสาทสัมผัสที่หลากหลาย เช่น การสาธิต การทำโครงการ การอุปมาอุปมัย
11. การเรียนรู้จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการท้าทาย และถูกขัดขวางเมื่อมีการคุกคาม	11. พยายามสร้างบรรยากาศ “ตื่นตัวแบบผ่อนคลาย” นั่นก็คือ มีการคุกคาม กัดดันน้อย และ มีความท้าทาย น่าสนใจสูง
12. สมอแต่ละสมอ มีลักษณะเฉพาะ โครงสร้างของสมองเปลี่ยนไปได้จาก การเรียนรู้ของสมองเอง	12. ใช้ยุทธศาสตร์การสอนแบบหลายเหลี่ยม (Multifaceted) เพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียน และให้ผู้เรียน ได้แสดงออกตามความถนัดของเขา ทั้งด้านการฟัง การจินตนาการเป็นภาพการปฏิบัติ และอารมณ์

หลักการเรียนรู้โดยคำนึงถึงการทำงานของสมองตามแนวคิดของ Jensen

1. กลยุทธ์การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยคำนึงถึงสมอง (Brain-based planning strategies) เนื่องจากสมองมนุษย์มีความเป็นเอกลักษณ์จึงเป็นพื้นฐานการเรียนรู้โดยคำนึงถึงการทำงานของสมองเมื่อพิจารณาว่าสมองของผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน การจัดการเรียนรู้ก็จำเป็นต้องใช้วิธีการสอนที่แตกต่างกันด้วย ความแตกต่างกันทางสมองที่เกิดขึ้นอาจขึ้นอยู่กับการเรียนรู้ที่ผ่านมาของแต่ละคน ไม่ว่าจะเป็นประสบการณ์ ความสนใจ และรูปแบบทางการคิด ดังนั้น การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จึงควรคำนึงถึงการทำงานของสมองและไม่จำเป็นต้องทำตามแม่แบบเสมอไป วิธีการกระตุ้นให้สมองได้คิดซึมกระบวนการและจัดเก็บประสบการณ์ให้ได้ข้อมูลที่มีความหมาย กลยุทธ์การสอนช่วยสะท้อนให้เห็นถึงวิธีการทางสมองสู่การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้มีหลักเกณฑ์ไว้เจ็ดระยะการเรียนรู้ที่คำนึงถึงการทำงานของสมอง มีรายละเอียดดังนี้ (Jensen, 2000, pp. 214-216)

ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อมสมอง (Pre-exposure) เป็นการเตรียมสมองให้พร้อมกับการเรียนรู้สิ่งใหม่เพื่อให้ผู้เรียนมุ่งมั่นมั่นค้ำอย่างเต็มที่ ระยะนี้จะช่วยให้สมองพัฒนาความคิดรวบยอดให้ดีขึ้น วิธีการจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินการดังนี้

1. ใช้แผนผังความคิดแสดงภาพรวมของหัวข้อใหม่บนกระดานข่าว
2. สร้างทักษะการเรียนรู้และกลยุทธ์การจดจำ
3. ส่งเสริมโภชนาการทางสมอง และการดื่มน้ำมาก ๆ
4. ฝึกปฏิบัติให้ผู้เรียนรู้จักดูแลตนเองและทักษะการใช้ชีวิต
5. สร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่น่าสนใจและมั่นคง
6. วางแผนจัดกิจกรรมช่วงเช้าและบ่าย โดยคำนึงถึงการทำงานของสมองในรอบวัน
7. ศึกษาภูมิหลังและความสนใจของผู้เรียน อาจเริ่มศึกษาความรู้พื้นฐานก่อน และครูผู้สอนไม่ควรคิดเดาเอาเอง
8. ให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเอง และร่วมกันพิจารณาและกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
9. สร้างสื่อวัสดุต่าง ๆ ให้มีสีสัน เพื่อสนับสนุนความรู้สึกเชิงบวก
10. จัดกิจกรรมให้สมองตื่นตัวทุกชั่วโมง เช่น บิดตัวซ้ายขวา การยืดตัวสร้างความผ่อนคลาย เป็นต้น
11. ให้นักเรียนสามารถเลือกกิจกรรมตามที่ครูกำหนดและสามารถเคลื่อนย้ายตนเองได้อย่างสะดวก
12. คาดหวังผู้เรียนในเชิงบวกและให้โอกาสผู้เรียนได้ออกเสียง

13. สร้างความสามัคคีให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

14. ทบทวนกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมก่อนใช้

ระยะที่ 2 เตรียมการสอน (Preparation) เป็นการเตรียมการสอนล่วงหน้าตามสภาพผู้เรียน โดยการสร้างความแปลกใหม่หรือสร้างความตื่นเต้น วิธีการจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินการดังนี้

1. สร้างประสบการณ์จากรากฐานจากโลกแห่งความจริงของผู้เรียน

2. เตรียมบริบทสำหรับเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ อาจนำเสนอแบบภาพรวม โดยการใช้ภาพขนาดใหญ่อย่างมีศิลปะ

3. พิจารณาจากความเป็นไปได้และความสัมพันธ์กับหัวข้อที่จะสอน โดยให้ผู้เรียนรู้สึกว่าได้เชื่อมโยงการเรียนรู้ที่ผ่านมา แล้วกระตุ้นให้ผู้เรียนรับรู้ถึงความสัมพันธ์กันระหว่างหัวข้อที่เรียนกับความรู้เดิม ซึ่งสมองจะเรียนรู้ได้ดีจากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมครั้งแรก

4. เตรียมการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม โดยเสริมสร้างประสบการณ์ตามขอบเขตของหัวข้อที่เรียน หรือเชิญวิทยากรภายนอกที่เกี่ยวข้องมาในหัวข้อที่เรียนนั้น

5. บูรณาการความรู้ในศาสตร์สาขาอื่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

6. เตรียมกิจกรรมที่สร้างความประหลาดใจ หรือสร้างความแปลกใหม่ เพื่อช่วยดึงดูดอารมณ์ทางการเรียนของผู้เรียน

ระยะที่ 3 เริ่มต้นและพัฒนาทักษะ (Initiation and acquisition) เป็นการเตรียมเนื้อหาการสอนอย่างลึกซึ้ง โดยจัดการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีรายละเอียดของเนื้อหา มีความซับซ้อน มีขั้นตอนที่ต่อเนื่อง มีการนำเสนอความคิด เป็นต้น วิธีการเช่นนี้ผู้เรียนจะเป็นไปตามความคาดหมาย เกิดความอยากรู้อยากเห็น และมุ่งมั่นที่จะค้นพบความหมายด้วยตนเอง วิธีการจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินการดังนี้

1. จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม โดยเลือกจากสถานการณ์จริง เช่น สร้างประสบการณ์ การสอบถาม การศึกษานอกสถานที่ การเรียนรู้แบบลงมือทำ เป็นต้น

2. จัดกิจกรรมให้เหมาะกับผู้เรียนส่วนใหญ่ (หากไม่สามารถทำได้กับผู้เรียนทั้งหมด) คล้ายกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบพหุปัญญา

3. เสนอโครงการแบบกลุ่มที่มีขั้นตอนการสร้าง การค้นหา การสำรวจหรือการออกแบบ

4. ร่วมแสดงละครในเชิงล้อเลียน สร้างผลิตจำหน่ายหรือจัดทำสิ่งตีพิมพ์เผยแพร่ข่าวสารระดับชั้นเรียนหรือโรงเรียน

5. มีกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าเนื้อหาที่เรียนอย่างเหมาะสม เช่น กิจกรรมการสังเกต การฟัง การเคลื่อนไหวร่างกาย เป็นต้น

6. มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะนี้

ระยะที่ 4 เสริมรายละเอียดความรู้ (Elaboration) เกิดจากความต้องการสร้างการคิดอย่างแท้จริงให้เกิดเป็นส่วนหนึ่งของผู้เรียน เป็นช่วงเวลาที่ก่อให้เกิดปัญหาแห่งการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินการดังนี้

1. ตั้งคำถามและถามรายละเอียดช่วงท้ายของกิจกรรมในระยะที่ 3
2. เชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ โดยเรียนรู้จากการค้นคว้าเพิ่มเติม เช่น ให้อ่านหนังสือนอกเวลาเกี่ยวกับนิยายวิทยาศาสตร์ขณะที่กำลังเรียนเรื่องระบบพลังงานแสงอาทิตย์ แล้วอภิปรายเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับวรรณกรรมที่อ่าน
3. ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการประเมิน รวมทั้งเกณฑ์การให้คะแนน เช่น สร้างคำถามในแบบทดสอบ มีส่วนร่วมในการถูกตรวจให้คะแนน สร้างแผนผังความคิด
4. ให้ผู้เรียนสืบค้นเนื้อหาเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตหรือจากห้องสมุด
5. ชมวิดีโอ ชมภาพนิ่ง หรือดูการผลิตละครตามหัวข้อที่เรียน
6. กระตุ้นให้มีการอภิปรายกลุ่มย่อย แล้วให้แต่ละกลุ่มรายงานหน้าชั้นเรียน
7. สร้างแผนผังความคิดรายคนและ/ หรือแบบกลุ่ม เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงแนวคิดใหม่
8. มีสถานที่สำหรับการประชุม การโต้เถียง การประกวดแข่งขัน หรือกลุ่มที่ร่วมกันอภิปรายภายในบริเวณโรงเรียน
9. มีช่วงการใช้คำถามและการตอบคำถาม
10. ให้นักเรียนลองสอนกันเองในกลุ่มเล็ก ๆ หรือแบบรายคู่ แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ระยะที่ 5 ทบทวนความรู้เพิ่มความจำ (Incubation and memory encoding) เป็นการให้ความสำคัญกับการหยุดพักและทบทวนความคิด เพื่อให้สมองเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อผ่านการเรียนรู้แล้วแต่อาจไม่ได้เกิดขึ้นทั้งหมด วิธีการจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินการดังนี้

1. จัดช่วงเวลาสำหรับการขอคำแนะนำเพิ่มเติม
2. ให้ผู้เรียนจดและเก็บบันทึกประจำวันจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. ให้ผู้เรียนใช้เวลาเดินเป็นคู่เพื่อปรึกษาหารือเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียน
4. จัดกิจกรรมบริหารร่างกายและพักผ่อน
5. จัดบริเวณให้ผู้เรียนได้ฟังเพลงเพื่อผ่อนคลาย
6. ถามผู้เรียนเพื่อไปสู่การอภิปรายการเรียนรู้ใหม่ ๆ กับครอบครัวและเพื่อน

ระยะที่ 6 ยืนยันและตรวจสอบความรู้ (Verification and confidence check) เป็นระยะที่มีประโยชน์ต่อครูผู้สอนในด้านการวัดผล ซึ่งผู้เรียนจะต้องแสดงให้เห็นถึงความรู้ความสามารถของตนเอง โดยการเรียนรู้จะจดจำได้ดีที่สุดขณะที่ผู้เรียนมีแบบการเรียนรู้ของตนเอง หรือเปรียบเทียบออกมาเป็นความคิดใหม่ หรือมีข้อเท็จจริงแสดงออกมามากมาย วิธีการจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินการดังนี้

1. ให้ผู้เรียนเสนอแบบการเรียนรู้ของตนเองต่อผู้อื่น
2. ถามผู้เรียนโดยวิธีการสัมภาษณ์และประเมินผลแบบต่าง ๆ
3. กระตุ้นให้เขียนเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียน ได้เรียนรู้ เช่น บทความ เรียงความ ข่าว รายงาน เป็นต้น

4. ให้นักเรียนแสดงผลการเรียนรู้ในลักษณะโครงการ เช่น ขั้นตอนการทำงาน แผนผังความคิดวิดีโอ จดหมาย เป็นต้น

5. ให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ เรื่องเล่าล้อเลียน หรือแสดงละคร

6. ทดสอบผู้เรียนปากเปล่า หรือทดสอบด้วยข้อเขียน

ระยะที่ 7 จัดนิทรรศการแสดงผลงานเพื่อร่วมกันแสดงความยินดี (Celebration and integration) ระยะนี้ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ห้วงวิจารย์ เป็นกิจกรรมที่มีสาระและความบันเทิง มีแสงสีสน่าสนใจ และมีความสนุกสนาน ระยะนี้ก่อให้เกิดความรู้สึที่สำคัญให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินการดังนี้

1. ดื่มฉลองในแต่ละชั้นเรียน (น้ำผลไม้)
2. จัดช่วงเวลาแลกเปลี่ยนความรู้ เช่น การสาธิต แบ่งปันข้อมูลซึ่งกันและกัน คำกล่าวชมเชย เป็นต้น

3. เล่นดนตรี แววนดอกไม้ประดับและการเป่าแตร

4. เชิญชั้นเรียนอื่น ๆ รวมถึงพ่อแม่ผู้ปกครอง ครู หรือบุคคลในชุมชนร่วมชมผลงาน จัดแสดงนิทรรศการ

5. อำนวยความสะดวกในการตกแต่งชั้นเรียน และผลงานที่น่าเสนอ

6. รวบรวมการเรียนรู้แนวใหม่สำหรับการเรียนครั้งต่อไป สิ่งที่ไม่ได้รับการแนะนำ อาจไม่ต้องพิจารณาหากมันไม่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ ช่วยให้ไม่ต้องเสียเวลาที่จะเริ่มต้นใหม่

2. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสู่ชั้นเรียน (Integrating brain-based learning in the classroom) เหมาะกับผู้สอนที่ต้องการใช้กลยุทธ์การสอน โดยคำนึงถึงการทำงานของสมอง จึงควรพิจารณาแนวคิดเหล่านี้แล้วนำไปใช้อย่างเคร่งครัด และควรระลึกไว้ว่าผู้สอนอาจเกิดแนวการสอนใหม่หลังจากได้นำแนวคิดนี้ไปสอนในชั้นเรียน (Jensen, 2000, pp. 217-220)

2.1 เตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ (Pre-exposure and priming) ต้องแน่ใจว่าผู้เรียนได้ผ่านเนื้อหาและบริบทก่อนที่จะเรียนหัวข้อใหม่ที่ยากขึ้นแล้วอย่างน้อยหนึ่งสัปดาห์ เป็นการสร้างฐานที่ดีในการเรียนและเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ อาจนำรายละเอียดก่อนสอนคิดไว้บนกระดานข่าวโดยใช้การสรุปหรือใช้แผนผังความคิดจากเนื้อหาที่จะสอนในสัปดาห์ที่สองก่อนที่จะเริ่มเรียนจริง เป็นการเรียกความสนใจกับผู้เรียนชวนให้ผู้เรียนอยากแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลบนกระดานข่าวนั้นกับครูผู้สอน

2.2 จัดเวลาการเรียนรู้อย่างเพียงพอ (Sufficient time for learning) เวลาเป็นองค์ประกอบสำคัญและเป็นปัจจัยที่ควบคู่กับการเรียนรู้ การเร่งการเรียนรู้มากขึ้นเพื่อต้องการสอนให้ครอบคลุมเนื้อหาจะมีผลทำให้การเรียนรู้ไม่สมบูรณ์ จึงควรจัดเวลาให้เพียงพอสำหรับการเรียนรู้ที่จะเริ่มต้น โดยวางแผนระยะเวลาสำหรับทบทวนเนื้อหาและการสะท้อนผลการเรียนรู้ที่ดี ซึ่งในการเรียนรู้ตามสภาพจริงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาที่เหมาะสม

2.3 ลดการรบกวนทางความคิด (Low or no threat) การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนในแต่ละวันมักมีคำแนะนำที่ไม่ช่วยให้ผู้เรียนตัดสินใจด้วยตนเอง สามารถใช้วิธีกระตุ้นการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนวาดแสดงการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาใหม่กับการเรียนที่ผ่านมา สภาพการเรียนรู้ที่ไม่มี การรบกวนทางความคิดส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนไปทางอ้อม ควรระลึกไว้ว่าไม่มีอะไรที่สอนแล้วผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดจึงควรให้ความสำคัญกับการเรียนรู้

2.4 เตรียมผู้เรียนก่อนรับการทดสอบรวบยอด (Prep for final performance) หากคาดหวังการทดสอบเป็นการพิสูจน์การเรียนรู้ของผู้เรียน จึงเป็นความรับผิดชอบของครูผู้สอนที่จะเตรียมผู้เรียนให้สามารถสอบผ่าน แต่ถ้าผู้เรียนสอบไม่ผ่านนั้นเป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดความลำบาก เป็นการแสดงให้เห็นการจัดการสอนของครูผู้สอนด้วย หากผู้เรียนสอบไม่ผ่านทุกครั้งนั้นอาจแสดงว่ามีประสบการณ์การเรียนรู้ยังไม่ดีพอ จึงควรให้ผู้เรียนได้ฝึกการสอบทำข้อสอบและลองให้ผู้เรียนตกอยู่ในสภาวะความเครียดให้คล้ายกับขณะที่มีการทดสอบจริง อาจไม่ต้องให้ข้อสอบแปลกใหม่ และไม่ต้องให้คะแนนจริง เพียงเป็นการทดสอบเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกค้นหาจุดแข็งและจุดอ่อนของผู้เรียนก่อนมีการทดสอบรวบยอดเพื่อเก็บคะแนนจริง

2.5 สร้างการมีส่วนร่วม (High engagement) ครูผู้สอนควรให้คำอธิบายแก่ผู้เรียนในเรื่องต่าง ๆ อย่างเหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการเรียนการสอนของครู ยกตัวอย่างวิธีการแสดงการให้คำสอนที่เหมาะสม “ควรสอนวิธีการขี่จักรยานแทนที่จะให้นักเรียนขึ้นมานั่งบนจักรยาน” ผู้สอนควรวางแผนจัดการเรียนการสอนให้มีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติผู้เรียนและสร้างมิติทางสังคม เพื่อให้พวกเขามีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องและมีการตอบสนองทางความคิด

2.6 เสริมอารมณ์เชิงบวก (Positive emotional engagement) เป็นการสอนให้ผู้เรียนจัดสภาพการเรียนรู้ของตนเอง ให้ผู้เรียนคำนึงถึงการตัดสินใจเรียนรู้ คุณภาพของการเรียนรู้ และความสามารถจดจำสิ่งที่เรียนรู้ จึงควรลดสภาพการสอนที่เป็นเชิงลบโดยเปลี่ยนกิจกรรมการสอนให้บ่อยขึ้น จัดตัวเล็อกกิจกรรมอย่างหลากหลาย คำนึงถึงความต้องการทางกายภาพของผู้เรียน (เช่น การเคลื่อนไหว การเปลี่ยนอิริยาบถของร่างกาย การให้ดื่มน้ำ การหยุดพักการทำงาน) เป็นการส่งเสริมและให้โอกาสผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น

2.7 สิทธิในการเลือกของผู้เรียน (Learner choice) ควรให้สิทธิในการเลือกแก่ผู้เรียน ไม่ให้น้อยหรือมากเกินไป โดยอาจสร้างความเชื่อใจ ความสามัคคี และคำนึงถึงประสบการณ์ของผู้เรียน เป็นต้น วิธีการนี้ผู้สอนต้องจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เป็นมิตรกับสมองเพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกถึงสิทธิในการเลือก จากนั้นผู้เรียนจะรู้สึกเองว่าไม่จำเป็นที่จะต้องเลือกทุกสิ่งทุกอย่าง เพราะเขาจะเชื่อว่าผู้สอนได้เลือกสิ่งที่ดีที่สุดให้เขาแล้ว อีกสิ่งหนึ่งของการรับรู้ อาจเกิดเมื่อผู้เรียนรู้สึกว่า มีสิทธิในการเลือกตัดสินใจอย่างเต็มที่เขาก็จะเกิดความต้องการที่จะเลือกลดน้อยลง

2.8 เพิ่มความท้าทาย (Moderate to high challenge) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนกระทำในสิ่งที่มีความคุ้มค่า กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความท้าทายสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามปัจจัยต่อไปนี้

- 1) เวลา (การเพิ่มหรือลดให้เหมาะสมกับกิจกรรม)
- 2) มาตรฐาน (การปรับมาตรฐานของผลงาน)
- 3) ทรัพยากร (การเพิ่มหรือลดตามประโยชน์ที่ใช้กับชิ้นงาน) และ
- 4) สถานการณ์ (จัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนได้ทำงานส่วนตัว มีมุมสงบในการทำงาน มีการแบ่งกลุ่มเพื่อปรึกษาหารือ หรือมีการนำเสนอหน้าชั้นเรียน เป็นต้น)

2.9 เพื่อนช่วยเพื่อน (Strong peer support) การได้รับการสนับสนุนจากเพื่อน เป็นการสร้างความท้าทายให้กับผู้เรียน กระบวนการกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจร่วมกิจกรรมกลุ่มกับเพื่อนอย่างต่อเนื่อง ผู้สอนควรจัดกิจกรรมกลุ่มให้บ่อยและสร้างความพยายามให้เกิดภายในกลุ่ม กิจกรรมกลุ่มมีลักษณะเป็นทางการและไม่เป็นทางการ อาจใช้กิจกรรมแบบรายคู่บ้าง ส่งเสริมสถานะทางสังคม และเน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนช่วยกันศึกษาค้นคว้าและ/หรือ คอยช่วยเหลือกันทำการบ้านด้วย ในปัจจุบันเราควรปรับเปลี่ยนเป็นการสอนแบบช่วยเหลือซึ่งกันและกันจะทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่เรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนแบบเก่า ๆ ที่เน้นให้ผู้เรียนได้แข่งขันกันเองเพื่อให้ได้เกรดสูง

2.10 เป้าหมายการเรียนรู้ (Mastery goals) ผู้เรียนเป็นส่วนหนึ่งที่ครูผู้สอนคาดหวังทางการเรียน เราสามารถกำหนดมาตรฐานผู้เรียนจากสิ่งที่คาดหวังระดับสูงแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ (Benchmarks) ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่สร้างขึ้นนั้น ควรนำมาแลกเปลี่ยนในชั้นเรียน ผู้เรียนจะรับรู้และได้เป้าหมายทางการเรียนด้วย

2.11 พักสมอง (Sufficient non-learning time) สมองมนุษย์มีการประมวลผลและการถ่ายโอนการเรียนรู้ช่วยสร้างความจำระยะสั้นไปสู่ความจำระยะยาว แต่สิ่งจำเป็นสำหรับสมองอีกอย่างหนึ่งคือ สมองได้พักการทำงานหรือไม่มีการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีช่วงเวลาผ่อนคลาย สามารถคิดทบทวน และสามารถสะท้อนความคิดต่อไปจึงควรให้นักเรียนได้หยุดพักการทำงานของสมอง โดยอาจให้ผู้เรียนมีช่วงพักผ่อน เช่น ให้มีช่วงพัก ฟังเพลง มีอาหารกลางวันถูกหลักโภชนาการหรือ จัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีเพื่อนคอยช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เป็นต้น

2.12 สร้างสมดุลแห่งความรู้ (Balancing novelty and predictability) การสร้างความสมดุลระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้ที่คาดหวังเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เหมาะสม หากจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้สิ่งใหม่ตลอดเวลาจะสร้างความเครียดให้ผู้เรียน ขณะที่การเรียนรู้เพื่อให้ได้สิ่งที่คาดหวังตลอดเวลาก็สร้างความน่าเบื่อเกินไป ความไม่สมดุลในการจัดการเรียนรู้เหล่านี้อาจก่อให้เกิดปัญหาทางพฤติกรรมได้ ผู้สอนจึงควรสร้างความสมดุลระหว่างการเรียนรู้สิ่งใหม่และการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.13 ปลอดภัยทางด้านอารมณ์ (Safe for taking risks) ต้องแน่ใจว่ากิจกรรมในชั้นเรียนเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกปลอดภัยทางด้านอารมณ์ เพราะบางครั้งขณะที่ผู้เรียนหยอกล้อ ล้อเลียน พุดส่อเสียด หรือใช้คำไม่สุภาพ ผู้สอนต้องพยายามอดทนและปล่อยให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นไปก่อน แล้วจึงคอยถามผู้เรียนว่ารู้สึกอย่างไรเมื่อกระทำการที่ไม่เหมาะสมเหล่านี้ เมื่อมีผู้เรียนบางคนแสดงพฤติกรรมเหล่านี้ทำให้เพื่อนรู้สึกแค้น ผู้สอนควรถามถึงข้อตกลงพื้นฐานในชั้นเรียนว่าพฤติกรรมที่เหมาะสมควรปฏิบัติอย่างไร อาจใช้สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายที่เตือนให้ผู้เรียนนึกถึงข้อตกลงที่สร้างขึ้น ตัวอย่างการใช้วิธีการให้ผู้เรียนได้ตอบสนองอย่างเหมาะสมในกรณีที่ใช้คำพูดไม่เหมาะสมหรือตอบคำถามไม่ถูกต้อง ผู้สอนอาจใช้คำพูดที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสบายใจได้ว่า “พยายามได้ดีมากที่ได้แสดงความคิดเห็น แต่คุณต้องการสถานการณ์แบบนี้ใช่หรือไม่ เพื่อนคุณต้องการสถานการณ์แบบนี้หรือไม่” เป็นต้น

2.14 ความเครียดระดับปานกลาง (Moderate stress) ความเครียดอาจเกิดขึ้นบ้างแต่ถ้ามากเกินไปอาจไม่ดี ควรปรับให้เกิดความสมดุลเพราะระดับความเครียดส่งผลต่อสภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนจึงควรสังเกตความเครียดในชั้นเรียนแล้วหาทางจัดการกับมัน ถ้าความเครียดสูงเกินไปอาจจัดกิจกรรมสร้างความสนุก ให้มีการเคลื่อนไหวร่างกายเล่นเกม หรือสร้างบรรยากาศเงียบสงบ ถ้าความเครียดต่ำเกินไปอาจสร้างสิ่งเร้าหรือเพิ่มแรงกระตุ้นทางการเรียน

2.15 การเพิ่มความกระตือรือร้น (Alternating low to high energy) เคยได้กล่าวไว้ว่าจังหวะต่าง ๆ ของมวลมนุษยเป็นวิถีทางชีวภาพ มีการเคลื่อนไหวของแรงกระตุ้นจากน้อยไปหามากแล้วทำซ้ำ ๆ อย่างต่อเนื่อง จากการถูกกระตุ้นทำให้ความกระตือรือร้นมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ถ้าเราเข้าใจว่าเป็นลักษณะโดยกำเนิดของชีวิตเราต้องยอมรับว่าตัวผู้เรียนและในขณะที่ทำงานจะได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงที่มีดังกล่าวดลอดชั่วโมง ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน และตลอดฤดูกาล ซึ่งสถานะของผู้เรียนเกิดการแปรเปลี่ยนขึ้นลงอยู่เสมอนี้ จึงเป็นอีกเหตุผลของทางเลือกหนึ่งที่สำคัญ

2.16 ใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย (Multimodal input) ช่วงเวลาที่ผ่านมานิยมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างเหมาะสม อาทิเช่น การจัดหาอุปกรณ์ช่วยให้ผู้เรียนฝึกการสังเกต

การเชิญวิทยากรมาบรรยาย การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน การเรียนรู้แบบพี่สอนน้อง การเรียนรู้แบบอิสระ คอมพิวเตอร์ช่วยในการสอน หนังสือมีชีวิต และการเรียนรู้แบบภาคสนาม จึงควรวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ อย่างหลากหลายและเหมาะสมกับสถานการณ์ โดยต้องแน่ใจว่าเป็นกิจกรรมที่มีสามองค์ประกอบ ได้แก่ การรับฟัง การมอง และการเคลื่อนไหวทางร่างกาย

2.17 ให้คำแนะนำบ่อยครั้ง (Frequent feedback) การให้คำแนะนำไม่ต้องจัดเตรียมไว้ล่วงหน้า อาจให้คำแนะนำจากเพื่อนในชั้นเรียน ครูผู้สอน ข้อคิดเห็นของผู้เรียนเอง การพิจารณาจากผลการเรียนแล้วได้รับการเสนอแนะการเรียน โดยครูผู้สอน เป็นต้น จึงควรให้คำแนะนำกับผู้เรียนหรือให้ข้อเสนอแนะทุก 30 นาที หรือขณะที่มีกิจกรรมประจำวันในโรงเรียน

2.18 แสดงความยินดีกับการเรียนรู้ (Celebrate the learning) การแสดงความยินดีภายหลังการเรียนรู้เป็นวิธีการเรียนรู้ที่สำคัญอย่างหนึ่งเพื่อแสดงความชื่นชมหรือให้ข้อเสนอแนะ เหมือนกับการแสดงความยินดีกับการชนะการแข่งขันกีฬาที่ได้ทุ่มเทการทำงานการฝึกซ้อมอย่างยากลำบาก เช่นเดียวกับการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้พยายามเล่าเรียนจนประสบความสำเร็จในแต่ละปีก็ถือเป็นชัยชนะทางการเรียนเช่นกัน การแสดงความยินดีเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความสนุกสนานและสร้างความรู้สึกลงใจในการมีส่วนร่วมที่แท้จริง

3. การจัดสภาพแวดล้อมที่ค้ำึงถึงการทำงานของสมอง (Strategies for achieving a brain based environment) เมื่อเราสร้างสภาพแวดล้อมโดยค้ำึงถึงการทำงานของสมอง เราควรได้รับการสนับสนุนจากชุมชนขนาดใหญ่ นั่นคือ โรงเรียน ห้องเรียนคือสถานที่การเรียนรู้ที่ดีที่สุด แรงสนับสนุนในระดับมหภาคช่วยสร้างรากฐานให้เกิดความสำเร็จในระยะยาวในระดับจุลภาค โดยได้รับการช่วยเหลือจากกลุ่มชุมชนการเรียนรู้ขนาดใหญ่ ในการบรรลุเป้าหมายดำเนินการดังต่อไปนี้ (Jensen, 2000, pp. 221-223)

3.1 การยอมรับในตัวผู้เรียน (Acknowledgement of value) ให้ผู้เรียนรู้สึกถึงการสร้างคุณค่าให้กับส่วนรวม ให้ผู้เรียนรู้สึกถึงความสำเร็จ จัดแสดงนิทรรศการแสดงความยินดีเป็นครั้งคราว เป็นการสร้างการยอมรับในความพยายามของทุกคนที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

3.2 ดูแลความรู้สึกผู้เรียน (Everyone feels cared for) ทุกคนควรจะทำงานอยู่ร่วมกับกลุ่มเพื่อน และกลุ่มคณะ ต้องไม่มีใครทำงานโดดเดี่ยว

3.3 เสรีภาพในการแสดงออก (Freedom of expression) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าทุกคนมีการแสดงออกทางความคิดได้อย่างสร้างสรรค์ในชุมชน มันอาจจะเป็นอาสาสมัครสำหรับท้องถิ่น ไม่แสวงหาผลกำไรเปลี่ยนแปลงส่งผลกระทบต่อเป็นกิจกรรมชุมชน, การเล่นในวงโยชวาทิตหรือถูกในทีมหมากรุก สำหรับบางคนก็เพียงแค่ความสามารถในการยกมือในชั้นเรียนได้รับการเรียกร้องและแบ่งปันความรู้สึกของตนโดยไม่ต้องกลัวความละอาย

3.4 ส่งเสริมการทำงานกลุ่ม (Encourage affiliation) ส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือที่ดีต่อสุขภาพของนักเรียน ผู้ปกครอง ครูและคณะกรรมการ โดยจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับกลุ่ม สร้างความพยายาม และความหลากหลายของกิจกรรม

3.5 ความรับผิดชอบ (Accountability) เราต้องรับผิดชอบต่อกฎ นโยบาย และข้อบังคับ ที่ใช้อย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกันถ้าเราไม่ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ที่เราสร้างขึ้นก็จะหายไป

3.6 ความหวังแห่งความสำเร็จ (Hope of success) ทุกคนควรรู้สึกว่าจะมีความหวังในความพยายามของผู้เรียน หวังว่าผู้เรียนมีความแตกต่างกันแต่สุดท้ายก็หวังสิ่งที่ดีที่สุดของสถานการณ์ อาจจะหวังว่ามาจากศักยภาพของผู้เรียนซึ่งเป็นจะทำให้ผลการเรียนแย่ลงหรือมีความความคืบหน้าของผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นก็ได้ และหวังว่าผู้เรียนจะทำได้ดีที่สุดในที่สุดเพื่อคืบหน้าไปสู่อเป้าหมาย

3.7 ประสบการณ์มีส่วนร่วม (Orchestrated common experiences) หาแนวทางพัฒนาสภาพพื้นที่บริเวณ โรงเรียนและชุมชน แนวคิดนี้อาจจัดกิจกรรมรวมกลุ่มกัน กิจกรรมกีฬา และกิจกรรมเฉลิมฉลอง เป็นต้น

3.8 สภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ปลอดภัย (Physically safe environment) สิ่งสำคัญที่สุดคือการทำให้ร่างกายปลอดภัย อย่าให้มีการระรานเกิดขึ้น ทั้งการคุกคาม หรือการต่อสู้อ ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้คำพูดและการสื่อสารทางวาจามากกว่าการแสดงออกทางร่างกาย นอกจากนี้ยังช่วยจัดความทุกข์ทางสังคมและอารมณ์โดยการทำให้อันเป็นสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย

3.9 ความไว้วางใจ (Trust of others) ความไว้วางใจมาจากความถี่ในการติดต่อ และการคาดการณ์ของพฤติกรรมของผู้อื่น เราทุกคนต้องการที่จะรู้ว่าเรามีความปลอดภัยในการแสดงตัวเอง และเราจะได้รับการปฏิบัติอย่างเป็นธรรมและด้วยความเคารพ ให้ปฏิบัติเช่นนี้ในทุกความสัมพันธ์กับนักเรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน ผู้บริหาร และโลกขนาดใหญ่

3.10 โครงสร้างที่เข้มแข็ง (Consistency of structure) ในชุมชนจะมีการตั้งกฎเกณฑ์มากมาย ตั้งแนวทาง และคุณค่า ซึ่งจำเป็นเพื่อคาดการณ์พิธีกรรมและประเพณีที่ทุกคนมีส่วนร่วม ตัวอย่างเช่น วันเกิด วันหยุดพิธีเปิด พิธีปิด และบ้านที่เปิด ทั้งหมดเหล่านี้เปิดโอกาสจากแรงเสริมสร้างแรงสนับสนุนของชุมชนให้เข้มแข็ง

แนวคิดเกี่ยวกับการสอนวิชาคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

จากการศึกษารูปแบบการเรียนรู้โดยคำนึงถึงการทำงานของสมองตามแนวคิดของ Jensen ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเทคนิคการสอนที่สัมพันธ์กับการทำงานของสมองจากนักวิชาการหลายท่าน ซึ่งได้ให้แนวคิดต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

วิทยากร เชียงกูร (2549, หน้า 120) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการสอนที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ที่เข้ากับการทำงานของสมองได้แก่ 1) การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบประสานทุกอย่างที่เอื้ออำนวย ให้ผู้เรียนได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเต็มที่ (Orchestrated immersion) เช่น การสอนภาษาต่างประเทศจะได้ผลดี ต้องสอนในบรรยากาศที่มีวัฒนธรรมของการใช้ภาษานั้น ๆ อย่างแท้จริง 2) ต้องลดความหวาดกลัว ความหวั่นวิตกในผู้เรียน และสร้างบรรยากาศที่ท้าทาย น่าสนใจสำหรับนักเรียน แต่ไม่ถึงกับกดดัน คือส่งเสริมให้ผู้เรียนตื่นตัว แต่ผ่อนคลายตามธรรมชาติ (Relaxed alertness) และ 3) การส่งเสริมให้ผู้เรียนประมวลข้อมูลอย่างกระตือรือร้น (Active processing) เพื่อที่จะกลั่นกรองสังเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นออกมาเป็นความรู้ด้วยตัวของเขาเอง ไม่ใช่การท่องจำข้อมูล เพื่อส่งกลับมาให้ผู้สอนโดยไม่มีการวิเคราะห์สังเคราะห์ การที่นักเรียนจะ “หยั่งรู้” เกี่ยวกับปัญหาหนึ่งปัญหาใดได้ จะต้องส่งเสริมให้พวกเขาสามารถวิเคราะห์อย่างเข้มข้นได้หลายแนวทาง

สันสนีย์ ฉัตรคุปต์ (2542, หน้า 242-247) ให้แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการสอนส่งเสริมผู้เรียน โดยคำนึงถึงการทำงานของสมอง ได้แก่ 1) ต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมองเบื้องต้น ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างของสมอง การทำงานของสมอง และปัจจัยที่จะเสริมสร้างการเจริญพัฒนาและการทำงานของสมอง 2) คำนึงถึงความแตกต่างทางการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล (Learning style) เทคนิคที่ใช้ในการสอนก็ต้องแตกต่างกันตามความต้องการของเด็กแต่ละคน ตามความสามารถของประสาทสัมผัสที่สำคัญสามส่วนที่ใช้ในการเรียนรู้ คือ การเห็น การได้ยิน และการเคลื่อนไหวของร่างกาย ครูสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของเด็กได้ถ้ารู้ถึงสไตล์หรือเทคนิคการเรียนรู้ของแต่ละคน 3) สร้างแบบแผนคร่าว ๆ ในสมองจากการสร้างผังความคิด (Mind mapping) จะทำให้เกิดความจำ และการเรียนรู้จากการวางแผน ช่วยให้สมองใช้ทักษะทั้งสมองข้างซ้ายและสมองข้างขวา ซึ่งสมองข้างซ้ายจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความเป็นเหตุผล สัญลักษณ์ ในขณะที่สมองข้างขวาจะเป็นทักษะของรูปแบบ สี สัน รูปร่าง มาช่วยในการจำ 4) เสริมทักษะทางด้านความคิด ให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ นำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินผลความคิดนั้น ๆ โดยวิธีต่าง ๆ หลากหลายวิธี เช่น โดยการแบ่งหัวข้อต่าง ๆ (Classification) โดยการเปรียบเทียบ (Comparison) โดยมีแบบฉบับเฉพาะเจาะจง (Patterning) โดยการจัดลำดับเหตุการณ์ (Sequencing) โดยความเป็นเหตุเป็นผล (Cause and effect) โดยการตั้งชื่อ (Labeling) โดยการสังเกต (Observation) โดยการวางแผน (Planning) โดยการคาดการณ์เฉพาะ (Specific expectation) หรือการตั้งสมมติฐานขึ้นมา (Assumption) เป็นต้นซึ่งจะเป็นหน้าที่ของสมองข้างซ้าย 5) เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ด้วยการฝึกฝนอย่างเป็นระบบ ความคิดสร้างสรรค์เป็นหน้าที่ของสมองข้างขวาเป็นส่วนใหญ่ เป็นความสามารถในการสร้างสิ่งใหม่ ๆ 6) คำนึงถึงความสามารถในการใช้สมองด้านใดด้านหนึ่งของเด็กแต่ละคน

ซึ่งถ้าเด็กที่ชอบรายละเอียด คิดอย่างเป็นเหตุผล เป็นคนที่ชอบตัวเลข เป็นคนลำดับเหตุการณ์ได้ดี จะเป็นคนที่ใช้สมองข้างซ้าย ส่วนเด็กที่ชอบเรียนรู้ด้วยภาพรวม ชอบศิลปะ เป็นนักจินตนาการ แต่ไม่ค่อยดูรายละเอียดหรือมีความคิดเป็นเหตุเป็นผล จะเป็นคนที่ใช้สมองข้างขวา เทคนิคการสอน สำหรับครูจึงขึ้นอยู่กับความสามารถทางสมองของเด็กด้วย และ 7) ใช้ศิลปะและดนตรีช่วยให้สมองเจริญเติบโตหรือมีพัฒนาการ ดนตรีเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยในการเรียนรู้ จะเห็นว่าขณะที่เราทำงานที่ใช้สมองหรือความคิดมาก ๆ การเต้นของหัวใจหรือความดันโลหิตจะสูงขึ้น ขณะเดียวกัน คลื่นสมองของเราจะเร็วขึ้นด้วย กล้ามเนื้อก็จะเกิดการเกร็ง แต่เมื่อเราผ่อนคลายหรือนั่งสมาธิ การเต้นของหัวใจหรือความดันโลหิตจะลดลง ขณะเดียวกันกล้ามเนื้อของเราจะผ่อนคลายด้วย

คุณหญิง บริพัตร ณ อุทยา (2549, หน้า 71) กล่าวว่า ครูควรรู้เท่าทันว่าวิธีการเรียนรู้ นั้น มีวิวัฒนาการเปลี่ยนไปแล้ว วิธีการสอนส่วนใหญ่ยังคงยึดติดกับแบบแผนเก่า ๆ ที่ล้าสมัยและ ไม่ได้ผลปัจจุบันถึงเวลาแล้วที่เราจะปรับเข้าหาสภาพการเรียนรู้ใหม่ ๆ ตามความถนัดและทักษะเฉพาะของคนของผู้เรียน เราจำเป็นต้องช่วยพวกเขาให้เข้าใจวิธีการเรียนรู้เพื่อเตรียมตัวให้พร้อมที่จะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ความเป็นเลิศในสถาบันการศึกษาจะเกิดขึ้นได้ เมื่อผู้บริหารและครูอาจารย์ตระหนักถึงวิธีการที่ทำให้การเรียนรู้ของลูกศิษย์เป็นไปเพื่อให้สมองจับไวและเฉียบคม ได้แก่ 1) สภาพแวดล้อม มีส่วนส่งผลต่อการเรียนรู้ ผลการวิจัยด้านการศึกษาที่เกี่ยวข้อง มีการยืนยันว่า สภาพแวดล้อมส่งผลต่อการเรียนรู้เพื่อให้สมองจับไวและเฉียบคม ถ้าเป็นไปได้ให้จัดสภาพแวดล้อมที่มีการถ่ายเทอากาศดี ได้รับแสงจากธรรมชาติ จัดที่นั่งให้สบาย อุณหภูมิเหมาะกับการทำงาน สีและกลิ่นที่ถูกต้อง มีจุดที่จะกระตุ้นความสนใจ ดนตรีที่เหมาะสม บรรยากาศที่อบอุ่น เกื้อกูล และให้กำลังใจ 2) การวางแผนการสอน ควรเป็นไปอย่างสร้างสรรค์และมุ่งสู่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้เตรียมกิจกรรมต่าง ๆ ที่สามารถใช้ประสาทสัมผัสหลายด้านเท่าที่จะทำได้ ให้ลองนึกว่าครู จะจัดการเรียนการสอนอย่างไรให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บังคับด้านการมองเห็น การได้ยิน โดยเฉพาะลูกศิษย์ที่ถนัดด้านการเคลื่อนไหว ซึ่งมักจะมีความเสียเปรียบจากวิธีการสอนอย่างดั้งเดิม ให้จินตนาการเป็นภาพถึงความสำเร็จที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เช่นเดียวกับเวลาวางแผน ครูควรมีวิธีพูด ให้กำลังใจตนเองที่จะไปให้พ้นจากกรอบประสบการณ์ในชั้นเรียนอดีต และกำหนดทิศทาง การเรียนรู้ใหม่ ๆ ตลอดจนปฏิภริยาของคุณครูกับนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน สื่อให้รู้ว่าการคาดหวังของครูจะถ่ายทอดไปยังลูกศิษย์ได้อย่างไร โดยผ่านการใช้ทั้งคำพูดและ ไม่ใช่คำพูด 3) สภาพทางร่างกายและจิตใจของนักเรียนเป็นอย่างไร ครูต้องพยายาม “อ่าน” ให้ออก และรู้ถึงช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ นักเรียนอาจต้องการความผ่อนคลาย และปรับให้มีความสนใจในการเรียนขึ้นอีกครั้งด้วยวิธีการหายใจแบบบริหารสมองและวิธีการผ่อนคลาย หรือการบริหารเพิ่มพลังตามความเหมาะสมของนักเรียน 4) การเข้าใจภาพรวมเป็นสิ่งจำเป็น

การชี้ให้เห็นภาพรวมถึงสิ่งที่กำลังจะเกิดขึ้น เท่ากับเป็นการกระตุ้นให้เกิดกระบวนการการเรียนรู้ ครูต้องเชื่อมโยงความคิด ประเด็นและเนื้อหาให้เข้ากับประสบการณ์ที่ผ่านมา พร้อมทั้งแสดงให้เห็นว่ามีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงอย่างไร ครูจะต้องสนับสนุนให้นักเรียนทำแผนผังความคิดเอง และเพิ่มเติมประเด็นสำคัญขณะที่ครูกำลังสอน บางวิชาที่ดูเหมือนว่าไม่จะทำแผนผังความคิดมาใช้ได้ แต่ความเป็นจริงนั้นยังมีความสำคัญมาก เพราะการเชื่อมโยงความรู้ในปัจจุบันกับอดีตเป็นเรื่องที่สำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนมักมองไม่เห็นความเชื่อมโยงนี้

5) การสอนที่มีชีวิตชีวาจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนนักศึกษาศนใจเรียน ให้ครูใช้วิธีเล่นละคร เพื่อสร้างปฏิภริยาในการเรียนรู้ ครูต้องจัดการเรียนให้ตอบสนองต่อการใช้ประสาทสัมผัสทุกด้าน ครูจะต้องใช้คำพูดให้เหมาะต่อวิธีการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น "การมองเห็น" "การได้ยิน" และ "การจับต้อง" และจะต้องพยายามสร้างความเชื่อมโยงให้กับนักเรียนที่มีวิธีการเรียนรู้แบบองค์รวมด้วย คอยเตือนตนเองอยู่เสมอว่า ไม่ควรนำวิธีการเรียนรู้ที่เราถนัดมาใช้กับนักเรียน ครูควรใช้ดนตรี ช่วยสอนตามความเหมาะสมกับกิจกรรมที่หลากหลาย ครูจะต้องใส่ใจเมื่อนักเรียนให้ความร่วมมือ และแสดงความคิดเห็นกับเรื่องที่ได้เล่าเรียนให้ครูรู้จักช่วงเวลาที่สุดคล้องกับการทำงานของสมอง กล่าวคือ ช่วงเวลาของความสนใจและการเรียนรู้จะเกิดสูงสุดในแต่ละกิจกรรมเพียง 15 นาทีเท่านั้น

6) นักเรียนเรียนรู้ให้เต็มที่ถ้าครูเป็นผู้ทำสรุปย่อให้นักเรียนเองก็จะไม่มีประโยชน์อะไรเลย นักเรียนจะต้องแปลงข้อมูลไปสู่ความจำตามวิธีการเรียนรู้ของตนเอง ครูสามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนรู้ได้ แต่ต้องไม่ใช่ผู้ทำแทนนักเรียนเอง ครูจะต้องสนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้ได้ง่ายตามธรรมชาติที่สุดคล้องกับสมองของเขา และ 7) บทสรุปเป็นเรื่องที่สำคัญ ให้ครูมีเวลาไว้สำหรับการรวบรวมและประเมินว่าได้สอนอะไรในห้องเรียนไปแล้วบ้าง ปล่อยให้ข้อมูลต่าง ๆ มีการซึมซับ และให้เวลานักเรียนสำหรับการครุ่นคิดบ้าง โดยให้อยู่ในความเงียบหรือเปิดเพลงประกอบก็ได้ ครูจะต้องให้การบ้านด้วยคำสั่งที่ชัดเจน โดยเน้นถึงกระบวนการทำงานของแต่ละคน

Prince (2005) ให้แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้นั้น ควรจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมซึ่งจะช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จในการเรียนมากที่สุด ซึ่งการนำแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมาจัดการชั้นเรียนให้มีประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้ 1) นักเรียนมีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ผู้เรียน 50% ชอบดูรูปภาพ แผนภูมิ และเขียนข้อความต่าง ๆ ผู้เรียน 30% เป็นชอบสัมผัส (Hands-on) และชอบกิจกรรมการเคลื่อนไหวตาม และ ผู้เรียน 20% ชอบการฟังและทำสิ่งที่ดีที่สุดในเมื่อเขาบอกสิ่งที่เขากำลังเรียนรู้ 2) สมองมีประสิทธิภาพดีโดยให้อารมณ์ในเชิงบวก เมื่อนักเรียนจะรู้สึกปลอดภัยทางร่างกายและอารมณ์ สมองก็จะพร้อมเรียนรู้ ครูผู้สอนควรสร้างบรรยากาศที่ดี โดยการส่งเสริมและยกย่อง ความพยายามของนักเรียน 3) สมองเรียนรู้ข้อมูลใหม่ จากผลงานวิจัย

ทางด้านสมอง พบว่า เด็กอายุ 5-13 ปี จะเรียนรู้ได้ดีที่สุด ครูควรวางแผน โดยพิจารณาจากข้อจำกัด เหล่านี้และสร้างเครื่องมือให้เหมาะสม 4) สมองยังใช้งานได้ตามกำหนดเวลา เด็กอายุ 5-13 ปี เรียนรู้ได้ดีที่สุดเพียง 5-10 นาที เด็กอายุ 14 ปีขึ้นไป จะเรียนรู้เพิ่มขึ้นถึง 10-20 นาที บางครั้ง ครูอาจขยายเวลาการสอนให้มากขึ้น โดยใช้แรงสนับสนุนเชิงบวก 5) เด็กเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อครูสอน เนื้อหาใหม่ครั้งแรก และให้มีการทบทวนความรู้อีกครั้งในตอนท้ายของการเรียนการสอน 6) สิ่งที่ดีที่สุดสำหรับครูผู้สอนในการสอนหน่วยการเรียนรู้สั้น ๆ ควรให้ผู้เรียนจัดกิจกรรมให้ได้ ตามเวลาที่กำหนด นักเรียนต้องใช้เวลาฝึกทักษะเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ให้มากที่สุด 7) นักเรียน ต้องการช่วงพักผ่อนสมองจากการเรียน การให้มีช่วงพักระหว่างการเรียนจะช่วยให้เด็กนักเรียนมีสมาธิ เพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น การอนุญาตให้นักเรียนยืนและยืดตัว การให้หยุดพูดสนทนากันสัก 2 นาที เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้สมองมีความพร้อมในการเรียนและรับข้อมูลได้มากขึ้น 8) การให้นักเรียนดื่มน้ำในระหว่างการเรียนรู้ มีผลงานวิจัยที่พบว่า การคายน้ำในร่างกายจะทำให้ระดับเกลือ ในเลือดสูงขึ้น ซึ่งจะเพิ่มความดันและความเครียด การคายน้ำยังทำให้เกิดการสูญเสียความสนใจ ก่อให้เกิดความง่วง นักเรียนจึงควรดื่ม 6-8 แก้ว เพื่อทดแทนน้ำที่หายไป 9) ใช้ประโยชน์จาก ช่วงพลังงานสูงสุดของเด็กนักเรียน ซึ่งในแต่ละวันจะมีช่วงพลังสูงและต่ำขณะนักเรียนที่อยู่ใน โรงเรียน เช่น นักเรียนส่วนใหญ่จะมีพลังงานลดลงในช่วงเช้า (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงวัยรุ่น) และพลังงาน สูงขึ้นหลังจากรับประทานอาหารกลางวัน ระดับพลังงานที่สูงขึ้นจะสัมพันธ์กับความสนใจของ ผู้เรียนด้วย ครูควรใช้ประโยชน์จากเวลาระหว่างวันที่นักเรียนที่มีระดับพลังงานสูง จะเป็นช่วง การสอนที่สำคัญในช่วงเวลานั้น 10) จัดพื้นที่ส่วนบุคคลให้เพียงพอสำหรับนักเรียน และเพิ่มพื้นที่ ส่วนบุคคลเพื่อลดความเครียดของผู้เรียนรู้ และ 11) ในช่วงท้ายของบทเรียนให้นักเรียนได้คิด โดยการอภิปรายหัวข้อ เพราะความเข้าใจไม่อาจเกิดขึ้นได้ทันที อาจเกิดขึ้นในภายหลังการเรียน ช่วงเวลานี้จะช่วยสะท้อนเป็นสิ่งสำคัญกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

จากแนวคิดในการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีการนำไป ประยุกต์ใช้กับสาขาจิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนทางจิตศาสตร์ตามแนวคิดของ นักวิทยาศาสตร์ทางสมอง ต้องตั้งอยู่บนฐานมุมมองของนักจิตวิทยาด้วย โดย Byrnes ได้ทบทวน วรรณกรรมอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะจิตศาสตร์และแนะนำแนวทางการนำไปใช้ ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้ (Fischer & Immordino-Yang, 2008, pp. 324-325)

1. ประสบการณ์ก่อนวัยเรียนควรมีส่วนประกอบเพื่อเสริมสร้างแนวคิดและกระบวนการ ทางจิตศาสตร์ที่มีอยู่ของเด็ก ในอีกแง่มุมหนึ่งก็ไม่จำเป็นต้องรอจนกว่าเด็กจะเข้าเรียนปีแรกแล้ว จึงเริ่มให้มีปฏิสัมพันธ์กับแนวคิดทางจิตศาสตร์

2. การเรียนการสอนควรเชื่อมโยงระหว่างความคิดทางคณิตศาสตร์นอกสถานที่กับคณิตศาสตร์ที่สอนอยู่ในชั้นเรียน
3. การเรียนการสอนในทุกระดับควรสอดคล้องกับคณิตศาสตร์สมัยใหม่ นั่นคือมิติในทักษะทางคณิตศาสตร์ควรเป็นรากฐานสำหรับคณิตศาสตร์สมัยใหม่
4. กิจกรรมการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ได้มาซึ่งแนวคิดของจำนวนตัวเลข อีกริธีหนึ่งที่ดีที่สุดในการปลูกฝังความรู้ของนักเรียนคือการแก้ปัญหาโจทย์ที่มีโครงสร้างคล้ายกัน แล้วพิจารณาว่าปัญหาเหล่านี้มีลักษณะที่เหมือนกัน
5. การบริหารทางความคิดควรจะถูกออกแบบเพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางความคิดให้นักเรียนได้ฝึกคิดเมื่อคำตอบมีเหตุผลและถูกต้อง และเมื่อไม่ใช่อย่างที่คิดไว้
6. ไม่มีอะไรแทนได้หากการปฏิบัติไม่มีความครอบคลุม แม้เมื่อครูจะหาวิธีการที่ดีมากมาย หรือพึ่งพาการแก้ปัญหาที่มีความหมาย ซึ่งอย่างไรนักเรียนก็จะมีข้อผิดพลาดในกระบวนการต่าง ๆ อยู่เสมอ

นอกจากนี้ พรพิไล เลิศวิชา และอัครภูมิ จารุภากร (2550, หน้า 191-192) ให้แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของสมองไว้ดังนี้

1. การนำเด็กเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ต้องเสนอรูปธรรมในธรรมชาติที่คุ้นเคยคล้ายคณิตศาสตร์ (※ ※ = 2) แล้วเทียบคุณสมบัติขึ้นไปพร้อม ๆ กับการนำเสนอสัญลักษณ์ เช่น จำนวน การสอนคณิตศาสตร์โดยการอธิบายปากเปล่า การเขียนให้จดตาม หรือการท่องนิยาม เป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสมสำหรับเด็ก เพราะสมองไม่สามารถถอดกระบวนการแบบ (Pattern) และไม่สามารถประกอบสร้าง (Construct) ความรู้ใหม่ได้
2. การทำซ้ำแล้วซ้ำอีก ในขั้นพื้นฐานมักเป็นสิ่งจำเป็น แม้ว่าสมองจะได้สร้างวงจรเชื่อมโยงความหมายเชิงคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบแล้ว แต่ทักษะจะเกิดขึ้นต่อเมื่อได้ใช้วงจรนั้นในสมองซ้ำ ๆ การทำซ้ำเป็นการสร้างวงจรในสมองจนเกิดความแม่นยำ การสร้างจุดเชื่อมต่อ (Synapse) ที่มั่นคงในสมอง ทำให้ความเข้าใจคณิตศาสตร์มีความชัดเจนแม่นยำด้วย
3. ฝึกให้เด็กได้มีการแสดงออก การนำเสนอด้วยตัวเอง ด้วยรูปภาพ กราฟ พร้อมให้อธิบายด้วยคำพูดของตัวเอง จะช่วยกระบวนการคิดแก้ปัญหา จัดระบบคิด และอาจสะท้อนสิ่งที่ไม่เข้าใจออกมาได้ แม้ว่าสมองจะรับรู้เข้าใจเบื้องต้นแล้ว แต่การนำเสนอออกมาจะช่วยให้สมองทบทวนและใช้วงจรนั้นสร้างความรู้ แล้วย้อนกลับไปทำให้วงจรเดิม มีความชัดเจนแม่นยำยิ่งขึ้น
4. ถ้าเด็กไม่เข้าใจคณิตศาสตร์เลย แม้ว่าจะได้ผ่านกระบวนการสอนที่เป็นขั้นตอนเหมาะสมแล้ว ลองพิจารณาว่าเด็กมีพัฒนาการพร้อมที่จะเรียนคณิตศาสตร์แล้วหรือยัง

อายุอาจไม่ใช่สิ่งบ่งชี้อย่างเดียวกับเด็กมีความพร้อม ควรพิจารณาอย่างอื่นประกอบด้วย เช่น
 ดูว่าเด็กมีความเข้าใจพื้นฐานเรื่องจำนวน ตัวเลข สัญลักษณ์หรือไม่ เป็นต้น

เมื่อมีการบูรณาการแนวคิดทางการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเข้ากับการสอนในสาขา
 คณิตศาสตร์ตามที่มีนักวิชาการทั้งสองได้เสนอไว้แล้วนี้ ทำให้เห็นรายละเอียดของแนวทางการสอน
 มากยิ่งขึ้น เทคนิคต่าง ๆ เหล่านี้เป็นแนวคิดสำคัญในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับ
 ทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเป็นอย่างยิ่ง ทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการเรียนรู้
 ที่คำนึงถึงสมองสำหรับครูได้เป็นอย่างดี

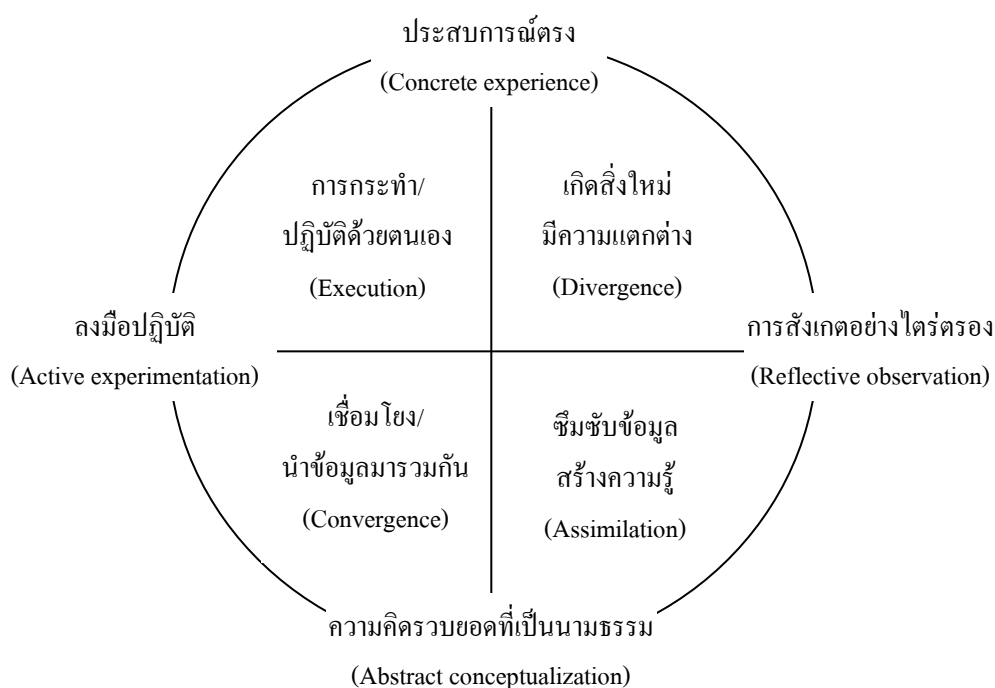
วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมอง
 ทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป ซึ่งมาจากฐานความคิดเรื่องการเรียนของมนุษย์ที่เกิดจากการรับรู้
 และกระบวนการ โดยผ่านกระบวนการของสมองทั้งสองซีก เริ่มจากการใช้สมองซีกขวา ใช้ความรู้สึกรับ
 รับรู้ประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียน และมีจินตนาการเกี่ยวกับสิ่งนั้น และในขั้นสุดท้ายก็เป็น
 กิจกรรมของการใช้สมองซีกขวาเช่นกัน แต่เป็นความรู้สึกรู้ที่แตกต่างกัน เนื่องจากผ่านกระบวนการ
 แสวงหาความรู้ ทักษะ ความคิด และการลงมือทำเพื่อสร้างผลงานจากการเรียนรู้ของตนเอง ภายใต้
 การพัฒนาสมองแต่ละซีก คือ ขวา-ซ้าย-ขวา-ซ้าย-ซ้าย-ขวา-ซ้าย-ขวา (สุคนธ์ ลิขิตพานนท์, 2553,
 หน้า 213) โดยสมองซีกขวาดำเนินเรื่องภาษา การฟัง ความจำ การวิเคราะห์ เหตุผล การจัดลำดับ การ
 คิดคำนวณ สัญลักษณ์ เหตุผลเชิงตรรกะ และวิทยาศาสตร์ ในขณะที่สมองซีกซ้าย จะมีลักษณะ
 สร้างสรรค์จินตนาการ แก้ปัญหาโดยใช้สามัญสำนึกมากกว่าการใช้เหตุผลและข้อมูลเชิงวิชาการ
 ตอบคำถามอย่างรวดเร็วและมีโอกาสตอบผิดมาก เพราะใช้สัญชาตญาณมากกว่าการใช้ความคิด
 และเหตุผล จะไม่ใช้เวลามากในการวิเคราะห์ปัญหาหรือตอบคำถาม

ความเป็นมาของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความเป็นมาของ 4 MAT ว่าเกิดจากแนวคิดของ
 McCarthy ซึ่งเป็นนักการศึกษาที่มีประสบการณ์ด้านการสอนนักเรียนหลายระดับชั้นเรียน รวมทั้ง
 ยังเป็นแนะแนวและนักการศึกษาที่ตระหนักถึงความแตกต่างหลากหลายของสไตล์การเรียนรู้
 ของผู้เรียน โดย McCarthy ได้นำแนวคิดทางการเรียนรู้ของ Kolb ซึ่งเป็นปราชญ์ทางการศึกษา
 ชาวอเมริกัน จากมหาวิทยาลัย Case Western Research University โดยได้เสนอความคิดเรื่อง
 รูปแบบการเรียนรู้ไว้ว่าเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ 2 มิติ คือ การรับรู้ (Perception) และการจัด
 กระบวนการข้อมูล (processing) นั่นคือการเรียนเกิดจากการที่คนเรารับรู้แล้วนำข้อมูลข่าวสารนั้น
 ไปจัดกระบวนการเสียใหม่ตามความถนัดของตนเอง วิธีการที่บุคคลรับรู้มี 2 ประเภท คือ

จากประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรม (Concrete experience) และจากความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม (Abstract conceptualization) จากการศึกษาของ Kolb ยังพบว่ากระบวนการเรียนรู้ของบุคคลบางคน เป็นกระบวนการที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ (Active experimentation) ในขณะที่บางคนเรียนรู้ผ่าน กระบวนการสังเกต (Reflective observation) ซึ่งคนทั้งสองประเภทดังกล่าวมีลักษณะการเรียนรู้ ที่แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อผู้เรียนลักษณะใดลักษณะหนึ่งจนเกินไป จะทำให้ผู้เรียนอีกลักษณะหนึ่งขาดโอกาสที่จะพัฒนาความรู้ความสามารถได้อย่างเต็มศักยภาพ (ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน, 2543, หน้า 7-8) ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Kolb (1995, p. 67)

ในปี ค.ศ. 1980 McCarthy ได้นำแนวคิดของ Kolb มาประยุกต์และพัฒนาเป็นรูปแบบ การเรียนรู้ที่ใช้พื้นที่ 4 ส่วนของวงกลมแทนลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ (4 Types of students) ซึ่งมีสไตล์การรับรู้และกระบวนการจัดการสิ่งที่ได้รับรู้แตกต่างกันเป็นรูปแบบการเรียนรู้ ของผู้เรียนในแบบต่าง ๆ ให้เรียนรู้ร่วมกันอย่างสอดคล้องกันที่เรียกว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT หรือการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ของสมอง ซึ่ง McCarthy ได้ขยายแนวคิด ของ Kolb ไปให้กว้างขึ้น โดยเสนอว่าวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนมี 4 แบบหลัก ๆ ดังภาพที่ 2-4 และมีรายละเอียดดังนี้ (McCarthy, 1990, pp. 24-25)

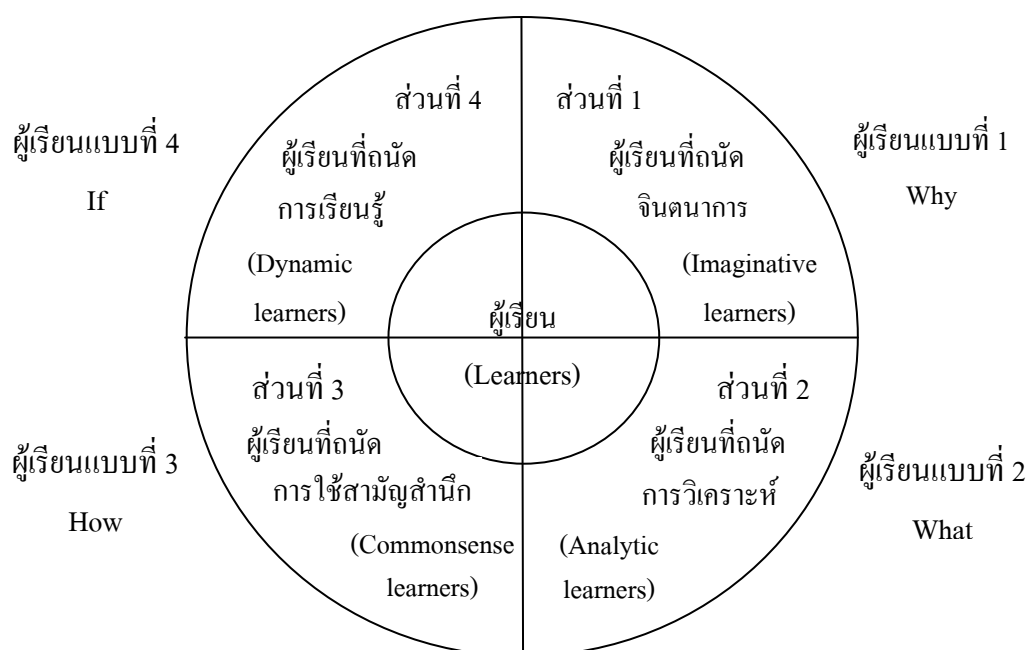
1. ผู้เรียนแบบที่ 1 (Type one learner) มีความถนัดการใช้จินตนาการ (Imaginative learners) เกิดจากการรับรู้ประสบการณ์ด้วยความรู้สึกผ่านกระบวนการรับรู้โดยตรง (Reflective watching) สมองซึกขวาจะค้นหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ จากประสบการณ์ หรือทำความเข้าใจในแงุ่มของผู้เรียน (Personal meaning) จากเรื่องที่ต้องการเรียน สมองซึกซ้ายจะสร้างความเข้าใจในเรื่องนั้นด้วยเหตุผล จากการวิเคราะห์รายละเอียด ผู้เรียนชอบถามเหตุผล คำถามนำทางของผู้เรียนแบบที่ 1 คือ “ทำไม” (Why?) ผู้เรียนจะค้นหาคำตอบในแงุ่มของตนเอง เพื่อให้เข้าใจว่าสิ่งที่จะเรียนรู้นั้นมีผลกระทบต่อตนเองอย่างไร โดยเฉพาะเรื่องค่านิยม ความเชื่อ ความคิด คตินิยม ความรู้สึก ชอบขบคิดปัญหาต่าง ๆ ค้นหาเหตุผล และสร้างความหมายของตนเอง ผู้เรียนแบบที่ 1 นี้จะค้นหาเหตุผลที่จะต้องเรียนรู้อีกก่อนสิ่งอื่น ๆ จะเรียนรู้อีกได้หากมีการถกเถียงอภิปราย ได้ว่าที่ กิจกรรมกลุ่ม การใช้การเรียนแบบสหรั่วมใจ ครูต้องให้เหตุผลก่อนเรียนหรือระหว่างการเรียน

2. ผู้เรียนแบบที่ 2 (Type two learner) มีความถนัดการวิเคราะห์ (Analytic learners) เกิดจากการรับรู้ด้วยความคิดรวบยอด (Concept) ผ่านกระบวนการเรียนรู้ในลักษณะของการมองสังเกต หรือรับรู้ข้อมูลอย่างไตรงตรง สมองซึกขวาเสาะหาประสบการณ์ที่สามารถผสมผสานการเรียนรู้ใหม่ ๆ และต้องการความแจ่มกระจ่างในเรื่องคำตอบขององค์ความรู้ที่ได้มา ในขณะที่สมองซึกซ้ายมุ่งวิเคราะห์จากความรู้ใหม่ เป็นพวกที่ชอบถามข้อเท็จจริง คำถามนำทางของผู้เรียนแบบที่ 2 คือ “อะไร” (What?) เด็กกลุ่มนี้จะเรียนอะไรต่อเมื่อรู้ว่าจะต้องเรียนอะไร และอะไรที่เรียนได้สามารถเรียนได้ศึกษากรุปธรรมไปสู่ความคิดเชิงนามธรรม การจัดการเรียนการสอนให้เด็กกลุ่มนี้จึงควรรู้วิธีบรรยายและการทดลอง การวิจัย หรือการทำรายงาน การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น ผู้เรียนแบบที่ 2 นี้ชอบการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ต้องการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ความจริง ต้องการข้อมูลที่เหมาะสม ถูกต้อง แม่นยำ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อมูล ข่าวสาร และมีความสามารถสูงในการนำความรู้ไปพัฒนาเป็นความคิดรวบยอด (Concept) ทฤษฎีหรือจัดระบบหมวดหมู่ของความคิดได้อย่างดี เด็กกลุ่มนี้เรียนรู้โดยมุ่งเน้นรายละเอียดข้อเท็จจริงความถูกต้อง แม่นยำ

3. ผู้เรียนแบบที่ 3 (Type three learner) มีความถนัดใช้สามัญสำนึก (Commonsense learners) เกิดจากการรับรู้ความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรมผ่านกระบวนการของการลงมือกระทำ สมองซึกขวามองหากลยุทธ์ในการปรับเปลี่ยนรูปแบบขององค์ความรู้ไปสู่การนำไปใช้ ในขณะที่สมองซึกซ้ายมองหาสิ่งที่เป็นข้อมูลเพิ่มเติม คำถามนำทางของผู้เรียนแบบที่ 3 คือ “ทำอย่างไรจึงจะนำความคิดไปประยุกต์ใช้งานได้” (How does it work?) ผู้เรียนแบบนี้สนใจกระบวนการปฏิบัติจริงและทดสอบทฤษฎีโดยการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยการวางแผนจากข้อมูล ข่าวสาร ความรู้ที่เป็นนามธรรมมาสร้างเป็นรูปธรรมเพื่อประโยชน์ในชีวิตประจำวัน “ใครเขาทำอะไรไว้บ้างแล้วหนอ”

เด็กกลุ่มนี้ต้องการที่จะทดลองและต้องการที่จะฝึกปฏิบัติ และต้องการเป็นผู้ปฏิบัติ (ถ้าครูเป็นบรรยายละก็ เด็กพวกนี้จะกลับเป็นพวกแรก) พวกเขาไปหาสิ่งที่จะทำ สิ่งที่มีมองเห็นแล้วว่าเป็นประโยชน์และตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้มานั้นสามารถใช้ได้ในโลกแห่งความจริงหรือไม่ ผู้เรียนแบบที่ 3 นี้สนใจที่จะนำความรู้มาสู่การปฏิบัติจริงและอยากรู้ว่า ถ้าจะทำสิ่งนั้น สิ่งที่ได้ทำได้อย่างไร รูปแบบการเรียนการสอนที่ดีที่สุด คือ การทดลองให้ปฏิบัติจริง ลองทำจริง

5. ผู้เรียนแบบที่ 4 (Type four learner) มีความสนใจค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Dynamic learners) เกิดจากการรับรู้ด้วยการมีความรู้สึกต่อประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และผ่านกระบวนการลงมือกระทำ สมองซีกขวาทำงานในการถกทอดความคิดให้ขยายกว้างยิ่งขึ้น ในขณะที่สมองซีกซ้ายเสาะหาการวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนและโดดเด่นขึ้น เป็นพวกที่ชอบตั้งเงื่อนไขคำถามของผู้เรียนแบบที่ 4 คือ “ถ้าหาก” (If...then?) ผู้เรียนแบบที่ 4 นี้ชอบเรียนรู้โดยการได้สัมผัสกับของจริง ลงมือทำในสิ่งที่สนใจ และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ชอบรับฟังความคิดเห็นหรือคำแนะนำ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาประมวลเป็นความรู้ใหม่ ประสงค์ที่จะค้นหาความสัมพันธ์ในการเชื่อมโยงของสรรพสิ่งและนำผลการเรียนรู้มาสู่ชีวิตจริง มีความกระตือรือร้นที่จะสังเคราะห์ความรู้ และจะเรียนได้ดีที่สุดโดยใช้วิธีการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง (Self discovery method) ถึงแม้ว่าการทำอย่างนั้นจะมีความซับซ้อนเพียงใดก็ตาม



ภาพที่ 2-3 ลักษณะของผู้เรียนทั้ง 4 แบบตามแนวคิดของ McCarthy

แนวคิดวิธีการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้สอนจำเป็นต้องสอนเด็กโดยใช้วิธีการสอนทั้งหมด ที่กล่าวมาแล้ว 4 อย่างเท่า ๆ กัน เพราะทักษะทางธรรมชาติของผู้เรียนทั้ง 4 อย่าง เป็นสิ่งที่ต้องการ ในชั้นเรียนมักจะมีผู้ถนัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบอยู่ร่วมกัน ดังนั้นครูจำเป็นต้องใช้วิธีการสอน ที่เหมาะสมทั้ง 4 แบบ อย่างเสมอภาคกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานตามรูปแบบการเรียนรู้ ที่ตนถนัด จากการหมุนเวียนรูปแบบการสอนทั้ง 4 อย่างนี้ ทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการพัฒนา ความสามารถด้านอื่นที่ตนไม่ถนัดด้วยวิธีการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งยังมีโอกาสที่จะได้แสดง ความสามารถอย่างน้อย ร้อยละ 25 ของเวลาที่ทำทายพวกเขา ส่วนเวลาที่เหลืออาจไม่เป็นที่ต้องใจ เท่าไร

McCarthy (1970 อ้างถึงใน กระทรวงศึกษาธิการ, 2543, หน้า 69-70) ได้ให้แนวคิดว่าการเรียนรู้และการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT จะต้องมียุทธศาสตร์ของการเคลื่อนไหว อย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ที่สามารถทำให้ผู้เรียนซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้ ที่แตกต่างกัน เรียนและพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างมีความสุข โดยมีความเชื่อพื้นฐาน ซึ่งเกี่ยวกับความหลากหลายในการเรียนหลายประการดังนี้

1. มนุษย์ทุกคนรับรู้ประสบการณ์และข้อมูลข่าวสารในช่องทางที่แตกต่างกัน
2. มนุษย์ทุกคนมีกระบวนการจัดการประสบการณ์และข้อมูลข่าวสารในลักษณะ ที่แตกต่างกัน
3. วิธีการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลมีคุณค่าเท่าเทียมกัน
4. ผู้เรียนแต่ละคนประสงค์ที่จะมีความสุขจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบหรือลักษณะ การเรียนรู้ของตนเอง
5. ในขณะที่วัฏจักรการเรียนรู้เคลื่อนไหวไปผู้เรียนทั้งหลายจะ “ฉายแวว” แตกต่างกัน ดังนั้นเขาจึงมีโอกาสนำความรู้จากเพื่อนแต่ละคน

นอกจากนั้นยังกล่าวว่าการเรียนการสอนที่มีฐานคิดจากความเชื่อพื้นฐานเช่นนี้จะเกิดขึ้นได้ ผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องกับการศึกษาจะต้องเปลี่ยนทัศนคติเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนใหม่ เพื่อทำในสิ่งต่อไปนี้

1. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสเท่ากันที่จะเรียนรู้
2. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ให้มีลักษณะมุ่งเป็นงานเบื้องต้นของครู
3. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่สอนทักษะผนวกกับความคิดรวบยอดพร้อม ๆ กับ ให้เห็นประโยชน์โดยตรง
4. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสุขกับการค้นพบตนเอง

5. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ปลูกให้ผู้เรียนตื่นตาไปกับเทคนิคการสอนที่ใช้สมองซีกขวาและซีกซ้าย

6. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ไม่เพียงแต่ให้เกียรติผู้เรียน แต่ต้องชื่นชมความหลากหลายของผู้เรียนด้วย

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

McCarthy (1990, pp. 13-14) เสนอแนวทางการพัฒนาวงจรการสอนให้เอื้อต่อผู้เรียนทั้ง 4 แบบโดยใช้เทคนิควิธีการพัฒนาสมองซีกซ้าย-ซีกขวา กล่าวคือ กิจกรรมการเรียนรู้จะหมุนตามเข็มนาฬิกาไปจนครบทั้ง 4 ส่วน 4 แบบ (Why-what-how-if) แต่ละส่วนจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน โดยเป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้ทั้งสมองซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป ดังนั้นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด 4 MAT จึงแบ่งออกเป็น 4 ส่วน 8 ขั้นตอนย่อย (ดังภาพที่ 2-4) โดยเน้นเทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การเรียนแบบทำไม (Why): ใช้คำถามนำกิจกรรมว่า “ทำไม” เพื่อสร้างความเข้าใจ การอภิปรายและให้นักเรียนทำกิจกรรม การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในส่วนที่ 1 ครูต้องสร้างบรรยากาศ กระตุ้นผู้เรียน และต้องสรรหากิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ดังกล่าว (การสร้าง ความหมายเฉพาะของตนเอง) มี 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 (Connect) สร้างประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียนการเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา โดยครูสร้างประสบการณ์จำลองให้เชื่อมโยงกับความรู้ และประสบการณ์เก่าของนักเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความหมายเฉพาะของตนเอง

ขั้นตอนที่ 2 (Examine) วิเคราะห์ให้ไตร่ตรองประสบการณ์ การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้าย โดยครูให้นักเรียนไตร่ตรองวิเคราะห์ประสบการณ์จำลองจากกิจกรรมในขั้นที่ 1

ส่วนที่ 2 การเรียนแบบอะไร (What?): ใช้คำถามนำในส่วนนี้ “อะไร” เพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในส่วนที่ 2 ครูต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดพิจารณาไตร่ตรองความรู้ และฝึกทักษะในการค้นหาความรู้เตรียมข้อมูลให้ข้อมูลสาธิตให้นักเรียนค้นคว้า เพื่อให้ผู้เรียนที่ชอบเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง สามารถปรับประสบการณ์ และความรู้ สร้างเป็นความคิดรวบยอดในเชิงนามธรรม

ขั้นตอนที่ 3 (Image) สะท้อนประสบการณ์เป็นแนวคิด การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา โดยครูได้กระตุ้นให้นักเรียนรวบรวมประสบการณ์และความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานของแนวคิด หรือความคิดรวบยอดอย่างชัดเจนเช่น การสอนให้ผู้เรียนเข้าใจถึงซึ่งถึงแนวการใช้อักษรตัวใหญ่ในภาษาอังกฤษ ครูต้องหาวิธีอธิบายให้นักเรียน

เข้าใจอย่างชัดเจนว่า อักษรตัวใหญ่ที่ใช้นำหน้าคำนามในภาษาอังกฤษเพื่อเน้นถึงความสำคัญของคำนั้น

ขั้นตอนที่ 4 (Inform) พัฒนาทฤษฎีและแนวคิด การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรม เพื่อพัฒนาสมองซีกซ้าย ครูให้นักเรียนวิเคราะห์และได้ตรงแนวคิดที่ได้จากขั้นที่ 3 และถ่ายทอดเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อแนวคิดนั้น ๆ ต่อไป พยายามสร้างกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

ส่วนที่ 3 การเรียนแบบอย่างไร (How?): ใช้คำถามนำในส่วนนี้ คือ “อย่างไร” (How does it work?) การปฏิบัติและการพัฒนาความคิดออกเป็นนามธรรมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในส่วนที่ 3 ครูมีบทบาทเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างสร้างสรรค์ นอกจากนี้ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ และเข้ามามีส่วนร่วม ในการวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 (Practice) ดำเนินตามแนวคิดและลงมือปฏิบัติหรือทดลอง การเรียนรู้ เกิดจากการจัดกิจกรรมพัฒนากระตือรือร้นสมองซีกซ้าย เช่นเดียวกับขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรม เพื่อให้ฝึกปฏิบัติเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง ผู้เรียนเรียนรู้จากการใช้สามัญสำนึก ซึ่งได้จากแนวคิดพื้นฐาน จากนั้นนำมาสร้างเป็นประสบการณ์ เช่น การปฏิบัติทดลองในห้องปฏิบัติการ การทำแบบฝึกหัด และได้ฝึกทักษะที่เรียนรู้มาจากส่วนที่ 2

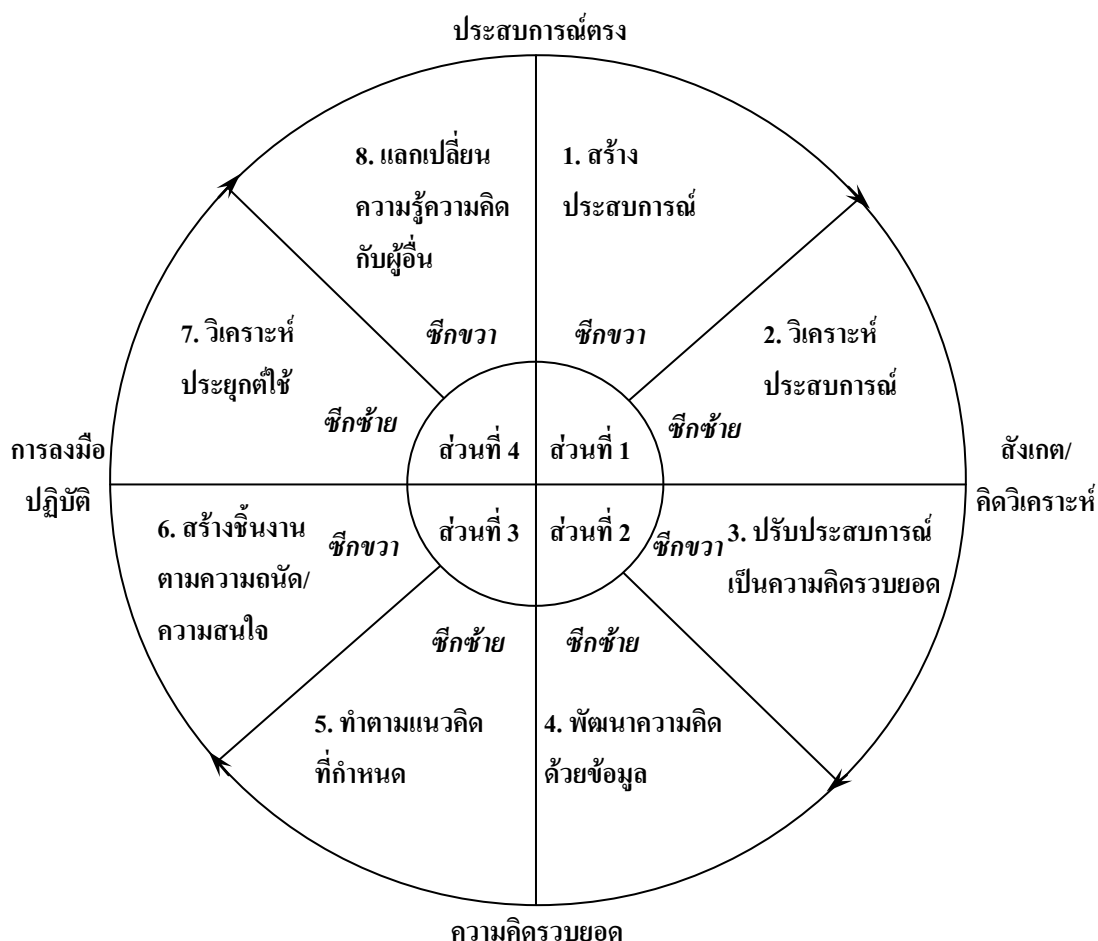
ขั้นตอนที่ 6 (Extend) ให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานชิ้นใหม่โดยบูรณาการความรู้และสร้างสรรค์ ผลงานออกมาด้วยตนเอง การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา นักเรียนเรียนรู้ ด้วยการลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษา ค้นพบความรู้ ด้วยตนเอง

ส่วนที่ 4 การเรียนรู้แบบ ถ้า...แล้ว... (If?): ใช้คำถามนำกิจกรรมในส่วนนี้คือ “ถ้า” เชื่อมโยงการเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง จนเกิดเป็นความรู้ที่ลุ่มลึก การจัดกิจกรรม การเรียนการสอนในส่วนที่ 4 ครูมีบทบาทเป็นผู้ประเมิน/ซ่อมเสริม กระตุ้นให้นักเรียนสร้างสรรค์ ผลงานใหม่ ๆ และเรียนรู้ร่วมกันค้นหาตนเอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการแนะนำผู้อื่น

ขั้นตอนที่ 7 (Refine) วิเคราะห์แนวทางที่จะนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และเป็น แนวทางสำหรับการเรียนรู้เพิ่มเติมต่อไป การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้าย นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วมาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์โดยนักเรียนเป็นผู้วิเคราะห์ และเลือกทำกิจกรรมอย่างหลากหลาย

ขั้นตอนที่ 8 (Perform) ลงมือปฏิบัติและแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ เกิดจาก การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา นักเรียนค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองอย่างสลับซับซ้อนมากขึ้น

เพื่อให้เกิดเป็นความคิดสร้างสรรค์ จากนั้นนำเสนอแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ครูมีบทบาทเป็นผู้ประเมินผลงานของนักเรียน และกระตุ้นสร้างสรรค์ให้นักเรียนคิดผลงานใหม่ให้ผู้เรียนและครูได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และนำไปสู่การประยุกต์ไปใช้ในอนาคต



ภาพที่ 2-4 8 ขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

ข้อควรคำนึงในการจัดกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้แบบ 4 MAT

ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ 4 MAT เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนจะได้พัฒนาศักยภาพทางสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันอย่างสมดุล ซึ่งผู้เรียนแต่ละแบบจะได้เรียนในสิ่งที่ตนเองถนัดและต้องใช้ความพยายามในการเรียนรู้สิ่งที่ตนไม่ถนัด ผู้เรียนแต่ละคนจะมีโอกาสแสดงออกถึงจุดแข็งของตนในกิจกรรมที่ชอบ และในขณะที่เดียวกันก็จะได้พัฒนาจุดอ่อนของตนเองไปด้วย การเรียนการสอนแบบ 4 MAT จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้นั้น ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (เชียร พานิช, 2544, หน้า 89-90)

1. ครูผู้สอนควรเตรียมการเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังต่อไปนี้
 - 1.1 ครูผู้สอนควรเตรียมการสอน เตรียมเนื้อหา สื่อการสอน เอกสารต่าง ๆ เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 1.2 ครูผู้สอนควรจัดสิ่งแวดล้อม และบรรยากาศที่ปลูกเร้า จูงใจ และเสริม แรงให้กับผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 1.3 ครูผู้สอนควรดูแล อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนอย่างทั่วถึง ในขณะที่ดำเนินการจัดกิจกรรมต่าง ๆ
 - 1.4 ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมและสถานการณ์ให้ผู้เรียน ได้แสดงออกและคิดอย่างสร้างสรรค์
 - 1.5 ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ฝึกคิด ลงมือปฏิบัติและฝึกปรับปรุงตนเอง
 - 1.6 ครูผู้สอนควรส่งเสริมกิจกรรมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้จากกลุ่ม
 - 1.7 ครูผู้สอนควรใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย และเชื่อมโยงประสบการณ์กับชีวิตจริง
 - 1.8 ครูผู้สอนควรใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียน ได้ฝึกคิด ฝึกแก้ปัญหา และสร้างความรู้ด้วยตนเอง
 - 1.9 ครูผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรคำนึงถึงพัฒนาการของผู้เรียน ดังต่อไปนี้
 - 2.1 ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงที่สัมพันธ์กับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
 - 2.2 ผู้เรียนได้เรียนรู้และได้ฝึกปฏิบัติจนสามารถสร้างความรู้ได้
 - 2.3 ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์จินตนาการตลอดจนได้แสดงออกอย่างชัดเจนและมีเหตุผล
 - 2.4 ผู้เรียนได้ฝึกค้นคว้า รวบรวมข้อมูลและสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง
 - 2.5 ผู้เรียนได้เลือกสรรผลงานตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเองอย่างมีความสุข
 - 2.6 ผู้เรียนได้ฝึกตนเองให้มีวินัย และรับผิดชอบในการทำงาน
 - 2.7 ผู้เรียนได้ฝึกประเมิน ปรับปรุงตนเอง แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นกับผู้อื่นตลอดจนสนใจใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง
3. การสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน ควรสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนดังต่อไปนี้
 - 3.1 บรรยากาศที่ทำให้ทลายด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจสอดคล้องกับหัวข้อและคณะครูกระตุ้นให้กำลังใจนักเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง พยายามร่วมกิจกรรมหรือทำงานให้สำเร็จ การท้าทายที่ถูกต้องจะช่วยให้แก่นักเรียนทำได้ดีกว่าที่เขาเคยทำได้

3.2 บรรยากาศที่มีอิสระ นักเรียนมีโอกาสได้คิด ได้ตัดสินใจเลือกสิ่งที่มีความหมาย และคุณค่า รวมทั้งโอกาสที่จะผิดพลาดในการเรียนโดยปราศจากความกลัวและความวิตกกังวล บรรยากาศเช่นนี้จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ผู้เรียนจะตั้งใจทำกิจกรรมด้วยความตั้งใจ ไม่เครียด

3.3 บรรยากาศที่มีการยอมรับนับถือ ครูรู้สึกว่่านักเรียนเป็นบุคคลสำคัญมีคุณค่า และสามารถเรียนได้ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองและเกิดการยอมรับนับถือตนเอง

3.4 บรรยากาศที่มีความอบอุ่น เป็นบรรยากาศทางด้านจิตใจ มีความสำเร็จในการเรียน การที่ครูมีความเข้าใจนักเรียน เป็นมิตร ยอมรับและให้ความช่วยเหลือ จะทำให้นักเรียนเกิดความอบอุ่น สบายใจ รักครู รักโรงเรียน และรักการเรียน

3.5 บรรยากาศที่มีการควบคุม หมายถึง การฝึกให้นักเรียนมีระเบียบวินัย มิใช่การควบคุมไม่ให้มีอิสระจากภายนอก แต่เกิดขึ้นภายในตัวนักเรียนเอง ครูต้องมีเทคนิคในการปกครองห้องเรียน และฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้สิทธิและหน้าที่ของตนอย่างมีขอบเขต

3.6 บรรยากาศแห่งความสำเร็จ ผู้เรียนเกิดความรู้สึกประสบความสำเร็จในงานที่ทำ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ครูจึงควรพูดถึงสิ่งที่นักเรียนประสบความสำเร็จให้มากกว่าความล้มเหลว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบ 4 MAT

Bower (1987, abstract) ศึกษาผลการใช้ระบบ 4 MAT ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องแรงโน้มถ่วงของนิเวศน์ ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนจำนวน 54 คน จากโรงเรียนของรัฐนอร์ทแคโรไลนา แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้การสอนแบบ 4 MAT และ กลุ่มที่ใช้การเรียนการสอนที่ใช้สมองซีกซ้ายเท่านั้น ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเรื่องการค้นกฎแรงโน้มถ่วงของนิเวศน์ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติที่เน้นการใช้สมองซีกซ้ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Wilkerson and White (1988, abstract) ได้ประเมินประสิทธิผลของระบบการสอนแบบ 4 MAT ของผลสัมฤทธิ์และความคงทนของการเรียนรู้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยระบบการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Appell (1991, abstract) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาเกรด 6 ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนประถมศึกษาเกรด 6 จำนวน 154 คน ในโรงเรียนประถมศึกษาเมืองพอร์ตแลนด์ รัฐออริกอน ใช้ครูผู้สอนจำนวน

8 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้ครูจำนวน 4 คน และจำนวนนักเรียน 87 คน โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ กลุ่มที่ 2 ใช้ครูจำนวน 4 คน และนักเรียนจำนวน 64 คน โดยใช้การเรียนการสอนแบบ 4 MAT แล้วนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน 2 กลุ่มมาทดสอบค่า *t-test* กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

McCarthy (1991, p. 17) ได้ศึกษาการเรียนรู้อันเกิดขึ้นในโรงเรียน กระบวนการวิเคราะห์ประเมินผลได้กระทำอย่างต่อเนื่องจากโรงเรียนจำนวน 16 โรงเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกา และแคนาดา เน้นที่ส่วนแสดงความสำเร็จ คือ บุคลิกภาพ ค่าเฉลี่ย เนื้อหา และหลักสูตร ความเป็นประโยชน์และการสร้างสรรค์ การฝึกการประเมิน สามารถเปลี่ยนนักเรียนให้เป็นผู้ที่ยอมรับความสำคัญของการเป็นคนมีความรับผิดชอบ ซึ่งเป็นการประเมินตนเองที่มีความเป็นไปได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้กระบวนการ 4 MAT เป็นหลัก

Dwyer (1993, abstract) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนด้วยระบบ 4 MAT ในการสอนเพื่อสร้างแรงจูงใจในการพูด ในหลักสูตรพื้นฐานทางภาษา แผนการสอนระบบ 4 MAT สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแบบต่าง ๆ แต่ละชั้นใน 8 ชั้น ให้ความสำคัญกับนักเรียน และใช้กระบวนการความถนัดสมองซีกซ้ายซีกขวา การใช้ระบบพัฒนาแผนการสอนของครูในหน่วยการเรียน ผลการศึกษาพบว่า ความสนใจและผลงานของนักเรียนดีขึ้น และสามารถแสดงความคิดใหม่ ๆ ได้กระทำและเรียนรู้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมกับผู้เรียนคนอื่น ๆ

Scott (1994, abstract) ได้ศึกษาความสำคัญของรูปแบบการสอน 4 MAT พบว่า จุดเด่นของการสอนแบบ 4 MAT คือ การที่ผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ของตนเอง พร้อมกับศึกษาจากรูปแบบการเรียนรู้ของผู้อื่น การทำงานหมุนเวียนของสมองซีกซ้ายและซีกขวา จะช่วยกำหนดรูปแบบและแนวทางเพื่อให้สมองได้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและการสอนแบบ 4 MAT สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างกว้างขวางทุกระดับชั้นทั้งในเมืองและนอกเมือง

Valerie (1995, p. 143 อ้างถึงใน พงศ์ จิระพงษ์, 2544, หน้า 57) ได้ศึกษาผลการใช้ระบบ 4 MAT ในการวัดผลทางการเรียน และเจตคติระดับ 9 ที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา ในรัฐคอนเนคติกัต แบ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนด้วยระบบ 4 MAT และกลุ่มควบคุมสอนตามหนังสือเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านเจตคติระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

McCarthy (1997, pp. 46-51) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผู้เรียน 4 แบบ กับระบบ 4 MAT ซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัวที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในห้องเรียน ในขณะที่เดียวกันนักเรียนก็สามารถพัฒนาความรู้ได้ครบถ้วนตามวงจรการศึกษา ผู้เรียนสามารถทำให้เกิดผลโดยเป็นไปตามวัฏจักรธรรมชาติ จากความรู้สึกลงไปถึงผลสะท้อนกลับมาให้คิดวิเคราะห์ ในที่สุดแสดงออกมาเป็นพฤติกรรม โดยครูไม่แบ่งผู้เรียนเป็นประเภทต่าง ๆ แต่ช่วยพวกเขาให้เกิดความสมดุลและมีความพร้อมสมบูรณ์ ผลการวิจัยปรากฏว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมที่แสดงถึงความคิดวิเคราะห์

Tatar and Dikici (2009, abstract) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เรียน โดยใช้วิธีสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์มากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนคณิตศาสตร์แบบปกติ

สุพิดา แยมน์มวอล (2550, หน้า 65-66) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนแบบปกติ ในโรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสน ผลการศึกษาพบว่า ที่นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิภารัตน์ ตอสกุล (2551, หน้า 97) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความรู้สึกลงใจงาน ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เรื่อง การคูณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความรู้สึกลงใจงานสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นันทน้อย แพงปีสสา (2551, หน้า 152) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และการประยุกต์ใช้ทฤษฎีปัญหา เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีปัญหา มีประสิทธิภาพ ช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ ของนักเรียนทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียน

ฉวีวรรณ บุตรศรีภูมิ (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ หารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน

คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาที่มีประสิทธิภาพเหมาะสม สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความคิดรวบยอดจากสิ่งที่พบเห็นและเชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้ดี นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ สร้างผลงานจากการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และส่งผลให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับวิธีสอนแบบ 4 MAT จึงสรุปได้ว่าการสอนแบบ 4 MAT เป็นกิจกรรมที่เสริมสร้างประสบการณ์ตรง ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ลงมือปฏิบัติ สร้างความคิดรวบยอด และสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม การสอนแบบ 4 MAT สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาวิชาได้อย่างมากมาย รวมทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ยังมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะคิด ความคงทนในการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องและส่งผลต่อกันอีกด้วย

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน

ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

Joyce, Weil, and Colhoun (2000, p. 7) ได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนไว้ว่า เป็นรูปแบบของการเรียนรู้ที่ผู้สอนจะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาข้อมูลทางความคิด ทักษะ ค่านิยม แนวความคิด และการแสดงออก รวมทั้งเป็นการให้แนวทางของวิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพแก่ผู้เรียนด้วย ทั้งนี้การดำเนินการดังกล่าวคาดหวังให้ส่งผลต่อพัฒนาการของผู้เรียนในด้านความก้าวหน้าของความสามารถที่จะทำการเรียนรู้ได้อย่างคล่องแคล่ว และมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต ซึ่งควรเป็นผลเนื่องจากการที่ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ และทักษะ และเนื่องจากเขาได้เกิดกระบวนการในการเรียนอย่างรอบรู้ขึ้นแล้ว

Maker (1982, pp. 1-2) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง กรอบแนวคิดเชิงโครงสร้างที่ชี้แนะแนวทางเพื่อพัฒนากิจกรรมและสภาพแวดล้อมทางการศึกษา โดยเฉพาะที่สร้างมาจากสมมติฐานทางทฤษฎีบ้าง มาจากการสังเกต ธรรมชาติของผู้เรียน อาทิเช่น การเรียนรู้ แรงจูงใจ สถิติปัญญา ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความรู้สึก และจากธรรมชาติหรือประสิทธิผลที่ได้จากวิธีการสอนนั้น ๆ โดยลักษณะของรูปแบบจะมีแนวทางการพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ ได้เชื่อมโยงกับความต้องการ หรือมาตรฐานที่ได้รับการตัดสินใจว่ามีความเหมาะสมที่จะพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้

Good (1973, p. 371) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนว่าเป็นวิธีการหนึ่งของการเรียนการสอนที่มุ่งใจให้เกิดการเรียนรู้และมีทิศทางในการใช้เพื่อให้นักเรียนมีพฤติกรรมตามที่รูปแบบต้องการ

ทิสนา แคมมณี (2552, หน้า 222) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการสอนไว้ว่า หมายถึง สภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ รูปแบบจะต้องได้รับการพิสูจน์และทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ

ปรีชา ศรีเรืองฤทธิ์ (2549, หน้า 76) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการสอน หมายถึง โครงสร้างขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน ซึ่งนำมารวมกันอย่างมีเหตุผล โดยมีแนวคิดหรือหลักการเชิงทฤษฎีรองรับ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางกว้าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

จากผลการวิเคราะห์ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้นี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนคือ โครงสร้างที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ซึ่งนำมารวมกันอย่างมีเหตุผล มีการเชื่อมโยงกับความต้องการหรือมาตรฐานที่ได้รับการตัดสินใจว่ามีความเหมาะสมที่จะพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้ โดยประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ มีแนวคิดหรือหลักการเชิงทฤษฎีรองรับ สามารถพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ และนำไปใช้เป็นแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมทางการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบที่กำหนดไว้

ประเภทของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนเป็นโครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ จากสภาพแวดล้อมของการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่ง ละเอียด รัศมีเผ่า (ม.ป.ป. อ้างถึงใน กระทรวงศึกษาธิการ, 2543, หน้า 5-6) ได้จัดกลุ่มรูปแบบการสอนตามแนวคิดของนักการศึกษา เกี่ยวกับการจัด รูปแบบการสอนไว้ 4 แนวคิด ซึ่งแต่ละแนวคิดมีการจัดรูปแบบการสอนไว้ ดังนี้

แนวคิดที่ 1 แนวคิดของ Nuthall and Snook (1973, p.49) ได้จัดรูปแบบการสอนเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. รูปแบบควบคุมพฤติกรรม (Behavior-control model) เป็นรูปแบบที่เอาจิตวิทยาทางพฤติกรรมศาสตร์ (Behavioral psychology) มาใช้ในห้องเรียน อาจเรียกเป็นการสอนที่ใช้การกระตุ้นและการตอบสนอง (Stimulus-response)

2. รูปแบบการเรียนรู้ด้วยการแสวงหา (Discovery learning model) เป็นรูปแบบที่นำเอาจิตวิทยาเกี่ยวกับความคิด (Cognitive psychology) มาใช้ในห้องเรียน เน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เน้นการพัฒนาการเด็ก และเน้นความคิดสร้างสรรค์

3. รูปแบบการหาเหตุผล (The rational model) เป็นรูปแบบที่ใช้ปรัชญาการวิเคราะห์ (Analytic philosophy) ในปัญหาของการศึกษาต่าง ๆ เป็นรูปแบบกึ่งงานวิจัย (Quasi-empirical research) รูปแบบนี้เน้นว่าการสอนจะต้องสัมพันธ์กับความมีเหตุผล การมีข้อโต้แย้ง และการให้เหตุผล

แนวคิดที่ 2 แนวคิดของ Gage (1977 citing Rosenshine, 1973, p. 49) ได้จัดรูปแบบการสอนเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งคล้ายกับสองกลุ่มแรกของแนวคิดที่ 1 คือ

1. กลุ่มพฤติกรรมวิเคราะห์ (Behavior-analytic, Detail-specific)
2. กลุ่มสืบค้นโดยผู้เรียน (Inquiry-oriented, Learner-centered)

แนวคิดที่ 3 แนวคิดของ Saylor, Alexander and Lewis (1981, pp. 271-293) ได้จัดรูปแบบการสอนเป็น 5 กลุ่ม ตามจุดมุ่งหมายของการสอน คือ

1. รูปแบบที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา/ สาขาวิชา (Subject matter/ disciplines) เน้นที่การให้เนื้อหาวิชา เช่น วิชาเคมี
2. รูปแบบที่เกี่ยวกับสมรรถภาพ/ เทคนิควิธีการ (Competencies/ technology) เน้นที่การวางแผนการสอน เช่น บทเรียนโมดูล
3. รูปแบบที่เกี่ยวกับคุณลักษณะของมนุษย์/ กระบวนการ (Human traits/ processes) เน้นที่กระบวนการที่ทำให้เกิดคุณลักษณะ เช่น คำนิยาม
4. รูปแบบที่เกี่ยวกับหน้าที่ทางสังคม/ กิจกรรม (Social functions/ Activities) เน้นกิจกรรมในชุมชน เช่น การลงคะแนนรับเลือกตั้ง
5. รูปแบบที่เกี่ยวกับความสนใจ และความต้องการ/ กิจกรรม (Interests & needs/ activities) เน้นการเรียนรู้อิสระของแต่ละบุคคล เช่น การวาดรูป

แนวคิดที่ 4 แนวคิดของ Joyce et al. (2000, pp. 22-23) ได้จัดกลุ่มของรูปแบบการเรียนการสอนออกเป็น 4 กลุ่ม โดยอยู่บนพื้นฐานที่มุ่งเน้นเป้าหมายทางการศึกษาและวิธีการ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1. รูปแบบทางสังคม (Social models) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมของครอบครัวและชุมชน การเรียนรู้ร่วมกัน และความสัมพันธ์ทางสังคมทั้งนอกห้องเรียนและในห้องเรียน ได้มีนักพัฒนาออกแบบไว้ 5 รูปแบบ ได้แก่

1) Positive interdependence นักพัฒนาคือ David Johnson et al. 2) Structured inquiry นักพัฒนาคือ Robert Slavin 3) Group investigation นักพัฒนาคือ John Dewey 4) Role playing นักพัฒนาคือ Fannie Shaftel และ 5) Jurisprudential inquiry นักพัฒนาคือ Donald Oliver และคณะ

2. รูปแบบเชิงการจัดกระทำข้อมูล (Information-processing models) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถของผู้เรียนในการจัดกระทำข้อมูล ป้อนข้อมูลให้ผู้เรียนได้คิดสร้างแนวทางแก้ปัญหาให้ผู้เรียนเพื่อพัฒนาแนวความคิด รูปแบบนี้จะมีประโยชน์สำหรับการศึกษาด้วยตนเองและสังคม ทำให้ช่วยผู้เรียนบรรลุเป้าหมายทางการศึกษาได้มีนักพัฒนาออกแบบไว้

7 รูปแบบ ได้แก่ 1) Inductive thinking นักพัฒนาคือ Hilda Taba 2) Concept attainment นักพัฒนาคือ Jerome Bruner 3) Mnemonics นักพัฒนาคือ Michael Pressley et al. 4) Advance organizers นักพัฒนาคือ David Ausubel 5) Scientific inquiry นักพัฒนาคือ Joseph Schwab 6) Inquiry training นักพัฒนาคือ Richard Suchman และ 7) Synectics นักพัฒนาคือ Bill Gordon

3. รูปแบบเชิงบุคคล (Personal models) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นไปที่บุคคลเพื่อให้เข้าใจตนเอง มีความรับผิดชอบ ได้มีนักพัฒนาออกแบบไว้ 2 รูปแบบ ได้แก่

1) Nondirective teaching นักพัฒนาคือ Carl Rogers และ 2) Enhancing self-esteem นักพัฒนาคือ Abraham Maslow

4. รูปแบบเชิงการปรับพฤติกรรม (Behavior models) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการสังเกตและปรับพฤติกรรมของคนภายใต้เงื่อนไข โดยการเสริมแรงผ่านการลงมือกระทำ ได้มีนักพัฒนาออกแบบไว้ 5 รูปแบบ ได้แก่ 1) Mastery learning นักพัฒนาคือ Benjamin Bloom et al. 2) Direct instruction นักพัฒนาคือ Tom Good et al. 3) Simulation นักพัฒนาคือ Carl Smith et al. 4) Social learning นักพัฒนาคือ Albert Bandura et al. และ 5) Programmed schedule นักพัฒนาคือ B. F. Skinner

จากแนวคิดทั้ง 4 ที่กล่าวมาแล้วนั้น สรุปได้ว่ามีรูปแบบ 4 แนวคิดหลัก ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นรูปแบบย่อยได้ 7 รูปแบบ ได้แก่ 1) รูปแบบเชิงการปรับพฤติกรรมที่ใช้การกระตุ้นและการตอบสนอง 2) รูปแบบการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง 3) รูปแบบการสอนแบบสัมพันธ์กับควมามีเหตุผล รูปแบบที่เน้นเนื้อหาวิชา 4) รูปแบบที่เกี่ยวกับเทคนิคการวางแผนการสอน 5) รูปแบบเชิงบุคคลเกี่ยวกับคุณลักษณะของมนุษย์ 6) รูปแบบทางสังคม/ กิจกรรม และ 7) รูปแบบเชิงการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งแต่ละรูปแบบมีความสัมพันธ์กันโดยภาพรวมแม้จะมีที่มาของกลุ่มแนวคิดที่แตกต่างกัน ในส่วนที่สัมพันธ์มากคือกลุ่มรูปแบบด้านพฤติกรรม ส่วนกลุ่มรูปแบบอื่น

อาจไม่สัมพันธ์กันบ้าง โดยความรู้ที่ได้จากประเภทของรูปแบบการเรียนการสอนช่วยให้ผู้วิจัยสามารถนำไปประยุกต์เลือกใช้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยจะเลือกใช้รูปแบบที่เน้นเนื้อหาวิชาที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารข้างต้นมาแล้ว

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

มีนักวิชาการได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ที่สำคัญมีดังนี้

Joyce et al. (2000, pp. 292-294) ได้กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการสอน ได้แก่

1) ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอน (Syntax) 2) ระบบสังคม (Social system) 3) หลักการของปฏิสัมพันธ์ (Principle of reaction) และ 4) ระบบสนับสนุน (Support system)

Maker (1982, p. 1) ได้กล่าวถึง ลักษณะสำคัญที่โดดเด่นทั่ว ๆ ไป ที่เห็นได้เชิงประจักษ์ของรูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ 1) มีจุดมุ่งหมายเฉพาะหรือเน้นครอบคลุมเรื่องนั้น ๆ 2) อยู่ภายใต้สมมติฐานที่เด่นชัดและแอบแฝงเกี่ยวกับลักษณะของผู้เรียน และเกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอน 3) เป็นแนวทางที่ใช้พัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน 4) มีแบบแผนเฉพาะและมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องกระทำ และ 5) มีโครงร่างของการวิจัยรูปแบบเพื่อพัฒนารูปแบบ หรือประเมินผลประสิทธิผลของรูปแบบ โดยทุกรูปแบบการเรียนการสอนจะต้องมีภูมิหลังของการพัฒนารูปแบบหรือการตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบนี้เนื่องมาจากประสิทธิผลที่ได้

ปรีชา ศรีเรืองฤทธิ์ (2549, หน้า 76) กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา ขั้นตอนการสอน หรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ การจัดสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้ และแนวทางการประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางกว้าง ๆ สำหรับการออกแบบการสอนในสถานที่ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

ทศนา เขมมณี (2552, หน้า 221-222, 224) กล่าวถึง องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1) มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของรูปแบบการสอนนั้น ๆ 2) มีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ 3) มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ และ 4) มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยรูปแบบการเรียนการสอนอาจนำเสนอสาระที่เป็นแก่นสำคัญของรูปแบบได้ 4 ประการ คือ ทฤษฎีหรือหลักการของรูปแบบ วัตถุประสงค์ของรูปแบบ กระบวนการของรูปแบบ และ ผลที่จะได้รับการใช้รูปแบบ

พัชรี ศรีสังข์ (2551, หน้า 70-71) ได้สังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน โดยแสดงให้เห็นว่าควรประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1) ปัญหาและความจำเป็นของการจัดการเรียนการสอน ทุกรูปแบบต้องมีภูมิหลังของการพัฒนารูปแบบ หรือตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบนี้ เนื่องจากประสิทธิผลที่ได้ 2) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน มีปรัชญา/ทฤษฎี/หลักการ/แนวคิด/ความเชื่อของรูปแบบและข้อบ่งชี้ มีการบรรยายและอธิบายสภาพ/ลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ หรืออยู่ภายใต้สมมติฐานที่เด่นชัด และแอบแฝงที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอน 3) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน มีวัตถุประสงค์ของรูปแบบ/ มีจุดมุ่งหมายเฉพาะหรือเน้นครอบคลุมเรื่องนั้น ๆ 4) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง นำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบ/ กระบวนการหรือผลที่ได้รับจากการใช้รูปแบบ หรือมีลักษณะของผู้เรียนเกิดขึ้นเด่นชัดหรือแอบแฝง 5) สารการเรียนรู้ ที่มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบให้เป็นระบบ ซึ่งระบบการเรียนการสอน จะมีสารการเรียนรู้เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนจึงต้องมีสารการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบหนึ่งของรูปแบบการเรียนการสอน จึงจะช่วยให้องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนมีระบบสมบูรณ์ขึ้น 6) กิจกรรมการเรียนการสอน มีกระบวนการของรูปแบบ/ มีแบบแผนเฉพาะ และมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องทำ และข้อบ่งชี้มีแนวทางที่ใช้พัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน หรือมีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอน และเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนเกิดประสิทธิผลสูงสุด 7) การวัดผลประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน มีการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบหรือประเมินผลประสิทธิผลของรูปแบบ และ 8) แหล่งเรียนรู้ มีการจัดองค์ประกอบของความสัมพันธ์ขององค์ประกอบให้เป็นระบบ ซึ่งระบบการเรียนการสอนที่สมบูรณ์ควรมีแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นแสวงหาความรู้ หรือสารการเรียนรู้ด้วยตนเอง องค์ประกอบนี้จึงสนับสนุนข้อบ่งชี้ขององค์ประกอบที่ 5: สารการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนให้มีระบบที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

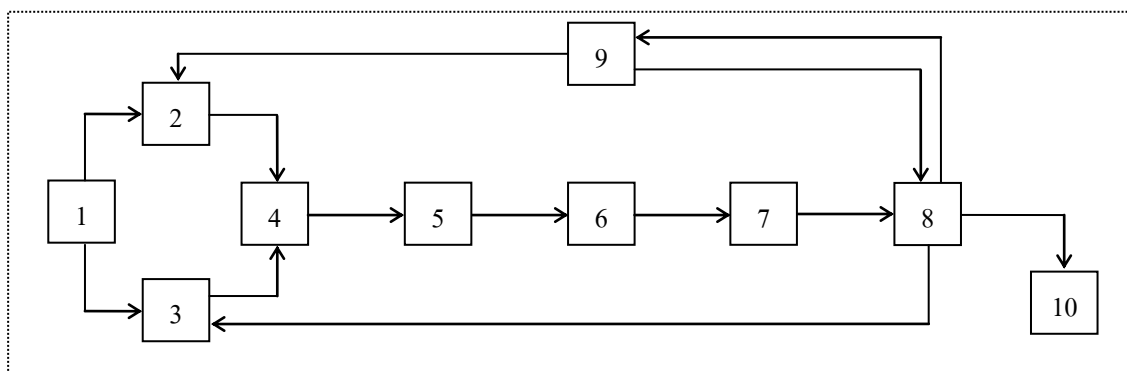
คงศักดิ์ สังฆมานนท์ (2548, หน้า 118) ได้พัฒนารูปแบบโดยสังเคราะห์ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการสอน และกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการสอนไว้ 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความเป็นมากับทฤษฎีพื้นฐาน 2) วัตถุประสงค์กับทฤษฎีพื้นฐาน 3) แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบการสอน 4) ขั้นตอนการสอนกับทฤษฎีพื้นฐาน 5) ระบบสนับสนุนกับทฤษฎีพื้นฐาน และ 6) การนำไปใช้กับทฤษฎีพื้นฐาน

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนของนักการศึกษาที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนี้ ทำให้ผู้วิจัยนำความรู้พื้นฐานนี้ไปเป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้างองค์ประกอบของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา โดยมีโครงสร้าง

องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบการสอน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) สาระการเรียนการสอนของรูปแบบ 4) ขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอน 5) ระบบสนับสนุน 6) การประเมินผลของรูปแบบ และ 7) ผลของการนำรูปแบบไปใช้

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

การวิจัยและพัฒนาเป็นกระบวนการให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ทางการศึกษา มีลักษณะเป็นวงจร โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูล พัฒนาข้อค้นพบ ทดสอบโดยการนำไปใช้ แล้วจึงนำกลับมาทบทวน เพื่อพัฒนาอีกครั้ง แต่กระบวนการดังกล่าวไม่ได้เป็นการพัฒนาผลลัพธ์ ไม่ใช่เพียงการทดสอบ ทฤษฎี แต่เป็นการค้นคว้าความรู้ใหม่จากการพัฒนาประสิทธิผลของผลลัพธ์เพื่อนำไปใช้ได้จริง ในสถานศึกษา กระบวนการเหล่านี้สามารถใช้ลักษณะงานวิจัยในเชิงวิจัยและพัฒนา ประกอบด้วย คู่มือการสอนสำหรับครู เครื่องมือสำหรับการเรียนการสอน ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเป็นระบบการจัดการทางการศึกษา ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนามีการระบุความต้องการและ รายละเอียดต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อพัฒนาให้ผลลัพธ์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Borg & Gall, 1983, p. 772; Gay, 2006, p. 18) การวิจัยและพัฒนาเป็นรูปแบบการพัฒนาที่เป็นขั้นตอน โดยค้นพบได้จากงานวิจัยที่นำไปใช้ออกแบบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์และผลผลิตที่ต้องการ ซึ่งมีวิธีการทดสอบข้อมูลเบื้องต้น การประเมินผลข้อมูล และพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น จนกระทั่งมีประสิทธิภาพ คุณภาพ หรือมาตรฐานได้ตามที่กำหนดไว้ (Borg & Gall, 2007, pp. 589-597) มี 10 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Dick, Carey and Carey เป็นดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุเป้าหมายการเรียนการสอน ขั้นที่ 2 วิเคราะห์สภาพการเรียนการสอน ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท ขั้นที่ 4 กำหนดวัตถุประสงค์ผู้ปฏิบัติ ขั้นที่ 5 พัฒนาเครื่องมือวัดผล ขั้นที่ 6 พัฒนากลยุทธ์การเรียนการสอน ขั้นที่ 7 พัฒนาและเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน ขั้นที่ 8 ออกแบบและนำไปใช้ประเมินผล ขั้นที่ 9 ปรับปรุงแก้ไข และขั้นที่ 10 ออกแบบและเขียนสรุปเป็นรายงาน



ภาพที่ 2-5 ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาของ Dick, Carey and Carey (n.d cited in Gall & Borg, 2007, p. 597)

ข้อคิดเกี่ยวกับการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน

ณัฐภางค์ ยิ่งสง่า (ม.ป.ป. อ้างถึงใน เกศสุดา ใจคำ, 2552, หน้า 66) กล่าวว่า การที่ผู้สอนจะนำความรู้ในเรื่องการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ผู้สอนควรตระหนักถึงกระบวนการทำงานของสมองด้วย ซึ่งขั้นตอนในการออกแบบให้ประสบความสำเร็จนั้นมีอยู่ 5 ขั้นตอน (ADDIE) ดังนี้

1. Analysis ผู้สอนต้องสำรวจความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ รวมทั้งสร้างแรงจูงใจ แรงกระตุ้นที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เดิมนั้นขึ้นมาและหาวิธีการเรียนรู้ในสิ่งใหม่ที่ผู้เรียนชอบมากกว่า ผู้สอนพึงระมัดระวังในเรื่องข้อมูลที่ขาดหายไป ความรู้ที่ไม่ปะติดปะต่อ และขั้นตอนการเรียนรู้จะต้องมีการวิเคราะห์ระหว่างความรู้ที่ผู้เรียนได้รับกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังไว้

2. Design ผู้สอนสามารถกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ โดยการออกแบบให้ผู้เรียนได้ค้นพบวิธีการแก้ปัญหา หากคำตอบที่เป็นทางออกของปัญหา ซึ่งผู้สอนสามารถกำหนดโปรแกรมการเรียนรู้ที่มีช่วงเวลาสำหรับให้ผู้เรียนได้สัมผัสสิ่งใหม่ ๆ โดยการจัดช่วงเวลาให้พักและมีเวลาให้สัมผัสระหว่างเนื้อหาแต่ละคน รูปแบบการจัดอาจจะเป็นชั้นเรียนหรือโปรแกรมออนไลน์ การเรียนรู้ด้วยตนเองหรือการทำงานร่วมกันในรูปแบบของโครงการ

3. Develop ผู้สอนสามารถสร้างแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบเพื่อสนับสนุนส่งเสริมให้เกิดการรวบรวม สรุปเนื้อหาของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนค้นพบรูปแบบของการเรียนรู้สามารถใช้เนื้อเรื่องมาช่วยเชื่อมโยงระหว่างอารมณ์กับความรู้ ผู้สอนต้องสร้างความชำนาญด้านเนื้อหาหลักที่สำคัญแก่ผู้เรียน เพื่อให้ความมั่นใจได้ว่ากระบวนการเรียนรู้และการนำเสนอที่ทำมานั้นบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายของรายวิชาที่ตั้งไว้ และทำให้เกิดความแม่นยำในเนื้อหาอีกด้วย

4. Implement ผู้สอนมั่นใจได้ว่าสภาพแวดล้อมส่งเสริมการเรียนรู้ของสมองสามารถ จัดหาเสียงเพลง กิจกรรมสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกันในสภาพแวดล้อมที่ท้าทาย แต่รู้สึกลดภัย ผู้สอนอาจจะจัดให้ผู้เรียนอยู่ในชั้นเรียน อ่านคู่มือ ท้าบทบาทสมมติ เลียนแบบประสบการณ์ที่ได้รับ ทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมอะไรก็ได้ขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา อย่างลึกซึ้ง

5. Evaluate ผู้สอนสามารถตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจและตอบคำถามเลือก ตัวเลือกได้ถูกต้อง แต่สามารถนำมาอภิปรายถึงเนื้อหาใหม่ เพื่อนำมาสู่การปฏิบัติได้หรือไม่ ส่วนใหญ่ในการสอนผู้สอนมักจะหวังคะแนนที่สูง ๆ แต่ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงหรือไม่ ผู้สอนต้องมองให้ลึกซึ้งกว่านั้น คุณถึงพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ว่าบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย ที่ตั้งไว้หรือไม่ ผู้เรียนได้รับความรู้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและทัศนคติ หรือได้รับทักษะตามที่ ต้องการหรือไม่

Hardiman (2003, pp. 22-24) ได้เสนอรูปแบบการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อสมองไว้ในหนังสือ เรื่อง Connecting brain research with effective teaching โดยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ซึ่งสัมพันธ์กัน ประกอบด้วย

1. เป้าหมายเพื่อสมองข้อที่ 1: สร้างบรรยากาศทางอารมณ์ที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ (Setting the emotional climate for learning) อารมณ์และการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกันอย่างสำคัญยิ่ง การสร้างบรรยากาศทางอารมณ์ในชั้นเรียนนั้นเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญใน โปรแกรมการสอนของคุณ มิงงานวิจัยทางสมองมากมายที่ให้ข้อมูลสนับสนุนว่าบรรยากาศทางอารมณ์ที่เป็นบวกจะนำไปสู่ การเรียนรู้และพฤติกรรมที่แสดงออกในระดับสูง ในทางกลับกัน สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ที่เต็มไปด้วยการคุกคามและความเครียดนั้นเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการเรียนรู้ ครูควรทำความเข้าใจ ในเรื่องผลของอดัม โนทส์ที่มีต่อการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างและการทำงานของสมองส่วนที่ เป็นศูนย์ควบคุมอารมณ์ รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดของนักเรียนขณะอยู่ในโรงเรียน รวมทั้งยุทธวิธีที่จะลดความเครียดและเพิ่มสภาพแวดล้อมทางอารมณ์ที่เป็นบวกในชั้นเรียน

2. เป้าหมายเพื่อสมองข้อที่ 2: การสร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ทางกายภาพ (Creating the physical learning environment) สภาพแวดล้อมในชั้นเรียนสามารถนำมาใช้เป็น เครื่องมือทรงพลังในการรวบรวมความสนใจของผู้เรียน เสริมสร้างความวางใจ และสนับสนุน ประสบการณ์การเรียนรู้ ครูควรศึกษาเรื่องการสร้างความปลอดภัยให้กับห้องเรียนผ่านการจัดที่นั่ง และการตกแต่งห้องที่ช่วยเสริมสร้างความสนใจ รวมทั้งเรื่องของแสง เสียง กลิ่น ที่ส่งผลต่อผู้เรียน ยุทธวิธีและข้อเสนอแนะในการสร้างสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่เต็มศักยภาพ

3. เป้าหมายเพื่อสนองข้อที่ 3: การออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ (Designing the learning experience) ครูควรศึกษาสิ่งที่นักประสาทวิทยาได้อธิบายถึงการแสวงหาความหมายของสมองและความสัมพันธ์ของกระบวนการประมวลผลสิ่งที่รับเข้าจากประสาทสัมผัส วิธีการที่สมองใช้ความรู้ที่สำคัญในการจัดหมวดหมู่สิ่งเร้าเพื่อสร้างเป็นความคิดรวบยอด ว่าสิ่งนั้นมีความเหมือนหรือความแปลกใหม่อย่างไร จากนั้นจึงรวมความคิดรวบยอดต่าง ๆ ไปสร้างเป็นแบบแผนใหม่ของการคิดและการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ การใช้แผนผังความคิดรวบยอดจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมองเห็นความคิดที่เป็นภาพรวม หรือทำความเข้าใจในแต่ละส่วนจากที่มีทั้งหมดของความคิดรวบยอดนั้น ๆ รวมไปถึงการเชื่อมโยงความคิด ความรู้ และความเข้าใจ นอกจากนี้ ครูควรศึกษาเรื่องการใช้มาตรฐานของเนื้อหาสร้างเป็นวัตถุประสงค์ในการสอน โดยใช้เป้าหมายการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเป็นฐาน ซึ่งจะอธิบายถึงสิ่งที่ผู้เรียนจะเรียนรู้และทำได้ อันเป็นผลมาจากการสอน

4. เป้าหมายเพื่อสนองข้อที่ 4: การสอนเพื่อความเข้าใจ และความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนกระบวนการสร้างความเข้าใจ (Teaching for declarative and procedural knowledge) ครูควรเข้าใจในเรื่องของการเรียนรู้และความจำ ว่าประสบการณ์นั้นถูกถอดรหัสประมวลผล จัดเก็บ และสืบค้นมาใช้ในการทำงานระยะสั้นและระบบความทรงจำระยะยาวได้อย่างไร รวมทั้งการปฏิบัติในการสอนที่ดีที่สุดเพื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการของสมองในการได้รับและจัดเก็บข้อมูล

5. เป้าหมายเพื่อสนองข้อที่ 5: การสอนเพื่อนำความรู้ไปขยายผลและประยุกต์ใช้ (Teaching for extension and application of knowledge) ครูควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนต่าง ๆ ของสมอง และวิธีการใช้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาเพื่อให้สัมพันธ์กับระบบต่าง ๆ ของสมอง เป้าหมายนี้แนะนำให้ใช้ยุทธศาสตร์การสอนที่ช่วยแผ่ขยายและปรับปรุงสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้ สนับสนุนให้มีการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการปฏิบัติ แก้ปัญหาในชีวิตจริง

6. เป้าหมายเพื่อสนองข้อที่ 6: การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluating learning) การประเมินผลการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญยิ่งในกระบวนการเรียนรู้ ครูควรศึกษาว่ามีวิธีการอย่างไรบ้างที่จะขยายแนวทางการประเมินผลออกไป นอกเหนือจากการประเมินผลแบบดั้งเดิม เช่น การตอบข้อคำถามด้วยการเขียนหรือตอบปากเปล่า การใช้เกณฑ์วัดแบบรูบริก (Rubrics) แฟ้มสะสมงานนักเรียน ผลงานนักเรียน และการประเมิน โดยใช้พฤติกรรมที่แสดงออกเป็นฐาน

งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่ใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

งานวิจัยในประเทศไทย

ปราณี อ่อนศรี (2552, หน้า 107-108) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียน การสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐานของนักเรียนพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก จากการพัฒนาทำให้ได้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (ACTOR Model) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นตอนวิธีการผ่อนคลาย (Approach to relaxation) 2) ขั้นตอนการใช้ผังมโนทัศน์ (Concept mapping) 3) ขั้นตอนการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of learning) 4) ขั้นตอนการบริหารสมอง (Operation to brain-gym) และ 5) ขั้นตอนการคิดไตร่ตรอง (Reflection) ซึ่งจากการนำไปใช้ทำให้นักเรียนพยาบาลมีคะแนนความรู้ในวิชาการวิจัยทางการพยาบาลสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อิสรา ก้านจักร และคณะ (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องศักยภาพทางการเรียนรู้ ทางปัญญาของผู้เรียนที่เรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองโดยใช้ Brain-based learning ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4-6 ที่เรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

สุมาลี ชัยเจริญ และคณะ (2551, หน้า 175) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การสังเคราะห์โมเดล นวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียน โดยใช้ Brain-based learning โดยศึกษาสภาพบริบทที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียน และศึกษา สภาพทางการเรียนรู้ทางปัญญาของผู้เรียนที่เรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพ การเรียนรู้ทางสมอง แล้วนำมาสังเคราะห์เป็นโมเดลนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ ทางสมองของผู้เรียน โดยใช้ Brain-based learning มีองค์ประกอบที่สำคัญ 9 องค์ประกอบ ได้แก่ สถานการณ์ปัญหา (Problem-base) ธนาคารความรู้ (Knowledge bank) ฐานการช่วยเหลือ (Scaffoldings) ประสบการณ์ที่มีความหมาย (Meaningful experience) ศูนย์พัฒนาพหุปัญญา (Multiple intelligence development centers) ห้องคลายเครียด (Relaxation room) ห้องบันเทิง (Edutainment room) การบริหารสมอง (Brain-gym) และ การร่วมมือกันแก้ปัญหา (Collaboration)

อุษณีย์ ประเทพทิพย์ (2552, หน้า 73) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดการทำงานของสมองเพื่อพัฒนาความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการทำงานของสมอง เพื่อพัฒนาความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน โดยในแต่ละแผนประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การใช้กิจกรรมบริหารสมอง 2) การใช้วัตถุสิ่งของ 3) การใช้รูปภาพ และ 4) การใช้ สัญลักษณ์ เมื่อนำแผนไปใช้กับกลุ่มทดลองทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างของ

คะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน อยู่ที่ร้อยละ 31.81 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 25.00

งานวิจัยต่างประเทศ

Duman (2010, pp. 2077-2103) ได้ศึกษาผลกระทบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความแตกต่างทางการเรียนรู้ โดยศึกษากับนักเรียนสาขาวิทยาศาสตร์สังคม จากการศึกษาพบว่า ผลกระทบทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการเรียนโดยใช้สมองเป็นฐานมีมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการเรียนแบบเดิม

Morris (2010, pp. 104-105) ได้ศึกษาการนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษา ประจำเมืองเมมฟิส (Memphis city) มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้แนวคิดการเรียนโดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนของครูกับประสบการณ์การสอนที่ผ่านมา และเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการสอนโดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน กับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนระดับประถมศึกษาสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยครูที่มีประสบการณ์น้อยกว่า 11 ปี สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ดีกว่าครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญ และครูผู้สอนระดับประถมมีการนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ได้มากกว่าครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษา แสดงให้เห็นว่าแนวคิดดังกล่าวสามารถใช้ได้ดีและเห็นกระบวนการได้เด่นชัดในระดับประถมศึกษา

Connell (2009, pp. 28-39) ได้ศึกษาแง่มุมที่เป็นภาพรวมของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน การวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงสมองนั้นสามารถนำไปพัฒนาการเรียนการสอน ช่วยส่งเสริมความสามารถให้กับผู้เรียน ได้รู้สึกถึงความสะดวกในการเรียนรู้ ซึ่งจากที่ผ่านมากกว่า 20 ปี การเรียน โดยคำนึงถึงสมอง ได้มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง และล่าสุดได้พัฒนาต่อยอดเป็นทฤษฎีปัญหา มีข้อดีที่สำคัญ 3 ประการ คือ 1) แนวคิดนี้เกิดจากการวิจัยของนักการศึกษาที่ศึกษาทางสมอง โดยเฉพาะ ทำให้เกิดแนวคิดที่เชื่อมโยงระหว่างการสอนกับการเรียนรู้ 2) ต่อมานักการศึกษาได้ออกแบบสภาพชั้นเรียนและสถานศึกษาที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าว และ 3) ทำให้งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน รวมถึงการจัดทำยุทธศาสตร์มีความชัดเจนมากขึ้น มีหลักการสำหรับนักวิชาการที่สนใจได้นำไปสร้างสรรค์การเรียนรู้ที่คำนึงถึงสมองได้ประสบความสำเร็จต่อไป

Pennington (2010, pp. 91-94) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ไวยากรณ์จากการเคลื่อนไหวร่างกายสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จากการศึกษาแก่นักเรียนจำนวน 277 คน ซึ่งเรียนระดับ

มัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบเลือก โดยกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีการทำแบบฝึกหัด
ไวยากรณ์ ส่วนกลุ่มทดลองใช้กิจกรรมผ่อนคลาย ผลการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนส่งผลให้
การเรียนรู้ทางไวยากรณ์เพิ่มขึ้น

Tüfekçi and Demirel (2009, p. 1782) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลกระทบด้านผลสัมฤทธิ์
ความคงทน ทักษะคิด และกระบวนการเรียนรู้ จากการจัดการเรียนการสอนที่ใช้แนวคิดการเรียนรู้
โดยคำนึงถึงสมอง การวิจัยพบว่า ธรรมชาติการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานส่งผลให้การเรียนรู้
เพิ่มมากขึ้น ทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ ความคงทนของการเรียนรู้ และทักษะคิดต่อการเรียนของนักศึกษา
ในระดับมหาวิทยาลัย

Swift (2007, p. 2) ได้ทำการวิจัยเรื่องวิธีการเคลื่อนไหว โดยการขยับร่างกายจะมีผลต่อ
การเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐานในชั้นเรียนใน Ferguson township เป็นโรงเรียนระดับประถมศึกษา
ผลการวิจัยพบว่า ผู้วิจัยได้เข้าใจว่าผู้เรียนในชั้นเรียนย่อมมีความแตกต่างกันไป ผู้วิจัยได้พบแนวทาง
ใหม่ที่สามารถตอบคำถามได้ว่ากิจกรรมการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ช่วยให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลง
สถานะของการเรียนรู้ นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนสามารถสร้างแรงบันดาลใจในการเรียน
โดยการให้ออกกำลังกาย และเครื่องไหว และวิธีการสุดท้ายคือให้นักเรียนแสดงออกโดยการพูด
ในช่วงที่เปิดโอกาสให้ได้ประชุมระดมสมองมานำเสนอเพื่อเป็นพลังให้กิจกรรมการเคลื่อนไหว
กระตุ้นสมองผู้เรียนให้ได้มากที่สุด

Hatice (2003, p. 11) ได้ศึกษาเจตคติของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาการศึกษาภาษา
ต่างประเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ตะวันออกกลางที่มีต่อการเรียนการสอน รายวิชาทักษะ
ภาษาอังกฤษ 2 หลังจากได้รับการสอนด้วยวิธีการตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานพบว่า
นักศึกษาส่วนใหญ่มีเจตคติวิชาคณิตศาสตร์ด้านบวก เช่น มีความรู้สึกมั่นใจ ผ่อนคลายและรู้สึก
มีคุณค่า

Hoge (2003, p. 3884-A) ได้รวบรวมผลการเรียนรู้ตามแนว Brain-based learning
และการอ่านออกเขียนได้ของนักเรียน การเรียนรู้ตามแนวคิดพัฒนาการและการเรียนรู้ของสมองนั้น
เป็นการเน้นให้มนุษย์เรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อมีแนวการสอนที่ทำให้สมองของนักเรียนทำงานได้ดี
ซึ่งผลการวิจัยพบว่า เทคนิคการเรียนรู้โดยอาศัยแนวคิดพัฒนาการและการเรียนรู้ของสมอง
เป็นตัวช่วยส่งเสริมและพัฒนาการอ่านออกเขียนได้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนคนสามารถ
อ่านออกเขียนได้ จึงเห็นได้ว่าของสมองที่พัฒนาตามธรรมชาติทางการเรียนรู้มีความสำคัญยิ่ง

Guilford and Hoepfner (1971, pp. 284-288) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพ
สมองตามแนวทฤษฎีของ Guilford กับเกรดของนักเรียนวิทยาลัยป้องกันแนวชายฝั่งทะเลสหรัฐอเมริกา
จำนวน 110 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการรับรู้และเข้าใจ

ทางภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกกับเกรดวิชาเรขาคณิต การเขียนแบบทางวิชาวิศวกรรมและวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2) แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการรู้และเข้าใจทางภาษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับเกรดวิชาเรขาคณิต วิชาการเดินเรือ วิชาการพูด และการเรียงความภาษาอังกฤษ วิชาพื้นฐานเกี่ยวกับโลกสมัยใหม่ วิชาภูมิศาสตร์ วิชาดาราศาสตร์ในการเดินเรือ และวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3) แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้วยการคิดอเนกนัยทางภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกกับเกรดวิชาเดินเรือ การเขียนแบบทางวิชาวิศวกรรมและวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4) แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดอเนกนัยทางภาษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับเกรดวิชา การพูด และการเรียงความภาษาอังกฤษ วิชาพื้นฐานเกี่ยวกับโลกสมัยใหม่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 5) แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเกรดวิชาเดินเรือ วิชาการพูด การเรียงความภาษาอังกฤษ และวิชาดาราศาสตร์ในการเดินเรืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 6) แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการคิดอเนกนัยทางภาษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับเกรดวิชาการพูดและการเรียงความภาษาอังกฤษ วิชาพื้นฐานเกี่ยวกับโลกสมัยใหม่ และวิชาดาราศาสตร์ในการเดินเรืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Guilford et al. (1965, pp. 659-682) ได้ศึกษาองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองในการทำนายหรือพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 โดยศึกษากับนักเรียนจำนวน 600 คน ผลปรากฏว่า องค์ประกอบของสมรรถภาพที่ใช้ในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี คือ การคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แบบระบบ และแบบการประยุกต์ และการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ รองลงมาคือ การรู้และเข้าใจทางภาษาแบบหน่วย แบบระบบ การคิดแบบอเนกนัย การคิดแบบอเนกนัยและการประเมินค่า เนื้อหาทางภาษาและสัญลักษณ์ ในผลการคิดแบบหน่วย แบบระบบแบบความสัมพันธ์ และแบบแปลงรูปสูงด้วย

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่าผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน กับนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ นั้น ช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการทำกิจกรรม จึงควรมีการจัดกระบวนการเรียนรู้หรือออกแบบรูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการทำงานของสมอง (Brain-based learning) เพื่อส่งเสริมความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา และสามารถนำรูปแบบที่สร้างขึ้นไปใช้การพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา ซึ่งผู้วิจัยสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ แสดงไว้ดังภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 การเชื่อมโยงแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้และรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา

แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นสิ่งบ่งชี้ผลลัพธ์ของการจัดการศึกษา ซึ่งนอกจากจะเป็นเรื่องการพัฒนาความรู้ความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียนแล้ว ยังแสดงถึงคุณค่าของหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ความรู้ความสามารถของครูผู้สอน และผู้บริหาร มีผู้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายท่าน ดังนี้

Eysenck, Arnold and Meili (1972, p. 6) ให้ความหมายของคำว่าผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานทั้งทางร่างกายและทางสติปัญญา Good (1973, p. 103) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนาจากการเรียนในสถานศึกษาโดยปกติวัดจากคะแนนได้จากงานที่ครูผู้สอนมอบหมายหรือจากแบบทดสอบหรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากการทดสอบ Mehren (1976, p. 73) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ สมรรถภาพทางสมอง ด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนแต่ละวิชาซึ่งสามารถวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพจนานุกรม Webster's Online Dictionary (2007 อ้างถึงใน กรรณิการ์ ภิรมย์รัตน์, 2554, หน้า 6) ให้ความหมายว่า หมายถึง สถานะที่แสดงถึงความสำเร็จในบางสิ่งบางอย่าง และผลสัมฤทธิ์ (Achievement) มีความหมาย 3 ประการ คือ 1) สิ่งที่แสดงถึงความสำเร็จ 2) ผลที่ได้รับจากความพยายาม และ 3) คุณภาพและปริมาณของผลงานนักเรียนซึ่ง Wilson (1991, pp. 645-696) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกถึงข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม ตลอดจนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) เป็นความสามารถที่ระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้ว ตลอดจนความรู้พื้นฐานต่าง ๆ ที่สะสมมาเป็นระยะเวลานานแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถที่จะระลึกหรือจำคำศัพท์ นิยามต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณหรือความรู้อื่นมาช่วย

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability of carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง คิดคำนวณตามกระบวนการที่ได้เรียนมา

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ รวมถึงความสามารถในการตีความ แปลความหมายและขยายความได้ แบ่งเป็น 6 ชั้น คือ

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้รวบยอด (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ต่าง ๆ มาผสมผสานคำถามหรือตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยสอนมา

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสนับสนุนอ้างอิงเกี่ยวกับหลักการทั่วไปทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of principle, rules and generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความรู้เกี่ยวกับความรู้รวบยอดไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาโจทย์ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่ใช้ในระดับนี้ จะเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต ส่วนใหญ่ใช้คำศัพท์และนิยามในคณิตศาสตร์แผนใหม่

2.4 ความสามารถในการแปลงโจทย์จากรูปแบบหนึ่ง ไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง (Ability to transform problem element from one model to another) เป็นการเปลี่ยนข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ โดยไม่รวมวิธีหาคำตอบ เช่น เปลี่ยนประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ เป็นต้น

2.5 ความสามารถในการดำเนินการตามแนวเหตุผล (Ability of follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ และสามารถบอกได้ว่าผลสรุปในแต่ละขั้นตอนมาจากเหตุใด

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ว่ายังขาดอะไรบ้าง (Ability to read and interpret a problem) เป็นการตีความจากโจทย์ปัญหาซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ ตลอดจนแปรสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยเรียนมา นั่นคือ จะต้องผสมผสานความรู้ความจำ และความเข้าใจเพื่อนำมาใช้แก้โจทย์ปัญหาพฤติกรรมขั้นนี้ แบ่งเป็น 4 ขั้นคือ

3.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่คุ้นเคย (Ability to solve routine problem) เป็นการถามปัญหาที่คล้ายคลึงกัน โดยอาศัยระดับความจำและความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดคำนวณ และความเข้าใจมาผสมผสานกันแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ โดยการเปรียบเทียบข้อมูลที่โจทย์ให้มา 2 ชุด ในการแก้ปัญหาอาจจะต้องใช้ทักษะคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการจำแนกและตัดสินใจว่าข้อมูลส่วนใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ปัญหา อาจต้องอาศัย

การแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการพิจารณาเพิ่มเติม มีปัญหาใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบ พิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize patterns, isomorphism and symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกข้อมูล การแปลงเป็นปัญหาการจัดกระทำข้อมูล การมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดขึ้น

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาคือการรวบรวมความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมาแล้ว รวมทั้งการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อสามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้ พฤติกรรมขั้นวิเคราะห์สามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยคุ้นมาก่อน (Ability to solve non-routine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ต้องคิดซับซ้อน เป็นโจทย์ที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต้องเข้าใจความรู้รวบรวมหรือนิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ มาผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่แทนที่จะนำความสัมพันธ์อันเดิมที่เคยพบมาแล้ว มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to construct proof) เป็นการวัดที่ใช้เหตุผลควบคู่ไปกับความสามารถในการพิสูจน์ โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีความรู้ต่าง ๆ มาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (Ability to criticize proof) เป็นการวัดการใช้เหตุผลที่ควบคู่ไปกับความสามารถในการพิสูจน์ ซึ่งต้องการให้นักเรียนมองเห็นหรือเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและการทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and validate generalizations) พฤติกรรมขั้นนี้คล้ายกับข้อ 4.3) แต่อาจซับซ้อนมากกว่า นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยสัมพันธ์กับเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว ต้องสมเหตุสมผลสามารถใช้ได้ทุกกรณี

จากการศึกษา “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์” หมายถึง ความรู้ ความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนทั้งในด้านการศึกษาล่าเรียนและการปฏิบัติ ซึ่งสามารถวัดและตรวจสอบได้

จากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งที่บ่งชี้ให้เห็นถึงความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ทั้งนี้ ทางด้านวิชาคณิตศาสตร์ สามารถวัดได้ 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

แนวคิดเกี่ยวกับเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

เจตคติ เป็นคำศัพท์บัญญัติ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Attitude” ซึ่งมีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “Aptus” แปลว่า โน้มเอียง เหมาะสม กล่าวได้ว่าหมายถึง ความพร้อมจากการได้รับประสบการณ์ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการตอบสนองของบุคคลต่อสภาพต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (Allport, 1985, p. 2) และในความหมายตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน 2546 ให้ความหมายคำว่า “เจตคติ” ว่าเป็นคำสมาสระหว่างคำว่า “เจตตะ” ซึ่งแปลว่า ความเห็น กับคำว่า “คติ” ซึ่งแปลว่า อย่างหรือลักษณะ เมื่อรวมกันเข้าจึงแปลว่าลักษณะของความเห็น ซึ่งหมายถึง ความรู้สึกส่วนตัวที่เห็นด้วยต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ส่วน Thurstone (1967, p. 49) กล่าวว่า เจตคติเป็นตัวแปรทางจิตวิทยาอย่างหนึ่งที่ไม่อาจสังเกตได้ง่าย แต่เป็นความโน้มเอียงภายใน แสดงออกให้เห็นได้โดยพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง เจตคดียังเป็นเรื่องของความชอบ ไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึก และความเชื่อในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และ Good (1973, p. 49) ให้ความหมายว่า เจตคติ หมายถึง ความโน้มเอียงหรือแนวโน้มของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งของ สถานการณ์ หรือค่านิยม โดยปกติจะแสดงออกมามีพร้อมทั้งความรู้สึก และอารมณ์ เจตคติไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่จะอ้างอิงได้จากพฤติกรรมที่แสดงออก ทั้งที่เป็นพฤติกรรมทางภาษาและไม่ใช้ภาษา ซึ่ง Triandis (1971, pp. 2-4) ได้จำแนกองค์ประกอบของเจตคติ เป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความคิด (Cognitive component) คือ ส่วนที่เป็นความเชื่อของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ เป็นสิ่งที่คนนึกคิดโดยทั่วไป เป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ หากบุคคลมีความรู้หรือคิดว่าสิ่งใดดี มักจะมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้น แต่หากมีความรู้มาก่อนว่าสิ่งนั้นไม่มีประโยชน์ บุคคลจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective component) คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ เมื่อบุคคลมี “ความรู้สึกที่ดี” หรือ “ความรู้สึกเลวร้าย” เมื่อคิดถึงสิ่งเหล่านั้น เรียกว่าเขามีเจตคติ “ทางบวก” หรือ “ทางลบ” ต่อสิ่งเหล่านั้น ซึ่งมีผลแตกต่างกันตามบุคลิกภาพของคนโดยขึ้นกับค่านิยมของแต่ละบุคคล

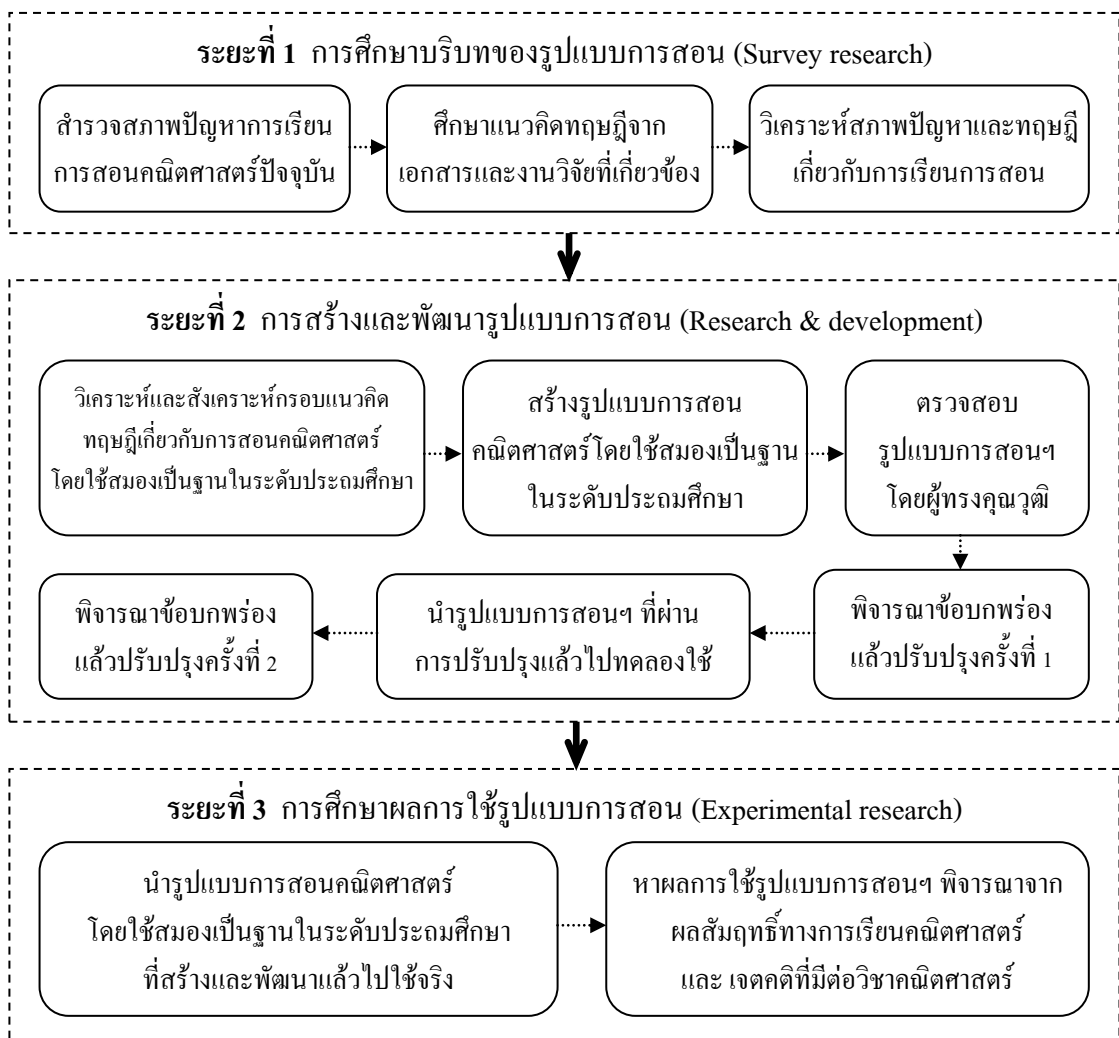
3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral component) คือ การแสดงออกของบุคคลต่อวัตถุ สิ่งของหรือบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบด้านความรู้คิดและความรู้สึก หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นความพร้อมที่จะมีพฤติกรรมสอดคล้องกับเจตคติ

จากความหมายของเจตคติกล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก อารมณ์ ความคิดเห็น ความเชื่อ หรือความพร้อมของบุคคลที่มีต่อประสบการณ์หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่บุคคลได้รับโดยตรง ซึ่งมีลักษณะในเชิงบวกและเชิงลบ เจตคติเชิงบวกนั้นจะแสดงออกในลักษณะ ความรู้สึกชอบความพึงพอใจ ความสนใจ เห็นด้วย อยากทำ อยากปฏิบัติ อยากได้ และอยากใกล้ชิด ดังนั้น ส่วนเจตคติเชิงลบนั้น จะแสดงออกในลักษณะความเกลียด ไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย นอกจากนี้ เจตคติอาจแสดงออกในลักษณะความเป็นกลางก็ได้ เช่น ความรู้สึกเฉย ๆ ไม่รัก ไม่ชอบ ในสิ่งนั้น ๆ สามารถแยกองค์ประกอบของเจตคติเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความคิด ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา ซึ่งผู้วิจัยแบ่งระยะการดำเนินการวิจัยเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การศึกษาบริบทของรูปแบบการสอนฯ ระยะที่ 2 การสร้างและพัฒนารูปแบบการสอนฯ และ ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนฯ ซึ่งแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยไว้ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา

ระยะที่ 1 การศึกษาบริบทของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา

การดำเนินการวิจัยระยะนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และแนวคิดเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ศึกษาบริบทของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาบริบท

การศึกษาบริบท เป็นการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาบริบท ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 298 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามวิธีของ ยามาเน่ (Yamane, 1973, p. 887) มีระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) จากครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 จำนวนทั้งหมด 1,161 คน

1.2 ข้อมูลที่ศึกษาเพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการสอนครั้งนี้ คือ ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์

1.3 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือเพื่อการศึกษาบริบท เครื่องมือในการศึกษาบริบท คือ แบบสอบถามความคิดเห็นและแบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาในสถานศึกษาที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และแบบสัมภาษณ์พร้อมด้วยคำถามแบบปลายเปิดที่ให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ โดยสรุปขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ได้ดังนี้

1.3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐาน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมากำหนดประเด็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์

1.3.2 จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นโดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นการสอบถามสภาพปัจจุบันและความต้องการเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา และตอนที่ 2 เป็นคำถามแบบปลายเปิดมีประเด็นให้เขียนตอบ ส่วนแบบสัมภาษณ์เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) ที่มุ่งสอบถามตามประเด็นที่เหมือนกับแบบสอบถาม คือ

ปัญหาการสอนคณิตศาสตร์และความคิดเห็นพร้อมข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1.3.3 นำแบบสอบถามที่สร้างให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดผล 1 ท่าน และด้านการสอนคณิตศาสตร์ 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

1.3.4 ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ 1) ประเด็นคำถามควรสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีของ BBL มาใช้ในการเรียนการสอนปกติในระดับใด 2) ให้สอบถามการสอนที่ต้องการพัฒนาสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ และ 3) ให้ใช้คำถามที่ชัดเจนไม่กำกวม

1.3.5 นำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วปรับปรุงตามข้อบกพร่องที่ค้นพบ เพื่อจัดทำเป็นเครื่องมือฉบับสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริง

1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยการใช้แบบสอบถาม และการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการกับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ 298 คน แบ่งเป็นครูผู้สอนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 122 คน และ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 176 คน เกี่ยวกับปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ แนวคิดและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามสำหรับคำถามแบบเลือกตอบ (Checklist) ใช้การหาค่าความถี่และค่าร้อยละ ส่วนคำตอบของคำถามปลายเปิด ใช้การบรรยายและหาค่าความถี่

1.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ ใช้การบรรยายและหาค่าความถี่

1.6 ผลการสำรวจสภาพปัญหาการสอนคณิตศาสตร์

จากการสำรวจสภาพปัญหาของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา โดยแยกออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านการแสดงออก และ ด้านความสามารถ จากการที่ครูผู้สอนแสดงความคิดเห็นในข้อคำถามปลายเปิด ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้คือ ครูผู้สอนยังขาดความรู้ ทักษะ ประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและเวลา ไม่ได้ทบทวนความรู้พื้นฐานของแต่ละบุคคลจึงไม่รู้ว่านักเรียนคนใดแตกต่างกันอย่างไรไม่มีสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัยดึงดูดความสนใจกิจกรรมไม่มีความหลากหลาย แปลกใหม่และมักใช้วิธีสอนโดยครูผู้สอนเป็นผู้บอกความรู้ให้นักเรียนจดจำและลอกเลียนแบบ นักเรียนไม่มีโอกาสได้คิดปฏิบัติและหาข้อสรุปด้วยตนเอง จึงอาจทำให้ผู้เรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

ขาดความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียน กิจกรรมจึงไม่ได้ผลตรงตามเป้าหมายที่ครูผู้สอนกำหนดไว้ รายละเอียดดังตารางที่ 3-1 และตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและความต้องการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

ประเด็น	สภาพปัจจุบัน		ความต้องการพัฒนา		แปลผล
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	
ด้านความรู้	4.04	0.34	4.43	0.44	เพิ่มขึ้น
ด้านการแสดงออก	3.98	0.28	4.58	0.43	เพิ่มขึ้น
ด้านความสามารถ	3.85	0.40	4.61	0.42	เพิ่มขึ้น
รวมเฉลี่ยทุกด้าน	3.95	0.33	4.54	0.43	เพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 3-1 พบว่า ครูผู้สอนที่ตอบแบบสอบถามจำนวน 298 คน โดยรวมทุกด้านมีความต้องการพัฒนาความรู้และความสามารถในการจัดการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น ($\bar{X} = 4.54$, $SD = 0.43$) เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า ครูผู้สอนต้องการพัฒนาเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือด้านความสามารถ รองลงมาคือ ด้านการแสดงออก และด้านความรู้ ตามลำดับ

ตารางที่ 3-2 ผลการสัมภาษณ์สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับ
ประถมศึกษา ($n = 298$)

ประเด็น	ความถี่	ร้อยละ
ด้านการเตรียมการสอน		
เวลาในการเตรียมมีน้อย เกิดจากภาระงานในโรงเรียนมาก	96	32.21
สอนหลายกลุ่มสาระวิชา เป็นต้น ทำให้ครูผู้สอนเลือกใช้แผนสำเร็จรูป/ การเตรียมการสอนจึงทำได้อย่างไม่ต่อเนื่อง		
ขาดความรู้และวิเคราะห์หลักสูตรให้สอดคล้องกับการเรียนการสอน ไม่มีการศึกษาตัวชี้วัดและเป้าหมายการเรียนรู้	61	20.47
ไม่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน รวมถึงความรู้และพฤติกรรมของนักเรียน	30	10.07
ขาดทักษะ ความรู้ และประสบการณ์ในการเตรียมการสอน	21	7.05
ครูผู้สอนจบไม่ตรงตามสาขาที่สอน	10	3.36
ขาดความรู้ความเข้าใจในรายวิชาคณิตศาสตร์	9	3.02
ขาดแรงจูงใจ ความกระตือรือร้น/ ครูไม่เห็นความสำคัญ	5	1.68
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน		
นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม/ เด็กขาดความสนใจ/ ใฝ่เรียนรู้	78	26.17
ขาดทักษะ ความรู้ และเทคนิคในการสอนได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ/ ครูผู้สอนจบไม่ตรงตามสาขาที่สอน	56	18.79
ขาดสื่อวัสดุและอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมที่ทันสมัยและหลากหลาย	36	12.08
กิจกรรมไม่มีความหลากหลาย ไม่ดึงดูดความสนใจ/ ไม่ใช่สื่อการเรียน การสอน	27	9.06
ไม่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน/ ไม่ได้ทบทวนความรู้พื้นฐานของแต่ละคน	15	5.03
จัดกิจกรรมไม่ตรงตามแผนการสอนเนื่องจากมีกิจกรรมภายนอกมาก	11	3.69
ไม่บันทึกหลังสอนหรือประเมินระหว่างเรียนเพื่อปรับปรุงแก้ไข	3	1.01
ด้านการผลิตสื่อและการใช้สื่อการเรียนการสอน		
ขาดวัสดุและงบประมาณในการผลิตสื่อ	99	33.22
ขาดสื่อเทคโนโลยีที่หลากหลาย ทันสมัย แปลกใหม่	81	27.18
ขาดความรู้ความเข้าใจ ประสบการณ์ในการผลิตสื่อ/ ผลิตและใช้สื่อไม่ตรง ตามความต้องการของผู้เรียน	48	16.11

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ประเด็น	ความถี่	ร้อยละ
สื่อที่ทันสมัยมีราคาแพง	19	6.38
ผลิตสื่อไม่สอดคล้องกับเนื้อหา/ ไม่ตรงกับเนื้อหาสาระ	13	4.36
ครูไม่เห็นความสำคัญในการผลิตสื่อ	7	2.35
ใช้สื่อสำเร็จรูปจากร้านค้า จึงไม่บรรลุเป้าหมาย	6	2.01
ขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้สื่อ จึงสอนไม่ตรงตามเป้าหมาย	2	0.67
ด้านการวัดและประเมินผล		
ขาดเครื่องมือวัดและประเมินผลที่หลากหลาย/ เน้นแบบปรนัย ใช้แบบทดสอบ	54	18.12
ในการวัดผลเพียงอย่างเดียว ทำให้ได้ผลสัมฤทธิ์ที่ไม่ชัดเจนและเป็นจริง		
เครื่องมือวัดและประเมินผลไม่ได้มาตรฐานตามหลักสูตร	32	10.74
ขาดความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์เนื้อหาทำให้การวัดผลไม่ครอบคลุม	18	6.04
ขาดความรู้ในการวัดผลประเมินผลที่เที่ยงตรงและหลากหลายได้	18	6.04
อย่างเหมาะสมกับผู้เรียน		
การวัดและประเมินผลไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลรวมถึงเด็กที่มี	17	5.70
ความบกพร่องทางการเรียนรู้ซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้		
ความหลากหลายของการวัดผลทำให้เกิดความยุ่งยากในการให้คะแนนที่มี	6	2.01
เกณฑ์แตกต่างกัน ไม่สามารถตัดสินตามตัวชี้วัด		
การวัดผลไม่สอดคล้องกับเป้าหมายและตัวชี้วัดของหลักสูตร	4	1.34
นักเรียนอ่านหนังสือไม่ออก ทำให้ไม่สามารถทำแบบทดสอบได้	4	1.34
นักเรียนขาดความตั้งใจทำข้อสอบ/ ไม่อ่านโจทย์	3	1.01

2. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษาศึกษาเอกสารเกี่ยวกับ 1) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 2) ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ 3) ทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน 4) วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และ 5) แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการสอน

2.2 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังปรากฏรายละเอียดในบทที่ 2

ระยะที่ 2 การสร้างและพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา

การดำเนินการวิจัยระยะนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การสร้างรูปแบบการสอนฯ

1.1 การวิเคราะห์รูปแบบการสอนฯ ผู้วิจัยดำเนินการ โดยศึกษาจากเอกสารและตำราทางด้าน 1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนต่าง ๆ 2) ปรัชญา/ ทฤษฎีที่เอื้อต่อการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานและ 3) วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT)

1.2 การสังเคราะห์รูปแบบการสอนฯ ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการศึกษาบริบทการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษาแล้ว โดยเชื่อมโยงกับผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย สภาพและปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน วิธีสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ตลอดจนแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการสอน จึงได้สังเคราะห์รูปแบบการสอนไว้ 7 องค์ประกอบได้แก่

1.2.1 หลักการของรูปแบบการสอน (Principle) ผู้วิจัยนำแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Dienes (2010) แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานตามแนวคิดของ Caine and Caine (2005) และ Jensen (2000) และแนวคิดเกี่ยวกับวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ตามแนวคิดของ McCarthy (1990) มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

การจัดการเรียนการสอนครั้งนี้มีแนวคิดที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น โดยกิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะที่คำนึงถึงการทำงานทางสมองของผู้เรียน และสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์ที่มีความเป็นรูปธรรมให้มากขึ้น ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบด้วย จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ตามศักยภาพสมองของผู้เรียน

1.2.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ (Objective) มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพตามศักยภาพสมองของผู้เรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้เข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

1.2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ (Contents) ใช้เนื้อหา รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ตามมาตรฐานและตัวชี้วัดที่กำหนดในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน (Syntax) พัฒนาการจากการผสมผสาน แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Dienes และวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ โดยกำหนดให้ ตั้งอยู่บนปรัชญาและทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 คลายสมอง (Loosen the brain) ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงประสบการณ์ (Linking experience) ขั้นที่ 3 เรียนรู้เนื้อหา (Learning the contents) ขั้นที่ 4 นำพาปฏิบัติ (Lead practice) และขั้นที่ 5 ความรู้คงอยู่ (Lifelong knowledge)

1.2.5 ระบบสนับสนุน (Supporting system) ได้แก่ การจัดเตรียมและวางแผน การเรียนการสอน ซึ่งได้แก่ สื่อวัสดุอุปกรณ์ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้และเอกสารที่เกี่ยวกับ คณิตศาสตร์ รวมถึงสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนที่เหมาะสมแนวคิดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงสมอง นอกจากนี้ครูผู้สอนต้องคอยประสานงานคอยช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อมีปัญหาและเข้าไปขอคำแนะนำ

1.2.6 การประเมินผลของรูปแบบ (Method of evaluation) ใช้วิธีการประเมินผล จากการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต

1.2.7 ผลของการนำรูปแบบไปใช้ (Application) ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และ มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิตสูงขึ้น

จากการสังเคราะห์รูปแบบการสอนทั้ง 7 องค์ประกอบผู้วิจัยได้ศึกษาจากแนวคิดทฤษฎี ที่สำคัญได้แก่ แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Dienes (2010) แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานตามแนวคิดของ Caine and Caine (2005) และ Jensen (2000) และแนวคิดเกี่ยวกับวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ตามแนวคิดของ McCarthy (1990) มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาฐาน มาสังเคราะห์เป็น 5 ขั้นตอน ที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้ (รายละเอียดดังภาพที่ 3-2 และตารางที่ 3-3)

การเชื่อมโยงแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้และรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์
โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา



ภาพที่ 3-2 การเชื่อมโยงแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้สู่ขั้นตอนของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3-3 การประยุกต์ขั้นตอนการสอนของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา

การประยุกต์สู่ขั้นตอน ของรูปแบบการสอนฯ	ทฤษฎี BBL (Caine & Caine)	ทฤษฎี BBL (Jensen)	ทฤษฎีการเรียนรู้ ทางคณิตศาสตร์ (Dienes)	วิธีสอนแบบ 4 MAT (McCarthy)
ขั้นคลายสมอง (Loosen the brain) เป็นการสร้างความพร้อม ทางด้าน อารมณ์และจิตใจ ของผู้เรียน โดยการจัด กิจกรรมให้สมองตื่นตัว อย่างผ่อนคลาย เช่น บิดตัว ซ้ายขวา การยืดตัวสร้าง ความผ่อนคลาย การนั่ง สมาธิ การร้องเพลงที่สร้าง ความรู้สึกผ่อนคลาย กิจกรรมเกมง่าย ๆ ที่มี การขยับเขยื้อนร่างกาย เล่นิทาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. สมองเป็นตัวประมวลข้อมูลแบบคู่ขนาน 2. ส่วนต่าง ๆ ในสมองทำงานร่วมกัน 3. สมองเกิดมาเพื่อแสวงหาความหมาย 4. แสวงหาความหมายโดยผ่านการจำแนกแยกแยะ จัดหมวดหมู่ ฯลฯ 5. อารมณ์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ 6. สมองประมวลข้อมูลทั้งภาพรวมและส่วนย่อยไปพร้อมกัน 7. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับความสนใจไปยังจุดที่เฉพาะเจาะจง 8. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งแบบมีจิตสำนึก และจิตใต้สำนึก 9. ความจำมีสองแบบ คือ แบบระยะทางและแบบท่องจำ 10. การเรียนรู้เป็นพัฒนาการอย่างมีขั้นตอนตามลำดับ 11. การเรียนรู้จะมากขึ้นเมื่ออยู่ในภาวะทำท่าย และ จะถูกยับยั้งเมื่ออยู่ในภาวะไม่มั่นคง/ อันตราย/ ถูกข่มขู่ 12. สมองของคนมีความถนัด หรือความฉลาดในด้านต่าง ๆ แตกต่างกัน 	<p>ระยะที่ 1</p> <p>เตรียมความพร้อมสมอง</p> <p>เป็นการเตรียมสมอง ให้พร้อมกับการเรียนรู้ สิ่งใหม่เพื่อให้ผู้เรียน มุ่งมั่นค้นคว้าอย่างเต็มที่</p> <p>ระยะนี้จะช่วยให้สมอง พัฒนาความคิดรวบยอด ให้ดีขึ้น</p>	-	-

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

การประยุกต์สู่ขั้นตอน ของรูปแบบการสอนฯ	ทฤษฎี BBL (Caine & Caine)	ทฤษฎี BBL (Jensen)	ทฤษฎีการเรียนรู้ ทางคณิตศาสตร์ (Dienes)	วิธีสอนแบบ 4 MAT (McCarthy)
ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ (Linking the experiences) เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็น รูปธรรม ผู้เรียนได้กระทำ กับสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ อันได้แก่ ของจริง ของจำลอง หรือสถานการณ์จริง ฯลฯ โดยให้เชื่อมโยงกับ การเรียนรู้ที่ผ่านมา และ ประสบการณ์ของผู้เรียน แล้วกระตุ้นให้ผู้เรียนรับรู้ ถึงความสัมพันธ์กันระหว่าง หัวข้อที่เรียนกับความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจสร้าง ความหมายของตนเอง	<ol style="list-style-type: none"> 1. สมอองเป็นตัวประมวลข้อมูลแบบคู่ขนาน 2. ส่วนต่าง ๆ ในสมอองทำงานร่วมกัน 3. สมอองเกิดมาเพื่อแสวงหาความหมาย 4. แสวงหาความหมายโดยผ่านการจำแนกแยกแยะ จัดหมวดหมู่ ฯลฯ 5. อารมณ์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ 6. สมอองประมวลข้อมูลทั้งภาพรวมและส่วนย่อยไปพร้อมกัน 7. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับความสนใจไปยังจุดที่เฉพาะเจาะจง 8. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งแบบมีจิตสำนึก และจิตใต้สำนึก 9. ความจำมีสองแบบ คือ แบบระยะทางและแบบท่องจำ 10. การเรียนรู้เป็นพัฒนาการอย่างมีขั้นตอนตามลำดับ 11. การเรียนรู้จะมากขึ้นเมื่ออยู่ในภาวะท้าทาย และ จะถูกยับยั้งเมื่ออยู่ในภาวะ 'ไม่มั่นคง/ อันตราย/ ถูกข่มขู่' 12. สมอองของคนมีความถนัด หรือความฉลาดในด้านต่าง ๆ แตกต่างกัน 	<p>ระยะที่ 2 เตรียมการสอน</p> <p>เป็นการเตรียมการสอน ล่วงหน้าตามสภาพ ผู้เรียน โดยการสร้าง ความแปลกใหม่หรือ สร้างความตื่นเต้น</p> <p>ระยะที่ 3 เริ่มต้นและ พัฒนาทักษะเป็นการ เตรียมเนื้อหาการสอน อย่างลึกซึ้ง โดยจัดการ เรียนรู้ที่มีความหมาย มีรายละเอียดของ เนื้อหา มีความซับซ้อน มีขั้นตอนที่ต่อเนื่อง</p> <p>มีการนำเสนอความคิด เป็นต้น</p>	<p>ขั้นที่ 1 การเล่น</p> <p>อย่างอิสระ (Free play)</p> <p>เป็นการให้ผู้เรียนมี ปฏิสัมพันธ์อย่างอิสระ กับสถานการณ์ต่าง ๆ โดยให้พยายามแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 การกำหนดกฎ การเล่น (Play by the rules) เป็นการกำหนด กฎให้สอดคล้องกับกฎ ที่มีอยู่ในบางส่วนของ คณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เรียน ควรจะต้องเรียนรู้</p>	<p>ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์</p> <p>เป็นการจัดกิจกรรม เพื่อพัฒนาสมอองซีกขวา โดยครูสร้างประสบการณ์ จำลองให้เชื่อมโยงกับ ประสบการณ์เก่าของ นักเรียน เพื่อให้ผู้เรียน สร้างความหมายเฉพาะ ของตนเอง</p> <p>ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ ประสบการณ์เป็นการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมอองซีกซ้าย โดยให้นักเรียนไตร่ตรอง วิเคราะห์ประสบการณ์ จำลองจากขั้นที่ 1</p>

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

การประยุกต์ผู้ขั้นตอน ของรูปแบบการสอนฯ	ทฤษฎี BBL (Caine & Caine)	ทฤษฎี BBL (Jensen)	ทฤษฎีการเรียนรู้ ทางคณิตศาสตร์ (Dienes)	วิธีสอนแบบ 4 MAT (McCarthy)
<p>ขั้นเรียนรู้เนื้อหา (Learn the contents) เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจากรูปภาพเพื่อให้เห็นถึงการสร้างความหมาย ได้คิดพิจารณาไตร่ตรองความรู้ และฝึกทักษะในการค้นหาความรู้เตรียมข้อมูลให้ข้อมูล สาริตสร้างเป็นความคิดรวบยอดในเชิงนามธรรมได้เข้าใจกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแทนสู่ความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. สมอองเป็นตัวประมวลข้อมูลแบบคู่ขนาน 2. ส่วนต่าง ๆ ในสมอองทำงานร่วมกัน 3. สมอองเกิดมาเพื่อแสวงหาความหมาย 4. แสวงหาความหมายโดยผ่านการจำแนกแยกแยะจัดหมวดหมู่ ฯลฯ 5. อารมณ์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ 6. สมอองประมวลข้อมูลทั้งภาพรวมและส่วนย่อยไปพร้อมกัน 7. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับความสนใจไปยังจุดที่เฉพาะเจาะจง 8. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งแบบมีจิตสำนึกและจิตใต้สำนึก 9. ความจำมีสองแบบ คือ แบบระยะทางและแบบท่องจำ 10. การเรียนรู้เป็นพัฒนาการอย่างมีขั้นตอนตามลำดับ 11. การเรียนรู้จะมากขึ้นเมื่ออยู่ในภาวะท้าทาย และจะถูกยับยั้งเมื่ออยู่ในภาวะไม่มั่นคง/ อันตรราย/ ถูกข่มขู่ 12. สมอองของคนมีความถนัด หรือความฉลาดในด้านต่าง ๆ แตกต่างกัน 	<p>ระยะที่ 4</p> <p>เสริมรายละเอียดความรู้เกิดจากความต้องการสร้างการคิดอย่างแท้จริงให้เกิดเป็นส่วนหนึ่งของผู้เรียน เป็นช่วงเวลาที่เกิดปัญหาแห่งการเรียนรู้วิธีการจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินการดังนี้</p>	<p>ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ (Comparison) เป็นการสอนคณิตศาสตร์ที่มีช่วงแห่งการสนทนาเพื่อเปรียบเทียบกับสิ่งรอบตัว เป็นสิ่งที่ดีหากการสอนมีเกมที่หลากหลายและครอบคลุม โครงสร้างแห่งกฎเกณฑ์ ซึ่งมีสื่อการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน</p>	<p>ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา โดยครูได้กระตุ้นให้นักเรียนรวบรวมประสบการณ์และความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานของแนวคิดหรือความคิดรวบยอดอย่างชัดเจน</p>

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

การประยุกต์สู่ขั้นตอน ของรูปแบบการสอนฯ	ทฤษฎี BBL (Caine & Caine)	ทฤษฎี BBL (Jensen)	ทฤษฎีการเรียนรู้ ทางคณิตศาสตร์ (Dienes)	วิธีสอนแบบ 4 MAT (McCarthy)
ชั้นเรียนรู้เนื้อหา (ต่อ)			<p>ชั้นที่ 4 การใช้ตัวแทน (Representation) การให้คำแนะนำของแผนภาพที่น่าเสนอ เช่น ภาพลูกศร ตาราง ระบบพิกัด หรือวงล้อ ซึ่งจะช่วยแก้ไขปัญหาทางความคิดของผู้เรียนให้เข้าใจถึงหลักการที่แท้จริง</p> <p>ชั้นที่ 5 การใช้สัญลักษณ์ (Symbolization) การให้ผู้เรียนศึกษาตัวแทนหรือแผนผังแล้วรวบรวมคุณสมบัติ</p>	<p>ชั้นที่ 4 พัฒนาความคิดด้วยข้อมูลพัฒนาทฤษฎีและแนวคิด การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้าย ครูให้นักเรียนวิเคราะห์และไตร่ตรองแนวคิดที่ได้จากชั้นที่ 3 และถ่ายทอดเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวเนื่องกับแนวคิดที่ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อแนวคิดนั้น ๆ ต่อไป</p> <p>พยายามสร้างกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนกระตือรือร้นใน</p>

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

การประยุกต์สู่ขั้นตอน ของรูปแบบการสอนฯ	ทฤษฎี BBL (Caine & Caine)	ทฤษฎี BBL (Jensen)	ทฤษฎีการเรียนรู้ ทางคณิตศาสตร์ (Dienes)	วิธีสอนแบบ 4 MAT (McCarthy)
ชั้นเรียนรู้เนื้อหา (ต่อ)			บางอย่างที่มีในเกม ตัวอย่างเช่น การตรวจสอบผลลัพธ์ ของทั้งสองวิธีมันซึ่งมี ผลลัพธ์เช่นเดียวกัน โดยใช้วิธีการค้นพบ (Discovery) ภาษาที่ใช้ ในระดับประถมศึกษา สามารถใช้ภาษา สัญลักษณ์ ขั้นที่ 6 การสร้างแบบ แผน (Formalization) เป็นการอธิบายขั้นที่ 5 การใช้สัญลักษณ์ที่ อธิบายไว้ก่อนแล้ว และสรุปลงในแผนผัง	การเก็บรวบรวมข้อมูล และการศึกษาหาความรู้ เพิ่มเติม

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

การประยุกต์สู่ขั้นตอน ของรูปแบบการสอนฯ	ทฤษฎี BBL (Caine & Caine)	ทฤษฎี BBL (Jensen)	ทฤษฎีการเรียนรู้ ทางคณิตศาสตร์ (Dienes)	วิธีสอนแบบ 4 MAT (McCarthy)
<p>ชั้นนำปฏิบัติ (Lead the practice)</p> <p>การให้ผู้เรียน ได้ฝึกปฏิบัติ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ลงมือทำ เพื่ออำทวน ประสพการณ์การเรียนรู้ แก้ปัญหาค้นคว้า รวบรวม ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ใน การศึกษา ค้นพบความรู้ ด้วยตนเอง ตรวจสอบ ความเข้าใจของตนเอง ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างสร้างสรรค์แล้วสร้าง ชิ้นงานชิ้นใหม่โดยบูรณาการ ความรู้และสร้างสรรค์ ผลงานออกมาด้วยตนเอง</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. สมองเป็นตัวประมวลข้อมูลแบบคู่ขนาน 2. ส่วนต่าง ๆ ในสมองทำงานร่วมกัน 3. สมองเกิดมาเพื่อแสวงหาความหมาย 4. แสวงหาความหมายโดยผ่านการจำแนกแยกแยะ จัดหมวดหมู่ ฯลฯ 5. อารมณ์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ 6. สมองประมวลข้อมูลทั้งภาพรวมและส่วนย่อยไปพร้อมกัน 7. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับความสนใจไปยังจุดที่เฉพาะเจาะจง 8. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งแบบมีจิตสำนึก และจิตใต้สำนึก 9. ความจำมีสองแบบ คือ แบบระยะทางและแบบท่องจำ 10. การเรียนรู้เป็นพัฒนาการอย่างมีขั้นตอนตามลำดับ 11. การเรียนรู้จะมากขึ้นเมื่ออยู่ในภาวะท้าทาย และ จะถูกยับยั้งเมื่ออยู่ในภาวะไม่มั่นคง/ อันตรราย/ ถูกข่มขู่ 12. สมองของคนมีความถนัด หรือความฉลาดในด้านต่าง ๆ แตกต่างกัน 	<p>ระยะที่ 5 ทบทวน</p> <p>ความรู้เพิ่มความจำ</p> <p>เป็นการให้ความสำคัญ</p> <p>กับการหยุดพักและ</p> <p>ทบทวนความคิด</p> <p>เพื่อให้สมองเรียนรู้</p> <p>อย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>สูงสุดเมื่อผ่านการเรียนรู้</p> <p>แล้วแต่อาจไม่ได้เกิดขึ้น</p> <p>ทั้งหมด วิธีการจัด</p> <p>การเรียนรู้สามารถ</p> <p>ดำเนินการดังนี้</p>	-	<p>ขั้นที่ 5 ทำตามแนวคิด</p> <p>ที่กำหนดเป็นการลงมือ</p> <p>ปฏิบัติ เพื่อตรวจสอบ</p> <p>ความเข้าใจโดยให้ผู้เรียน</p> <p>เรียนรู้จากการใช้สามัญ</p> <p>สำนึก ซึ่งได้จากแนวคิด</p> <p>พื้นฐาน จากนั้นนำมา</p> <p>สร้างเป็นประสบการณ์</p> <p>ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานตาม</p> <p>ความถนัด/ ความสนใจ</p> <p>เป็นการจัดกิจกรรมให้</p> <p>นักเรียนเรียนรู้ด้วยการ</p> <p>ลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหา</p> <p>ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล</p> <p>เพื่อนำมาใช้ในการศึกษา</p> <p>ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง</p>

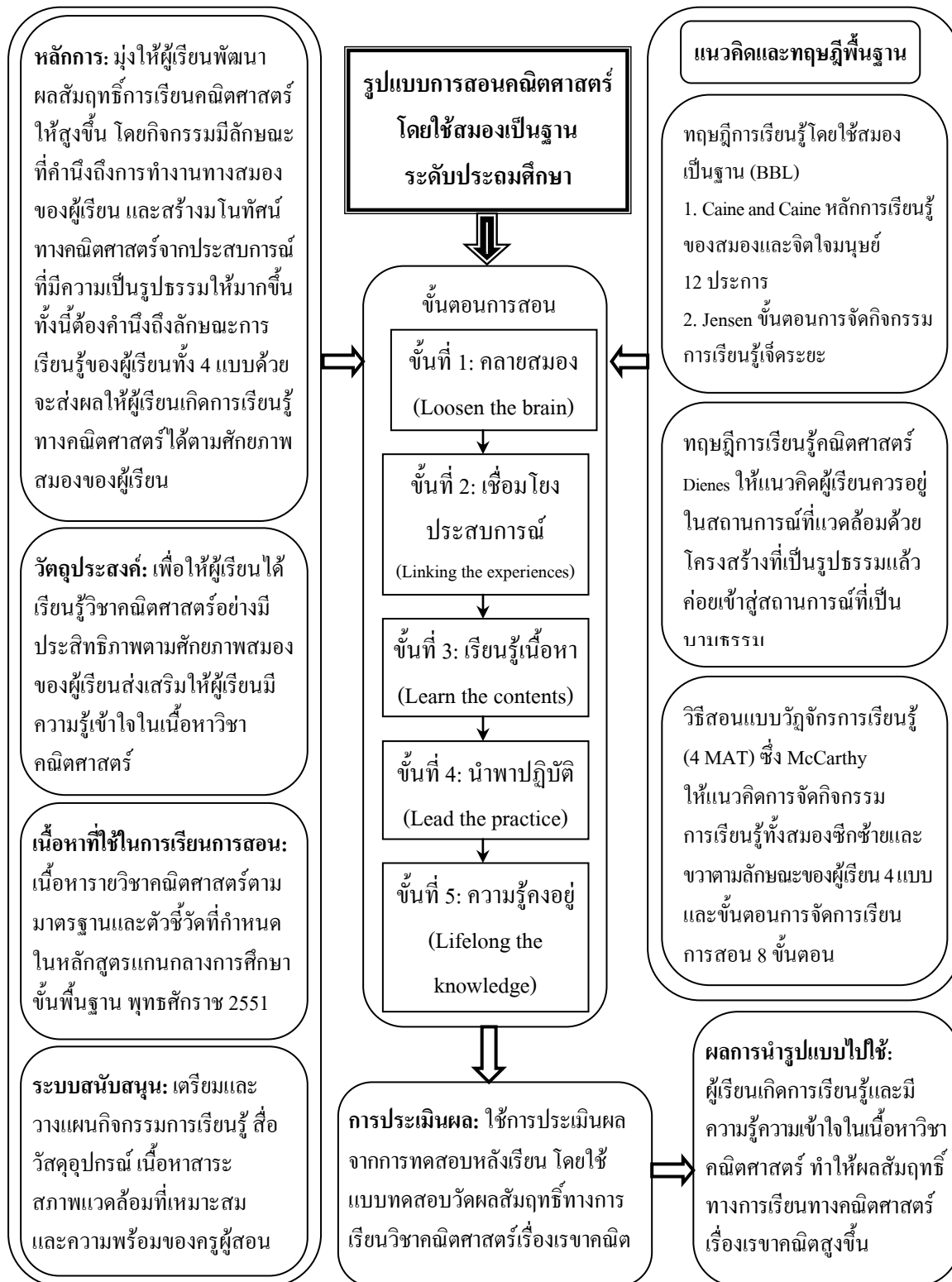
ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

การประยุกต์สู่ขั้นตอน ของรูปแบบการสอนฯ	ทฤษฎี BBL (Caine & Caine)	ทฤษฎี BBL (Jensen)	ทฤษฎีการเรียนรู้ ทางคณิตศาสตร์ (Dienes)	วิธีสอนแบบ 4 MAT (McCarthy)
<p>ขั้นความรู้คงอยู่ (Lifelong the knowledge)</p> <p>เป็นการให้ผู้เรียนลงมือ ปฏิบัติ การนำเสนอผลงาน แลกเปลี่ยนประสบการณ์ การเรียนรู้ การสาธิต เป็นต้น แล้วช่วยกันวิเคราะห์ แนวทางที่จะนำความรู้ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นแนวทางสำหรับ การเรียนรู้เพิ่มเติมต่อไป และนำไปสู่การประยุกต์ ไปใช้ในอนาคต</p>	<p>1. สมอองเป็นตัวประมวลข้อมูลแบบคู่ขนาน</p> <p>2. ส่วนต่าง ๆ ในสมอองทำงานร่วมกัน</p> <p>3. สมอองเกิดมาเพื่อแสวงหาความหมาย</p> <p>4. แสวงหาความหมายโดยผ่านการจำแนกแยกแยะ จัดหมวดหมู่ ฯลฯ</p> <p>5. อารมณ์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้</p> <p>6. สมอองประมวลข้อมูลทั้งภาพรวมและส่วนย่อยไปพร้อมกัน</p> <p>7. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับความสนใจไปยังจุดที่เฉพาะเจาะจง</p> <p>8. การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งแบบมีจิตสำนึก และจิตใต้สำนึก</p> <p>9. ความจำมีสองแบบ คือ แบบระยะทางและแบบท่องจำ</p> <p>10. การเรียนรู้เป็นพัฒนาการอย่างมีขั้นตอนตามลำดับ</p> <p>11. การเรียนรู้จะมากขึ้นเมื่ออยู่ในภาวะท้าทาย และ จะถูกยับยั้งเมื่ออยู่ในภาวะไม่มั่นคง/ อันตราย/ ถูกข่มขู่</p> <p>12. สมอองของคนมีความถนัด หรือความฉลาดในด้านต่าง ๆ แตกต่างกัน</p>	<p>ระยะที่ 6 ขึ้นขั้นและ ตรวจสอบความรู้ เป็นระยะที่มีประโยชน์ ต่อครูผู้สอนในด้าน การวัดผล ซึ่งผู้เรียน จะต้องแสดงให้เห็นถึง ความรู้ความสามารถ ของตนเอง โดยการ เรียนรู้จะจดจำได้ดีที่สุด ขณะที่ผู้เรียนมีแบบ การเรียนรู้ของตนเอง หรือเปรียบเทียบออกมา เป็นความคิดใหม่ หรือมีข้อเท็จจริงแสดง ออกมามากมาย</p>	<p>-</p>	<p>ขั้นที่ 7 วิเคราะห์ ประยุกต์ใช้เป็นการจัด กิจกรรมเพื่อพัฒนา สมอองซีกซ้าย นักเรียนนำ ความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว มาประยุกต์ใช้อย่าง สร้างสรรค์โดยนักเรียน เป็นผู้วิเคราะห์ และ เลือกทำกิจกรรม อย่างหลากหลาย ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยน ความรู้ความคิดกับผู้อื่น เป็นการลงมือปฏิบัติและ แลกเปลี่ยนประสบการณ์ การเรียนรู้โดยให้</p>

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

การประยุกต์สู่ขั้นตอน ของรูปแบบการสอนฯ	ทฤษฎี BBL (Caine & Caine)	ทฤษฎี BBL (Jensen)	ทฤษฎีการเรียนรู้ ทางคณิตศาสตร์ (Dienes)	วิธีสอนแบบ 4 MAT (McCarthy)
ขั้นความรู้คงอยู่ (ต่อ)		<p>ระยะที่ 7 ร่วมกันแสดง ความยินดีเป็นการให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน การวิเคราะห์วิจารณ์ เป็นกิจกรรมที่มีสาระ และความบันเทิง มีแสงสีสน่าสนใจ และมีความสนุกสนาน ระยะนี้ก่อให้เกิด ความรู้สึกลึกที่สำคัญให้ ผู้เรียนรักการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้</p>		<p>นักเรียนค้นคว้าความรู้ ด้วยตนเองอย่าง สลับซับซ้อนมากขึ้น เพื่อให้เกิดเป็นความคิด สร้างสรรค์ จากนั้น นำเสนอแลกเปลี่ยน ความรู้ซึ่งกันและกัน ครูมีบทบาทเป็น ผู้ประเมินผลงานของ นักเรียน และกระตุ้นให้ นักเรียนคิดผลงานใหม่ ให้ผู้เรียนและครูได้ แลกเปลี่ยนความรู้และ นำไปสู่การประยุกต์ ไปใช้ในอนาคต</p>

จากการสังเคราะห์รูปแบบการสอนสู่องค์ประกอบทั้ง 7 แล้วจึงสามารถกำหนดรายละเอียดของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา

2. การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการสอนฯ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 นำรูปแบบการสอนฯ ที่สังเคราะห์ขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาแก้ไขพร้อมให้คำแนะนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน (รายชื่อดังภาคผนวก ก) ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข โดยใช้แบบประเมินรูปแบบ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากพื้นฐานของการศึกษาเอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อพิจารณาประเด็นการประเมินใน 7 องค์ประกอบของรูปแบบการสอนฯ ซึ่งคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิแบ่งเป็น ผู้มีความรู้ความสามารถด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ผู้มีความรู้ความสามารถด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน และผู้มีความรู้ความสามารถด้านการวัดผลและประเมินผลการศึกษาจำนวน 2 ท่าน โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนฯ

2.2 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนฯ โดยการกำหนดจุดมุ่งหมายและองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบ ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมิน และ ดำเนินการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีคำถามให้เลือกตอบ 2 ลักษณะ คือ ส่วนที่ 1 แบบคำถามให้เลือกตอบตามความเหมาะสมขององค์ประกอบในรูปแบบการสอน มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

และส่วนที่ 2 เป็นแบบปลายเปิดสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอย่างอิสระ โดยประเด็นสำคัญในการสอบถาม ได้แก่ ความเหมาะสมของโครงสร้างรูปแบบทั้ง 7 องค์ประกอบ สำหรับประเด็นในการประเมินผู้วิจัยกำหนดให้มีความครอบคลุมเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 หลักการและแนวคิดของรูปแบบ เป็นการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับปรัชญาและแนวคิดทฤษฎีที่เลือกใช้กับสภาพการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน การนำหลักการและแนวคิดมาพัฒนาการเรียนการสอน และ ความชัดเจนของหลักการของรูปแบบฯ

2.2.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ เป็นการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน และ ความชัดเจนของวัตถุประสงค์

2.2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนของรูปแบบ เป็นการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับเนื้อหาเหมาะสมกับแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน การนำไปใช้ได้จริง และประโยชน์ต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.4 ขั้นตอนการสอน เป็นการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับขั้นคล้ายสมองขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ ขั้นเรียนรู้เนื้อหา ขั้นนำพาปฏิบัติ และขั้นความรู้คงอยู่

2.2.5 ระบบสนับสนุน เป็นการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับบทบาทครูและบทบาทของผู้เรียน

2.2.6 การประเมินผลของรูปแบบ เป็นการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับความชัดเจนของวิธีการประเมินผล ความครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ และการประเมินผลเหมาะสมกับผู้เรียน

2.2.7 ผลของการนำรูปแบบไปใช้ เป็นการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับผลการนำไปใช้ และประโยชน์ต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.3 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุง ต่อจากนั้นผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำแล้วนำร่างต้นแบบเอกสารรูปแบบการสอนฯ ที่พัฒนาขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 ท่าน (รายชื่อในภาคผนวก ก) ที่มีความเชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์ทางด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ พิจารณาตรวจสอบความตรงของรูปแบบและเอกสารประกอบ เพื่อให้ข้อเสนอแนะ

2.4 ตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิโดยนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ โดยนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

สำหรับข้อมูลแบบประเมินที่เป็นแบบปลายเปิดผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เนื้อหา

2.5 ผลการตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงรูปแบบการสอน พบว่า ผลการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบจากจำนวนประเด็นที่ให้ประเมิน 7 ประเด็นหลัก 21 ประเด็นย่อย การประเมินคุณภาพโดยภาพรวมผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิชาคณิตศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการสอน และด้านการวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 7 ท่าน

มีความเห็นว่า องค์ประกอบรูปแบบการสอนฯ มีความเหมาะสมทุกองค์ประกอบ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67, SD = 0.44$) และมีรายละเอียดสรุปดังนี้

2.5.1 หลักการของรูปแบบ มีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.68)

เมื่อพิจารณารายการย่อย พบว่า 1) ปรัชญาและแนวคิดทฤษฎีที่เลือกใช้กับสภาพการสอน คณิตศาสตร์ในปัจจุบัน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.57) มีข้อแก้ไขเล็กน้อยในเรื่องของการใช้คำซึ่งได้ปรับปรุงแล้ว 2) หลักการและแนวคิดเหมาะสม ในการนำมาพัฒนาการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.86) ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำว่าควรพยายามใช้ให้ได้จริง 3) ความชัดเจนของหลักการของรูปแบบฯ มีความชัดเจนดี โดยเฉพาะเกณฑ์และองค์ประกอบของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถนำไปใช้สอนได้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.71) และ 4) การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการสอนอยู่ในระดับดี มีความชัดเจนและครอบคลุมเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.57)

2.5.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ มีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 5.00)

เมื่อพิจารณารายการย่อย พบว่า 1) วัตถุประสงค์มีความเหมาะสมกับแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน ควรปรับปรุงด้านวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้สามารถประเมิน ได้จริง มีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 5.00) และ 2) ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ มีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 5.00)

2.5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนของรูปแบบ มีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.14) เมื่อพิจารณารายการย่อย พบว่า 1) เนื้อหาที่ใช้จัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมต่อแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.14) 2) เนื้อหาที่ใช้จัดการเรียนการสอนสามารถนำไปใช้ได้จริงมีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.00) และ 3) เนื้อหาที่ใช้จัดการเรียนการสอนมีประโยชน์ต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.29)

2.5.4 ขั้นตอนที่ใช้ในการสอนของรูปแบบ กิจกรรมต่าง ๆ มีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.77) เมื่อพิจารณารายการย่อย พบว่า 1) ขั้นตอนการสอนมีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 5.00) 2) ขั้นตอนเชื่อมโยงเนื้อหามีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.71) 3) ขั้นตอนเรียนรู้เนื้อหามีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.71) 4) ขั้นตอนปฏิบัติ ควรให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาทักษะทางเนื้อหาให้มากมีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.71) และ 5) ขั้นตอนความรู้คงอยู่มีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.71)

2.5.5 ระบบสนับสนุนมีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.29)

เมื่อพิจารณารายการย่อย พบว่า 1) บทบาทครูมีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.29) และ 2) บทบาทผู้เรียนมีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.29)

2.5.6 การประเมินผลของรูปแบบ มีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.43) เมื่อพิจารณารายการย่อย พบว่า 1) ความชัดเจนของวิธีการประเมินผลมีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.29) 2) ความครอบคลุมตามวัตถุประสงค์มีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.57) และ 3) การประเมินผลเหมาะสมกับผู้เรียนมีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.43)

2.5.7 ผลของการนำรูปแบบไปใช้ มีคุณภาพในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.93) เมื่อพิจารณารายการย่อย พบว่า 1) ความเหมาะสมของผลการนำรูปแบบไปใช้กับแนวทางการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 5.00) และ 2) ประโยชน์ต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.86) มีข้อเสนอแนะว่าควรนำไปใช้ให้ได้จริง

จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหลักสูตรและการสอน พบว่า องค์ประกอบหลักของรูปแบบการสอนมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้สอนเพื่อมุ่งพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ควรมีการปรับปรุงในด้านการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้สามารถประเมินและตรวจสอบได้จริง กิจกรรมการเรียนการสอนควรมีความหลากหลาย ทำทายไม่น่าเบื่อ สร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกัน การประเมินผลควรมีการประเมินอย่างหลากหลายรูปแบบ และการมีส่วนร่วมในการทำงานกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของการใช้คำและการสะกดคำ ตามข้อแนะนำที่ได้รับมา และนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มย่อยที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้ขั้นตอนการสอนเดิมเป็นฐานในการปรับแก้เพื่อให้สาระประกอบการสอนสมบูรณ์ขึ้น จึงสรุปได้ว่า รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น มีคุณภาพเพียงพอที่จะไปใช้ในระยาะที่ 3

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา

การดำเนินการวิจัยระยะนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. กลุ่มที่ใช้ในการหาผลการใช้รูปแบบการสอนฯ ในครั้งนี้ ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) กำหนดให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติแบ่งเป็น

1.1 กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านเขว้า สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 จำนวน 18 คน

1.2 กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านเขว้า สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 จำนวน 17 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

2.1 ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา

2.2 ตัวแปรตาม คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา สาระเรขาคณิต และ 2) เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต

3. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยระยะที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการใช้รูปแบบการสอนฯ ในระยะที่ 3 นี้ แบ่งเป็น

1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการสอน ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการสอนฯ และแผนการจัดการเรียนรู้ และ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบฯ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิตและเรื่องรูปทรงและปริมาตร และ แบบวัดเจตคติหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

3.1 คู่มือการใช้รูปแบบการสอนฯ มีขั้นตอนดังนี้

3.1.1 คู่มือการใช้รูปแบบการสอน เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้รายละเอียดและแนะนำแนวทางแก่ผู้สอนที่จะนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้ เอกสารดังกล่าวนี้จะกล่าวถึงผู้สอนที่ต้องศึกษา วิธีการปฏิบัติเพื่อจัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ ซึ่งรายละเอียดเหล่านี้จะเป็นส่วนที่กล่าวเพิ่มเติมจากที่ระบุในรูปแบบการสอน เพื่อให้รูปแบบมีความชัดเจน สะดวกในการนำไปสู่การปฏิบัติจริงได้ตามจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพโดยคู่มือดังกล่าวประกอบด้วย 1) วัตถุประสงค์ของคู่มือการใช้รูปแบบการสอน 2) คำแนะนำในการใช้คู่มือการใช้รูปแบบ 3) การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และ 4) แนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนฯ

3.1.2 คู่มือการใช้รูปแบบการสอนฯ ที่สร้างขึ้น นำไปเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาแก้ไขพร้อมให้คำแนะนำ

3.1.3 นำคู่มือการใช้รูปแบบการสอนฯ ที่ผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน (รายชื่อดังภาคผนวก ก) ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากพื้นฐานของการศึกษาเอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิแบ่งเป็นผู้มีความรู้ความสามารถด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ผู้มีความรู้ความสามารถด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน และผู้มีความรู้ความสามารถด้านการวัดผลและประเมินผลการศึกษาจำนวน 2 ท่าน

3.1.4 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการสอน พิจารณาประเด็นรายละเอียดคู่มือในด้านความชัดเจนในการนำไปใช้ ความชัดเจนของเอกสารที่เกี่ยวข้อง แนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ วิธีการวัดและการประเมินผล และข้อเสนอแนะในเรื่องบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียน

3.1.5 ตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิโดยนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ โดยนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

สำหรับข้อมูลแบบประเมินที่เป็นแบบปลายเปิดผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เนื้อหา

3.1.6 ผลการตรวจสอบคุณภาพของคู่มือการใช้รูปแบบการสอน พบว่าผลการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการสอน จากจำนวนประเด็นที่ให้ประเมิน 6 ประเด็น การประเมินคุณภาพโดยภาพรวมผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่า คู่มือการใช้รูปแบบการสอนมีความเหมาะสมทุกประเด็น โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78, SD = 0.31$)

สำหรับข้อคิดเห็นจากแบบประเมินปลายเปิดผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะว่า ควรเพิ่มเติมรายละเอียดสาระเนื้อหาที่ใช้สอน และควรเพิ่มเติมการจัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขคู่มือการใช้รูปแบบการสอนฯ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ก่อนนำไปใช้ในการวิจัยระยะที่ 3

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษา ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนโดยใช้สมองเป็นฐาน ในระดับประถมศึกษาที่พัฒนาคุณภาพในการวิจัยระยะที่ 2 สำหรับใช้กับกลุ่มทดลอง และ 2) แผนการจัดการเรียนรู้ตามวิธีการสอนแบบปกติสำหรับใช้กับกลุ่มควบคุม โดยใช้เนื้อหาเดียวกันกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับกลุ่มทดลอง มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้คือ

3.2.1 วิเคราะห์มาตรฐาน ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรที่จะดำเนินการสอน

3.2.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนสำหรับกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนในรูปแบบ

การสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน ชิ้นงาน/ ภาระงานและการประเมินผล แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ได้แก่ สาระเรขาคณิต ประกอบด้วย เรื่องเรขาคณิต มี 15 แผนการจัดการเรียนรู้ และเรื่องรูปทรงและปริมาตร มี 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 23 แผนการจัดการเรียนรู้ ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการสอนสำหรับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้เขียนตามแนวทางการสอนตามคู่มือครูสาระ การเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ฯ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 แผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต เรื่องเรขาคณิต และเรื่องรูปทรงและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง	แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง	ตัวชี้วัด	จำนวน ชั่วโมง	
รูปเรขาคณิต	1. ชนิดของรูปสี่เหลี่ยม	ค 3.1 ป 6/2	2	
	2. สมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม			
	3. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้าน	ค 3.2 ป 6/2	1	
	4. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้าน และขนาดของมุม	ค 3.2 ป 6/2	1	
	5. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของ เส้นทแยงมุม	ค 3.2 ป 6/2	1	
	6.-9. การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก สี่เหลี่ยมด้านขนาน สี่เหลี่ยมขนมเป็ยกปุน สี่เหลี่ยมคางหมู	ค 2.1 ป 6/2	4	
	10. การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมโดยใช้สมบัติของเส้นทแยงมุม	ค 2.1 ป 6/2	1	
	11. การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมที่เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก	ค 2.1 ป 6/2	1	
	12. การคาดคะเนพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม	ค 2.2 ป 6/1	1	
	13. การคาดคะเนพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมกับพื้นที่จริง	ค 2.2 ป 6/1	1	
	14. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปสี่เหลี่ยม	ค 2.2 ป 6/1	1	
	15. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม	ค 2.2 ป 6/1	1	
	รวมจำนวนชั่วโมง เรื่องเรขาคณิต			15

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง	แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง	ตัวชี้วัด	จำนวน ชั่วโมง
รูปทรง ปริมาตร	16.-18. รูปเรขาคณิตสามมิติของรูปสี่เหลี่ยม ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด ปริซึม	ค 3.1 ป 6/1	3
	19. รูปสี่เหลี่ยมของรูปเรขาคณิตสามมิติ	ค 3.2 ป 6/1	1
	20. การประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปสี่	ค 3.2 ป 6/1	1
	21. ปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ค 2.2 ป 6/2	1
	22.-23. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรความจุของ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ค 2.2 ป 6/2	2
รวมจำนวนชั่วโมง เรื่องรูปทรงและปริมาตร			8
รวมจำนวนชั่วโมงทั้งหมด			23

หมายเหตุ * ค 6.1 ป 6/1 - ป 6/6 * สอดแทรกทุกแผนการจัดการเรียนรู้

3.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาและนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วจึงนำมาเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 ท่าน
(รายชื่อแสดงในภาคผนวก ก) โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
ซึ่งคุณสมบัติของผู้ทรงคุณวุฒิแบ่งเป็น ผู้มีความรู้ความสามารถด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน
3 ท่าน ผู้มีความรู้ความสามารถด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน และผู้มีความรู้
ความสามารถด้านการวัดผลและประเมินผลการศึกษาจำนวน 2 ท่าน

3.2.4 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณา
จากคุณสมบัติขององค์ประกอบ การเรียงลำดับองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ
ต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน
เวลาที่ใช้สอน กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล โดยพิจารณาความชัดเจน
ความเหมาะสม ความสอดคล้อง และความสะดวกในการนำองค์ประกอบข้างต้นไปปฏิบัติ

3.2.5 ผลการตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน
7 ท่าน พบว่า ผลการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบในแผนการสอน
อยู่ในระดับเหมาะสมระดับมากที่สุดทุกรายการ ($\bar{X} = 4.91, SD = 0.14$)

3.2.5.1 สารสำคัญ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.90)

3.2.5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 5.00)

3.2.5.3 กิจกรรมการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.96) ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะว่า 1) กิจกรรมควรหลากหลาย ทำท่าย เพื่อให้ผู้เรียนตื่นตัวและไม่น่าเบื่อ 2) บรรยากาศการเรียนการสอน ควรเน้นจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน และ 3) ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

3.2.5.4 สื่อการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.71)

3.2.5.5 ชิ้นงาน/ ภาระงาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 5.00)

3.2.5.6 การประเมินผล มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 5.00)

และความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับขั้นตอนการสอนตามรูปแบบการสอนฯ มีค่าดัชนีความสอดคล้องคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในทุกรายการอยู่ระหว่าง 0.71-1.00 ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.2.6 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้จริง จากการทดลองใช้สอน หลังจากได้ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิตามรายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้สอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านปะเคียบ จำนวน 15 คน ที่มีลักษณะใกล้เคียงแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง แล้วปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

3.2.7 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้วไปจัดการเรียนการสอนให้กับกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 18 คน และกลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 จำนวน 17 คน ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่ม ได้ดังนี้

ตารางที่ 3-5 สรุปกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐาน	กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอน แบบปกติ
ผู้เรียนได้ผ่อนคลายสมองและร่างกาย โดยการนั่งสมาธิ และบริหารร่างกาย ก่อนเริ่มเรียนเนื้อหา	ผู้เรียนได้ทบทวนการเรียนแล้วจึงเริ่มเรียน เนื้อหา
ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้คำถามกระตุ้น คือ Why, What, How, If ให้เหมาะสมกับผู้เรียนทั้ง 4 แบบ ซึ่งเป็นการคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนให้ผู้เรียน ได้ใช้สมองซีกซ้ายและซีกขวาควบคู่กัน	ผู้สอนเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการฟัง การอธิบายจากผู้สอน และมีอิสระ ในการเรียนโดยไม่มีการใช้คำถาม กระตุ้นอย่างจริงจัง
จัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนมีอย่างหลากหลาย ให้ผู้เรียนได้ทำงานกลุ่มเป็นส่วนใหญ่ และบางครั้ง ใช้เกม เพลง มาช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นต้น	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทำงานเดี่ยว เป็นส่วนใหญ่ มีการพูดคุยกันบ้างเล็กน้อย ซึ่งส่วนใหญ่จะทำกิจกรรมตามใบงาน และแบบฝึกที่กำหนดให้เป็นงานเดี่ยว
เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือ จากประสบการณ์จริงก่อน จึงให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ จากเนื้อหา	เน้นให้ผู้เรียนจำหลักการ/ ทฤษฎี ทางคณิตศาสตร์ก่อน จึงให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้เนื้อหาสาระ
เน้นชิ้นงานและภาระงานที่เกิดจากการทำงาน ของผู้เรียนทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มมากกว่า ผลการทดสอบที่เป็นคะแนนเก็บหลังเรียน	เน้นที่ผลการทดสอบที่เป็นคะแนนเก็บ หลังเรียน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นงานเดี่ยว

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต มีขั้นตอน
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้คือ

3.3.1 ศึกษาแนวคิดวิธีการเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล และหลักการสร้าง
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.3.2 ศึกษาองค์ประกอบการเรียน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การวัดผล จากหนังสือ
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน

3.3.3 จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อให้ครอบคลุมกับเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้
และตรวจสอบว่าเนื้อหาในข้อสอบเป็นการวัดระดับพฤติกรรมใด รายละเอียดดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบรายวิชาคณิตศาสตร์สาระเรขาคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รหัสวิชา ค 16101 ชื่อวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6									
สาระที่ 3 เรขาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตและรูปทรงและปริมาตร									
เนื้อหา/ จุดประสงค์การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	ระดับพฤติกรรมการวัด						จำนวนข้อสอบ
			ความรู้จำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	ประเมินค่า	
ชนิดของรูปสี่เหลี่ยม	ค 3.1	ป 6/2	1	3	-	-	-	-	4
สมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม	ค 3.1	ป 6/2	1	3	-	1	-	-	5
การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้าน	ค 3.2	ป 6/2	-	-	3	-	-	-	3
การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุม	ค 3.2	ป 6/2	-	-	2	-	-	-	2
การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม	ค 3.2	ป 6/2	-	-	2	-	-	-	2
การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก สี่เหลี่ยมด้านขนาน สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน สี่เหลี่ยมคางหมู	ค 2.1	ป 6/2	-	-	4	2	-	-	6
การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมโดยใช้สมบัติของเส้นทแยงมุม	ค 2.1	ป 6/2	-	-	2	-	-	-	2
การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมที่เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก	ค 2.1	ป 6/2	-	-	1	-	-	-	1
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปสี่เหลี่ยม	ค 2.2	ป 6/1	-	-	2	2	-	-	4
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม	ค 2.2	ป 6/1	-	-	-	4	-	-	4
รูปเรขาคณิตสามมิติของรูปสี่เหลี่ยม ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด ปริซึม	ค 3.1	ป 6/1	7	5	-	-	-	-	12
รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	ค 3.2	ป 6/1	5	1	-	1	-	-	7
ปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ค 2.2	ป 6/2	-	-	1	-	-	-	2
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ค 2.2	ป 6/2	-	-	-	4	1	-	5
รวม			14	12	17	15	1	0	59

หมายเหตุ: พฤติกรรมการวัดระดับสังเคราะห์และประเมินค่า วัดในภาคการปฏิบัติระหว่างเรียน

3.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1) แบบทดสอบเรื่องรูปสี่เหลี่ยม แบ่งเป็นแบบปรนัย จำนวน 26 ข้อ (26 คะแนน) และแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ (14 คะแนน) และ 2) แบบทดสอบเรื่องรูปทรงและปริมาตร เป็นแบบปรนัย จำนวน 26 ข้อ (26 คะแนน) ทั้งหมด 59 ข้อ รวมเป็น 66 คะแนน ที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ การเรียนรู้และตัวชี้วัดตามมาตรฐานของหลักสูตร ซึ่งเป็นแบบทดสอบสำหรับให้ผู้เรียนทดสอบ

3.3.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน (ผู้ทรงคุณวุฒิด้านคณิตศาสตร์และการวัดประเมินผล รายชื่อ ดังภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและเนื้อหา ความชัดเจนในภาษาที่ใช้ ความสมบูรณ์ของแบบทดสอบ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีการโดยนำคะแนนที่ได้มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ถ้าได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องไม่ต้องปรับปรุง ถ้าได้คะแนนน้อยกว่า 0.50 ผู้วิจัยต้องปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิร่วมกับข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต จากการใช้แนวคิดรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า แบบทดสอบทั้งแบบปรนัย และ แบบอัตนัย มีค่าดัชนีความสอดคล้องคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในทุกรายการอยู่ระหว่าง 0.71-1.00 แสดงว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนั้น ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน โดยมี ข้อเสนอแนะให้เพิ่มเติมคำชี้แจงในแบบทดสอบ การเรียงลำดับตัวเลือก การเรียงลำดับหัวข้อคำถาม คำถูกคำผิด ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วจัดทำ เป็นแบบทดสอบดังกล่าวให้เป็นฉบับสมบูรณ์

3.3.6 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์สาระเรขาคณิต โดยการนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านปะเคียบ ที่เคยเรียน ในสาระเรขาคณิต และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน นำมาตรวจให้คะแนนโดยแบ่งเป็นผู้ที่ได้ คะแนนกลุ่มสูงและ กลุ่มต่ำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อ ตามสูตรการคำนวณ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544, หน้า 199-201)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ชนิดข้อสอบแบบปรนัยมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.07-0.40 ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดข้อสอบแบบอัตนัย มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.21-0.24 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.43-0.50 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94

ปรับปรุงแบบทดสอบฯ รวมทั้งฉบับ เป็นแบบปรนัย จำนวน 52 ข้อ และ แบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ (แสดงในภาคผนวก จ) ใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง 45 นาที เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

จากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดข้อสอบแบบปรนัย มีค่าความยาก-ง่ายอยู่ระหว่าง 0.27-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.07-0.40 จากนั้นผู้วิจัยจึงได้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบซึ่งเท่ากับ 0.94 เพื่อปรับปรุงแบบทดสอบฯ รวมทั้งฉบับ เป็นแบบปรนัย จำนวน 52 ข้อ

3.4 แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิตด้วยการใช้รูปแบบการสอนฯ ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาเพื่อต้องการทราบความรู้สึกของผู้เรียนที่สะท้อนถึงเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งครอบคลุม ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความคิด ด้านอารมณ์ และด้านพฤติกรรมขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้คือ

3.4.1 ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวกับเจตคติ แบบวัด และวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติจากเอกสารตำรา หนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4.2 สร้างแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดเจตคติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตามวิธีวัดของ Likert (Likert scale) มีลักษณะเป็นแบบสอบถามประมาณค่า (Rating scale) ชนิด 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามที่เป็นข้อความทั้งทางบวกและข้อความทางลบที่สอดคล้องกับเป้าประสงค์และครอบคลุมเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน แบ่งระดับความรู้สึกเป็น 5 ช่วง คือ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีค่าเท่ากับ	5	คะแนน
เห็นด้วย	มีค่าเท่ากับ	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	มีค่าเท่ากับ	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	มีค่าเท่ากับ	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มีค่าเท่ากับ	1	คะแนน

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยนำหน้าคะแนนเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย	4.51-5.00	หมายถึง	มีเจตคติระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง
ค่าคะแนนเฉลี่ย	3.51-4.50	หมายถึง	มีเจตคติระดับเห็นด้วย
ค่าคะแนนเฉลี่ย	2.51-3.50	หมายถึง	มีเจตคติระดับไม่แน่ใจ
ค่าคะแนนเฉลี่ย	1.51-2.50	หมายถึง	มีเจตคติระดับไม่เห็นด้วย
ค่าคะแนนเฉลี่ย	1.00-1.50	หมายถึง	มีเจตคติระดับไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.4.3 นำแบบวัดเจตคติเสนออาจารย์ที่ปรึกษา และตรวจสอบความตรงตาม โครงสร้างเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความถูกต้องชัดเจนของข้อความ ภาษาที่ใช้และความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามกับเป้าประสงค์ที่ต้องการวัดเจตคติที่มีต่อวิชา คณิตศาสตร์ ค่าดัชนีความสอดคล้องคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในทุกรายการอยู่ระหว่าง 0.57-1.00 แสดงว่า แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็น สอดคล้องกัน โดยมีข้อเสนอแนะให้ปรับข้อความบางข้อคำถาม ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4.4 นำแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อ ผู้ทรงคุณวุฒิ (รายชื่อดังภาคผนวก ก) ผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดลองใช้ (Try out) นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนบ้านปะเคียบ ที่เป็นกลุ่มเดียวกับกลุ่มที่ทดลองใช้รูปแบบ การสอนเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ของรูปแบบฯ และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน จากนั้น นำมาหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัด โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach, 1990, pp. 202-204) ได้ค่าความเชื่อมั่นของ แบบวัดเจตคติต่อรายวิชา เท่ากับ 0.96

3.4.5 หลังจากตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดเจตคติแล้ว ผู้วิจัยได้หาค่าอำนาจจำแนก แบบสอบถาม เป็นการหาความสามารถของข้อคำถามที่แยกบุคคลที่ตอบเป็น 2 กลุ่มที่แตกต่างกัน คือกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วใช้สถิติทดสอบ t -independent พบว่า สถิติทดสอบ t เท่ากับ 6.037 แสดงว่าแบบทดสอบสามารถจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95 แบบสอบถาม ทั้ง 20 ข้อ จึงได้ใช้เป็นแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาในการวิจัยครั้งนี้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) แบบ Nonequivalent control group design แบบแผนการทดลองนี้ เป็นการศึกษเปรียบเทียบ 2 กลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธี เปรียบเทียบภายในกลุ่ม โดยเปรียบเทียบ Posttest ของกลุ่มทดลอง แล้วใช้ Pretest เป็นตัวแปรร่วม และ วิธีเปรียบเทียบ Posttest ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	ทดสอบก่อนเรียน	ทำการทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
ทดลอง	O_1	X	O_2
ควบคุม	O_3		O_4

- โดยที่ O_1 คือ การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง
 O_2 คือ การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง
 O_3 คือ การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม
 O_4 คือ การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม
 X คือ การทดลองใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน
 ในระดับประถมศึกษาของกลุ่มทดลอง

4.2 ดำเนินการทดลอง โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษาที่ได้รับการพัฒนาแล้วในการวิจัยระยะที่ 2 และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

4.3 ทำการทดสอบภายหลังการเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบที่ใช้ก่อนการทดลองทั้งสองกลุ่ม

4.4 นำผลที่ได้จากการทดสอบภายหลังการเรียนและผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการเรียน ไปวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มระหว่างก่อนและหลังทดลอง และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนที่ใช้ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยใช้เครื่องมือที่สร้างและพัฒนาขึ้น มีวิธีการเก็บข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

5.1 เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพการจัดการเรียนการสอนโดยผู้วิจัยบันทึกข้อมูลขณะจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

5.2 เก็บรวบรวมข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้รูปแบบการสอน

5.3 เก็บรวบรวมข้อมูลเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังใช้รูปแบบการสอน

6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อยืนยันข้อสรุปเมื่อผลการเปรียบเทียบ Posttest แตกต่างกัน โดยที่ Pretest ไม่แตกต่างกัน จะสรุปได้ว่าการเรียนการสอนส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์และคะแนนเจตคติต่างกัน โดยใช้สถิติการทดสอบค่าที (*t-test independent test*) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ และศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา ดำเนินการพัฒนารูปแบบตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา โดยได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ พร้อมทั้งมีการทดลองใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ก่อนการนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากได้ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการสอนให้สมบูรณ์แล้ว ผู้วิจัยได้นำไปใช้ในการทดลองเพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา และตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน

ระดับประถมศึกษา

ผลการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์สาระสำคัญหลักการ แนวคิดของการเรียนรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของ Dienes แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ตามแนวคิดของ McCarthy แล้วนำไปสังเคราะห์เป็นกรอบสาระสำคัญ สร้างแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการสอน โดยการพัฒนารูปแบบการสอนครั้งนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพัฒนา 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง
- 2) การศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน
- 3) การสร้างรูปแบบและกำหนดองค์ประกอบกระบวนการเรียนการสอน
- 4) การจัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน
- 5) การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบ
- 6) การปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบ

ผลการดำเนินการดังกล่าวได้รูปแบบการเรียนการสอนที่มีองค์ประกอบ 7 องค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน ขั้นตอนการเรียนการสอน ระบบสนับสนุน การประเมินผลของรูปแบบ และผลของการนำรูปแบบไปใช้โดยสามารถสรุปผลสาระสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน ได้ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 หลักการของรูปแบบการสอน (Principle)

หลักการของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา ยึดหลักการตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Dienes แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานตามแนวคิดของ Caine and Caine และ Jensen และ แนวคิดเกี่ยวกับวิธีสอน แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) ตามแนวคิดของ McCarthy มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาการจัดการเรียนการสอนครั้งนี้มีแนวคิดที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น โดยกิจกรรมการเรียนรู้มีลักษณะที่คำนึงถึงการทำงาน ทางสมองของผู้เรียน และสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์ที่มีความเป็นรูปธรรม ให้มากขึ้น ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบด้วย จะส่งผลให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ตามศักยภาพสมองของผู้เรียน

องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ (Objective)

มุ่งให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพตามศักยภาพสมองของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้เข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

องค์ประกอบที่ 3 เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนของรูปแบบ (Contents)

ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางของรูปแบบ ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ที่สอดคล้องตามมาตรฐานและตัวชี้วัดที่กำหนดในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีรายละเอียดดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ประกอบด้วย 4 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณ และแก้ปัญหา และมาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และมาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และมาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning)

สาระที่ 4 พีชคณิต ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์ แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน และมาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจน แปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประกอบด้วย 3 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล และมาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

องค์ประกอบที่ 4 ขั้นตอนการเรียนรู้การสอน

ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนรู้การสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 คลายสมอง (Loosen the brain) หมายถึง การสร้างความพร้อมทางด้านอารมณ์และจิตใจของผู้เรียน โดยการจัดกิจกรรมให้สมองตื่นตัวอย่างผ่อนคลาย เช่น บิดตัวซ้ายขวา การยืดตัวสร้างความผ่อนคลาย การนั่งสมาธิ การร้องเพลงที่สร้างความรู้สึกผ่อนคลาย กิจกรรมเกมง่าย ๆ ที่มีการขยับเขยื้อนร่างกาย เล่นิทาน เป็นต้น

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงประสบการณ์ (Linking the experiences) หมายถึง การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม ผู้เรียนได้กระทำกับสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ อันได้แก่ของจริง ของจำลอง หรือสถานการณ์จริงจากการสร้างประสบการณ์ การสอบถาม การศึกษานอกสถานที่ การเรียนรู้แบบลงมือทำ ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมตามขอบเขตของหัวข้อที่เรียน โดยให้เชื่อมโยงกับการเรียนรู้ที่ผ่านมา เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน แล้วกระตุ้นให้ผู้เรียนรับรู้ถึงความสัมพันธ์กันระหว่างหัวข้อที่เรียนกับความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจและความหมายเฉพาะของตนเอง ให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากการลองผิดลองถูก วิเคราะห์ไตร่ตรองประสบการณ์จากกิจกรรมดังกล่าว ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนสามารถบูรณาการความรู้ในศาสตร์สาขาอื่นที่เกี่ยวข้องได้ ทั้งนี้กิจกรรมควรมีความแปลกใหม่ ดึงดูดอารมณ์ทางการเรียน อาจให้ผู้เรียนเล่นเกมหรือทำกิจกรรมกลุ่มที่มีขั้นตอนการสร้าง การค้นหา การสำรวจ การออกแบบ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 เรียนรู้เนื้อหา (Learn the contents) หมายถึง การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจากรูปภาพเพื่อให้เห็นถึงการสร้างความหมายได้คิดพิจารณาไตร่ตรองความรู้ และฝึกทักษะในการค้นหาความรู้เตรียมข้อมูล ให้ข้อมูล สาคิดให้นักเรียนค้นคว้า เพื่อให้นักเรียนสามารถปรับประสบการณ์และความรู้ สร้างเป็นความคิดรวบยอดในเชิงนามธรรม ได้เข้าใจกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นตัวแทนสู่ความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ สะท้อนประสบการณ์เป็นแนวคิด โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนรวบรวมประสบการณ์

และความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานของแนวคิด หรือความคิดรวบยอดอย่างชัดเจน ครูผู้สอนสามารถแสดงแผนภาพ เช่น ภาพลูกศร ตาราง ระบบพิกัด หรือวงล้อ ให้ผู้เรียนได้เห็นภาพรวมของสาระสำคัญผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถสร้างแผนผังของเนื้อหาโดยให้นักเรียนวิเคราะห์ไตร่ตรอง และถ่ายทอดเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ได้ พยายามสร้างกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม(การสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต หรือห้องสมุด ชมวิดีโอหรือภาพนิ่ง) จากนั้นจึงใช้สัญลักษณ์แสดงรายละเอียดสู่การสรุปเป็นทฤษฎี และแนวคิด

ขั้นที่ 4 นำพาปฏิบัติ (Lead the practice) หมายถึง การให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือทำ เพื่อท้าทายประสบการณ์การเรียนรู้ แก้ปัญหาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษา ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์แล้วสร้างชิ้นงานชิ้นใหม่โดยบูรณาการความรู้และสร้างสรรค์ผลงานออกมาด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 ความรู้คงอยู่ (Lifelong the knowledge) หมายถึง การให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ การนำเสนอผลงาน แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ การสาธิต เป็นต้น แล้วช่วยกันวิเคราะห์แนวทางที่จะนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นแนวทางสำหรับการเรียนรู้เพิ่มเติมต่อไปและนำไปสู่การประยุกต์ไปใช้ในอนาคต

องค์ประกอบที่ 5 ระบบสนับสนุน (Support system)

การจัดเตรียมและวางแผนการเรียนการสอน ซึ่งได้แก่ สื่อวัสดุอุปกรณ์ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนให้เหมาะสมกับแนวคิดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงสมอง นอกจากนี้ครูผู้สอนต้องคอยประสานงาน คอยช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อมีปัญหาและเข้าไปขอคำแนะนำ

1. บทบาทครูผู้สอน สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้วัตถุประสงค์การเรียนการสอนบรรลุผลสำเร็จ ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรมีบทบาท ดังนี้

1.1 ด้านการสอนของผู้สอน

- ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องที่เรียนอย่างสัมพันธ์เชื่อมโยงกับประสบการณ์และชีวิตจริงของพวกเขา
- สร้างบรรยากาศของการเคารพ ความเป็นมิตร การให้เกียรติและการยอมรับซึ่งกันและกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ความมีระเบียบวินัยภายในห้องเรียน ส่งเสริมให้มีทัศนคติ

ในทางบวกเกี่ยวกับการเรียนการสอน สนับสนุนให้นักเรียนตระหนักในเรื่องอารมณ์ความรู้สึกของพวกเขา และตระหนักว่า อารมณ์นั้นมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ของพวกเขา ครูที่มีอารมณ์ดีและมีอารมณ์ขันจะสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี

- สร้างบรรยากาศต้นแบบผ่อนคลาย นั่นก็คือ ไม่สร้างความกดดันแต่เพิ่มความท้าทายน่าสนใจโดยให้โอกาสเด็กได้ลองปฏิบัติตามแนวคิดของเขา การดำหนิ ดูค่า การลงโทษ เมื่อเด็กทำผิดพลาดจะเป็นการหยุดยั้งการเรียนรู้

1.2 ด้านการเตรียม/ สร้างแผนการจัดการเรียนรู้

- ใช้ยุทธวิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น การฝึกปฏิบัติ จัดกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม ทักษะศึกษา การใช้สื่อหลายทาง การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้แบบประสานทุกอย่างที่เอื้ออำนวย การฝึกการแก้ปัญหาที่เป็นจริง การทำโครงการ การใช้ศิลปะและดนตรี เข้าช่วย เพื่อช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์และเกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการนั่งฟังบรรยายและท่องจำ

- สร้างกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่มให้มีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนเช่น การเล่นเกม การอภิปราย การทำงานเป็นกลุ่ม ฯลฯ จึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้ด้วยตนเองเพียงคนเดียว หรือการมุ่งแข่งขันเอาชนะแบบตัวใครตัวมัน

- สร้างกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ค้นหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ โดยเสนอข้อมูลภายในบริบทใดบริบทหนึ่ง เพื่อที่ผู้เรียนจะสามารถบ่งชี้ชุดของแบบแผนได้ และสามารถเชื่อมต่อกับประสบการณ์ก่อนหน้าของเขาได้

- สร้างสื่อการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการรับรู้หลาย ๆ ทาง เช่น วางสื่อการเรียนรู้ (โปสเตอร์ งานศิลปะ กระดานข่าว ดนตรี) ใ้รอบห้องเพื่อสนับสนุนความรู้สึกเชิงบวกและให้มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ทางอ้อม และตระหนักว่าความกระตือรือร้นของครู การทำตัวเป็นแบบอย่างและการชี้แนะเป็นสัญลักษณ์ที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่กำลังเรียน

- อธิบายเนื้อหาเบื้องต้น โดยให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนว่าวิชานี้คืออะไร มีขอบเขตอย่างไร มีประโยชน์อย่างไร มีวิธีการเรียนรู้อย่างไร ไม่ควรสอนข้อมูลเป็นเรื่อง ๆ ทำให้การเรียนรู้เข้าใจได้ยาก หรือกล่าวถึงรายละเอียดครบทุกของเนื้อหาวิชานั้น ๆ เลย โดยไม่เชื่อมโยงกับบริบทหรือตัวเนื้อหาที่เป็นภาพใหญ่

- ส่งเสริมให้ผู้เรียนประมวลข้อมูลอย่างกระตือรือร้น ใช้เทคนิคการจูงใจ ฝึกคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ กระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงของบุคคล ผ่านการสะท้อนกลับและการรู้จักความคิดของตัวเองเพื่อช่วยให้นักเรียนได้สำรวจการเรียนรู้ของตัวเองอย่างมีจิตสำนึก

- หลีกเลี่ยงการสอนแบบท่องจำโดยขาดการสร้างความเข้าใจ เพราะมันมองข้ามด้านส่วนตัวของผู้เรียน และบางทีจะเป็นผลเสียต่อการพัฒนาความเข้าใจในภายหลังด้วย
- ใช้เทคนิคที่สร้างหรือเลียนแบบประสบการณ์จริง และใช้ประสาทสัมผัสที่หลากหลาย เช่น การสาธิต การทำโครงการ การอุปมาอุปมัย
- จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่คำนึงถึงผู้เรียนแต่ละคน อาจเริ่มศึกษาความรู้พื้นฐานก่อน โดยศึกษาภูมิหลังและความสนใจของผู้เรียน และไม่ควรคิดเอาเองควรยืดหยุ่นตามความเหมาะสมของผู้เรียนที่ถนัด/ เก่งบางด้าน และผู้เรียนที่เรียนได้ช้า หรือมีสไตล์การเรียนรู้ที่ต่างจากเพื่อนร่วมชั้น ให้ผู้เรียนได้แสดงออกตามความถนัดทั้งด้านการฟัง การจินตนาการ เป็นภาพ การปฏิบัติ และอารมณ์
- สอดแทรกความรู้และการปฏิบัติ เรื่องสุขภาพทั้งกายและใจ (การกินอาหารที่ดี การออกกำลังกาย มีสุขภาพที่ดี การรู้จักลดความเครียด การมีอารมณ์ดี) ให้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมโภชนาการทางสมอง และการดื่มน้ำมาก ๆ ฝึกปฏิบัติให้ผู้เรียนรู้จักดูแลตนเองและทักษะการใช้ชีวิต

1.3 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

วัดและประเมินผลการเรียนรู้จากการสังเกตการมีส่วนร่วมขณะทำกิจกรรม และสร้างชิ้นงาน รวมทั้งการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้วย ซึ่งการวัดผลควรให้ผู้เรียนติดตามประเมินผลเข้าใจเกณฑ์ที่กำหนดไว้เพื่อพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสม ไม่ใช่เพียงสอบเพื่อวัดความสามารถในการท่องจำ หรือทักษะในการเลียนแบบ

2. บทบาทผู้เรียน

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ผู้เรียนควรมีบทบาทในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 คลายสมอง (Loosen the brain) บทบาทของผู้เรียน คือ สนใจและร่วมปฏิบัติในกิจกรรมที่สร้างความพร้อมทางด้านอารมณ์และจิตใจที่ครูผู้สอนนำเสนอ

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงประสบการณ์ (Linking the experiences) บทบาทของผู้เรียน คือ กระทำกับสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ หรือสถานการณ์จริงที่ครูผู้สอนออกแบบและจัดเตรียมด้วยการร่วมปรึกษากิจการ และแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 3 เรียนรู้เนื้อหา (Learn the contents) บทบาทของผู้เรียน คือ ปฏิบัติกิจกรรมผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้วยความสนใจ เพื่อสามารถปรับประสบการณ์และความรู้ สร้างเป็นความคิดรวบยอดในเชิงนามธรรม

ขั้นที่ 4 นำพาปฏิบัติ (Lead the practice) บทบาทของผู้เรียน คือ ลงมือทำกิจกรรม แก้ปัญหา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง แล้วสร้างชิ้นงานชิ้นใหม่ โดยบูรณาการความรู้และสร้างสรรค์ผลงานออกมาด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 ความรู้คงอยู่ (Lifelong the knowledge) บทบาทของผู้เรียน คือ นำเสนอ แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ การสาธิต ผลงานการเรียนรู้ด้วยอธิบายชิ้นงานของตนเอง/กลุ่มให้เพื่อนและครูฟัง และแสดงความคิดเห็นจากการตอบคำถามของครู

องค์ประกอบที่ 6 การประเมินผลของรูปแบบ (Method of evaluation)

ใช้วิธีการวัดและประเมินผลจากการทดสอบหลังเรียน โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนฯ และเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนฯ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยใช้แบบทดสอบแบบคู่ขนาน มีตัวเลือก 4 ข้อ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

2. การวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่เรียน โดยใช้รูปแบบการสอนฯ เป็นแบบวัดชนิดมีตัวเลือก 5 ระดับ

องค์ประกอบที่ 7 ผลของการนำรูปแบบไปใช้ (Application)

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบนี้ ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยตรงคือ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ส่วนผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนทางอ้อมนั้น นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับ ไปประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้ในวิชาอื่น หรือในชีวิตประจำวันของตนเองได้

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา

ผลการนำรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา เพื่อส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) และเสริมสร้างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แบบวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) และเป็นการวิจัยที่มีกลุ่มทดลอง 18 คน และ กลุ่มควบคุม 17 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โดยทำการทดสอบวัดความรู้วิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้งก่อนและหลังการใช้รูปแบบการสอนฯ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นในระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งผลการวิจัยในตอนต้นที่ 3 สามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.2 ผลการวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา

2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยกำหนดให้กลุ่มทดลองเรียนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา และให้กลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต โดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา โดยเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยทั้งก่อนและหลังการเรียนการสอนระหว่างกลุ่มทดลอง (18 คน) และกลุ่มควบคุม (17 คน) ผลปรากฏดังตารางที่ 4-1 ถึงตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการเรียนการสอน

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม (คะแนน)	<i>N</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	66	17	25.35	5.061	.871	.390
กลุ่มทดลอง	66	18	27.06	6.384		

จากตารางที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย สาระเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของผู้เรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย ก่อนเรียน สาระเรขาคณิตของผู้เรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการเรียนการสอน

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม (คะแนน)	<i>N</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	66	17	41.94	5.942	4.346	.000*
กลุ่มทดลอง	66	18	51.22	6.647		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย
สาระเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาค่าคะแนนเฉลี่ยต่อรายวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลอง
และนำมาเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยของเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ภายหลังจากใช้รูปแบบ
การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
ผลปรากฏดังตารางที่ 4-3 และ ตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-3 ผลคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนกลุ่มทดลองภายหลังการเรียนรู้ ตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา

ข้อที่	รายการ	คะแนนเฉลี่ย		แปลผล คะแนนเจตคติ
		\bar{X}	SD	
1.	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาท้าทายความคิดของมนุษย์	4.46	.56	เห็นด้วย
2.	วิชาคณิตศาสตร์ช่วยในการประกอบอาชีพ	4.31	.67	เห็นด้วย
3.	วิชาคณิตศาสตร์ช่วยในการพัฒนาสมอง	4.40	.49	เห็นด้วย
4.	วิชาคณิตศาสตร์มีประโยชน์สามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	4.46	.50	เห็นด้วย
5.	วิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีไหวพริบดี	4.49	.50	เห็นด้วย
6.	วิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน	4.31	.67	เห็นด้วย
7.	วิชาคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความเจริญทางด้านเทคโนโลยี	4.46	.50	เห็นด้วย
8.	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้ไม่ยาก	4.31	.67	เห็นด้วย
9.	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ไร้สาระ	4.17	.74	เห็นด้วย
10.	วิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนไม่มีความวิตกกังวล	4.23	.77	เห็นด้วย
11.	คุ้มค่ากับเวลาที่ได้มาเรียนวิชาคณิตศาสตร์	4.17	.70	เห็นด้วย
12.	วิชาคณิตศาสตร์ไม่ทำให้นักเรียนเครียด	4.46	.65	เห็นด้วย
13.	ข้าพเจ้าชอบศึกษาและทำความเข้าใจในเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์ที่ครูจะสอนล่วงหน้า	4.54	.50	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
14.	ถ้าเลือกได้ข้าพเจ้าจะเลือกเรียนวิชาคณิตศาสตร์	4.43	.69	เห็นด้วย
15.	ข้าพเจ้าชอบเล่นเกมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์	4.43	.69	เห็นด้วย
16.	ข้าพเจ้าชอบทำแบบฝึกหัดทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง	4.54	.50	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
17.	ถ้าเลือกได้ข้าพเจ้าชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าวิชาอื่น	4.43	.69	เห็นด้วย
18.	ข้าพเจ้าใฝ่ฝันที่จะเข้าแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์	4.54	.50	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
19.	ข้าพเจ้าชอบทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มากกว่ากิจกรรมอื่น	4.49	.50	เห็นด้วย
20.	ข้าพเจ้าให้ความสำคัญในการสอบวิชาคณิตศาสตร์	4.49	.507	เห็นด้วย
	เฉลี่ยรวม	4.41	.25	เห็นด้วย

จากตารางที่ 4-3 แสดงว่า ภายหลังจากเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วย ($\bar{X} = 4.41, SD = .25$) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่านักเรียนชอบทำแบบฝึกคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ชอบทำความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ล่วงหน้า และ ใฝ่ฝันที่จะเข้าแข่งขันตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	<i>N</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	17	4.18	.126	11.588	.000*
กลุ่มทดลอง	18	4.62	.099		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-4 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนา รูปแบบการสอน ตามระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การศึกษาบริบทการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันและสภาพปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอน การศึกษาแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสำรวจครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 298 คน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 โดยใช้แบบสอบถาม สามารถสรุปได้ว่าครูผู้สอนมีความต้องการ ในการบูรณาการศิลปะกับดนตรี การใช้คำถามที่ท้าทายให้ผู้เรียนแสวงหาคำตอบ การจัดทำสื่อ ที่สนับสนุนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ การจัดกิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจ การสร้างบรรยากาศที่ดี ในชั้นเรียน การใช้วิธีการสอนที่หลากหลายตามความถนัดของผู้เรียน การให้ผู้เรียนได้ประเมินและ แสดงความคิดเห็นชิ้นงานของตนเอง การเชื่อมโยงเนื้อหาย่อยสู่บริบทเนื้อหาใหญ่ การฝึกผู้เรียนได้ ปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะด้วยตนเอง เช่น การสาธิต การทำโครงงาน การใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการคิด และเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน การจัดทำสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย การคำนึงถึง ความแตกต่างของผู้เรียนด้านร่างกาย อารมณ์และสติปัญญา การใช้วิธีจัดกิจกรรมกลุ่มในการเรียน การสอน และการใช้คำถามทบทวนให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงเนื้อหาเดิมกับเนื้อหาใหม่ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง ของการนำแนวคิดการใช้สมองเป็นฐานมาช่วยในการพัฒนาการเรียนการสอนทุกระยะที่ 2 การสร้างและพัฒนา รูปแบบการสอน จากการศึกษา วิเคราะห์ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การพัฒนา รูปแบบการสอน หลักการและแนวคิดของวิธีสอน คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา แนวคิดเกี่ยวกับวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ สักระยะ เป็นกรอบสาระ สำคัญแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน โดยผู้วิจัย สักระยะกรอบแนวคิดเป็นร่างรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา แล้วนำรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นพร้อมเอกสารประกอบไปตรวจสอบคุณภาพขั้นเบื้องต้นกับ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 ท่าน พบว่า รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67, SD = .44$)ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยนำไปทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัย

จัดทำขึ้นตามรูปแบบการสอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านปะเคียบ จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ และความเป็นไปได้ในการใช้จริงของกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบ หลังจากนั้นปรับปรุงรูปแบบและเอกสารประกอบรูปแบบการสอนให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แล้วนำไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านเขว้า สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 ด้วยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง 2 กลุ่ม ต่อจากนั้นจับฉลากจำแนกเป็นกลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 18 คน และกลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 จำนวน 17 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) คู่มือการใช้รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78, SD = .31$) 2) แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจำนวน 23 แผน ที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีเหมาะสมทุกองค์ประกอบ โดยดัชนีความสอดคล้องของคะแนนความคิดเห็นมีค่าระหว่าง .71-1.00 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ชนิดข้อสอบแบบปรนัย มีค่าความยาก-ง่าย อยู่ระหว่าง .27-.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .07-.40 ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดข้อสอบแบบอัตนัย มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.21-0.24 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .43-.50 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 และ 4) แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง .57-1.00 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .96

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยตามขั้นตอนการวิจัยที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้วสรุปได้ดังนี้

1. ได้รูปแบบการสอนซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 7 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน ขั้นตอนที่ใช้ในการสอน ระบบสนับสนุน การประเมินผล และผลของการนำไปใช้ ซึ่งผลการประเมินคุณภาพรูปแบบการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ารูปแบบการสอนมีความสอดคล้องและความเหมาะสมโดยรวมทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67, SD = .44$)

2. ผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา มีดังนี้

2.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย สาระเรขาคณิต ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 คะแนนเฉลี่ยเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา จากผลการวิจัยมีประเด็นในการอภิปราย 2 ประเด็น ได้แก่ ผลการพัฒนา รูปแบบการสอนฯ และผลการใช้รูปแบบการสอนฯ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนา รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 7 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน ขั้นตอนที่ใช้ในการสอน ระบบสนับสนุน การประเมินผล และผลของการนำไปใช้ ซึ่งผลการประเมินคุณภาพรูปแบบการสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า รูปแบบการสอนมีความสอดคล้อง และความเหมาะสมโดยรวมทุกองค์ประกอบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67, SD = .44$) ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่า

1.1 รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นดังกล่าว โดยมีทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ การสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน และมีการจัดองค์ประกอบของการเรียนการสอนทั้งหมดอย่างมีระบบสอดคล้องกัน ซึ่งนักการศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่าการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนได้นั้น ต้องเป็นการสอนที่มีการจัดระบบ มีทฤษฎี และแนวคิดเป็นพื้นฐานรองรับ (Gagne & Briggs, 1979; Davies, 1981) ซึ่งแต่ละขั้นตอนของการพัฒนา มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกัน โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ทั้งในด้านสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและสภาพการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับรายวิชาที่จะสอนในปัจจุบัน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการสอนให้สนองตอบต่อสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนอย่างแท้จริง และในด้านรูปแบบการสอน ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการสอนจากการศึกษาความหมาย องค์ประกอบของรูปแบบการสอน ขั้นตอนการสร้างและพัฒนารูปแบบการสอน ซึ่งมีหลักการ แนวคิดของการพัฒนารูปแบบการสอนจากนักการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนของ Joyce and Weil (2000, pp. 14-24) Sayler et al. (1981, pp. 271-293) และทีศนา แคมมณี (2555, หน้า 221-222) เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอน วิธีการ และกระบวนการวิจัย

ตามระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนาแบบการสอนในครั้งนี้ นอกจากนั้น ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กระบวนการ ปัญหา ข้อเสนอแนะ ในการพัฒนา แบบการสอน เมื่อได้ข้อมูลเบื้องต้นและหลักการพัฒนาแบบการสอนแล้ว รวมทั้งได้ศึกษา รายละเอียดของหลักการ แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ศึกษาไว้เพื่อนำมากำหนดกรอบโครงสร้าง แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบและแนวทางในการพัฒนาแบบการสอนโดยศึกษาและสังเคราะห์ สารสำคัญ ข้อมูลพื้นฐาน เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ หลักการเรียนรู้ของสมองและ จิตใจมนุษย์ 12 ประการ ตามแนวคิดของ Caine and Caine หลักการเรียนรู้โดยคำนึงถึงการทำงานของ สมองตามแนวคิดของ Jensen ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของ Dienes และวิธีสอน แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) ตามแนวคิดของ McCarthy แล้วจึงนำสารสำคัญที่ได้จาก การสังเคราะห์มากำหนดเป็นองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยของรูปแบบการเรียนการสอน โดยเชื่อมโยงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันระหว่างสารสำคัญของแนวคิดพื้นฐานมาสู่หลักการของ รูปแบบการสอน หลังจากนั้น จึงสังเคราะห์หลักการนั้นเชื่อมโยงไปสู่องค์ประกอบหลักของรูปแบบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหาที่ใช้สอน ขั้นตอนการสอน ระบบสนับสนุน และการประเมินผล หลังจากได้องค์ประกอบหลักของรูปแบบการสอนแล้วผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบย่อยและแสดง ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบย่อยต่าง ๆ แล้วเขียนรายละเอียดขององค์ประกอบ แต่ละส่วนให้ชัดเจนเพื่อพัฒนาเป็นรูปแบบการสอนฉบับร่าง พร้อมทั้งจัดทำเอกสารประกอบ รูปแบบการสอนเพื่อนำเสนอให้ประธานกรรมการและกรรมการได้ตรวจสอบ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 ท่าน ตรวจสอบ คุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบการสอนแล้ว เห็นว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและให้ข้อเสนอแนะในบางประเด็น ผู้วิจัยจึงได้นำ ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการสอนและเอกสารประกอบ รูปแบบการสอนให้สมบูรณ์ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นจึงนำผลที่ได้จากการทดลองใช้มาปรับปรุงรูปแบบการสอนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น แล้วจึงนำรูปแบบการสอนไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

1.2 รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบที่มีแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐาน ที่ชัดเจนและเหมาะสม กล่าวคือ ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการสอนจากการศึกษาความหมาย องค์ประกอบของรูปแบบการสอน ขั้นตอนการสร้างและพัฒนารูปแบบการสอน เพื่อเป็นแนวทาง ในการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา สำหรับ ด้านข้อมูลพื้นฐานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ศึกษาการจัดการเรียน

การสอนวิชาคณิตศาสตร์ตามความต้องการในปัจจุบัน และศึกษาหลักการแนวคิดและทฤษฎีของนักการศึกษาหลายท่านที่ได้นำเสนอไว้เกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ด้วยวิธีสอนต่าง ๆ โดยมีแนวคิดในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา (Sriraman & Lesh, 2007, pp. 258-262) การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Dienes (2010) การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) (Caine & Caine (2005), Call (2003, p. 9), Politano and Paquin (2000, p. 1), Jensen (2000, p. 6), อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา (2551, หน้า 248-253) และวิชัย วงษ์ใหญ่ (2542, หน้า 16-18) แนวคิดวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) (Kolb, 1995, p. 67) และ McCarthy (1990, pp. 24-25) เพื่อนำมาเป็นทฤษฎีพื้นฐานในการกำหนดแนวทางเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน

1.3 รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้มีการผสมผสานแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนารูปแบบการสอนระหว่างทฤษฎีหลักคือ แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงการทำงานของสมอง (Brain based learning) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น โดยรูปแบบมีการทดลองใช้และแก้ไขปรับปรุงจนได้รูปแบบที่มีคุณภาพซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอไว้อย่างสอดคล้องตรงกันว่ารูปแบบที่ดีจะต้องได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ มีทฤษฎี หลักการและแนวคิดพื้นฐาน รวมทั้งมีองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบและองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน (Joyce & Weil, 1996; ทิศนา แจมมณี, 2554) มีการใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับความแตกต่างของผู้เรียน โดยใช้เทคนิควิธีการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาควบคู่กันไป เช่น การให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ (สมองซีกขวา) ควบคู่กับการให้นักเรียนวิเคราะห์ประสบการณ์จำลองที่ครูยกตัวอย่างจากรูปแบบ (สมองซีกซ้าย) เป็นต้น เนื่องจากพิจารณาแล้วเห็นว่าการใช้รูปแบบการสอนนี้ มีนักการศึกษาได้ทำการวิจัยและยืนยันว่าสามารถสอนได้ เช่น งานวิจัยของสุพิดา เข้มนิ่มนวล (2550, หน้า 65-66), Dwyer (1993, abstract), Enver and Ramazan (2008, abstract) และฉวีวรรณ บุตรศรีภูมิ (2551, บทคัดย่อ) การพัฒนารูปแบบการสอนโดยการผสมผสานแนวคิดทฤษฎีเข้าด้วยกันนั้น เป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะนอกจากการศึกษาระดับสำคัญของแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และหลักการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงการทำงานของสมอง เพื่อนำมากำหนดขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้หลักของรูปแบบแล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) เพื่อกำหนดรายละเอียดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ในแต่ละส่วนอย่างละเอียดไปสู่แต่ละขั้นตอนของรูปแบบการสอนอย่างเป็นระบบ จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการผสมผสานแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาสาระทางด้านคณิตศาสตร์ และมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น

2. ผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา จากการประเมินผลการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน

ระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย สาระเรขาคณิต ของผู้เรียน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าการเรียนโดยใช้รูปแบบแบบปกติ เพราะการใช้รูปแบบการสอนที่มีการพัฒนากระบวนการสอน โดยใช้แนวคิดและทฤษฎีที่เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและธรรมชาติของผู้เรียนผ่านกระบวนการที่เชื่อมโยงกัน และเมื่อได้รับการฝึกฝนอย่างถูกวิธีช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับ Darling-Hammond and Youngs (2002) กล่าวว่า การออกแบบรูปแบบการสอนที่ดีมีผลอย่างมากในการพัฒนาผู้เรียน จากเหตุผลดังกล่าว ส่งผลให้ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มควบคุม ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1.1 รูปแบบการเรียนการสอนพัฒนาขึ้นจากพื้นฐานทฤษฎีการเรียนรู้โดยคำนึงถึงการทำงานของสมอง (Brain based learning) ได้ยึดหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักการเรียนรู้ของสมองและจิตใญ่มนุษย์ 12 ประการ ตามแนวคิดของ Caine and Caine (1990 อ้างถึงใน อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา, 2551, หน้า 248-253) และการนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการศึกษา (Caine & Caine, 1990 cited in Winter, 1997, p. 3) ซึ่งจัดการเรียนการสอนโดยใช้หลักการเบื้องต้นแห่งการเรียนรู้ 12 ประการมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ การใช้กิจกรรมปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม การใช้ศิลปะและดนตรีช่วยในการเรียนรู้ การคำนึงถึงสุขภาพทั้งกายและใจของผู้เรียน การกระตุ้นความสนใจ การเชื่อมโยงประสบการณ์ทั้งเก่าและใหม่ การสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน การใช้สัญลักษณ์ช่วยในการอธิบายการให้ผู้เรียนได้สะท้อนกลับโดยแสดงความคิดเห็นของผลงานตนเอง หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนท่องจำสร้างความรู้ขึ้นและทำลายแก่ผู้เรียนด้วยการใช้คำถาม ใช้เทคนิคการสร้างหรือเลียนแบบประสบการณ์จริง สร้างบรรยากาศการสอนโดยให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลาย และการให้ผู้เรียนได้แสดงออกตามความถนัดของตนเอง ซึ่งการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงการทำงานของสมองตามแนวคิดของ Jensen โดยนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้สู่ชั้นเรียนและการจัดสภาพแวดล้อมที่คำนึงถึงการทำงานของสมอง (Jensen, 2000, pp. 214-223) ทั้งนี้ ครูผู้สอนสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการเรียนรู้โดยการพักสมอง สร้างอารมณ์เชิงบวก ไม่พูดต่อเสียงหรือใช้คำพูดไม่สุภาพ เพิ่มความกระตือรือร้น ชื่นชมกับชิ้นงานที่ผู้เรียนสร้างสรรค์ ตลอดจนการให้

คำแนะนำขณะเรียนอยู่บ่อยครั้ง จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านที่ใช้แนวคิดกรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียนส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชั้นประถมศึกษาสูงขึ้น (Swift, 2007, p. 2; อิศรา ก้านจักร และคณะ, 2551, บทคัดย่อ; อุษณีย์ ประเทศทิพย์, 2552, หน้า 73) แสดงให้เห็นว่าแนวคิดดังกล่าวสามารถนำไปพัฒนาการเรียนการสอน ช่วยส่งเสริมความสามารถให้กับผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง (Duman, 2010, pp. 2077-2103; Connell, 2009, pp. 28-39; Hoge, 2003, p. 3994-A) นอกจากรูปแบบการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นอีกแนวทาง การกำหนดขั้นตอนการสอนเจ็ดประการของ Jensen แล้วยังได้บูรณาการแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ Dienes และวิธีสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) ไปสู่การกำหนดองค์ประกอบหลักคือขั้นตอนการสอนของรูปแบบการสอนในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมี 5 ขั้นตอนที่สำคัญ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น จึงเป็นการเรียนการสอนที่คำนึงถึงการทำงานของสมอง คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน และใช้เทคนิคการสอนทางด้านคณิตศาสตร์มาช่วยพัฒนาผู้เรียน ซึ่งมีความแตกต่างจากรูปแบบการสอนแบบปกติ

2.1.2 กระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความชัดเจนเหมาะสม และมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง ความสำเร็จดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการนำแนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ มาใช้เป็นพื้นฐานของรูปแบบการสอนฯ อย่างเหมาะสม นอกจากนั้นอาจเป็นเหตุผลอันเนื่องมาจาก ขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ได้มีการจัดลำดับอย่างเหมาะสมและสอดคล้องตามแนวการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงการทำงานของสมองเชื่อมโยง ทำให้ผู้เรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นซึ่งมีรายละเอียดเชื่อมโยงตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ดังเห็นได้จากขั้นที่ 1 คลายสมอง (Loosen the brain) เป็นการสร้างความพร้อมทางการอารมณ์จิตใจของผู้เรียน โดยให้สมองตื่นตัวอย่างผ่อนคลาย เช่น บิดตัวซ้ายขวา การยืดตัว การนั่งสมาธิการร้องเพลง การเล่นเกมง่าย ๆ ที่มีการขยับเขยื้อนร่างกาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Haytt (2007, p. 122) ซึ่งได้ศึกษาวิจัยแล้วพบว่าการบริหารสมอง เป็นกิจกรรมที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ทางได้หลายด้าน เช่น ทักษะการอ่าน การพูด การคำนวณ การฟัง การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงประสบการณ์ (Linking the experiences) การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม ผู้เรียนได้กระทำกับสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ อันได้แก่ ของจริง ของจำลอง หรือสถานการณ์จริงจากการสร้างประสบการณ์ การสอบถาม การศึกษานอกสถานที่ การเรียนรู้แบบลงมือทำที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมตามขอบเขตของหัวข้อที่เรียน โดยให้เชื่อมโยงกับการเรียนรู้ที่ผ่านมา เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน แล้วกระตุ้นให้ผู้เรียนรับรู้ถึงความสัมพันธ์กันระหว่างหัวข้อที่เรียนกับความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจและความหมายเฉพาะของ

ตนเอง ให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากการลองผิดลองถูก วิเคราะห์ไตร่ตรองประสบการณ์จากกิจกรรมดังกล่าว ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนสามารถบูรณาการความรู้ในศาสตร์สาขาอื่นที่เกี่ยวข้องได้ ทั้งนี้กิจกรรมควรมีความแปลกใหม่ดึงดูดอารมณ์ทางการเรียน อาจให้ผู้เรียนเล่นเกม หรือทำกิจกรรมกลุ่มที่มีขั้นตอนการสร้าง การค้นหาการสำรวจ การออกแบบ เป็นต้นเพื่อเป็นการกระตุ้นและจุดประกายให้ผู้เรียนสนุกต้องการที่จะเรียนรู้ สอดคล้องกับการเรียนรู้ของทิสนา แคมมณี (2543) กล่าวว่า ความสำคัญของการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ต้นตัว สนุก ทำให้ผู้เรียนรู้สึกผูกพัน เกิดความใฝ่รู้ การเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นำมาซึ่งความสุขและท้าทายและในขั้นตอนนี้ผู้สอนมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมโดยการสอบถามหรือสนทนา ซึ่งเป็นไปตามหลักการในการจัดการเรียนการสอน ตามที่ ทิสนา แคมมณี (2552, หน้า 52) เสนอไว้ว่าผู้สอนควรเข้าใจถึงความต้องการพื้นฐานของผู้เรียน จัดสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีอิสระเอื้อต่อการเรียนรู้จัดกิจกรรมที่มีความเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนด้วยประสบการณ์ที่หลากหลายเหมาะสมกับวัยผู้เรียนขั้นที่ 3 เรียนรู้เนื้อหา (Learn the contents) เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจากรูปภาพเพื่อให้เห็นถึงการสร้างความหมาย ได้คิดพิจารณาไตร่ตรองความรู้ และฝึกทักษะในการค้นหาความรู้เตรียมข้อมูล ให้ข้อมูล สาคิดให้นักเรียนค้นคว้า เพื่อให้นักเรียนสามารถปรับประสบการณ์และความรู้ สร้างเป็นความคิดรวบยอดในเชิงนามธรรม ได้เข้าใจกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแทนสู่ความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ สะท้อนประสบการณ์เป็นแนวคิด โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนรวบรวมประสบการณ์และความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานของแนวคิด หรือความคิดรวบยอดอย่างชัดเจน ครูผู้สอนสามารถแสดงแผนภาพ เช่น ภาพลูกศร ตาราง ระบบพีคัด หรือวงล้อ ให้ผู้เรียนได้เห็นภาพรวมของสาระสำคัญผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถสร้างแผนผังของเนื้อหาโดยให้นักเรียนวิเคราะห์ ไตร่ตรอง และถ่ายทอดเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ได้ พยายามสร้างกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม(การสืบค้นจากอินเทอร์เน็ตหรือห้องสมุด ชมวิดีโอหรือภาพนิ่ง จากนั้นจึงใช้สัญลักษณ์แสดงรายละเอียดสู่การสรุปเป็นทฤษฎีและแนวคิดเน้นการเสริมรายละเอียดความรู้ การปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด พัฒนาความคิดด้วยข้อมูล จากเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบการใช้ตัวแทน การใช้สัญลักษณ์ และการสร้างแบบแผนสำหรับผู้เรียน (Dienes, 2010; Jensen, 2000, p. 215; McCarthy, 1990, pp. 13-14) ขั้นที่ 4 ขั้นนำปฏิบัติ (Lead the practice) การให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือทำ เพื่อท้าทายประสบการณ์การเรียนรู้ แก้ปัญหา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษา ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สร้างสรรค์แล้วสร้างชิ้นงานชิ้นใหม่ โดยบูรณาการความรู้

และสร้างสรรค์ผลงานออกมาด้วยตนเอง ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่เน้นการทบทวนความรู้เพิ่มความจำ ทำตามที่กำหนด และสร้างชิ้นงานตามความถนัดและความสนใจ (Jensen, 2000, p. 216; McCarthy, 1990, pp. 13-14) เป็นรูปแบบที่มุ่งช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในด้านการปฏิบัติ การกระทำ หรือการแสดงออกต่าง ๆ ขั้นที่ 5 ความรู้คงอยู่ (Lifelong the knowledge) เป็นการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการ นำเสนอผลงาน แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ การสาธิต เป็นต้น แล้วช่วยกันวิเคราะห์ แนวทางที่จะนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นแนวทางสำหรับการเรียนรู้เพิ่มเติมต่อไปและนำไปสู่การประยุกต์ไปใช้ในอนาคตเน้นการวิเคราะห์ประยุกต์ใช้ แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดกับผู้อื่น เพื่อตรวจสอบความรู้ ชื่นชมผลงาน (Jensen, 2000, p. 216; McCarthy, 1990, p. 14)

จึงสรุปได้ว่ารูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้มีองค์ประกอบซึ่งประกอบด้วยหลักการ วัตถุประสงค์ แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐาน ขั้นตอนการสอน ระบบสนับสนุน การประเมินผล และการนำไปใช้ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ทำให้นักเรียนได้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพิ่มขึ้น โดยผ่านขั้นตอนการสอน 5 ขั้น (5L) ความสำเร็จดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า แนวคิด ทฤษฎี ต่างที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นพื้นฐานของรูปแบบฯ มีความเหมาะสม และอาจเนื่องมาจาก ขั้นตอน กระบวนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ได้มีการจัดลำดับอย่างเหมาะสมและ สอดคล้องตามแนวการเรียนรู้ที่คำนึงถึงการทำงานของสมองและความแตกต่างของผู้เรียน

2.2 ด้านเจตคติของกลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

กลุ่มทดลองมีคะแนนเจตคติต่อรายวิชาคณิตศาสตร์หลังการใช้รูปแบบการสอน โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.41$, $SD = .25$) และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สาระเรขาคณิต ด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะว่า การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบปกตินั้นส่วนใหญ่เป็นการสอนของครูปกติที่เคยเรียนมา ครูจะยืน หน้าชั้นเรียนแล้วอธิบายเนื้อหา และครูให้เขียนหรือจดบันทึกตามหนังสือ อ่านตามหนังสือ และเรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนจึงรู้สึกเบื่อหน่าย ไม่มีบันทึก จึงไม่สนุก จึงทำให้ผู้เรียนขาดความตื่นตัว ในกระบวนการเรียนการสอน ดังนั้น เมื่อได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนที่ผู้วิจัย พัฒนาขึ้น มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคลายสมองด้วยกิจกรรมผ่อนคลาย กิจกรรมบันเทิงต่าง ๆ เช่น เกม การ์ตูน เพลง นั่งสมาธิ การบริหารสมอง (Brain gym) จึงทำให้ผู้เรียนเกิดสมาธิ ผ่อนคลาย สมองปลอดโปร่ง การจัดการเรียนรู้มีสื่อการเรียนรู้ มีการยกตัวอย่างและใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียน ได้ตื่นตัวตลอดเวลา ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

ได้แลกเปลี่ยนความคิด และการสอน โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามความถนัดของตนเอง ซึ่งเป็นไปตามหลักการในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน สอดคล้องกับทิสนา แจมมณี (2554, หน้า 51-52) กล่าวว่าผู้สอนควรเข้าใจถึงความต้องการพื้นฐานของผู้เรียน จัดสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีอิสระเอื้อต่อการเรียนรู้ จัดกิจกรรมที่มีความเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนด้วยประสบการณ์ที่หลากหลายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน นอกจากนี้ผู้สอนต้องมีความตระหนักถึงความพร้อมในการเรียนรู้ความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนและผู้เรียนควรมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ร่วมกันเรียนรู้อย่างกัลยาณมิตร กิจกรรมการเรียนการสอนควรมีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย มีความหมายต่อผู้เรียนเพื่อนำไปใช้ในประสบการณ์จริงและเพื่อแสวงหาความรู้ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Hatice (2003, p. 11) ที่ได้ศึกษาเจตคติของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาการศึกษาภาษาต่างประเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีตะวันออกกลางที่มีต่อการเรียนการสอน รายวิชาทักษะภาษาอังกฤษ 2 หลังจากได้รับการสอนด้วยวิธีการตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีเจตคติวิชาคณิตศาสตร์ด้านบวก เช่น มีความรู้สึกมั่นใจ ผ่อนคลายและรู้สึกมีคุณค่า และสอดคล้องกับอิสรา ก้านจักร และคณะ (2551, หน้า 211-212) ได้ศึกษาศักยภาพทางการเรียนรู้ทางปัญญาของผู้เรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียน โดยใช้ Brain-based learning และการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมอง ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4-6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ฯ เพิ่มสูงขึ้น และผู้เรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่ช่วยให้การนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนที่จะนำรูปแบบการสอนโดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษาไปใช้ ควรศึกษาเพื่อทำความเข้าใจองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการสอนก่อนนำไปใช้ โดยสามารถปรับเปลี่ยนระดับชั้น และจำนวนชั่วโมงการสอน ในแต่ละชั้นตอนได้ตามความเหมาะสม โดยพิจารณาจากพื้นฐานของผู้เรียนและขอบเขตของเนื้อหาในแต่ละเรื่องที่จะทำการสอน

1.2 ครูผู้สอนที่นำรูปแบบการสอนโดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษาไปใช้แล้ว ควรศึกษาเกี่ยวกับวิธีสอนแบบอื่น ๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ของชั้นตอนที่กำหนดให้มีความหลากหลาย และแปลกใหม่อยู่เสมอ

1.3 การใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เช่นการใช้คำถาม “ทำไม” “อะไร” “อย่างไร” “ถ้า...แล้ว” เป็นกลยุทธ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้สมองซีกซ้ายและซีกขวาสลับกัน ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนถนัด ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรเตรียมคำถามให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน โดยเรียงลำดับคำถาม และเลือกใช้ให้หลากหลาย และพยายามสังเกตผู้เรียนเมื่อเริ่มเข้าใจ จึงสอดแทรกความรู้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น

1.4 การให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานควรกำหนดงานการเรียนรู้ให้มีความยากง่าย และท้าทายความสามารถของผู้เรียน ซึ่งไม่ใช่งานที่ผู้เรียนทำได้แล้ว หรือเนื้อหาที่ผู้เรียนเรียนรู้มาก่อนแล้ว เพราะงานหรือเนื้อหาดังกล่าวจะไม่ช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้สมองเป็นฐาน กับรูปแบบการสอนอื่นที่นอกเหนือจากการสอนแบบปกติ อาทิเช่น การสอนแบบเน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) การสอนแบบยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child center learning) เป็นต้น

2.2 ควรมีการทดลองเพื่อศึกษาการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยออกแบบการวิจัยในลักษณะอื่นที่มีการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน ที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลอง เช่น การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่อยู่ต่างสถานศึกษา เปรียบเทียบด้านเวลาการจัดการเรียนการสอนที่ต่างกัน หรือการเปรียบเทียบผลคะแนนพัฒนาการระหว่างก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นต้น

2.3 ควรมีการพัฒนาปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนโดยใช้สมองเป็นฐานกับรายวิชาอื่น ๆ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาภาษาอังกฤษ เป็นต้น ซึ่งสามารถใช้กิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้า ได้คิดพิจารณาได้ตรงต่อง ฝึกปฏิบัติ และสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเอง

บรรณานุกรม

- กมลพรรณ ชิวพันธุ์ศรี. (2546). *สมองกับการเรียนรู้ (Learning and the brain)* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: พรการพิมพ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2543). *รูปแบบหรือแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างคุณลักษณะดีแก่งมีสุข*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้า และพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *รายงานความก้าวหน้าการจัดการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี 2551-2552*. กรุงเทพฯ: เพลิน สตูดิโอ.
- การุณ ชาญวิชานนท์. (2551). *การพัฒนาสื่อประสมตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องแบบรูปและความสัมพันธ์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- เกศสุดา ใจคำ. (2552, มิถุนายน-พฤศจิกายน). *การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน: Brain-based learning*. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น, 3(1), 62-70.
- กรรณิการ์ ภิรมย์รัตน์. (2554). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- คงศักดิ์ สังฆมานนท์. (2548). *การพัฒนารูปแบบการสอนพูดภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์บัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ฉวีวรรณ บุตรศรีภูมิ. (2551). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ หารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ชัยเลิศ พิษิตพรชัย. (2550). *Brain-based learning*. เข้าถึงได้จาก <http://gotoknow.org/blog/edutech/47574>
- ณฐนนท์ เคนทุม. (2550). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- คุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา. (2549). *รู้เรียนเพื่อเรียนรู้สู่ความเป็นเลิศ: กลยุทธ์กระตุ้นพลังสมองพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ให้เต็มขีดความสามารถ*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- ทิตสนา แจมมณี. (2543). *14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตสนา แจมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ธีรวิภา อิกะกุล. (2544). *ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). อุบลราชธานี: วิทยาการพิมพ์.
- เชียร พานิช. (2544). *การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสตรีศึกษาวิจัย.
- นิภารัตน์ ต่อสกุล. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความรู้สึกเชิงจำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นันทน้อย แพงปีสสา. (2551). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพหุปัญญา เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปรีชา ศรีเรืองฤทธิ์. (2549). *การใช้แนวคิดเรื่อง พื้นที่รอยต่อพัฒนาการของวิกิตถ์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการเขียนภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ปราณี อ่อนศรี. (2552). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐานของนักเรียนพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก. ปรียญานิพนธ์การศึกษา* คุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พรพิไล เลิศวิชา และอัครภูมิ จารุภากร. (2550). *ออกแบบกระบวนการเรียนรู้โดยเข้าใจสมอง.* กรุงเทพฯ: ด้านสุขภาพการพิมพ์.
- พยงค์ จิระพงษ์. (2544). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความรับผิดชอบต่อสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ระบบ 4MAT กับกิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.*
- พิสิษฐ์ โพธิ์สุทธิ. (2554). *บ้านคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- พัชรี ศรีสังข์. (2551). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาจิตวิทยาสังคมโดยใช้ชุมชนและประสบการณ์เป็นฐานเพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์.* ปรียญานิพนธ์การศึกษาคุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลัดดาวัลย์ แก้ววรรณ. (2550). *Brain-based learning.* เข้าถึงได้จาก <http://www.takesa1.go.th/%7Enitess/BBL.doc>
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). *พลังการเรียนรู้ในกระบวนการทัศน์ใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 4). นนทบุรี: SR Printing.
- วิทยากร เชียงกุล. (2549). *การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สายธาร.
- ศิรินันท์ พรหมดำรง. (2555, 9 มกราคม-15 กุมภาพันธ์). *ข้าราชการครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 2. สัมภาษณ์.*
- ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน. (2543). *วัฏจักรการเรียนรู้ (4MAT) การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะดีเก่งมีความสุข* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์. (2542). *สิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้ สร้างสมองเด็กให้ฉลาดได้อย่างไร* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และคณะ. (2544). *การเรียนรู้อย่างมีความสุข: สารเคมีในสมองกับความสุขและการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

- คันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ. (2545). *การเรียนรู้แบบใหม่: ยุทธศาสตร์ด้านนโยบายและการใช้ทรัพยากร*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.). (2554). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินักเรียนพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนบ้านเขว้า*. ศรีสะเกษ: โรงเรียนบ้านเขว้า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2553). *ผลการประเมิน PISA 2009 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2554 ก). *ทำไม สสวท. ต้องจัดประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์*. เข้าถึงได้จาก <http://www.vcharkarn.com/varticle/41299>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2554 ข). *โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (OECD/PISA)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.ipst.ac.th/pisa/pisa2.html>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: แอดวานซ์พรินติ้ง เซอร์วิส.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2553). *นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพเยาวชน (ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 2) (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิกพรินติ้ง.
- สุนทร โคตรบรรเทา. (2548). *หลักการเรียนรู้โดยเน้นสมองเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาผู้บริหารการศึกษา สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ.
- สุพิดา เข้มนิ่มนวล. (2550). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบ 4MAT*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุมาลี ชัยเจริญ และคณะ. (2551). *การสังเคราะห์โมเดลนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียน โดยใช้ Brain-based learning*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- แสงเดือน กงनावัง. (2550). *Brain-based learning*. เข้าถึงได้จาก http://area.obec.go.th/nonthaburi/sangdoan/bbl_1.doc
- อิสรา ก้านจักร และคณะ. (2551). *ศักยภาพทางปัญญาของผู้เรียนที่เรียนด้วยนวัตกรรมที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมอง*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อุษณีย์ ประเทพทิพย์. (2552). *การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการทำงานของสมอง เพื่อเพิ่มความรู้เชิงจำนวน สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาประถมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อักรภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา. (2551). *สมองเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นท์.
- อัมพร ม้าคอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Appell, C. J. (1991). *The effects of the 4MAT system of instruction on academic achievement and attitude in the elementary music classroom*. Doctoral dissertation, University of Oregon.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1983). *Educational research, an introduction* (5th ed.). New York: Longman.
- Bower, P. S. (1987, September). The effect of the 4MAT system on achievement and attitude in science. *Dissertation abstracts international*, 49, 2605-A.
- Buzan, T. (1974). *Use both sides of your brain*. New York: E. P. Dutton.
- Caine, R. N., & Caine, G. (1990, October). Understanding a brain based approach to learning and teaching. *Educational Leadership*, 48(2), 66-70.
- Caine, R. N., & Caine, G. (2005). *12 brain/ mind learning principles in action: The field book for making connections, teaching, and the human brain*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Call, N. (2003). *The thinking child brain-based learning for the foundation stage*. PO Box 635 Stafford: Network Educational Press.
- Connell, J. D. (2009). The global aspects of brain-based learning. *Educational Horizons*, 88(1), 28-29.
- Davies, I. (1981). *Instructional technique*. New York: McGraw-Hill.
- Dienes, Z. (2010). *Zoltan Dienes' six-stage theory of learning*. Retrieved from <http://www.zoltandienes.com>

- Duman, B. (2010). The effects of brain-based learning on the academic achievement of students with different learning styles. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 10(4), 2077-2103.
- Dwyer, K. K. (1993, April). Using the 4 MAT system learning styles model to teach persuasive speaking in the basic speech course. *Education Resources Information Center*, 8, 14-18.
- Edwards, B. (1979). *Drawing on the right side of the brain*. Los Angeles: J.P. Tarcher.
- Eysenck, H. L., & Arnold, W., & Melli, R. (1972). *Encyclopedia psychology Vol. 1*. London: Herder and Herder.
- Fischer, K. W., & Immordino-Yang, M. H. (2008). The fundamental importance of the brain and learning for education. In *The Jossey-Bass reader on the brain and learning*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Gage, N. L. (1977). *The scientific basis of the art of teaching*. New York: Teachers College Press.
- Gagne, R., & Briggs, L. (1979). *Principles of instructional design*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Gay, L. R. (2006). *Educational research: Competencies for analysis and application*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Guilford, J. P., & Hoepfner, R. (1971). *The analysis of intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Hardiman, M. M. (2003). *Connecting brain research with effective teaching: The brain-targeted teaching model*. Lanham, MD: Scarecrow Education.
- Hatice, B. (2003). *An investigation of students attitudes towards brain-applications in English compositions skills II course: A case study*. Master's thesis, Middle East Technical University.
- Hoge, P. T. (2003, May). The integration of brain-based learning and literacy acquisition. *Dissertation Abstracts International*, 63(11), 3884-A.
- Jensen, E. (2000). *Brain-based learning*. San Diego, CA: The Brain Store.
- Joyce, B., Weil, M., & Callhoum, E. (2000). *Models of teaching* (6th ed.). Boston: Allynand Bacon.
- Hyatt, K. J. (2007). Brain gym: Building stronger brains or wishful thinking? *Remedial and Special Education*, 28(2), 117-124.

- Kolb, D. A., Osland, J. S., & Rubin, I. M. (1995). *The organizational behavior reader* (6th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Lopez, D., & Alipoon, L. (2000, December). Experience is the network to mind: Brain-based learning applications in higher education. *Journal of Adventist Education*, 63(2), 29-34.
- Maker, C. J. (1982). *Teaching models in education of the gifted*. Texas: PRO-ED.
- McCarthy, B. (1990). *4 MAT in Action II: Sample lesson plans for use with the 4 MAT system*. 200 West Station Street Barrington in the United States of America Illinois: Excel.
- McCarthy, B. (1991, November). Learning styles and schools: Making it happen. *Dissertation Abstracts International*, 15(3), 17.
- McCarthy, B. (1997, March). A tale of four. *Dissertation Abstracts International*, 54(6), 46-51.
- Mehren, W. (1976). *Measurement and evaluation in education and psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Morris, L. T. (2010). *Brain-based learning and classroom practice: A study investigating instructional methodologies of Urban school teachers*. America, Jonesboros, Arkansas State University.
- Mura, R. (1998). What is mathematics education? A survey of mathematics educators in Canada. In A. Sierpiska & J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics education as a research domain: A search for Identity* (pp. 105-116). Great Britain: Kluwer Academic.
- Nuthall, G., & Snook, I. (1973). Contemporary models in teaching. In R. M. Travers (Ed.), *Second handbook of research on teaching*. Chicago: Rand McNally.
- Pennington, E. P. (2010). *Brain-based learning theory: The incorporation of movement to increase the learning of grammar by high school students*. Doctoral dissertation, Liberty University.
- Politano, C., & Paquin, J. (2000). *Brain-based learning with class*. Winnipeg, MB: Portage & Main Press.
- Prince, A. (2005). *Using the principles of brain-based learning in the classroom: How to help a child learn*. Retrieved from http://www.superduperinc.com/handouts/pdf/81_brain.pdf
- Saylor, G. J., Alexander, W. M., & Lewis, A. J. (1981). *Curriculum planning for better teaching and learning*. Forth edited, Holt: Saunders International.

- Scott, H. V. (1994). A serious look at the 4 MAT model. *Dissertation Abstracts International*, 51(2), 16.
- Sriraman, B., & English, L. D. (2005) On the teaching and learning of Dienes' principles. *International Reviews in Mathematics Education (ZDM)*, 37(3), 258-262.
- Sriraman, B., & Lesh, R. (2007). Leaders in mathematical thinking & learning-a conversation with Zoltan P. Dienes. *Mathematical Thinking and Learning: An International Journal*, 9(1), 59-75.
- Swift, E. (2007). *Shaking out the wiggles: How can movement affect brain-based learning in the classroom?* (Ferguson township elementary school in pine grove mills, Pennsylvania). Abstract retrieved from <http://www.ed.psu.edu/educ/pds/teacher-inquiry/2007/swifteinquiry0607.pdf>
- Tatar, E., & Dikici, R. (2009). The effect of the 4MAT method (Learning styles and brain hemispheres) of instruction on achievement in mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(8), 1027-1036.
- Thompson, J., Jungst, S., Colletti, J., Licklider, B., & Benna, J. (2003). Experiences in developing a learning-centered natural resource curriculum. *Journal of Natural Resource and Life Science Education* 32, 23-31.
- Thurstone, L. L. (1967). *Attitude theory and measurement*. New York: John Wiley.
- Triandis, H. C. (1971). *Attitue and attitude*. New York: John Wiley and Sons.
- Wilson, J. W. (1991). Evaluation of learning in secondary school mathematics. In S. Benjamin (Ed.). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. U.S.A.: McGraw-Hill.
- Wilkerson, R. M., & White, K. P. (1988). Effects of the 4MAT system of instruction on students' achievement, retention, and attitudes. *The Elementary School Journal*, 88(4), 357-368.
- Winter. (1997). How can research on the brain inform education? *Classroom Compass*, 3(2), 1-2.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory analysis* (3rd ed.). New York: Harper & Row.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ (3 คน) เพื่อตรวจสอบและพิจารณา 1) องค์ประกอบและคู่มือการใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ฯ 2) แผนการจัดการเรียนรู้ และ 3) แบบทดสอบ มีรายชื่อดังต่อไปนี้
 - 1.1 รองศาสตราจารย์ชาญชัย สุกใส (กศ.ม.) คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
หัวหน้าสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
 - 1.2 อาจารย์คณานิตย์ ธนสุนทรสุทธิ (วท.ม.) คณิตศาสตร์
หัวหน้าสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
 - 1.3 นายอนันต์ บุตรศรีเมือง ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษสาขาคณิตศาสตร์
ระดับประถมศึกษา โรงเรียนบ้านถนนโคกใหญ่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 2
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน (2 คน) เพื่อตรวจสอบและพิจารณา 1) องค์ประกอบและคู่มือการใช้รูปแบบการสอนฯ และ 2) แผนการจัดการเรียนรู้ มีรายชื่อดังต่อไปนี้
 - 2.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศร เนาวนนท์
(ค.ค.) หลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
 - 2.2 อาจารย์ ดร.อภังค์ สุขมาตย์
(กษ.ค.) การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ผู้สอน โปรแกรมวิชาการวัดผลการศึกษา
สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล (2 คน) เพื่อตรวจสอบและพิจารณา 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบ และ 3) แบบวัดเจตคติ มีรายชื่อดังต่อไปนี้
 - 3.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ จันทร์สถิตพร
(ค.ค.) ศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ผู้สอน กลุ่มวิชาทดสอบและวิจัยทางการศึกษา คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
 - 3.2 อาจารย์ ดร.บุญจันทร์ สีสันต์
(กษ.ค.) บริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
(วท.ม.) วิจัยและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ผู้สอน โปรแกรมวิชาบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ภาคผนวก ข
หนังสือขอความอนุเคราะห์

รับที่ ๓๕๓ / ๒๕๕๕
วันที่ ๑ เดือน พ.ค. ๕๕
๑๖.๐๐ น.

บันทึกข้อความ

วันที่ 1 พฤศจิกายน 2555

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนบ้านเขว้า

ด้วยข้าพเจ้านางสาวศิรินันทน์ พรหมคำรง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำคุณนิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา" ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือเพื่อการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล ในกรณีนี้ข้าพเจ้าเลือกศึกษาข้อมูลกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบ้านเขว้า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 จึงขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาต ทั้งนี้ หนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยซึ่งออกโดยมหาวิทยาลัยจะนำมาให้ภายหลัง

(ลงชื่อ)
(นางสาวศิรินันทน์ พรหมคำรง)
นิสิตมหาวิทยาลัยบูรพา

รับ ณ พ.ร.จ. บ้านเขว้า
- น. อ. สิรินันทน์ พรหมคำรง
ขอเอกสารที่ ๖๑๒๕๖๖
- เชื้อไฟรอน...

๑ พ.ค. ๕๕

๑ พ.ค. ๕๕



ที่ ศร ๖๖๒๑/ว. ๕๒๕๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.สิงหนครบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๗ ตุลาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.บุญจันทร์ สีสันต์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวศิรินันท์ พรหมดำรง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาคุณวุฒิ
บัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา” ในความควบคุมดูแลของ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้าง
เครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ
เพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ปฏิบัติการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๘๑-๑๘๗๘๔๕๖๕



ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๒๒๒๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.กลางหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๗ ตุลาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ชาญชัย สุกใส

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด.

ด้วยนางสาวศิรินันท์ พรหมคำรง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาศษญี บัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา” ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้าง เครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่อง ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ เพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ปฏิบัติการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๘๑-๑๘๗๘๕๖๕๕



ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๒๒๕๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

พ) ตุลาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์คณานิศย์ ธนสุนทรสุทธิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แก้วโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด.

ด้วยนางสาวศิรินันท์ พรหมดำรง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา” ในความควบคุมดูแลของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ปฏิบัติการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๘๑-๑๘๗๘๔๕๖๕



ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๒๒๗

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๑ ตุลาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นายอานนท์ บุครศรีเมือง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ค่าโครงการย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด .

ด้วยนางสาวศิรินันท์ พรหมคำรง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำคุณนิพนธ์ เรื่อง “รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา” ในความควบคุมดูแลของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ปฏิบัติการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๘๑-๑๘๗๘๔๕๖๕



ที่ ศร ๖๖๒๑/ว. ๕๒๕๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๗ ตุลาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศร เนาวนนท์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แก้วโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวศิรินันท์ พรหมคำรง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาศษฎ์
บัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา” ในความควบคุมดูแลของ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้าง
เครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ
เพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ปฏิบัติการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๘๑-๑๘๗๘๕๕๖๕



ที่ศธ ๖๖๒๑/ว. ๕๒๕๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๗ ตุลาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.อัครพงษ์ สุขมาตย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด.

ด้วยนางสาวศิรินันท์ พรหมดำรง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาศษฎี บัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา" ในความควบคุมดูแลของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ปฏิบัติการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๘๑-๑๘๗๘๕๕๖๕



ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๒๒๕๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๗ ตุลาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ จันทร์สถิตพร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวศิรินันท์ พรหมคำรง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา” ในความควบคุมดูแลของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ปฏิบัติการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๘๑-๑๘๗๘๔๕๖๕

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้สำหรับงานวิจัย

**แบบสอบถามเกี่ยวกับความต้องการในการพัฒนา
กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา**

คำชี้แจง

ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานในระดับประถมศึกษา ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการสอนและความต้องการในปัจจุบัน

จึงขอความกรุณาให้ท่านพิจารณาองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของสภาพการจัดการเรียนการสอนที่ปรากฏผลในปัจจุบันกับสภาพที่ต้องการหรือคาดหวัง โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างทางขวามือให้ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดและให้ข้อเสนอแนะในช่องว่างที่กำหนดให้คำตอบที่ได้จะเก็บไว้เป็นความลับและจะไม่มีผลกระทบต่อท่านหรือหน่วยงานของท่านแต่อย่างใด

ขอขอบพระคุณที่ท่านกรุณาเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม

ศรินันท์ พรหมดำรง

นิสิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัยบูรพา

ตอนที่ 1 ความต้องการเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

ประเด็นคำถาม	ต้องการพัฒนา	ไม่ต้องการพัฒนา
ด้านความรู้		
1. มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติวิชาคณิตศาสตร์		
2. มีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างหลักสูตร สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์		
3. มีความรู้และความตระหนักในความสำคัญของการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณธรรม และจริยธรรม โดยคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคม		
4. มีความรู้และความตระหนักในความสำคัญของการค้นหาโอกาสในการพัฒนาวิชาชีพของตนเอง		
5. มีความรู้ความเข้าใจในระดับการเรียนรู้และการพัฒนาของผู้เรียน		
6. มีความรู้เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์		
7. มีความรู้ความเข้าใจหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการและจิตวิทยาการเรียนรู้		
8. มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนเพื่อสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล		
9. มีความรู้ความเข้าใจเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาระบวนการคิด		
10. มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดระดับสูงที่ประกอบไปด้วยความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การคิดตัดสินใจ และการคิดแก้ปัญหา		
11. เข้าใจวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์ในทางบวก		
12. เข้าใจและตระหนักในความสำคัญของการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารและการปฏิสัมพันธ์และการสืบเสาะหาความรู้		
13. มีความรู้ความเข้าใจ และตระหนักในความสำคัญของการพัฒนาหลักสูตร และการวางแผนการสอน		
14. มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการวัดผลและประเมินผล การเรียนการสอน		
15. มีความรู้ความเข้าใจและตระหนักในความสำคัญของการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้ร่วมงานและชุมชน		

ประเด็นคำถาม	ต้องการพัฒนา	ไม่ต้องการพัฒนา
ด้านการแสดงออก		
16. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิม และสร้างความรู้ใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง		
17. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนคำนึงถึงคุณธรรม และจริยธรรม		
18. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพ และใฝ่หาโอกาสในการพัฒนาวิชาชีพของตนเอง		
19. จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา สังคม และบุคลิกภาพ		
20. พัฒนากระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียน		
21. จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดระดับสูง		
22. มีการทำงานอย่างเป็นระบบ สร้างสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ในทางบวก เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้และแรงบันดาลใจ		
23. ใช้เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ		
24. ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามบัญญัติศัพท์ของราชบัณฑิต		
25. พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ ผู้เรียน ชุมชน และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร		
26. สร้างและเลือกใช้เครื่องมือวัดผลและประเมินผลที่มีคุณภาพได้ตรงตามความต้องการ		
27. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้ร่วมงานและร่วมกันให้การสนับสนุนส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
ด้านความสามารถ		
28. สามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้โดยเน้นการคิดและแก้ปัญหาเพื่อทำให้สาระการเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน		
29. จัดการเรียนการสอนที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างพอเพียง มีค่านิยมที่ดี และรับผิดชอบต่อสังคม		

ประเด็นคำถาม	ต้องการพัฒนา	ไม่ต้องการพัฒนา
30. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทุกคนได้พัฒนาสติปัญญา สังคม และบุคลิกภาพ และสามารถใช้กระบวนการคิดระดับสูง เพื่อสร้างองค์ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์		
31. พัฒนาผู้เรียนให้ได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ		
32. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดระดับสูงและทักษะปฏิบัติ		
33. ส่งเสริมการทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข มีปฏิสัมพันธ์กันในทางบวกและเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้		
34. ใช้การสื่อสารด้วยการพูด เขียน อ่าน เพื่อการศึกษาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้		
35. ใช้หลักสูตร สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ		
36. มีทักษะการวัดผลและประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ		
37. รู้จักตนเองและปรับตนเองได้อย่างเหมาะสม		

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของท่าน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่กรุณาตอบแบบสอบถาม

แบบสัมภาษณ์สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ – สกุล..... เพศ ชาย หญิง

ปฏิบัติการสอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่..... โรงเรียน.....

สอนวิชาใดบ้าง ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศิลปะ

การงานอาชีพ สุขศึกษา ภาษาต่างประเทศ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

1. ปัญหาด้านการเตรียมการสอน.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ปัญหาด้านการผลิตสื่อและการใช้สื่อการเรียนการสอน.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหาด้านการวัดและประเมินผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา

คำชี้แจง

ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อให้รูปแบบการสอนฯ มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านแสดงความคิดเห็นให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และให้ข้อเสนอแนะในช่องว่างที่กำหนดให้

โดยการประเมินครั้งนี้มีทั้งหมด 5 ชุด คือ

- ชุดที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์
โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา
- ชุดที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของกลุ่มประกอบการใช้
รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา
- ชุดที่ 3 แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- ชุดที่ 4 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ชุดที่ 5 แบบประเมินแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์
โดยใช้รูปแบบการสอนฯ

ขอขอบพระคุณที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ในครั้งนี้

นางสาวศรินันท์ พรหมดำรง
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยบูรพา

ชุดที่ 1

แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา

คำชี้แจง แบบประเมินรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนฯ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อผู้วิจัยจะได้นำไปเป็นแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุงการเรียน การสอนให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงขอให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการสอน มีความเหมาะสม มากน้อยเพียงใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

องค์ประกอบของรูปแบบการสอนฯ	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุง
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. หลักการและแนวคิดของรูปแบบ						
1.1 ประชญาและแนวคิดทฤษฎีที่เลือกใช้กับสภาพ การสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน						
1.2 หลักการและแนวคิดเหมาะสมในการนำมาพัฒนา การเรียนสอน						
1.3 ความชัดเจนของหลักการของรูปแบบฯ						
1.4 การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบฯ						
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ						
2.1 วัตถุประสงค์มีความเหมาะสมกับแนวทาง การพัฒนาการเรียนการสอน						
2.2 ความชัดเจนของวัตถุประสงค์						
3. เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนของรูปแบบ						
3.1 เนื้อหาที่ใช้จัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสม ต่อแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน						
3.2 เนื้อหาที่ใช้จัดการเรียนการสอนสามารถนำไปใช้ ได้จริง						
3.3 เนื้อหาที่ใช้จัดการเรียนการสอนมีประโยชน์ต่อ การ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน						

องค์ประกอบของรูปแบบการสอนฯ	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุง
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
4. ขั้นตอนการสอน						
4.1 ชั้นคล้ายสมองมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์						
4.2 ชั้นเชื่อมโยงประสบการณ์มีความเหมาะสม ในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์						
4.3 ชั้นเรียนรู้เนื้อหาที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์						
4.4 ชั้นนำพาปฏิบัติมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์						
4.5 ชั้นความรู้คงอยู่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์						
5. ระบบสนับสนุน						
5.1 บทบาทครูมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการสอน						
5.2 บทบาทผู้เรียนมีความเหมาะสมกับกิจกรรมฯ						
6. การประเมินผลของรูปแบบ						
6.1 ความชัดเจนของวิธีการประเมินผล						
6.2 ความครอบคลุมตามวัตถุประสงค์						
6.3 การประเมินผลเหมาะสมกับผู้เรียน						
7. ผลของการนำรูปแบบไปใช้						
7.1 ความเหมาะสมของผลการนำรูปแบบไปใช้กับ แนวทางการจัดการเรียนการสอน						
7.2 ประโยชน์ต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์						

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(.....)

วันที่...../...../.....

ชุดที่ 3

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานระดับประถมศึกษา

คำชี้แจง แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้นี้ จัดทำขึ้นเพื่อประเมินความเหมาะสมของการเขียนองค์ประกอบและความสอดคล้องของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ประเด็นประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้						
2. สารระสำคัญ 2.1 การระบุความรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน 2.2 การระบุเจตคติที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน 2.3 การระบุทักษะที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน						
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน 3.3 สอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนและการประเมินผล						
4. กิจกรรมการเรียนการสอน 4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา 4.3 สอดคล้องกับการประเมินผล 4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน						
5. สื่อการเรียนการสอน						
6. ชิ้นงาน/ ภาระงาน						

ประเด็นประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุง
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
7. การประเมินผล 7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 7.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน						

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(.....)

วันที่...../...../.....

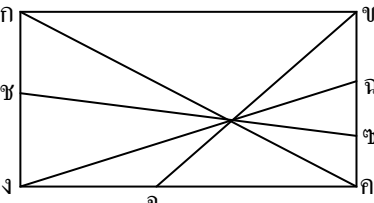
ชุดที่ 4

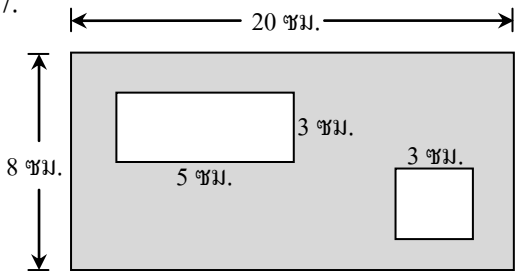
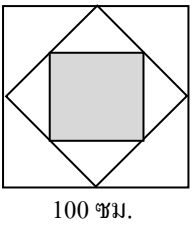
แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับจุดประสงค์การเรียนรู้

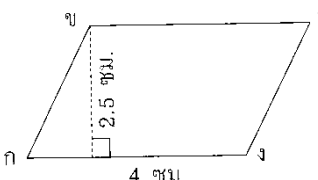
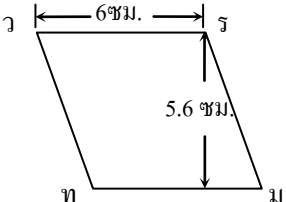
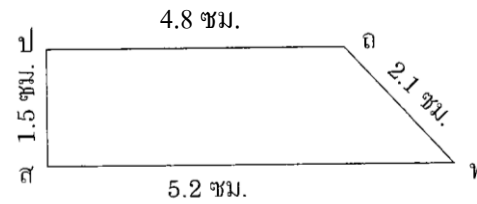
คำชี้แจง: โปรดเติมเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

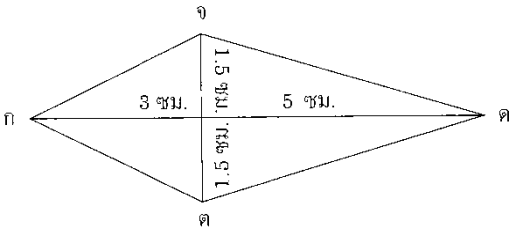
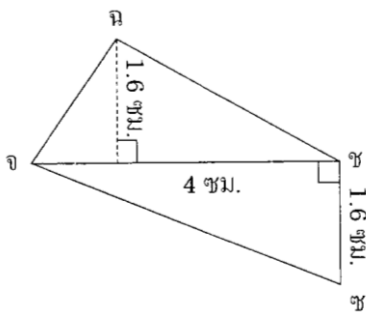
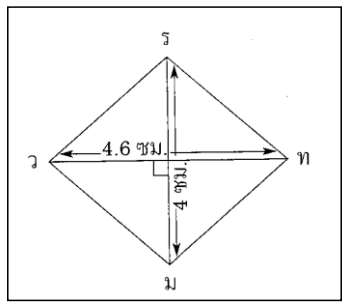
- +1 หมายถึง **แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์**
 0 หมายถึง **ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์**
 -1 หมายถึง **แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์**

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความของแบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1. เมื่อกำหนดขนาดของมุม ความยาวของด้านให้ สามารถบอกได้ว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด	1. รูปสี่เหลี่ยมชนิดใดมีด้านทุกด้านยาวเท่ากันและมุมทุกมุม ไม่ เป็นมุมฉาก ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ข. รูปสี่เหลี่ยมขนมเป็ยกปุน ค. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว				
	2. รูปสี่เหลี่ยมในข้อใดที่ไม่มีด้านคู่ใดขนานกันเลย และมุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากันหนึ่งคู่ ก. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ข. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ค. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว				
	3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ก. ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน มุมแต่ละมุม ไม่ เป็นมุมฉาก ข. ด้านติดกันยาวเท่ากันสองคู่ มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากันหนึ่งคู่ ค. ด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน มุมแต่ละมุม ไม่ เป็นมุมฉาก ง. ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน มุมทุกมุมเป็นมุมฉาก				
	4. รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามขนานกันเพียงคู่เดียวเป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ข. รูปสี่เหลี่ยมขนมเป็ยกปุน ค. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความของแบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2. เมื่อกำหนดรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ให้สามารถหาเส้นทแยงมุม และบอกสมบัติของเส้นทแยงมุมได้	5.  ข้อใดเป็นเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม กขคง <input type="radio"/> กค ข. งค ค. กง ง. ขข				
	6. รูปสี่เหลี่ยมข้อใดที่มีเส้นทแยงมุมยาวเท่ากันทั้ง 2 เส้น ก. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ข. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมคางหมู <input checked="" type="radio"/> ค. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน				
	7. รูปสี่เหลี่ยมข้อใดที่เส้นทแยงมุมแต่ละเส้นตัดกัน <u>ไม่เป็นมุมฉาก</u> ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส <input checked="" type="radio"/> ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ค. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว ง. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน				
	8. เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมชนิดใดตัดกันเป็นมุมฉาก <input checked="" type="radio"/> ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส.รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ค. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู.รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน				
	9. ข้อใดเป็นเท็จ <input checked="" type="radio"/> ก. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีเส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก ข. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมีเส้นทแยงมุมยาวไม่เท่ากัน ค. รูปสี่เหลี่ยมคางหมูมีเส้นทแยงมุมหนึ่งเส้น ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวมีเส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก				
3. เมื่อกำหนดความยาวของด้านให้สามารถสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	10. จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จนมุม ให้มีด้านยาวด้านละ 3 เซนติเมตร				
	11. จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รัลวน ให้มีด้านยาวยาว 4.5 เซนติเมตร ด้านกว้างยาว 3 เซนติเมตร				
	12. จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กอรัม ให้มีด้านยาวยาว 2.5 เซนติเมตร ด้านกว้างยาว 5.5 เซนติเมตร				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความคำถามของแบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
4. เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุมให้สามารถสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนได้	13. จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน มยรว ให้ มย ยาว 5.5 เซนติเมตร ยร ยาว 4 เซนติเมตร และ มัร มีขนาด 100 องศา				
	14. จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน กทมอ ให้มีด้านยาวยาวด้านละ 5 เซนติเมตร และให้ กทม มีขนาด 70 องศา				
5. เมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุมให้สามารถสร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ได้	15. จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว จชชช ให้เส้นทแยงมุมยาว 4 เซนติเมตร และ 7 เซนติเมตร				
	16. จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กขคง ให้เส้นทแยงมุมทั้งสองยาวเส้นละ 6 เซนติเมตร มุมที่เส้นทแยงมุมตัดกันมุมหนึ่งมีขนาด 60 องศา				
6. เมื่อกำหนดรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากให้สามารถหาพื้นที่ได้	17.  จากรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พื้นที่ส่วนที่ระบายสีเป็นเท่าไร ก. 24 ตารางเซนติเมตร ข. 135 ตารางเซนติเมตร <input checked="" type="radio"/> ค. 136 ตารางเซนติเมตร ง. 160 ตารางเซนติเมตร				
	18.  จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ระบายสี ก. 1,600 ตารางเซนติเมตร ข. 2,000 ตารางเซนติเมตร ค. 2,500 ตารางเซนติเมตร <input checked="" type="radio"/> ง. 5,000 ตารางเซนติเมตร				



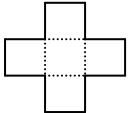
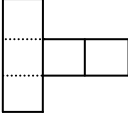
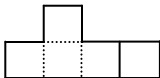
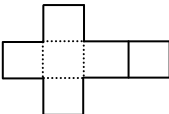
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความคำถามของแบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
6. (ต่อ)	19. รูปสี่เหลี่ยมในข้อใดมีพื้นที่มากที่สุด ก. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 6 เมตร ยาว 8.5 เมตร ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 9 เมตร ยาว 4.1 เมตร ค. <input checked="" type="radio"/> รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านยาวด้านละ 7.2 เมตร ง. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านยาวด้านละ 7.199 เมตร				
7. เมื่อกำหนดรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานให้สามารถหาพื้นที่ได้	20.  รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน กขคง มีพื้นที่เท่าไร ก. 6.5 ตารางเซนติเมตร <input checked="" type="radio"/> ข. 10 ตารางเซนติเมตร ค. 12 ตารางเซนติเมตร ง. 13 ตารางเซนติเมตร				
8. เมื่อกำหนดรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนให้สามารถหาพื้นที่ได้	21.  รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน วรทม มีพื้นที่เท่าไร ก. 30 ตารางเซนติเมตร ค. <input checked="" type="radio"/> 33.6 ตารางเซนติเมตร ข. 36 ตารางเซนติเมตร ง. 56.6 ตารางเซนติเมตร				
9. เมื่อกำหนดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูให้สามารถหาพื้นที่ได้	22.  รูปสี่เหลี่ยมคางหมู สปถท มีพื้นที่เท่าไร ก. 3.6 ตารางเซนติเมตร ข. 5 ตารางเซนติเมตร ค. <input checked="" type="radio"/> 7.5 ตารางเซนติเมตร ง. 9 ตารางเซนติเมตร				

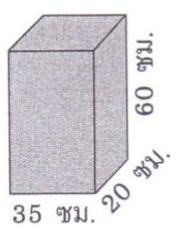
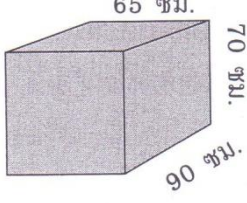
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความของแบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
10. เมื่อกำหนดรูปสี่เหลี่ยมให้สามารถหาพื้นที่โดยใช้สมบัติของเส้นทแยงมุมได้	23.  <p>รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว กจคด มีพื้นที่เท่าไร</p> <p>ก) 12 ตารางเซนติเมตร ข. 15 ตารางเซนติเมตร ค. 18 ตารางเซนติเมตร ง. 21 ตารางเซนติเมตร</p>				
	24.  <p>รูปสี่เหลี่ยม จคชช มีพื้นที่เท่าไร</p> <p>ก. 3.2 ตารางเซนติเมตร ข. 4 ตารางเซนติเมตร ค) 6.4 ตารางเซนติเมตร ง. 8 ตารางเซนติเมตร</p>				
11. เมื่อกำหนดรูปสี่เหลี่ยมให้สามารถหาพื้นที่โดยพิจารณาจากเส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉากได้	25.  <p>รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน วรทม มีพื้นที่เท่าไร</p> <p>ก. 5.4 ตารางเซนติเมตร ข. 8.6 ตารางเซนติเมตร ค) 9.2 ตารางเซนติเมตร ง. 18.4 ตารางเซนติเมตร</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความคำถามของแบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ			
		+1	0	-1				
14. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมให้สามารถวิเคราะห์โจทย์หาคำตอบและแสดงวิธีทำได้	26. วัชระนำโต๊ะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดเท่ากัน 3 ตัว <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="text-align: center;">โต๊ะ 1</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">โต๊ะ 3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">โต๊ะ 2</td> </tr> </table> มาต่อกันดังรูป ถ้าพื้นที่ทั้งหมดของโต๊ะเป็น 1,350 ตารางเซนติเมตร ความยาวรอบรูปของโต๊ะที่นำมาต่อกันแล้วยาวเท่าไร ก. 90 เซนติเมตร ข. 120 เซนติเมตร <input checked="" type="radio"/> ค. 150 เซนติเมตร ง. 180 เซนติเมตร	โต๊ะ 1	โต๊ะ 3	โต๊ะ 2				
	โต๊ะ 1	โต๊ะ 3						
	โต๊ะ 2							
	27. ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 20 เมตร ยาว 55 เมตร ถ้าต้องการล้อมรั้วลวดหนามรอบที่ดิน จำนวน 4 ชั้น จะต้องใช้ลวดหนามยาวอย่างน้อยกี่เมตร <input checked="" type="radio"/> ก. 600 เมตร ข. 700 เมตร ค. 800 เมตร ง. 900 เมตร							
28. ลุงแดงต้องการโรยปูนขาวเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่ดิน 5,625 ตารางเมตร บนที่นาเพื่อขุดบ่อ เลี้ยงปลา จะต้องโรยปูนขาวเป็นระยะทางกี่เมตร <input checked="" type="radio"/> ก. 300 เมตร ข. 400 เมตร ค. 600 เมตร ง. 750 เมตร								
	29. กระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีพื้นที่ 360 ตาราง เซนติเมตร ถ้ากระดาษแผ่นนี้มีความกว้าง 15 เซนติเมตร จงหาความยาวรอบรูปของกระดาษแผ่นนี้ ก. 34 เซนติเมตร ข. 66 เซนติเมตร <input checked="" type="radio"/> ค. 78 เซนติเมตร ง. 82 เซนติเมตร							
15. เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมให้สามารถวิเคราะห์โจทย์หาคำตอบและแสดงวิธีทำได้	30. พื้นที่ห้องประชุมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 10 เมตร ยาว 12 เมตร ต้องการปูกระเบื้องให้เต็มพื้นที่ ห้องประชุม กระเบื้องราคาถล่องละ 150 บาท ปูพื้นที่ได้ 1.5 ตารางเมตร จะต้องซื้อกระเบื้อง เป็นเงินทั้งหมดเท่าไร ก. 9,600 บาท ข. 11,000 บาท <input checked="" type="radio"/> ค. 12,000 บาท ง. 15,000 บาท							

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความของแบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
15. (ต่อ)	31. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน 4 รูป ทุกรูปมีฐานยาวเท่ากัน และเส้นรอบรูปยาวเท่ากัน รูปที่มีมุมขนาดที่องศา จะมีพื้นที่มากที่สุด ก. 60 องศา <input checked="" type="radio"/> ข. 80 องศา ค. 120 องศา ง. 150 องศา				
	32. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่ 75 ตารางเซนติเมตร มีด้านกว้างเท่ากับความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีพื้นที่ 25 ตารางเซนติเมตร รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านยาวเท่าไร ก. 5 เซนติเมตร ข. 10 เซนติเมตร ค. 12 เซนติเมตร <input checked="" type="radio"/> ง. 15 เซนติเมตร				
	33. กระจกแผ่นหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน มีพื้นที่ 540 ตารางเซนติเมตร และมีฐานยาว 30 เซนติเมตร กระจกแผ่นนี้มีความสูงกี่เซนติเมตร ก. 16 เซนติเมตร <input checked="" type="radio"/> ข. 18 เซนติเมตร ค. 20 เซนติเมตร ง. 24 เซนติเมตร				
16. เมื่อกำหนดรูปเรขาคณิตสามมิติให้สามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายลักษณะของทรงกลมทรงกระบอกกรวย ได้	34. รูปเรขาคณิต และทรงเรขาคณิตต่างกันในเรื่องใด ก. ความกว้าง ข. ความยาว <input checked="" type="radio"/> ค. ความหนา ง. ไม่แตกต่าง				
	35. สิ่งของข้อใดมีลักษณะเป็นทรงเรขาคณิตต่างจากข้ออื่น ก. กล่อง ข. ตู้ <input checked="" type="radio"/> ค. ลูกบอล ง. ปิ๊บ				
	36. ผลฝรั่งออกเป็น 2 ส่วน หน้าตัดของผลฝรั่งเป็นรูปอะไร ก. รูปสามเหลี่ยม ข. รูปสี่เหลี่ยม ค. ทรงกระบอก <input checked="" type="radio"/> ง. รูปวงกลม				
	37. ข้าวหลามมีลักษณะใกล้เคียงกับรูปทรงใด ก. ทรงกลม ข. ทรงกรวย <input checked="" type="radio"/> ค. ทรงกระบอก ง. ทรงปริซึม				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความของแบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
16. (ต่อ)	38. ทรงกระบอกผ่าครึ่งตามยาว รูปตามระนาบ ความยาวเป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด ก. วงกลม ข. วงรี ค. สามเหลี่ยม <input checked="" type="radio"/> สี่เหลี่ยม				
	39. ทรงเรขาคณิตข้อใดที่ไม่มีรูปสี่เหลี่ยมเป็น ส่วนประกอบ <input checked="" type="radio"/> ก. กรวย ข. ปริซึมสามเหลี่ยม ค. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม ง. ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก				
17. เมื่อกำหนดรูป เรขาคณิตสามมิติให้ สามารถบอก ส่วนประกอบและ อธิบายลักษณะ ของพีระมิดได้	40. การเรียกชื่อของพีระมิด เรียกตามสิ่งใด ก. รูปทรง ข. ขนาดของพีระมิด ค. ปริมาตรของพีระมิด <input checked="" type="radio"/> ง. ฐานของพีระมิด				
	41. ด้านข้างของพีระมิดฐานเป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด <input checked="" type="radio"/> ก. รูปสามเหลี่ยม ข. รูปสี่เหลี่ยม ค. รูปห้าเหลี่ยม ง. รูปหกเหลี่ยม				
	42. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมประกอบด้วยรูปอะไรบ้าง <input checked="" type="radio"/> ก. รูปสามเหลี่ยม 4 รูป รูปสี่เหลี่ยม 1 รูป ข. รูปสามเหลี่ยม 3 รูป รูปสี่เหลี่ยม 1 รูป ค. รูปสามเหลี่ยม 1 รูป รูปสี่เหลี่ยม 2 รูป ง. รูปสามเหลี่ยม 2 รูป รูปสี่เหลี่ยม 3 รูป				
18. เมื่อกำหนด รูปเรขาคณิตสามมิติให้ สามารถบอก ส่วนประกอบและ อธิบายลักษณะของ ปริซึมได้	43. ปริซึมหกเหลี่ยมมีหน้าตัดเป็นรูปชนิดใด ก. รูปสามเหลี่ยม ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า <input checked="" type="radio"/> ค. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ง. รูปหกเหลี่ยม				
	44. หากนำลูกเต๋ารวม 6 ลูก วางซ้อนกัน ในแนวตั้ง จะเกิดทรงเรขาคณิตชนิดใด ก. พีระมิด <input checked="" type="radio"/> ข. ปริซึม ค. ทรงกระบอก ง. กรวย				
	45. ทรงเรขาคณิตข้อใดมีหน้าตัด <u>ไม่</u> เป็นรูปวงกลม ก. ทรงกระบอก ข. กรวย <input checked="" type="radio"/> ค. ปริซึม ง. ทรงกลม				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความของแบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
19.1 เมื่อกำหนดรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติให้สามารถบอกได้ว่ารูปใดเป็นรูปคลี่ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก ทรงกลม กรวย ปริซึม หรือพีระมิด	46.  จากรูป รูปคลี่นี้ตรงกับรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด ก. ทรงกลม <input checked="" type="radio"/> ข. ทรงกระบอก ค. กรวย ง. ปริซึม				
	47. นำกล่องกระดาษดังรูป  มาคลี่ออกจะได้ดังรูปในข้อใด ก.  ข.  ง.  <input checked="" type="radio"/> ง. 				
	48. ทรงเรขาคณิตชนิดใดประกอบด้วยรูปสามเหลี่ยม 2 รูป และรูปสี่เหลี่ยม 3 รูป ก. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม ข. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม <input checked="" type="radio"/> ค. ปริซึมฐานสี่เหลี่ยม ง. ปริซึมฐานสามเหลี่ยม				
19.2 เมื่อกำหนดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก ทรงกลม กรวย ปริซึม หรือพีระมิดให้สามารถบอกได้ว่าประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติใดบ้าง พร้อมทั้งเขียนรูปเรขาคณิตสองมิตินั้นได้	49. ผู้เขียนมีลักษณะคล้ายรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด และมีหน้าทุกหน้าเป็นรูปอะไร ก. ทรงกระบอก รูปวงกลม <input checked="" type="radio"/> ข. ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยม ค. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม ง. ปริซึมหกเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม				
	50. ข้อใดไม่ถูกต้อง ก. ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยม <input checked="" type="radio"/> ข. ทรงกระบอก ประกอบด้วย รูปสามเหลี่ยม ค. ปริซึม ประกอบด้วย รูปสี่เหลี่ยม ง. พีระมิด ประกอบด้วย รูปสามเหลี่ยม				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความคำถามของแบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
19.2 (ต่อ)	51. ด้านข้างของรูปปริซึมทุกรูป จะเป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด ก. สามเหลี่ยม <input checked="" type="radio"/> ข. สี่เหลี่ยม ค. ห้าเหลี่ยม ง. หกเหลี่ยม				
	52. ทรงพีระมิดฐาน 5 เหลี่ยม ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใด และมีจำนวนเท่าใด ก. รูปสามเหลี่ยม 5 รูป และรูปห้าเหลี่ยม 2 รูป ข. รูปสี่เหลี่ยม 5 รูป และรูปห้าเหลี่ยม 2 รูป ค. รูปสี่เหลี่ยม 5 รูป และรูปห้าเหลี่ยม 1 รูป <input checked="" type="radio"/> ง. รูปห้าเหลี่ยม 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 5 รูป				
21. ปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	53.  จากรูป กล่องใบนี้มีปริมาตรเท่าไร ก. 20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ข. 35,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร <input checked="" type="radio"/> ค. 42,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ง. 60,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร				
	54.  จากรูป กล่องใบนี้มีปริมาตรเท่าไร <input checked="" type="radio"/> ก. 409,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ข. 650,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค. 700,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ง. 900,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร				
22.-23. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตร ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	55. ถ้าต้องการนำลูกบาศก์ขนาด 4 เซนติเมตรวางเรียงในกล่องที่มีความกว้าง 24 เซนติเมตร ยาว 24 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร จะต้องใส่ลูกบาศก์กี่ลูกจึงจะเต็มกล่องพอดี ก. 24 ลูก <input checked="" type="radio"/> ข. 36 ลูก ค. 38 ลูก ง. 42 ลูก				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความคำถามของแบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
22. (ต่อ)	56. สระน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 25 เมตร ยาว 50 เมตร และลึก 2 เมตร จะหาความจุได้อย่างไร ก. $25 + 50 + 2$ ลูกบาศก์เมตร ข. $25 \times 50 + 2$ ลูกบาศก์เมตร ค. $25 \times 50 \times 2$ ลูกบาศก์เมตร ง. $25 + 50 \times 2$ ลูกบาศก์เมตร				
	57. บุญชูต้องการขุดบ่อเลี้ยงปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 25 เมตร ยาว 60 เมตร ลึก 1.5 เมตร จะต้องตักดินออกเป็นปริมาตรกี่ลูกบาศก์เมตร ก. 1,500 ลูกบาศก์เมตร ข. 1,875 ลูกบาศก์เมตร ค. 2,200 ลูกบาศก์เมตร ง. 2,250 ลูกบาศก์เมตร				
	58. ห้องประชุมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 6.5 เมตร ยาว 20 เมตร เทพื้นคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตร ต้องใช้คอนกรีตทั้งหมดเท่าไร ก. 13 ลูกบาศก์เมตร ข. 120 ลูกบาศก์เมตร ค. 130 ลูกบาศก์เมตร ง. 1,200 ลูกบาศก์เมตร				
	59. กระดาษแข็งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร ถูกตัดมุมทั้งสี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 4 เซนติเมตร แล้วพับขึ้นเป็นรูปกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จะได้กล่องจุเท่าไร ก. 384 ลูกบาศก์เซนติเมตร ข. 576 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค. 768 ลูกบาศก์เซนติเมตร ง. 1,280 ลูกบาศก์เซนติเมตร				

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(.....)

วันที่...../...../.....

ชุดที่ 5

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง ข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการมีความสอดคล้องกัน
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการมีความสอดคล้องกัน
- 1 หมายถึง ข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการไม่มีความสอดคล้องกัน

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
ด้านความคิดความเข้าใจ (Cognitive component) เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้ หรือความเชื่อซึ่งเป็นผล มาจากการเรียนรู้ใน ประสบการณ์ต่าง ๆ จากสภาพแวดล้อมอันเป็น เรื่องของปัญหาในระดับ ที่สูงขึ้น	1. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชา ที่มีเนื้อหาท้าทายความคิดของ มนุษย์ (+)				
	2. วิชาคณิตศาสตร์ไม่ได้ช่วย ในการประกอบอาชีพ (-)				
	3. วิชาคณิตศาสตร์ช่วยใน การพัฒนาสมอง (+)				
	4. วิชาคณิตศาสตร์มีประโยชน์ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้ (+)				
	5. วิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียน มีไหวพริบดี (+)				
	6. วิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียน หมดกำลังใจ (-)				
	7. วิชาคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนา ความเจริญทางด้านเทคโนโลยี (+)				

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อความ	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
ด้านความรู้สึก (Affective component) เป็นสภาพทางอารมณ์ (Emotion) ประกอบกับการประเมิน (Evaluation) ในสิ่งนั้น ๆ อันเป็นผลจากการเรียนรู้ในอดีตดังนั้นจึงเป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกอันเป็นการยอมรับอาทิชอบถูกใจสนุกหรือปฏิเสธต่อสิ่งนั้นอาทิเกลียดโกรธก็ได้ความรู้สึกนี้	8. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้ยาก (-)				
	9. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไร้สาระ (-)				
	10. วิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความวิตกกังวล (-)				
	11. เป็นการเสียเวลาที่ต้องมาเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (-)				
	12. วิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความเครียด (-)				
แนวโน้มของพฤติกรรม (Behavioral component) การปฏิบัติต่อสิ่งที่ตนชอบหรือเกลียดอันเป็นการตอบสนองหรือการกระทำในทางใดทางหนึ่งซึ่งเป็นผลมาจากความคิดความเชื่อความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งเรานั้น ๆ อาทิบุคคลนั้นมีทัศนคติที่ดีต่อระบอบประชาธิปไตยหรือมีความคิดความเชื่อความรู้สึกที่ดีต่อระบอบประชาธิปไตยบุคคลผู้นั้นก็มีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมแบบเข้าหาหรือแสวงหา (Seek contact) ตรงกันข้ามหากมีทัศนคติต่อสิ่งนั้น ๆ ไม่ดีก็จะเกิดพฤติกรรมในการถอยหนีหรือหลีกเลี่ยง	13. ข้าพเจ้าชอบศึกษาและทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ครูจะสอนล่วงหน้า (+)				
	14. ถ้าเลือกได้ข้าพเจ้าจะไม่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ (-)				
	15. ข้าพเจ้าชอบเล่นเกมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (+)				
	16. ข้าพเจ้าชอบทำแบบฝึกหัดทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง (+)				
	17. ถ้าเลือกได้ข้าพเจ้าอยากเรียนวิชาอื่นที่ไม่ใช่วิชาคณิตศาสตร์ (-)				

นิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อความ	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
แนวโน้มของพฤติกรรม (Behavioral component) การปฏิบัติต่อสิ่งที่ตนชอบหรือเกลียดอันเป็นการตอบสนองหรือการกระทำในทางใดทางหนึ่งซึ่งเป็นผลมาจากความคิดความเชื่อความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้านั้น ๆ อาทิบุคคลนั้นมีทัศนคติที่ดีต่อระบอบประชาธิปไตยหรือมีความคิดความเชื่อความรู้สึกที่ดีต่อระบอบประชาธิปไตย บุคคลผู้นั้นก็มีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมแบบเข้าหาหรือแสวงหา (Seek contact) ตรงกันข้ามหากมีทัศนคติต่อสิ่งนั้น ๆ ไม่ดีก็จะเกิดพฤติกรรมในการถอยหนีหรือหลีกเลี่ยง (Avoiding Contact)	18. ข้าพเจ้าใฝ่ฝันที่จะเข้าแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (+)				
	19. ข้าพเจ้าชอบทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มากกว่ากิจกรรมอื่น (+)				
	20. ข้าพเจ้าให้ความสำคัญในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ (+)				

หมายเหตุ: (+) หมายถึง คำถามเชิงบวก และ (-) หมายถึง คำถามเชิงลบ

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(.....)

วันที่...../...../.....

ภาคผนวก ง
ผลการตรวจพิจารณาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

**ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์
โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา**

ประเด็นประเมินรูปแบบการสอนฯ	\bar{X}	SD	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
องค์ประกอบที่ 1 หลักการและแนวคิดของรูปแบบ	4.62	.49	มากที่สุด	-
1.1 ปรัชญาและแนวคิดทฤษฎีที่เลือกใช้กับสภาพการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน	4.71	.49	มากที่สุด	-
1.2 หลักการและแนวคิดเหมาะสมในการนำมาพัฒนาการเรียนการสอน	4.57	.54	มากที่สุด	-
1.3 ความชัดเจนของหลักการของรูปแบบการสอนฯ	4.57	.54	มากที่สุด	-
องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ	4.86	.38	มากที่สุด	-
2.1 วัตถุประสงค์มีความเหมาะสมกับแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน	4.86	.38	มากที่สุด	-
2.2 ความชัดเจนของวัตถุประสงค์	4.86	.38	มากที่สุด	-
องค์ประกอบที่ 3 เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนของรูปแบบ	4.67	.47	มากที่สุด	ปรับชื่อคำว่ สาระฯใน องค์ประกอบ ให้เป็นคำว่ เนื้อหาที่ใช้ ในการเรียน การสอน
3.1 เนื้อหาที่ใช้จัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมต่อแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน	4.71	.49	มากที่สุด	
3.2 เนื้อหาที่ใช้จัดการเรียนการสอนสามารถนำไปใช้ได้จริง	4.57	.54	มากที่สุด	
3.3 เนื้อหาที่ใช้จัดการเรียนการสอนมีประโยชน์ต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.71	.49	มากที่สุด	
องค์ประกอบที่ 4 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	4.69	.47	มากที่สุด	-
4.1 ชั้นกลางสมองมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์	4.71	.49	มากที่สุด	-
4.2 ชั้นเชื่อมโยงประสบการณ์มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์	4.71	.49	มากที่สุด	-
4.3 ชั้นเรียนรู้เนื้อหาที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์	4.71	.49	มากที่สุด	-
4.4 ชั้นนำพาปฏิบัติมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์	4.71	.49	มากที่สุด	-

ประเด็นประเมินรูปแบบการสอนฯ	\bar{X}	SD	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
4.5 ^{ขึ้น} ความรู้คงอยู่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์	4.57	.54	มากที่สุด	-
องค์ประกอบที่ 5 ระบบสนับสนุน	4.68	.59	มากที่สุด	-
5.1 บทบาทครูมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการสอน	4.86	.38	มากที่สุด	-
5.2 บทบาทผู้เรียนมีความเหมาะสมกับกิจกรรมฯ	4.71	.49	มากที่สุด	-
5.3 ความชัดเจนของบทบาทครู	4.57	.54	มากที่สุด	-
5.4 ความชัดเจนของบทบาทผู้เรียน	4.57	.54	มากที่สุด	-
องค์ประกอบที่ 6 การประเมินผลของรูปแบบ	4.61	.43	มากที่สุด	-
6.1 ความเหมาะสมของวิธีการประเมินผล	4.71	.49	มากที่สุด	-
6.2 ความชัดเจนของวิธีการประเมินผล	4.43	.54	มาก	-
6.3 ความครอบคลุมตามวัตถุประสงค์	4.71	.49	มากที่สุด	-
6.4 การประเมินผลเหมาะสมกับผู้เรียน	4.57	.54	มากที่สุด	-
องค์ประกอบที่ 7 ผลของการนำรูปแบบไปใช้	4.64	.48	มากที่สุด	-
7.1 ความเหมาะสมของผลการนำรูปแบบไปใช้กับ แนวทางการจัดการเรียนการสอน	4.57	.54	มากที่สุด	-
7.2 ประโยชน์ต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์	4.71	.49	มากที่สุด	-
รวมทุกองค์ประกอบ	4.67	.44	มากที่สุด	-

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ประเด็นประเมินความเหมาะสมของแผนการสอนฯ	\bar{X}	SD	แปลผล	ข้อเสนอแนะ
1. สาระสำคัญ	4.86	.38	มากที่สุด	-
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.71	.41	มากที่สุด	-
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.86	.38	มากที่สุด	-
2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	4.71	.49	มากที่สุด	-
2.3 สอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนและ การประเมินผล	4.57	.54	มากที่สุด	-
3. กิจกรรมการเรียนการสอน	4.75	.35	มากที่สุด	-
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.86	.38	มากที่สุด	-
3.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.86	.38	มากที่สุด	-
3.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	4.57	.54	มากที่สุด	-
3.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	4.71	.49	มากที่สุด	-
4. สื่อการเรียนการสอน	4.71	.49	มากที่สุด	-
5. ชิ้นงาน/ ภาระงาน	4.57	.54	มากที่สุด	-
6. การประเมินผล	4.57	.54	มากที่สุด	-
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.57	.54	มากที่สุด	-
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	4.57	.54	มากที่สุด	-
รวม	4.12			

ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ

จุดประสงค์ การเรียนรู้ที่	ข้อ ที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ (R)							ΣR	ค่า <i>IOC</i>	แปลผล	ข้อเสนอแนะ/ การดำเนินการ
		1	2	3	4	5	6	7				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	2	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	3	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	4	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
2	5	1	1	0	1	1	-1	1	4	0.57	ใช้ได้	ปรับโจทย์ใหม่
	6	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	7	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	8	1	1	1	1	1	0	0	5	0.71	ใช้ได้	ข้อ 7. ช่วยให้ตอบ ข้อ 8. ได้ (ปรับตัวเลือก)
	9	1	1	1	1	1	0	1	6	0.86	ใช้ได้	มีคำอธิบายอยู่ใน ข้อ 7.-8. (ปรับตัวเลือก)
3	10	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	11	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	12	1	1	0	1	1	1	1	6	0.86	ใช้ได้	
4	13	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	14	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
5	15	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	16	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
6	17	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	เติมสัญลักษณ์
	18	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	19	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
7	20	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	เติมสัญลักษณ์
8	21	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	เติมสัญลักษณ์
9	22	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	เติมสัญลักษณ์

จุดประสงค์ การเรียนรู้ที่	ข้อ ที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ (R)							ΣR	ค่า IOC	แปลผล	ข้อเสนอแนะ/ การดำเนินการ
		1	2	3	4	5	6	7				
10	23	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	เติมสัญลักษณ์
	24	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	เติมสัญลักษณ์
11	25	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
12												คะแนนได้จากชิ้นงาน/ ภาระงาน
13												คะแนนได้จากชิ้นงาน/ ภาระงาน
14	26	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	27	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	28	1	1	1	1	0	0	1	5	0.71	ใช้ได้	แก้ไขเฉลย
	29	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
15	30	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	31	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	32	1	1	1	0	1	0	1	5	0.71	ใช้ได้	แก้ไขเฉลย
	33	1	1	1	0	1	0	1	5	0.71	ใช้ได้	แก้ไขเฉลย
16	34	0	1	1	1	1	0	1	5	0.71	ใช้ได้	แก้ไขโจทย์
	35	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	36	1	1	0	1	1	1	1	6	0.86	ใช้ได้	
	37	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	38	1	0	1	1	1	0	1	5	0.71	ใช้ได้	
	39	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
17	40	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	41	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	42	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
18	43	1	1	0	1	1	1	1	6	0.86	ใช้ได้	แก้ไขโจทย์
	44	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	45	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	

จุดประสงค์ การเรียนรู้ที่	ข้อ ที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ (R)							ΣR	ค่า <i>IOC</i>	แปลผล	ข้อเสนอแนะ/ การดำเนินการ
		1	2	3	4	5	6	7				
19.1	46	1	1	0	1	1	1	1	6	0.86	ใช้ได้	
	47	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	48	1	1	1	1	1	0	0	5	0.71	ใช้ได้	แก้ไขเฉลย
19.2	49	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	50	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	51	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	52	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
20											คะแนนได้จากชิ้นงาน/ ภาระงาน	
21	53	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	เติมสัญลักษณ์
	54	1	1	1	1	1	0	1	6	0.86	ใช้ได้	แก้ไขโจทย์
22	55	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	56	1	1	1	1	0	0	1	5	0.71	ใช้ได้	แก้ไขโจทย์
	57	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	58	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	
	59	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	

หมายเหตุ แบบทดสอบที่ผ่านมีค่า *IOC* มากกว่า 0.50 จะนำไปหาค่าความเชื่อมั่น
แล้วจึงตัดหาข้อที่มีคุณภาพ ค่า *p* และ ค่า *r* ที่ดีที่สุด

ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างนิยามเชิงปฏิบัติการกับข้อความ
เพื่อวัตถุประสงค์ที่มีต่อการเรียนการสอน

นิยามเชิง ปฏิบัติการ	ข้อ ที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ (R)							ΣR	ค่า <i>IOC</i>	แปลผล	ข้อเสนอแนะ/ การดำเนินการ	
		1	2	3	4	5	6	7					
ด้าน ความคิด ความเข้าใจ (Cognitive component)	1	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้		
	2	1	1	-1	1	1	0	1	4	0.57	ใช้ได้		
	3	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้		
	4	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้		
	5	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้		
	6	1	1	-1	1	1	1	1	6	0.86	ใช้ได้		
	7	0	1	1	1	1	0	1	5	0.71	ใช้ได้		
ด้าน ความรู้สึก (Affective component)	8	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้		
	9	1	1	-1	1	0	1	1	4	0.57	ใช้ได้		
	10	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้		
	11	1	0	-1	1	1	1	1	4	0.57	ใช้ได้		
	12	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้		
แนวโน้มน ของ พฤติกรรม (Behavioral component)	13	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้	เปลี่ยน จากคำว่า “ข้าพเจ้า” เป็นคำว่า “ฉัน”	
	14	1	1	-1	0	1	1	1	4	0.57	ใช้ได้		
	15	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้		
	16	1	1	1	1	0	1	0	5	0.71	ใช้ได้		ขยายคำว่า “ทำ”
	17	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้		
	18	0	1	1	1	1	0	1	5	0.71	ใช้ได้		
	19	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้		
	20	1	1	1	1	1	1	1	7	1.00	ใช้ได้		

ภาคผนวก จ

ผลการตรวจพิจารณาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โดยการนำไปทดลองใช้ (Try out) ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 1 ผลการหาค่าความยาก (p) ละค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
(แบบปรนัย) ($N = 15$)

จุดประสงค์ การเรียนรู้ที่	ข้อที่	ตัวเลือกที่ ตอบถูก	จำนวนกลุ่มสูง ที่ตอบถูก (P_H)	จำนวนกลุ่มต่ำ ที่ตอบถูก (P_L)	ผลการพิจารณา		ผลการวิเคราะห์ ข้อสอบ
					$p = \frac{P_H + P_L}{N}$	$r = \frac{P_H - P_L}{N}$	
1	1	ข	5	1	0.40	0.27	ผ่านเกณฑ์
	2	ง	6	2	0.53	0.27	ผ่านเกณฑ์
	3	ก	5	2	0.47	0.20	ผ่านเกณฑ์
	4	ค	4	0	0.27	0.27	ผ่านเกณฑ์
2	5	ก	6	0	0.40	0.40	ผ่านเกณฑ์
	6	ค	4	3	0.47	0.07	ผ่านเกณฑ์
	7	ข	5	3	0.53	0.13	ผ่านเกณฑ์
	8	ก	6	1	0.47	0.33	ผ่านเกณฑ์
	9	ก	6	3	0.60	0.20	ผ่านเกณฑ์
3							อัตรันัย
							อัตรันัย
							อัตรันัย
4							อัตรันัย
							อัตรันัย
5							อัตรันัย
							อัตรันัย
6	17	ค	4	1	0.33	0.20	ผ่านเกณฑ์
	18	ง	5	4	0.60	0.07	ผ่านเกณฑ์
	19	ค	5	1	0.40	0.27	ผ่านเกณฑ์
7	20	ข	5	0	0.33	0.33	ผ่านเกณฑ์
8	21	ข	6	5	0.73	0.07	ผ่านเกณฑ์
9	22	ค	4	2	0.40	0.13	ผ่านเกณฑ์
10	23	ก	6	2	0.53	0.27	ผ่านเกณฑ์
	24	ค	6	2	0.53	0.27	ผ่านเกณฑ์

จุดประสงค์ การเรียนรู้ที่	ข้อที่	ตัวเลือกที่ ตอบถูก	จำนวนกลุ่มสูง ที่ตอบถูก (P_H)	จำนวนกลุ่มต่ำ ที่ตอบถูก (P_L)	ผลการพิจารณา		ผลการวิเคราะห์ ข้อสอบ
					$p = \frac{P_H + P_L}{N}$	$r = \frac{P_H - P_L}{N}$	
11	25	ค	6	4	0.67	0.13	ผ่านเกณฑ์
12							ขึ้นงาน
13							ขึ้นงาน
14	26	ค	4	0	0.27	0.27	ผ่านเกณฑ์
	27	ก	6	0	0.40	0.40	ผ่านเกณฑ์
	28	ก	5	1	0.40	0.27	ผ่านเกณฑ์
	29	ค	6	2	0.53	0.27	ผ่านเกณฑ์
15	30	ค	5	2	0.47	0.20	ผ่านเกณฑ์
	31	ข	4	0	0.27	0.27	ผ่านเกณฑ์
	32	ง	6	0	0.40	0.40	ผ่านเกณฑ์
	33	ข	5	3	0.53	0.13	ผ่านเกณฑ์
16	34	ค	6	1	0.47	0.33	ผ่านเกณฑ์
	35	ค	4	1	0.33	0.20	ผ่านเกณฑ์
	36	ง	5	4	0.60	0.07	ผ่านเกณฑ์
	37	ค	6	0	0.40	0.40	ผ่านเกณฑ์
	38	ง	5	1	0.40	0.27	ผ่านเกณฑ์
	39	ก	6	2	0.53	0.27	ผ่านเกณฑ์
17	40	ง	5	2	0.47	0.20	ผ่านเกณฑ์
	41	ก	4	0	0.27	0.27	ผ่านเกณฑ์
	42	ก	6	0	0.40	0.40	ผ่านเกณฑ์
18	43	ค	5	3	0.53	0.13	ผ่านเกณฑ์
	44	ข	5	1	0.40	0.27	ผ่านเกณฑ์
	45	ค	6	2	0.53	0.27	ผ่านเกณฑ์
19.1	46	ข	4	3	0.47	0.07	ผ่านเกณฑ์
	47	ง	6	2	0.53	0.27	ผ่านเกณฑ์
	48	ค	5	2	0.47	0.20	ผ่านเกณฑ์

จุดประสงค์ การเรียนรู้ที่	ข้อที่	ตัวเลือกที่ ตอบถูก	จำนวนกลุ่มสูง ที่ตอบถูก (P_H)	จำนวนกลุ่มต่ำ ที่ตอบถูก (P_L)	ผลการพิจารณา		ผลการวิเคราะห์ ข้อสอบ
					$p = \frac{P_H + P_L}{N}$	$r = \frac{P_H - P_L}{N}$	
19.2	49	ข	4	0	0.27	0.27	ผ่านเกณฑ์
	50	ข	6	0	0.40	0.40	ผ่านเกณฑ์
	51	ข	6	0	0.40	0.40	ผ่านเกณฑ์
	52	ง	5	1	0.40	0.27	ผ่านเกณฑ์
20							ชิ้นงาน
21	53	ค	4	1	0.33	0.20	ผ่านเกณฑ์
	54	ก	5	4	0.60	0.07	ผ่านเกณฑ์
22	55	ข	6	4	0.67	0.13	ผ่านเกณฑ์
	56	ค	5	0	0.33	0.33	ผ่านเกณฑ์
	57	ง	6	5	0.73	0.07	ผ่านเกณฑ์
	58	ก	4	2	0.40	0.13	ผ่านเกณฑ์
	59	ก	6	2	0.53	0.27	ผ่านเกณฑ์

ตอนที่ 2 ผลการหาค่าความยาก (p) ละค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
(แบบอัตนัย) ($N = 15$)

$$\text{สูตรค่าอำนาจจำแนก } p = \frac{(S_H - S_L) - (N_T)(X_{Min})}{(N_T)(X_{Max} - X_{Min})}$$

$$\text{สูตรค่าความยาก } r = \frac{(S_H - S_L)}{(N_H)(X_{Max} - X_{Min})}$$

โดยที่ S_H หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

X_{Max} หมายถึง คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น)

X_{Min} หมายถึง คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น)

N_T หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

N_H หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

จุดประสงค์ การเรียนรู้ที่	ข้อที่	ผลรวมของคะแนน กลุ่มสูง (S_H)	ผลรวมของคะแนน กลุ่มต่ำ (S_L)	ผลการพิจารณา		ผลการวิเคราะห์ ข้อสอบ
				p	r	
3	10	92	48	0.22	0.45	ผ่านเกณฑ์
	11	86	40	0.23	0.50	ผ่านเกณฑ์
	12	88	41	0.24	0.48	ผ่านเกณฑ์
4	13	84	40	0.22	0.45	ผ่านเกณฑ์
	14	86	39	0.23	0.46	ผ่านเกณฑ์
5	15	81	38	0.22	0.44	ผ่านเกณฑ์
	16	82	40	0.21	0.43	ผ่านเกณฑ์

ตอนที่ 3 ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดข้อสอบ
แบบปรนัย มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.07-0.40
ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดข้อสอบแบบอัตนัย มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง
0.21-0.24 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.43-0.50 จากนั้นผู้วิจัยจึงได้หาค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบซึ่งเท่ากับ 0.94 เพื่อปรับปรุงแบบทดสอบฯ รวมทั้งฉบับ เป็นแบบปรนัย จำนวน 52 ข้อ

ตอนที่ 4 ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติ

แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ (รายชื่อ ดังภาคผนวก ก) ผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดลองใช้ (Try out) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนบ้านปะเคียบ ที่เป็นกลุ่มเดียวกับกลุ่มที่ทดลองใช้รูปแบบการสอนเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ ของรูปแบบฯ และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน จากนั้นนำมาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach, 1990, pp. 202-204) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อรายวิชา เท่ากับ 0.96

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.955	20

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
a1	81.80	103.314	.627	.954
a3	81.87	102.124	.746	.952
a4	82.00	98.571	.765	.952
a5	81.60	109.971	.235	.958
a7	81.67	104.952	.573	.955
a13	81.87	99.410	.827	.951
a15	81.80	99.743	.777	.952
a16	81.67	103.667	.677	.953
a18	81.73	100.924	.779	.952
a19	81.60	102.829	.735	.953
a20	81.80	101.171	.785	.952
a2	81.73	100.638	.800	.952
a6	81.80	100.743	.711	.953
a8	81.73	102.638	.656	.954
a9	81.73	103.352	.721	.953
a10	81.80	98.743	.844	.951
a11	81.93	103.210	.597	.954
a12	81.73	97.924	.878	.950
a14	81.80	99.743	.777	.952
a17	81.60	106.829	.419	.956

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
86.07	112.781	10.620	20

ตอนที่ 5 ผลการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติ

แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ผู้วิจัยได้หาค่าอำนาจจำแนกแบบสอบถาม เป็นการหาความสามารถของข้อคำถามที่แยกบุคคลที่ตอบเป็น 2 กลุ่มที่แตกต่างกัน คือ กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วใช้สถิติทดสอบ t -independent พบว่า สถิติทดสอบ t เท่ากับ 6.037 แสดงว่าแบบทดสอบสามารถจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำได้ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.95 แบบสอบถามทั้ง 20 ข้อ จึงได้ใช้เป็นแบบวัดเจตคติต่อรายวิชาในการวิจัยครั้งนี้

T-Test

[DataSet2] C:\Users\user\Desktop\วิเคราะห์ใช้ตารางบทที่ 4 - Copy\ระยะที่3_เจตคติ(บ้านมะเคียม) .sav

Group Statistics

	highlow	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
total	1	8	4.75000	.267261	.094491
	2	7	3.71429	.393398	.148690

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
total	Equal variances assumed	1.560	.234	6.037	13	.000	1.035714	.171566	.665069	1.406360
	Equal variances not assumed			5.879	10.374	.000	1.035714	.176174	.645085	1.426343

ภาคผนวก ฉ

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
และเจตคติของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ของกลุ่มทดลอง (id = 1) และกลุ่มควบคุม (id = 2) ก่อนการเรียนการสอน

▶ T-Test

[DataSet1] C:\Users\user\Desktop\วิเคราะห์ใส่ตารางบทที่ 4\ระยะที่3.sav

Group Statistics

	id	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pre	1	18	27.06	6.384	1.505
	2	17	25.35	5.061	1.228

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
pre	Equal variances assumed	2.037	.163	.871	33	.390	1.703	1.955	-2.275	5.680
	Equal variances not assumed			.877	32.066	.387	1.703	1.942	-2.253	5.658

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ของกลุ่มทดลอง (id = 1) และกลุ่มควบคุม (id = 2) หลังการเรียนการสอน

➔ T-Test

[DataSet1] C:\Users\user\Desktop\วิเคราะห์ใส่ตารางบทที่ 4\ระยะที่3.sav

Group Statistics

	id	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pos	1	18	51.22	6.647	1.567
	2	17	41.94	5.942	1.441

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
pos	Equal variances assumed	.082	.777	4.346	33	.000	9.281	2.136	4.936	13.626
	Equal variances not assumed			4.360	32.907	.000	9.281	2.129	4.950	13.612

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบเจตคติของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

T-Test

Group Statistics

ID	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TOTAL 1	18	4.6250	.09889	.02331
2	17	4.1824	.12617	.03060

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	.01% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
TOTAL	Equal variances assumed	2.345	.135	11.588	33	.000	.4426	.03820	.44264	.44265
	Equal variances not assumed			11.507	30.340	.000	.4426	.03847	.44264	.44265

ตอนที่ 4 ผลคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อรายวิชาคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนกลุ่มทดลองภายหลังการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation
A1	35	4.46	.561
A3	35	4.40	.497
A4	35	4.46	.505
A5	35	4.49	.507
A7	35	4.46	.505
A13	35	4.54	.505
A15	35	4.51	.507
A16	35	4.54	.505
A18	35	4.54	.505
A19	35	4.49	.507
A20	35	4.49	.507
A2	35	4.31	.676
A6	35	4.31	.676
A8	35	4.31	.676
A9	35	4.17	.747
A10	35	4.23	.770
A11	35	4.17	.707
A12	35	4.46	.657
A14	35	4.43	.698
A17	35	4.43	.698
TOTAL	35	4.4100	.25053
Valid N (listwise)	35		

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
กลุ่มทดลอง

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

จำนวน 15 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง การคาดคะเนพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมกับพื้นที่จริง

วันที่ 20 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

เวลา 1 ชั่วโมง

1. สาระ มาตรฐาน และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

ป 6/1 แก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม และรูปวงกลม

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ป 6/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ป 6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ป 6/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ป 6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ป 6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ป 6/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. สาระสำคัญ

การพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากหาได้จากสูตรต่อไปนี้

พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = ความกว้าง × ความยาว

พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = ความยาวของด้าน × ความยาวของด้าน

พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน = ความสูง × ความยาวฐาน

พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเป็ยกปุ่น = ความสูง × ความยาวฐาน

พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

$$= \frac{1}{2} \times \text{ความสูง} \times \text{ผลบวกของความยาวของด้านที่ขนานกัน}$$

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังต่อไปนี้

3.1 เมื่อกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมให้ สามารถคาดคะเนพื้นที่เป็นตารางเมตร ตารางวา พร้อมทั้งอธิบายเกี่ยวกับค่าที่ได้จากการคาดคะเนกับพื้นที่จริงได้ (K)

3.2 มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P) ผ่านเกณฑ์การประเมิน ซึ่งได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3.3 มีพฤติกรรมการเรียนรู้ (A) ผ่านเกณฑ์การประเมิน ซึ่งได้แก่ ความมีระเบียบวินัย ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกับผู้อื่น และ ความเชื่อมั่นในตนเอง

4. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 คลายสมอง (แนวคิด BBL): (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนนั่งสมาธิให้สมองผ่อนคลาย แล้วให้ขยับเขยื้อนร่างกาย บิดตัวซ้ายขวา ซึ่งผู้สอนแสดงท่าบริหารเป็นตัวอย่างทั้งขณะนั่งเก้าอี้ และยืนบริหารร่างกาย เมื่อผู้สอนเห็นนักเรียนเริ่มผ่อนคลายแล้ว จึงให้ผู้เรียนนำหนังสือเรียน แบบฝึก และอุปกรณ์การเรียนต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อเตรียมพร้อม

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงประสบการณ์ (แนวคิด BBL, 4MAT, Dienes): (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

1) ทบทวนการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ได้แก่ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

2) แจกใบงานที่ 13.1 กำหนดให้นักเรียนคาดคะเนพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเป็นตารางเซนติเมตร จากใบกิจกรรมที่กำหนดให้ พร้อมทั้งหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ที่กำหนดให้จากการคาดคะเน โดยไม่ให้ใช้เครื่องมือวัด เช่น ไม้บรรทัด จากนั้นตรวจสอบโดยการวัดความยาวจริง พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคาดคะเนกับค่าที่ได้จากการวัดจริงว่าคลาดเคลื่อนไปเท่าไร พร้อมทั้งหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ที่กำหนดให้จากการวัดจริง

ขั้นที่ 3 เรียนรู้เนื้อหา (แนวคิดเกี่ยวกับ BBL, 4MAT, Dienes): (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที)

1) ครูแนะนำวิธีการคาดคะเนสถานที่หรือวัตถุสิ่งของที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งวิธีการคาดคะเนความยาวให้ได้ใกล้เคียงกับความจริงนั้น นักเรียนอาจวัดระยะทางในการก้าวเท้า 1 ก้าวของนักเรียนประมาณกี่เมตร แล้ววัดความยาวของสิ่งของเป็นการก้าวเท้า เช่น วัดความยาวของหน้าห้องเรียนได้ 8 ก้าว นักเรียนก็จะคาดคะเนได้ว่าหน้าห้องเรียนยาวกี่เมตร

2) จากนั้นครูให้นักเรียนวัดความยาวในการก้าวเท้าของนักเรียน 1 ก้าว โดยใช้ตลับเมตร จากนั้นก้าวเท้าเพื่อวัดความยาวและความกว้างของห้องเรียน แล้วหาพื้นที่ของห้องเรียน ตรวจสอบด้วยการวัดจริงด้วยตลับเมตรอีกครั้ง

ขั้นที่ 4 นำพาปฏิบัติ (แนวคิดเกี่ยวกับ BBL, 4MAT): (ใช้เวลาประมาณ 20 นาที)

ครูแจกใบงานที่ 13.2 และตลับเมตร ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจากนั้นครูกำหนดวัตถุสิ่งของหรือสถานที่ เช่น โต๊ะเรียน ห้องสมุด แปลงผัก สนามตะกร้อ เป็นต้น (อยู่ภายในโรงเรียน) ให้แต่ละกลุ่มเลือกโดยไม่ซ้ำกัน แล้วให้คาดคะเนพื้นที่ของสิ่งของที่กำหนดให้พร้อมทั้งหาพื้นที่จริงที่สำรวจแล้วตรวจสอบโดยการวัดจริง

ขั้นที่ 5 ความรู้คงอยู่ (แนวคิดเกี่ยวกับ BBL, 4MAT): (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการสำรวจมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยให้ข้อมูลการคาดคะเนความยาวแต่ละด้านและพื้นที่ของวัตถุสิ่งของหรือสถานที่ จากนั้นให้ข้อมูลจากการวัดจริงด้วยตลับเมตร

5. สื่อการเรียนรู้

5.1 ใบงานที่ 13.1-13.2

5.2 ตลับเมตร

5.3 วัตถุสิ่งของหรือสถานที่ที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม เช่น โต๊ะเรียน ห้องสมุด แปลงผัก สนามตะกร้อ เป็นต้น

5.4 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

6. ชิ้นงาน/ ภาระงาน

ใบงานที่ 13.1 ให้คาดคะเนพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมแล้ว ตรวจสอบด้วยการวัดจริง แล้วหาความคลาดเคลื่อน

ใบงานที่ 13.2 ให้คาดคะเนพื้นที่ของวัตถุสิ่งของหรือสถานที่ที่กำหนดให้ ตรวจสอบด้วยการวัดจริง แล้วหาความคลาดเคลื่อน

7. การวัดและประเมินผล

ด้านที่วัดและประเมิน	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ความรู้ (K)	ทดสอบ	แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	ทำแบบทดสอบได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
	ตรวจชิ้นงาน	แบบประเมินชิ้นงาน	ผ่านเกณฑ์การประเมินที่คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)	สังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ผ่านเกณฑ์การประเมินที่คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	สังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์การประเมินที่คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

(ลงชื่อ).....ครูผู้สอน

(นางสาวศิรินันท์ พรหมดำรง)

ความเห็นของผู้บริหาร

 สอนได้ความเห็นอื่น
.....
.....

(ลงชื่อ).....ผู้บริหาร

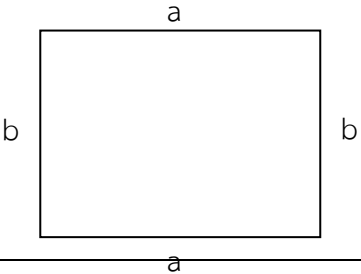
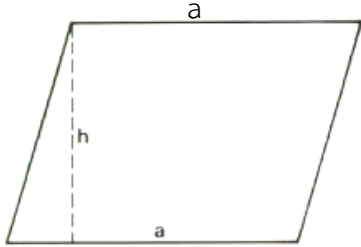
(นายณัฐนันท์ วิทยาประโคน)

ผู้อำนวยการ โรงเรียนบ้านเขว้า

... 1 / กุมภาพันธ์ / 2556 ...

ใบงานที่ 13.1

จงคาดคะเนพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จากนั้นตรวจสอบด้วยการวัดจริง แล้วหาความคลาดเคลื่อน

รูปสี่เหลี่ยม	คาดคะเนความยาว แต่ละด้าน	วัดความยาวจริง แต่ละด้าน	พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จากการคาดคะเน	พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จากการวัดจริง	ความคลาดเคลื่อน ของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม
	ด้าน a ประมาณ..... ซม. ด้าน b ประมาณ..... ซม.	ด้าน a =..... ซม. ด้าน b =..... ซม.	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร
	ด้าน a ประมาณ..... ซม. ความสูง h ประมาณ..... ซม.	ด้าน a =..... ซม. ความสูง h =..... ซม.	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. _____ 2. _____ 3. _____
 4. _____ 5. _____ 6. _____

รูปสี่เหลี่ยม	คาดคะเนความยาว แต่ละด้าน	วัดความยาวจริง แต่ละด้าน	พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จากการคาดคะเน	พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จากการวัดจริง	ความคลาดเคลื่อน ของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม
	ด้าน a ประมาณ..... ซม. ความสูง h ประมาณ..... ซม.	ด้าน a =..... ซม. ความสูง h =..... ซม.	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร
	ด้าน a ประมาณ..... ซม.	ด้าน a =..... ซม.	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร
	ด้าน a ประมาณ..... ซม. ความสูง h ประมาณ..... ซม.	ด้าน a =..... ซม. ความสูง h =..... ซม.	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร

ใบงานที่ 13.2

จงคาดคะเนพื้นที่ของวัตถุสิ่งของหรือสถานที่ที่กำหนดให้ จากนั้นตรวจสอบด้วยการวัดจริง แล้วหาความคลาดเคลื่อน

สิ่งที่กำหนดให้	ชนิดของรูปสี่เหลี่ยม	พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จากการคาดคะเน	พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จากการวัดจริง	ความคลาดเคลื่อน ของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม
คือ.....	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร	=..... ตารางเซนติเมตร

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. _____ 2. _____ 3. _____
4. _____ 5. _____ 6. _____

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง รูปทรงและปริมาตร

จำนวน 8 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19 เรื่อง รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

วันที่ 1 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556

เวลา 1 ชั่วโมง

1. สาระ มาตรฐาน และตัวชี้วัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนีกภาพ ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหา

ป 6/1 ประดิษฐ์ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม และพีระมิดจากรูปคลี่หรือรูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ป 6/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ป 6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ป 6/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ป 6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ป 6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ป 6/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. สาระสำคัญ

รูปเรขาคณิตสามมิติ เมื่อคลี่ออกจะ ได้รูปที่ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถประกอบเป็นรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังต่อไปนี้

3.1 เมื่อกำหนดรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติให้ สามารถบอกได้ว่ารูปใดเป็นรูปคลี่ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม หรือพีระมิด และ เมื่อกำหนดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม หรือพีระมิดให้ สามารถบอกได้ว่าประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติใดบ้าง พร้อมทั้งเขียนรูปเรขาคณิตสองมิตินั้นได้ (K)

3.2 มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P) ผ่านเกณฑ์การประเมิน ซึ่งได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3.3 มีพฤติกรรมการเรียนรู้ (A) ผ่านเกณฑ์การประเมิน ซึ่งได้แก่ ความมีระเบียบวินัย ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกับผู้อื่น และ ความเชื่อมั่นในตนเอง

4. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 คลายสมอง (แนวคิด BBL): (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนนั่งสมาธิให้สมองผ่อนคลาย แล้วให้ขยับเขยื้อนร่างกาย บิดตัวซ้ายขวา ผู้สอนแสดงท่าบริหารเป็นตัวอย่างทั้งขณะนั่งเก้าอี้ และยืนบริหารร่างกาย เมื่อผู้สอนเห็นนักเรียนเริ่มผ่อนคลายแล้ว จึงให้ผู้เรียนนำหนังสือเรียน แบบฝึก และอุปกรณ์การเรียนต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อเตรียมพร้อม

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงประสบการณ์ (แนวคิด BBL, 4MAT, Dienes): (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

ครูผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน โดยเริ่มจากการนำรูปเรขาคณิตสามมิติต่าง ๆ เช่น รูปทรงสี่เหลี่ยม ทรงกระบอก กรวย ปริซึม และพีระมิด แล้วให้ผู้เรียนสังเกตและใช้คำถามว่าทำไมรูปเรขาคณิตสองมิติต่าง ๆ เหล่านี้ จึงเป็นส่วนประกอบของรูปคลี่ ผู้เรียนบางคนสังเกตและตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง จากนั้นให้ผู้เรียนเล่นเกมแบ่งกลุ่มเพื่อแข่งกันจับคู่รูปเรขาคณิตสองมิติกับรูปเรขาคณิตสามมิติที่แจกให้แต่ละกลุ่ม แล้วจับเวลาพร้อมกันให้คะแนนแต่ละกลุ่มบนกระดาน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและวิเคราะห์ส่วนประกอบของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ

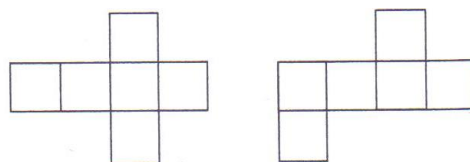
ขั้นที่ 3 เรียนรู้เนื้อหา (แนวคิดเกี่ยวกับ BBL, 4MAT, Dienes): (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที)

1. ครูผู้สอนนำกล่องกระดาษที่มีลักษณะเป็นลูกบาศก์มาให้ นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ เช่น ลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นหน้าตัดและหน้าข้าง จำนวนหน้าตัดหรือฐาน จำนวนหน้าข้าง

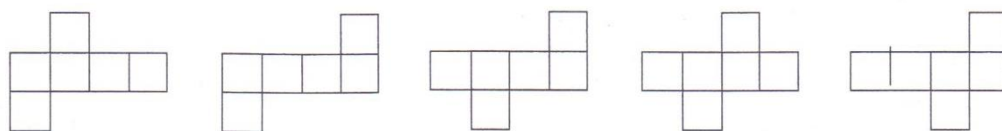
2. ให้นักเรียนนึกภาพว่า ถ้าคลี่กล่องลูกบาศก์นี้ออกจะได้แผ่นกระดาษมีลักษณะรูปร่างเป็นอย่างไร ให้นักเรียนลองเขียนภาพตามที่นักเรียนคิด จากนั้นครูคลี่กล่องกระดาษนี้ให้นักเรียนดู แล้วบันทึกภาพรูปคลี่บนกระดาน

3. ครูแนะนำว่ารูปเรขาคณิตสามมิติที่คลี่แล้วหรือรูปที่เขียนแทนรูปที่คลี่นี้ เรียกว่า **รูปคลี่**

4. ครูนำกล่องกระดาษลูกบาศก์
เดิมคลี่ให้นักเรียนดูรูปคลี่ลักษณะอื่น ๆ อีก



จากนั้นให้นักเรียนทดลองปฏิบัติเพื่อหารูปคลี่ที่แตกต่างจากของครู พร้อมทั้งบันทึกรูปคลี่ที่ได้ เช่น



5. ครูสรุปให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของลูกบาศก์และรูปคลี่ของลูกบาศก์ในประเด็นของจำนวนหน้าตัดและหน้าของของลูกบาศก์กับจำนวนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสในรูปคลี่ ลักษณะของหน้าตัดและหน้าข้างของลูกบาศก์กับชนิดของรูปสี่เหลี่ยมในรูปคลี่

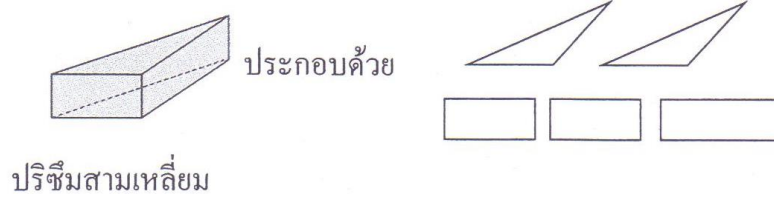
6. ครูนำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก (ที่ไม่ใช่ลูกบาศก์) ปริซึม พีระมิดชนิดต่าง ๆ มาให้นักเรียนพิจารณาและจับคู่กับรูปคลี่ที่ครูนำมา พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล

7. ครูนำรูปกรวย ทรงกระบอก และปริซึมชนิดต่าง ๆ พร้อมทั้งรูปคลี่ ให้นักเรียนพิจารณาทีละชนิด ให้สังเกตความสัมพันธ์ของปริซึมและรูปคลี่ในประเด็นของลักษณะของหน้าตัดและหน้าข้าง จากนั้นครูนำรูปทรงเรขาคณิตสามมิติต่าง ๆ ที่ทำขึ้นจากรูปคลี่ให้นักเรียนลองนึกภาพและเขียนภาพรูปคลี่ของทรงกระบอกแล้วครูตัดและคลี่ให้นักเรียนดูรูปคลี่เพื่อตรวจสอบ

8. แบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มแล้วนำชุดเรขาคณิตสามมิติ ได้แก่ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม และพีระมิดมาอภิปรายถึงลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น โดยเน้นการพิจารณาฐานหรือหน้าตัด ด้านข้าง และการเรียกชื่อเฉพาะตามลักษณะฐานหรือหน้าตัด เพื่อให้ นักเรียนวิเคราะห์ คือรูปคลี่ของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 นำพาปฏิบัติ (แนวคิดเกี่ยวกับ BBL, 4MAT): (ใช้เวลาประมาณ 20 นาที)

แบ่งกลุ่มนักเรียนแล้วให้ใบงานที่ 19 กำหนดรูปคลี่กับรูปเรขาคณิตสามมิติเพื่อให้นักเรียนจับคู่กันให้ถูกต้อง จากนั้นแจกอุปกรณ์ชุดเรขาคณิตสามมิติให้กลุ่มละ 1 ชิ้น พร้อมด้วยรูปคลี่ให้แต่ละกลุ่ม ศึกษารูปเรขาคณิตสามมิตินั้น ๆ ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติใดบ้าง เขียนรูปเรขาคณิตสองมิติเหล่านั้นให้ครบพร้อมยกตัวอย่างดังนี้



ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตชนิดต่าง ๆ ดังนี้

- ปริซึม เช่น ปริซึมสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ห้าเหลี่ยม หกเหลี่ยม
- พีระมิด เช่น พีระมิดฐานสามเหลี่ยม ฐานสี่เหลี่ยม ฐานห้าเหลี่ยม
- กรวย
- ทรงกระบอก
- ลูกบาศก์

โดยนักเรียนอาจใช้รูปคลี่จากตัวอย่างที่ครูกำหนดให้เป็นแบบได้ จากนั้นนักเรียนนำรูปคลี่ที่ได้มาลอกลงบนกระดาษแข็งแล้วตัดเป็นรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตชนิดต่าง ๆ จากนั้นติดภาพประกอบรูปคลี่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

จากการสังเกตผู้เรียนให้ความสนใจ ช่วยกันทำงานที่ได้รับมอบหมาย มีการปรึกษากัน บางกลุ่มมีข้อสงสัยเพิ่มเติม ผู้สอนเป็นผู้ให้คำชี้แนะและพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนประดิษฐ์ตามรูปแบบที่มอบหมาย

ขั้นที่ 5 ความรู้คงอยู่ (แนวคิดเกี่ยวกับ BBL, 4MAT): (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

ผู้สอนให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงาน และชื่นชมกับผลงานที่สร้างขึ้น จากนั้นผู้สอนได้สรุปและเสริมในประเด็นที่ผู้เรียนวาดรูปคลี่ไม่สมบูรณ์อาจเกิดจากการวาดรูปเรขาคณิตสองมิติไม่ตรงกับภาพที่ให้เป็นตัวอย่าง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามประเด็นที่ยังสงสัย

ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันอภิปรายว่าการสร้างรูปคลี่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้หรือไม่ ผู้เรียนบางคนตอบว่านำไปใช้ออกแบบกล่องลูกเต๋า กล่องใส่ดินสอปากกา บ้างก็ตอบว่านำไปสร้างเป็นเกม โดยวาดภาพแต่ละส่วนประกอบของรูปคลี่ และสามารถนำมาพับกระดาษเป็นรูปสัตว์ชนิดต่าง ๆ ได้

5. สื่อการเรียนรู้

- 5.1 แผนภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 5.2 ชุดเรขาคณิตสามมิติ
- 5.3 กล่องกระดาษที่มีลักษณะเป็นลูกบาศก์
- 5.4 รูปคลี่ทรงกระบอกที่ประดิษฐ์จากรูปคลี่
- 5.5 รูปคลี่กรวยที่ประดิษฐ์จากรูปคลี่
- 5.6 ใบงานที่ 19.1
- 5.7 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

6. ชิ้นงาน/ ภาระงาน:

ใบงานที่ 19 จับคู่รูปคลี่กับรูปเรขาคณิตสามมิติ

7. การวัดและประเมินผล

ด้านที่วัดและประเมิน	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
ความรู้ (K)	ทดสอบ	แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	ทำแบบทดสอบได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
	ตรวจชิ้นงาน	แบบประเมินชิ้นงาน	ผ่านเกณฑ์การประเมินที่คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)	สังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ผ่านเกณฑ์การประเมินที่คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	สังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์การประเมินที่คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

(ลงชื่อ).....ครูผู้สอน
(นางสาวศิรินันท์ พรหมดำรง)

ความเห็นของผู้บริหาร

สอนได้ความเห็นอื่น

.....

.....

.....

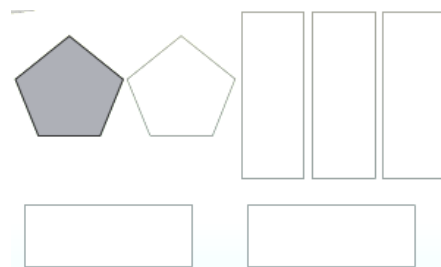
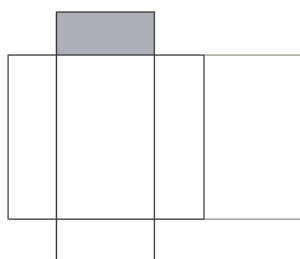
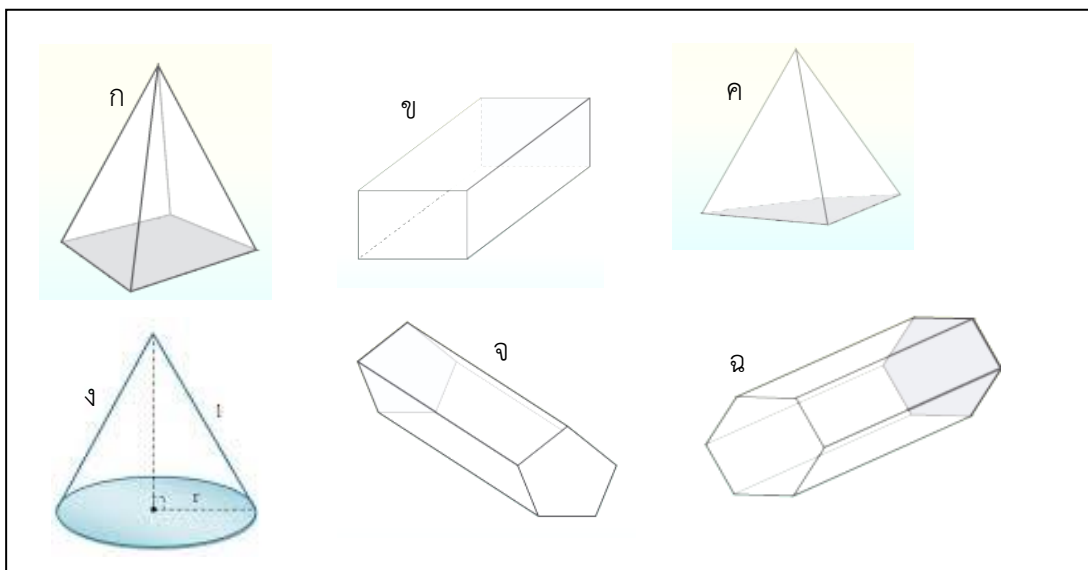
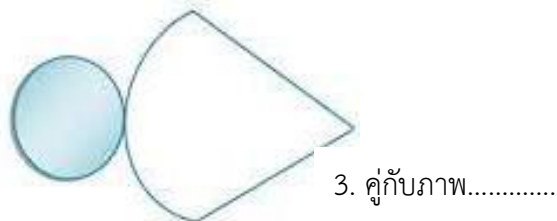
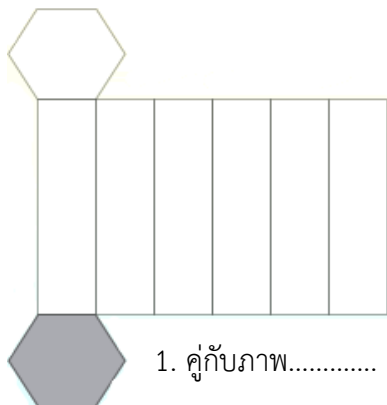
(ลงชื่อ).....ผู้บริหาร
(นายฉัฐนันท์ วิทยาประโคน)

ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านเขว้า

..... 1 / กุมภาพันธ์ / 2556

ใบงานที่ 19

จงจับคู่รูปคลี่หรือรูปเรขาคณิตสองมิติกับรูปเรขาคณิตสามมิติให้ถูกต้อง



ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เรื่องรูปสี่เหลี่ยม)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จำนวนเวลาสอบ 60 นาที (40 คะแนน)

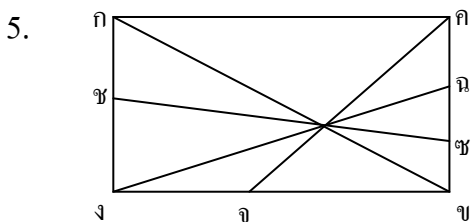
คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้มี 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัย จำนวน 26 ข้อ 26 คะแนน

ตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ 14 คะแนน

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

- | | |
|---|---|
| <p>1. รูปสี่เหลี่ยมชนิดใดมีด้านยาวเท่ากันและมุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉาก</p> <p>ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส</p> <p>ข. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน</p> <p>ค. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู</p> <p>ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว</p> <p>2. รูปสี่เหลี่ยมในข้อใดที่ไม่มีด้านคู่ใดขนานกันเลยแต่มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากันหนึ่งคู่</p> <p>ก. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู</p> <p>ข. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส</p> <p>ค. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า</p> <p>ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว</p> <p>3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน</p> | <p>ก. ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน
มุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก</p> <p>ข. ด้านติดกันยาวเท่ากันสองคู่
มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากันหนึ่งคู่</p> <p>ค. ด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน
มุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก</p> <p>ง. ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน
มุมทุกมุมเป็นมุมฉาก</p> <p>4. รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามขนานกันเพียงคู่เดียว เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด</p> <p>ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส</p> <p>ข. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน</p> <p>ค. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู</p> <p>ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว</p> |
|---|---|



ข้อใดเป็นเส้นทแยงมุมของ
รูปสี่เหลี่ยม กขคข

- ก. กข ข. จค
ค. คข ง. ขข

6. รูปสี่เหลี่ยมข้อใดที่มีเส้นทแยงมุมยาว
เท่ากันทั้ง 2 เส้น

- ก. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว
รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
ข. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

- ค. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว
รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

7. รูปสี่เหลี่ยมข้อใดที่เส้นทแยงมุม
แต่ละเส้นตัดกันไม่เป็นมุมฉาก

- ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
ค. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว
ง. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

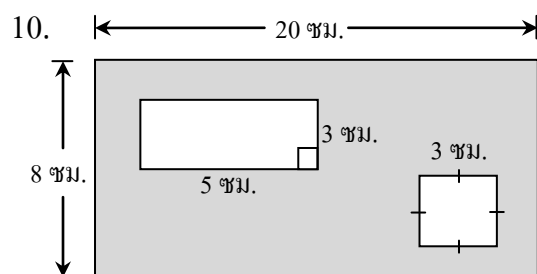
8. เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด

ตัดกันเป็นมุมฉาก

- ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
ค. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู
ง. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

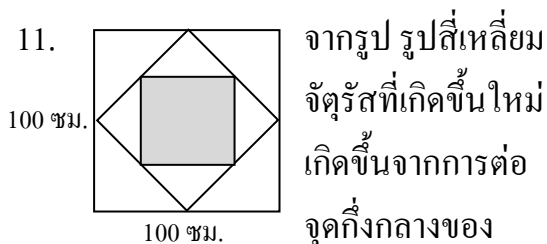
9. ข้อใดเป็นเท็จ

- ก. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีเส้นทแยงมุม
ตัดกันเป็นมุมฉาก
ข. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
มีเส้นทแยงมุมยาวไม่เท่ากัน
ค. รูปสี่เหลี่ยมคางหมูมีด้านขนานกันหนึ่งคู่
ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวมีเส้นทแยงมุม
ตัดกันเป็นมุมฉาก



จากรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้
พื้นที่ส่วนที่ระบายสีเป็นเท่าไร

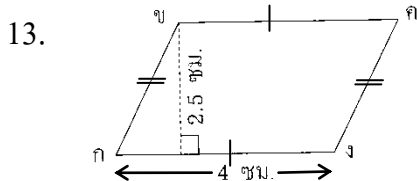
- ก. 24 ตารางเซนติเมตร
ข. 135 ตารางเซนติเมตร
ค. 136 ตารางเซนติเมตร
ง. 160 ตารางเซนติเมตร



รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปเดิมเสมอ
จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ระบายสี

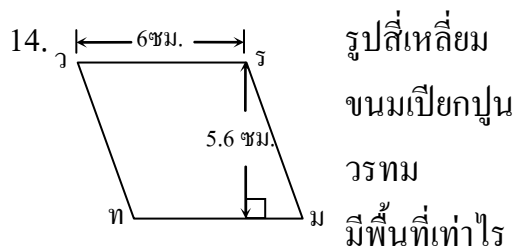
- ก. 1,600 ตารางเซนติเมตร
 - ข. 2,000 ตารางเซนติเมตร
 - ค. 2,500 ตารางเซนติเมตร
 - ง. 5,000 ตารางเซนติเมตร
12. รูปสี่เหลี่ยมในข้อใดมีพื้นที่มากที่สุด

- ก. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 6 เมตร ยาว 8.5 เมตร
- ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 9 เมตร ยาว 4.1 เมตร
- ค. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีด้านยาวด้านละ 7.2 เมตร
- ง. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีด้านยาวด้านละ 7.199 เมตร

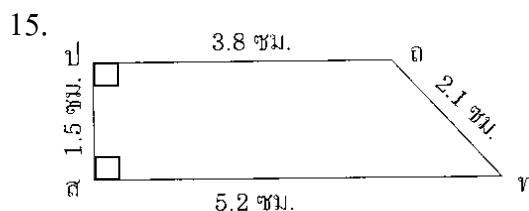


รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน กขคง มีพื้นที่เท่าไร

- ก. 6.5 ตารางเซนติเมตร
- ข. 10 ตารางเซนติเมตร
- ค. 12 ตารางเซนติเมตร
- ง. 13 ตารางเซนติเมตร

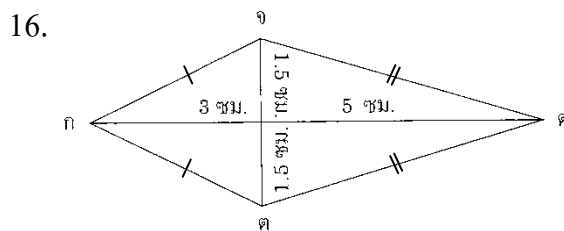


- ก. 30 ตารางเซนติเมตร
- ข. 33.6 ตารางเซนติเมตร
- ค. 36 ตารางเซนติเมตร
- ง. 56.6 ตารางเซนติเมตร



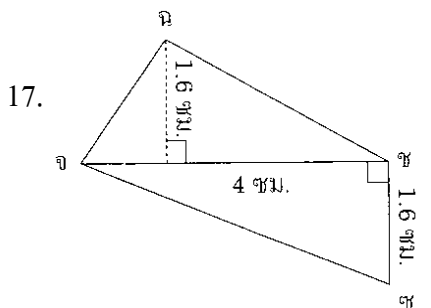
รูปสี่เหลี่ยมคางหมู สปถท มีพื้นที่เท่าไร

- ก. 3.6 ตารางเซนติเมตร
- ข. 5 ตารางเซนติเมตร
- ค. 7.5 ตารางเซนติเมตร
- ง. 9 ตารางเซนติเมตร



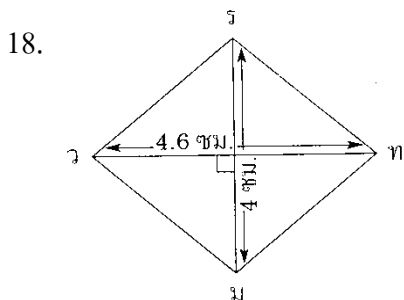
รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว กจคด มีพื้นที่เท่าไร

- ก. 12 ตารางเซนติเมตร
- ข. 15 ตารางเซนติเมตร
- ค. 18 ตารางเซนติเมตร
- ง. 21 ตารางเซนติเมตร



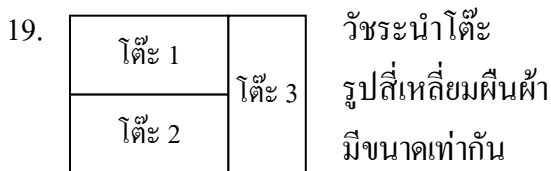
รูปสี่เหลี่ยม จกชช มีพื้นที่เท่าไร

- ก. 3.2 ตารางเซนติเมตร
ข. 4 ตารางเซนติเมตร
ค. 6.4 ตารางเซนติเมตร
ง. 8 ตารางเซนติเมตร



รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน วรทม มีพื้นที่เท่าไร

- ก. 5.4 ตารางเซนติเมตร
ข. 8.6 ตารางเซนติเมตร
ค. 9.2 ตารางเซนติเมตร
ง. 18.4 ตารางเซนติเมตร



3 ตัวมาต่อกันดังรูป ถ้าพื้นที่ทั้งหมดของโต๊ะเป็น 1,350 ตารางเซนติเมตร ความยาวรอบรูปของโต๊ะที่นำมาต่อกันแล้วยาวเท่าไร

- ก. 90 เซนติเมตร ข. 120 เซนติเมตร
ค. 150 เซนติเมตร ง. 180 เซนติเมตร

20. ที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 20 เมตร ยาว 55 เมตร ถ้าต้องการล้อมรั้ว ลวดหนามรอบที่ดิน จำนวน 4 ชั้น จะต้องใช้ลวดหนามยาวอย่างน้อยกี่เมตร
ก. 600 เมตร ข. 700 เมตร
ค. 800 เมตร ง. 900 เมตร

21. ลูกแดงต้องการ रोपण ขาวบนที่นาเพื่อ ขุดบ่อเลี้ยงปลา ซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีพื้นที่ดิน 5,625 ตารางเมตร จะต้อง रोपण ขาวเป็นระยะทางกี่เมตร
ก. 300 เมตร ข. 400 เมตร
ค. 600 เมตร ง. 750 เมตร

22. กระจกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีพื้นที่ 360 ตารางเซนติเมตร ถ้ากระจกแผ่นนี้ มีความกว้าง 15 เซนติเมตร จงหา ความยาวรอบรูปของกระจกแผ่นนี้ เป็นเท่าไร
ก. 30 เซนติเมตร ข. 60 เซนติเมตร
ค. 78 เซนติเมตร ง. 80 เซนติเมตร

23. พื้นที่ห้องประชุมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 10 เมตร ยาว 12 เมตร ต้องการ ปูกระเบื้องให้เต็มพื้นที่ห้องประชุม กระเบื้องราคาถ่อละ 150 บาท ปูพื้นที่ได้ 1.5 ตารางเมตร จะต้องซื้อ กระเบื้องเป็นเงินทั้งหมดเท่าไร
ก. 9,600 บาท ข. 11,000 บาท
ค. 12,000 บาท ง. 15,000 บาท

24. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน 4 รูป ทุกรูป
มีฐานยาวเท่ากัน และเส้นรอบรูป
ยาวเท่ากัน รูปที่มีมุมขนาดที่องศา
จะมีพื้นที่มากที่สุด
- ก. 60 องศา ข. 80 องศา
ค. 120 องศา ง. 150 องศา
25. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่ 75
ตารางเซนติเมตร มีด้านกว้างเท่ากับ
ความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
มีพื้นที่ 25 ตารางเซนติเมตร
รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านยาวเท่าไร
- ก. 5 เซนติเมตร ข. 10 เซนติเมตร
ค. 12 เซนติเมตร ง. 15 เซนติเมตร
26. กระจกแผ่นหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยม
ด้านขนาน มีพื้นที่ 540 ตารางเซนติเมตร
และมีฐานยาว 30 เซนติเมตร
กระจกแผ่นนี้มีความสูงกี่เซนติเมตร
- ก. 16 เซนติเมตร ข. 18 เซนติเมตร
ค. 20 เซนติเมตร ง. 24 เซนติเมตร

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จนวน ให้มีด้านยาว ด้านละ 3 เซนติเมตร (2 คะแนน)
2. จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ราวาน ให้มีด้านยาว ยาว 4.5 เซนติเมตร และด้านกว้าง ยาว 3 เซนติเมตร (2 คะแนน)
3. จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กอรัม ให้มีด้านยาว ยาว 2.5 เซนติเมตร และด้านกว้าง ยาว 5.5 เซนติเมตร (2 คะแนน)
4. จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมยรว ให้ มย ยาว 5.5 เซนติเมตร ยีร ยาว 4 เซนติเมตร และ มยร์ มีขนาด 100 องศา (2 คะแนน)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เรื่องรูปทรง และปริมาตร)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จำนวนเวลาสอบ 45 นาที (26 คะแนน)

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบแบบมีตัวเลือก จำนวน 26 ข้อ 26 คะแนน กำหนดให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

- | | |
|---|--|
| <p>1. รูปเรขาคณิต และทรงเรขาคณิตต่างกันในเรื่องใด</p> <p>ก. ความกว้าง ข. ความยาว</p> <p>ค. ความหนา ง. เส้นทแยงมุม</p> <p>2. สิ่งของข้อใดมีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตต่างจากข้ออื่น</p> <p>ก. กล่อง ข. ตู้</p> <p>ค. ลูกบอล ง. ปิ๊บ</p> <p>3. ผ่าแดงโมออกเป็น 2 ส่วน หน้าตัดของแดงโมเป็นรูปอะไร</p> <p>ก. รูปสามเหลี่ยม ข. รูปสี่เหลี่ยม</p> <p>ค. ทรงกระบอก ง. รูปวงกลม</p> <p>4. ข้างหลามมีลักษณะใกล้เคียงกับรูปทรงใด</p> <p>ก. ทรงกลม ข. ทรงกรวย</p> <p>ค. ทรงกระบอก ง. ทรงปริซึม</p> <p>5. ทรงกระบอกผ่าครึ่งตามยาว รูปหน้าตัดตามระนาบความยาวเป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด</p> <p>ก. วงกลม ข. วงรี</p> <p>ค. สามเหลี่ยม ง. สี่เหลี่ยม</p> | <p>6. รูปทรงเรขาคณิตข้อใดที่ไม่มีรูปสี่เหลี่ยมเป็นส่วนประกอบ</p> <p>ก. กรวย</p> <p>ข. ปริซึมสามเหลี่ยม</p> <p>ค. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม</p> <p>ง. ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p> <p>7. การเรียกชื่อของพีระมิด เรียกตามสิ่งใด</p> <p>ก. รูปทรง</p> <p>ข. ขนาดของพีระมิด</p> <p>ค. ปริมาตรของพีระมิด</p> <p>ง. ฐานของพีระมิด</p> <p>8. ด้านข้างของพีระมิดเป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด</p> <p>ก. รูปสามเหลี่ยม ข. รูปสี่เหลี่ยม</p> <p>ค. รูปห้าเหลี่ยม ง. รูปหกเหลี่ยม</p> <p>9. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมประกอบด้วยรูปอะไรบ้าง</p> <p>ก. รูปสามเหลี่ยม 4 รูป รูปสี่เหลี่ยม 1 รูป</p> <p>ข. รูปสามเหลี่ยม 3 รูป รูปสี่เหลี่ยม 1 รูป</p> <p>ค. รูปสามเหลี่ยม 1 รูป รูปสี่เหลี่ยม 2 รูป</p> <p>ง. รูปสามเหลี่ยม 2 รูป รูปสี่เหลี่ยม 3 รูป</p> |
|---|--|

10. ปริซึมหกเหลี่ยมมีหน้าตัดเป็นรูปชนิดใด

- ก. รูปสามเหลี่ยม
- ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- ค. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- ง. รูปหกเหลี่ยม

11. หากนำลูกเต๋านขนาดเท่ากัน 6 ลูกวางซ้อนกันในแนวตั้ง

จะเกิดทรงเรขาคณิตชนิดใด

- ก. พีระมิด
- ข. ปริซึม
- ค. ทรงกระบอก
- ง. กรวย

12. ทรงเรขาคณิตข้อใดมีหน้าตัด

ไม่เป็นรูปวงกลม

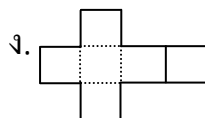
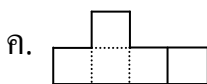
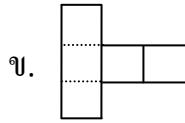
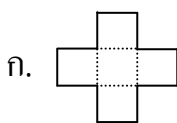
- ก. ทรงกระบอก
- ข. กรวย
- ค. ปริซึม
- ง. ทรงกลม



จากรูป ถ้านำมาพับตามรอยเส้นจะได้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด

- ก. ทรงกลม
- ข. ทรงกระบอก
- ค. กรวย
- ง. ปริซึม

14. นำกล่องกระดาษดังรูปมาคลี่ออก จะได้ดังรูปในข้อใด



15. ทรงเรขาคณิตชนิดใดประกอบด้วย

รูปสามเหลี่ยม 2 รูป และรูปสี่เหลี่ยม 3 รูป

- ก. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม
- ข. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม
- ค. ปริซึมฐานสี่เหลี่ยม
- ง. ปริซึมฐานสามเหลี่ยม

16. ตู้เย็นมีลักษณะคล้ายรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด และมีหน้าทุกหน้าเป็นรูปอะไร

- ก. รูปทรงกระบอก รูปวงกลม
- ข. รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยม
- ค. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม
- ง. ปริซึมหกเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม

17. ข้อใดไม่ถูกต้อง

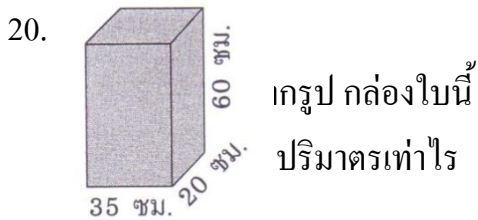
- ก. รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยม
- ข. รูปทรงกระบอก ประกอบด้วย รูปสามเหลี่ยม
- ค. ปริซึม ประกอบด้วย รูปสี่เหลี่ยม
- ง. พีระมิด ประกอบด้วย รูปสามเหลี่ยม

18. ด้านข้างของรูปปริซึมทุกรูป

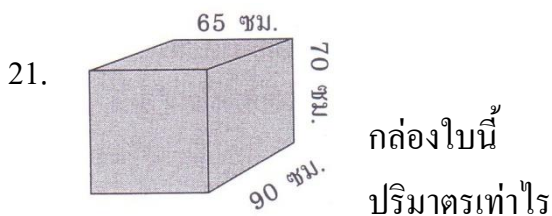
จะเป็นรูปเรขาคณิตชนิดใด

- ก. สามเหลี่ยม
- ข. สี่เหลี่ยม
- ค. ห้าเหลี่ยม
- ง. หกเหลี่ยม

19. ทรงพีระมิดฐาน 5 เหลี่ยม ประกอบด้วย
รูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใด และมีจำนวนเท่าใด
- ก. รูปสามเหลี่ยม 5 รูป
และรูปห้าเหลี่ยม 2 รูป
- ข. รูปสี่เหลี่ยม 5 รูป
และรูปห้าเหลี่ยม 2 รูป
- ค. รูปสี่เหลี่ยม 5 รูป
และรูปห้าเหลี่ยม 1 รูป
- ง. รูปห้าเหลี่ยม 1 รูป
และรูปสามเหลี่ยม 5 รูป



- ก. 20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 35,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 42,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 60,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร



- ก. 409,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 650,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 700,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 900,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

22. ถ้าต้องการนำลูกบาศก์ขนาด 4 เซนติเมตร
วางเรียงในกล่องที่มีความกว้าง
24 เซนติเมตรยาว 24 เซนติเมตร
สูง 4 เซนติเมตรจะต้องใส่ลูกบาศก์กี่ลูก
จึงจะเต็มกล่องพอดี
- ก. 24 ลูก ข. 36 ลูก
- ค. 38 ลูก ง. 42 ลูก
23. สระน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 25 เมตร
ยาว 50 เมตร และลึก 2 เมตร จะหาความจุ
ได้อย่างไร
- ก. $25 + 50 + 2$ ลูกบาศก์เมตร
- ข. $25 \times 50 + 2$ ลูกบาศก์เมตร
- ค. $25 \times 50 \times 2$ ลูกบาศก์เมตร
- ง. $25 + 50 \times 2$ ลูกบาศก์เมตร
24. บุญชูต้องการขุดบ่อเลี้ยงปลา
ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 25 เมตร
ยาว 60 เมตร ลึก 1.5 เมตร จะต้องตัดดิน
ออกเป็นปริมาตรกี่ลูกบาศก์เมตร
- ก. 1,500 ลูกบาศก์เมตร
- ข. 1,875 ลูกบาศก์เมตร
- ค. 2,200 ลูกบาศก์เมตร
- ง. 2,250 ลูกบาศก์เมตร

25. ห้องประชุมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
กว้าง 6.5 เมตร ยาว 20 เมตร
เทพื้นคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตร
ต้องใช้คอนกรีตทั้งหมดเท่าไร
- ก. 13 ลูกบาศก์เมตร
ข. 120 ลูกบาศก์เมตร
ค. 130 ลูกบาศก์เมตร
ง. 1,200 ลูกบาศก์เมตร

26. กระดาษแข็งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
กว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร
ถูกตัดมุมทั้งสี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
ยาวด้านละ 4 เซนติเมตร แล้วพับขึ้นเป็น
รูปกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
จะได้กล่องจุเท่าไร
- ก. 384 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ข. 576 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ค. 768 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ง. 1,280 ลูกบาศก์เซนติเมตร
-

ภาคผนวก ฅ
แบบวัดเจตคติ

แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งในการกรอกความคิดเห็นครั้งนี้ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องหรือผิด แต่ละคนความคิดเห็นแตกต่างกัน และไม่ต้องเกรงการทราบบว่าใครคือผู้ตอบแบบสอบถามนี้ จึงไม่มีผลกระทบต่อให้นักเรียนให้นักเรียนอ่านและใช้ความคิดตัดสินใจด้วยตนเอง

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาท้าทายความคิดของมนุษย์					
2. วิชาคณิตศาสตร์ไม่ได้ช่วยในการประกอบอาชีพ					
3. วิชาคณิตศาสตร์ช่วยในการพัฒนาสมอง					
4. วิชาคณิตศาสตร์มีประโยชน์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
5. วิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีไหวพริบดี					
6. วิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนหมดกำลังใจ					
7. วิชาคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความเจริญทางด้านเทคโนโลยี					
8. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้ยาก					
9. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไร้สาระ					
10. วิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความวิตกกังวล					
11. เป็นการเสียเวลาที่ต้องมาเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
12. วิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความเครียด					
13. ฉันชอบศึกษาและทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ครูจะสอนล่วงหน้า					
14. ถ้าเลือกได้ฉันจะเลือกไม่เรียนวิชาคณิตศาสตร์					
15. ฉันชอบเล่นเกมคณิตศาสตร์					
16. ฉันชอบทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง					

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
17. ถ้าเลือกได้ฉันอยากเรียนวิชาอื่นที่ไม่ใช่วิชา คณิตศาสตร์					
18. ฉันใฝ่ฝันที่จะเข้าแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์					
19. ฉันชอบทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มากกว่า กิจกรรมอื่น					
20. ฉันให้ความสำคัญในการสอบวิชาคณิตศาสตร์					

ความคิดเห็นอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ญ

ภาพประกอบกิจกรรมการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์

โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนกลุ่มทดลอง

ขั้นที่ 1 คลายสมอง



นั่งสมาธิเพื่อความผ่อนคลาย



ดื่มนมเพิ่มพลังสมองก่อนเรียน

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงประสบการณ์



เล่นเกมจับคู่เรขาคณิตเชื่อม โยงเนื้อหาเดิมสู่ประสบการณ์ใหม่



นักเรียนสาละวนหากรูปร่างเรขาคณิตต่าง ๆ อย่างสนุกสนาน

ชั้นที่ 3 เรียนรู้เนื้อหา



มาคุยกันสิว่านักเรียนจับกลุ่มเรขาคณิตกันถูกหรือไม่



สอนเนื้อหาโดยใช้แบบจำลองเสมือนจริง



นักเรียนตั้งใจฟังครูสอน



สอนเนื้อหาโดยเสริมเนื้อหาจากแบบจำลอง

ขั้นที่ 4 นำพาปฏิบัติ



ให้คำแนะนำนักเรียนอย่างใกล้ชิด



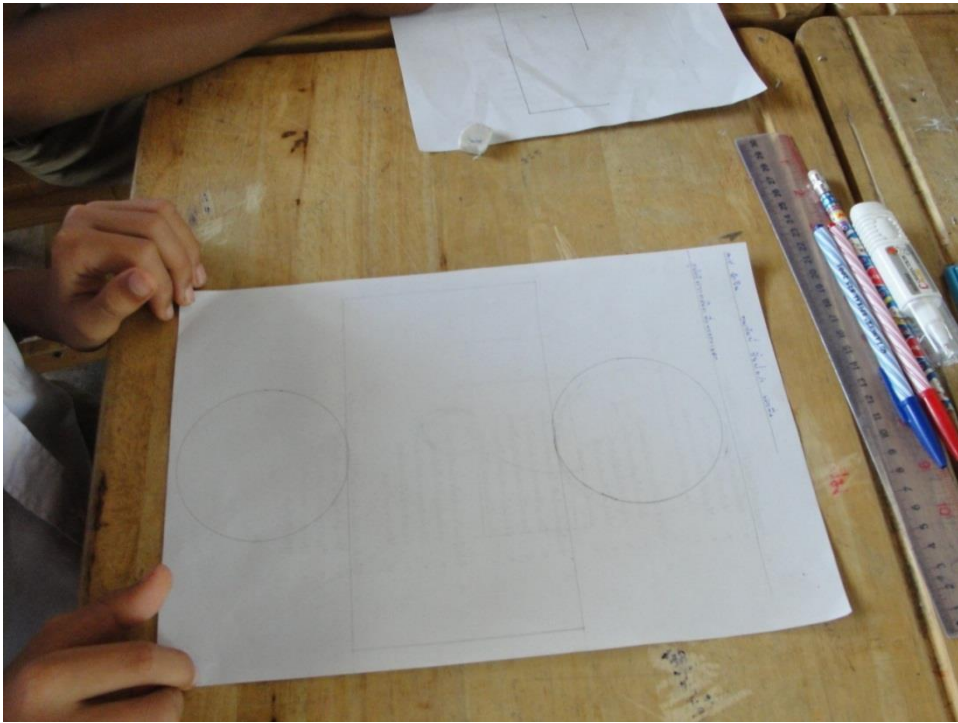
ครูประจำชั้นทำความเข้าใจในการเรียนการสอนช่วยกันดูแลนักเรียนฝึกปฏิบัติ



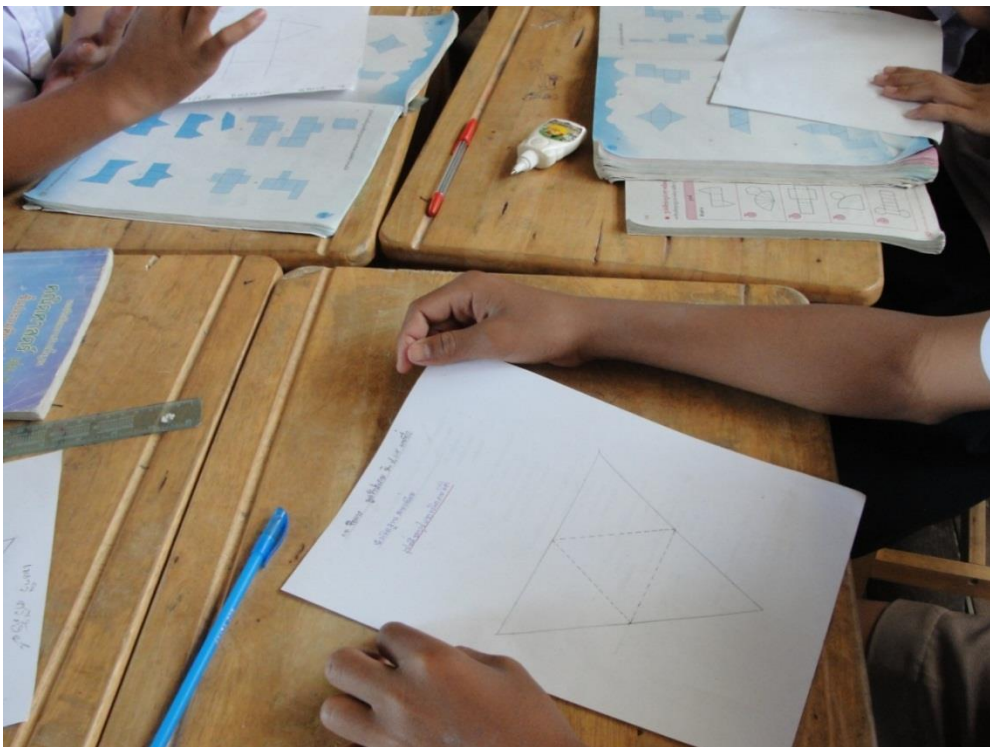
อีกวัน ในการฝึกออกแบบรูปคดี



ใช้เครื่องมือในการสร้างและออกแบบอย่างตั้งใจ



กระบวนการฝึกฝนออกแบบรูปคดี



ขั้นที่ 5 ความรู้คงอยู่



ช่วยกันปั้นดินน้ำมันอย่างสนุกสนาน



กิจกรรมกลุ่มตามที่ได้จับคู่กันตั้งแต่ขั้นแรก



เสร็จแล้วนะ..พวกเราร่วมด้วยช่วยกัน



กลุ่มนี้ทำได้สวยและเสมือนจริงที่สุด



สร้างชิ้นงาน โดยแบ่งกลุ่มทำงาน



ประดิษฐ์ด้วยความมุ่งมั่นตั้งใจ



ผลงานเบื้องต้นที่ผู้เรียนช่วยกันสร้างสรรค์



การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาคณิตศาสตร์