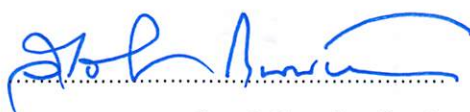


การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

วราภรณ์ โกชน์มาก

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
สิงหาคม 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อัมรงโสดิสกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

สิงหาคม 2564

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	วราภรณ์ โภชน์มาก
สถานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อ่างใสตติสกุล
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564
คำสำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มโนทัศน์ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ดำเนินการศึกษา ค้นคว้าตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง จำนวน 45 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random Sampling) ซึ่งใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ ค่า t -test (One Group Pretest – Posttest Design)

ผลการวิจัย พบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.59$) แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.56$) และมีประสิทธิภาพ 79.06/78.72 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. มโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรม
การเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Title THE DEVELOPMENT LEARNING ACTIVITY ON BRAIN –
 BASED LEARNING APPROACH TO ENHANCE THE
 CONCEPT AND MATHEMATICS PROBLEM SOLVING
 ABILITY ON DECIMAL FOR GRADE 4 STUDENTS

Author Waraporn Photmak

Advisor Assistant Professor Wichian Thamrongsothisakul, Ph.D.

Academic Paper Independent Study M.Ed. in Curriculum and Instruction,
 Naresuan University, 2021

Keywords Learning Activity, Brain – based learning, Concepts,
 Problem solving ability in mathematics.

ABSTRACT

The purposes of this study were 1) to create and evaluate the efficiency of learning activity on brain – based learning approach to enhance the concept and Mathematics problem solving ability on fraction for grade 4 students which follow the criteria of 80/80 2) try using learning activity on brain – based learning. Follow the process of research and development. A sample group was forty – five four grade students who were studying during semester 2 academic year 2018 at Bannoenmaprang School that were chosen by Simple random Sampling. The research instruments were the lesson plans, the achievement test of concept on fraction and the achievement test of Mathematics problem solving ability on fraction. The statics which used for data analysis are the mean (\bar{X}), the standard deviation (S.D.) and t-test One Group Pretest – Posttest Design.

These study result:

1. The result of learning activity on brain – based learning approach to enhance the concept and Mathematics problem solving ability. The evaluation by showed that these activities were appropriateness at the highest level ($\bar{X} = 4.59$), the lesson plans were appropriated at the highest level ($\bar{X} = 4.56$) and had the efficiency at 79.06/78.72 which meet the specified criteria.

2. The concept achievement on fraction for students after used of learning activity with higher than before learning with the defined significantly of statistic at .05

3. The communication abilities of Mathematics problem solving ability on fraction for students after used of learning activity with higher than before learning with the defined significantly of statistic at .05

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ธำรงโสทธิสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาในการทำการค้นคว้าอิสระนี้ จนทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุก ๆ ท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และคณาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ที่ได้ให้คำแนะนำสั่งสอน อันเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ สุภาพ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร นางพรพิมล อ่อนศรี อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ นางอุษา ชัยเสนา ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไข และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนทำให้วิจัยครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณภาพดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ นายกมล สุมาลา ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านเนินมะปราง คณะครู และนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมืออย่างยิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้

เหนือสิ่งอื่นใด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้ความห่วงใย และให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

วราภรณ์ โภชน์มาก

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาของปัญหา.....	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
	ขอบเขตของการวิจัย.....	5
	ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	9
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
	สมมติฐานของการวิจัย.....	10
	ประโยชน์ของงานวิจัย.....	10
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
	มาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)	12
	กิจกรรมการเรียนรู้.....	19
	การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน Brain – Based Learning.....	27
	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	57
	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	77
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	84

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	89
	ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	89
	ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	99
4	ผลการวิจัย.....	113
	ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	114
	ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	120

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	บทสรุป.....	123
	สรุปผลการวิจัย.....	123
	อภิปรายผล.....	124
	ข้อเสนอแนะ.....	127
	บรรณานุกรม.....	129
	ภาคผนวก.....	138
	ประวัติผู้วิจัย.....	176

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงมาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้.....	14
2 แสดงโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 รหัสวิชา ค 14101 จำนวน 80 ชั่วโมง.....	17
3 แสดงการวิเคราะห์หลักการของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	43
4 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน.....	56
5 แสดงการให้คะแนนโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	76
6 แสดงการวิเคราะห์การเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และจำนวนชั่วโมง โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 14101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	91
7 แสดงจำนวนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัยเลือกตอบ.....	100
8 แสดงจำนวนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย.....	101
9 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย.....	102
10 แสดงจำนวนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย.....	104
11 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย.....	105
12 แสดงแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design.....	106
13 แสดงผลการพิจารณาการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	115

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
14 แสดงผลการพิจารณาการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	117
15 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมด้านภาษาและเวลาของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 คน.....	119
16 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คน ตามเกณฑ์ 80/80.....	119
17 แสดงผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	120
18 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	121
19 แสดงผลการพิจารณาการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	164
20 แสดงผลการพิจารณาการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน.....	166
21 แสดงผลการหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์แบบปรนัย เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	167
22 แสดงผลการหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัย เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	168

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
23	แสดงผลการหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	169
24	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ แบบปรนัย เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	169
25	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ แบบอัตนัย เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	170
26	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	170
27	แสดงคะแนนการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้.....	232
28	แสดงคะแนนการทดสอบวัดมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการหาค่า t-test แบบ One Group Pretest – Posttest Design.....	234
29	แสดงคะแนนการทดสอบวัดการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนโดยการหาค่า t-test แบบ One Group Pretest – Posttest Design.	235

สารบัญรูปภาพ

ภาพ

หน้า

- 1 แสดงผังความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักสำคัญในการจัดทำแผนการจัดการ
การเรียนรู้..... 21

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1)

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาพื้นฐาน ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นอย่างมาก แต่ในปัจจุบันหากพิจารณาจากผลการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนจากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test : O - net) ที่บ่งชี้ว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 5) สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติปีการศึกษา 2560 พบว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระดับประเทศได้คะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2558 - 2560 ดังนี้ 46.99 , 46.21 และ 38.29 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กรมวิชาการตั้งไว้ สาเหตุหนึ่งที่ทำให้คะแนนจากการทดสอบต่ำกว่าเกณฑ์อาจเนื่องมาจากนักเรียนขาดมโนทัศน์ หรือมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งอัมพร ม้าคอง (2552, หน้า 2-3) ได้กล่าวว่า ผู้เรียนขาดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แต่เรียนโดยการท่องจำ ทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์แบบซ้ำ ๆ หรือแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีการที่คุ้นเคยกับที่สอนในห้อง จะไม่เข้าใจความหมาย ที่มา ความสำคัญและเนื้อหาของคณิตศาสตร์ที่เรียน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการทำให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความหมายและมีประโยชน์มากกว่าวิชาที่ว่าด้วยการคิดคำนวณเกี่ยวกับตัวเลขและการดำเนินการซ้ำ ๆ ผู้เรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดี มักเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้ สามารถอธิบาย

ความรู้เหล่านั้นได้อย่างชัดเจนและสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่าง สมเหตุสมผล มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนย่อมส่งผลเสียต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

หากจะกล่าวถึงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Concept) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญ สำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาหรือนำไปใช้ สำหรับ นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มักสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้ง มีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยงและคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้ดีด้วย (สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) แต่จากการที่นักเรียนอาจได้รับจากการสอนเนื้อหาไม่ เพียงพอ การคิดอย่างไม่เป็นระบบ หรือความจำที่บกพร่อง จะก่อให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นปัญหาหนึ่งที่น่าไปสู่ความยากลำบากในการเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่แนวคิดในระดับประถม ไปจนถึงการเรียนแคลคูลัส (Allen, 2007) ได้กล่าวไว้ว่า “มโนทัศน์พื้นฐานที่คลาดเคลื่อนจะ ก่อให้เกิดปัญหาในการเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงขึ้นไป ซึ่งหากผู้เรียนมีมโนทัศน์เดิมคลาดเคลื่อน ย่อมส่งผลกระทบต่อการศึกษา การแสดงวิธีทำและการเรียนรู้เนื้อหาที่สูงขึ้นอีกต่อไป” ส่วนในด้าน ของครูนั้นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก็เป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้การสอนของครูไม่เห็นผล ดังนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะตระหนักถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและสอนนักเรียน ใหม่เพื่อแก้ไขความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ถูกต้อง (Allen, 2007)

การสร้างมโนทัศน์เป็นกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด ซึ่งครูผู้สอนจะต้องทำการ วางแผนการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ โดยอาจใช้สถานการณ์หรือการใช้คำถามกระตุ้น ให้นักเรียนคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ที่ต้องการ กระบวนการสร้างมโนทัศน์จะต้องส่งเสริมให้ ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์นั้นคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ในลักษณะที่ซับซ้อนขึ้น และเชื่อมโยงประสบการณ์กับความรูที่มีอยู่ ซึ่งในที่สุดผู้เรียนจะได้มโนทัศน์ จากการสร้างความหมายด้วยตนเอง แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างมโนทัศน์นี้ได้รับอิทธิพล ส่วนหนึ่งมา จากแนวคิดของ Taba (1966) ที่เน้นให้ผู้สอนได้พัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียน และใช้รูปแบบนิรนัย ในการสอน จุดประสงค์การสร้างมโนทัศน์คือการทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะแนวคิดต่าง ๆ และ ขยายจากตัวอย่างเฉพาะไปสู่ประเภทของมโนทัศน์ที่กว้างขึ้น และมีลักษณะของตัวอย่างเหล่านั้น เป็นการใช้ความคิดระดับสูงกระทำกับวิธีที่จะจัดโครงสร้างแนวคิดและตัวอย่าง เพื่อสรุป ความหมายและเพื่อแปลงไปสู่การนำไปใช้ (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 14)

จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนพบว่า การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นมาก ถือได้ว่าเป็นหัวใจหลักในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และยังช่วยฝึกทักษะและ กระบวนการคิดให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาเป็น ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมลำดับขั้นตอนของ

การแก้ปัญหาต่าง ๆ ส่งเสริม ซึ่งแนะแนวทางที่ถูกต้องแก่นักเรียน นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหาหรือเกมที่น่าสนใจ ทำท่ายให้อายากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนหรือผู้เรียนแต่ละกลุ่มโดยอาจเริ่มด้วยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ก่อนต่อจากนั้นจึงเพิ่ม สถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถสูงผู้สอนควรเพิ่มปัญหาที่ยากซึ่งต้องใช้ความรู้ที่ซับซ้อนหรือมากกว่าที่กำหนดไว้ในหลักสูตรให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 85)

ผู้วิจัยจึงหาแนวทางพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น วิธีการหนึ่ง นั่นก็คือ การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-Based Learning หรือ BBL) เป็นการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้หรือการจัดการเรียนรู้ที่มีมุมมองต่อการเรียนรู้โดยอาศัยความรู้ความเข้าใจการทำงานของสมอง ทำให้ได้เห็นกระบวนการเรียนรู้ (กระบวนการทำงานของสมอง) และสามารถนำมาใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนได้ แนวคิดนี้พัฒนาโดย Caine & Caine (Caine, Renate Nummela; Caine, Geoffrey) ในช่วงปี 1991 หลักการของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สรุปเป็นสาระสำคัญเพื่อนำมาใช้ในการสอน มี 5 ประการ ดังนี้ (สุนทรี อารังโสติสกุล, 2560)

1. การเรียนรู้ที่มีเป้าหมายเป็นการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้เรียนจะพยายามปฏิบัติให้ได้ตามความคาดหวังของตน เมื่อผู้เรียนมีความสนใจ ก็จะมีความตั้งใจ ความตั้งใจและเป้าหมายจะทำให้สถานการณ์ปัญหาต่างๆ กลายเป็นความท้าทาย เกิดความต้องการเอาชนะ อันเป็นสภาวะทางอารมณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

2. การสร้างบรรยากาศระหว่างการเรียนรู้ต้องให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มีความท้าทาย ตื่นตัว ปลอดภัยและเป็นมิตร และต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากเมื่อมีความคาดหวังจึงอาจมีความกดดันหรือความเครียด

3. การเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติเท่ากับสมองมีประสบการณ์รับรู้ผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การจัดให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ผ่านประสาทสัมผัส เป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือความรู้ใหม่แล้วคิดและทำความเข้าใจ เชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนแล้ว เป็นพื้นฐานเพื่อจะให้ได้ความรู้ใหม่ ทำให้ข้อมูลที่เข้ามาใหม่มีความหมายต่อผู้เรียน และทำให้ความจำในการเรียนรู้เกิดเร็วขึ้น

4. กระบวนการเรียนรู้แบบท่องจำ ทำซ้ำ ผีฝน มีขั้นตอน คือ ออกเสียง ท่องจำ ทำซ้ำ ๆ เจ้าของสมองได้ยินเสียงของตัวเอง ได้ลงมือและเห็นสิ่งที่ตัวเองทำ สิ่งที่ยากหรือสับสนกลายเป็นข้อมูลย้อนป้อนกลับเข้าไปในสมองใหม่อีก ถือว่าเป็นการลงมือสอนตัวเอง ทำให้จดจำได้และมีความชำนาญ เน้นให้จำรูปแบบ

5. การประยุกต์ความรู้ไปใช้ในเรื่องต่าง ๆ การผสมผสานสิ่งที่รู้เข้ากับเรื่องที่ได้เรียนรู้อื่น ๆ นำไปสู่การมีความรู้ ความคิดที่สูงขึ้น และมีความคิดสร้างสรรค์ และเมื่อได้ขัดเกลาและปรับปรุงผลงานจากการใคร่ครวญความคิดเห็นของตนเองและผู้อื่น ทำให้สามารถเข้าใจความรู้นั้นได้ดียิ่งขึ้น

มีงานวิจัยจำนวนมากหลายเรื่องที่น่าแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังเช่นงานวิจัยของ อัมพร ม้าคนอง (2552) การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ; วาสนา ภูมิ (2555) ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ; อังสนา ศรีสวนแดง (2555) การพัฒนาผลการเรียนรู้ ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL ; กาญจนา ไผ่สอาด (2557) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงมโนทัศน์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ; ณัฐพล เพ็ญฟู (2559) การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ; ศิริรัตน์ ว่องโชติกุล (2559) การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา ; อุไรรัตน์ เหล่าภักดี (2559) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน (BBL) กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ; อโนมา ทูพแห่มง (2560) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการใช้สมองเป็นฐาน และงานวิจัยต่างประเทศ ดังเช่น Nanang Priatna (2017) ; และ Suarsana, Ni Putu Santhi Widiasih, I Nengah Suparta (2018)

จากสภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหในเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางจัดการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต่อไป

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2.1 เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยกำหนดขอบเขตในแต่ละขั้นตอนออกเป็น 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ขอบเขตด้านเนื้อหาและขอบเขตด้านตัวแปร ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

- | | |
|---------------------------------------------|------------|
| 1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน | จำนวน 1 คน |
| 1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล | จำนวน 1 คน |
| 1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ | จำนวน 1 คน |

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 เพื่อหาคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

2.1 การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 จำนวน 3 คน โดยจำแนกเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 จำนวน 9 คน โดยจำแนกนักเรียนเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 80/80

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ คือ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวนการดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของ การดำเนินการ และนำไปใช้

ป.4/3 บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนคละแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน จำนวนคละที่กำหนด

ป.4/4 เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

ป.4/13 หาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

ป.4/14 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก และโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

โดยนำมาวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีเนื้อหา ดังนี้

- | | |
|--------------------------------|-----------------|
| 1. เรื่อง เศษส่วนแท้ เศษเกิน | จำนวน 1 ชั่วโมง |
| 2. เรื่อง จำนวนคละ | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| - การเขียนจำนวนคละในรูปเศษเกิน | |
| - การเขียนเศษเกินในรูปจำนวนคละ | |

- | | |
|---------------------------------------|-----------------|
| 3. เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ | จำนวน 1 ชั่วโมง |
| 4. เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากัน | จำนวน 1 ชั่วโมง |
| 5. เรื่อง เศษส่วนอย่างต่ำ | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 6. เรื่อง การเปรียบเทียบและเรียงลำดับ | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| - การเปรียบเทียบเศษส่วน จำนวนคละ | |
| - การเรียงลำดับเศษส่วน จำนวนคละ | |
| 7. เรื่อง การบวก การลบ เศษส่วน | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 8. เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน | จำนวน 3 ชั่วโมง |

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 จำนวน 143 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 จำนวน 45 คน

โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random Sampling) ซึ่งใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ คือ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของ การดำเนินการและนำไปใช้

ป.4/3 บอกร อ่าน และเขียนเศษส่วน จำนวนคละแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน จำนวนคละที่กำหนด

ป.4/4 เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

ป.4/13 หาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

ป.4/14 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก และโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

โดยนำมาวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีเนื้อหา ดังนี้

- | | |
|---------------------------------------|-----------------|
| 1. เรื่อง เศษส่วนแท้ เศษเกิน | จำนวน 1 ชั่วโมง |
| 2. เรื่อง จำนวนคละ | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| - การเขียนจำนวนคละในรูปเศษเกิน | |
| - การเขียนเศษเกินในรูปจำนวนคละ | |
| 3. เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ | จำนวน 1 ชั่วโมง |
| 4. เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากัน | จำนวน 1 ชั่วโมง |
| 5. เรื่อง เศษส่วนอย่างต่ำ | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 6. เรื่อง การเปรียบเทียบและเรียงลำดับ | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| - การเปรียบเทียบเศษส่วน จำนวนคละ | |
| - การเรียงลำดับเศษส่วน จำนวนคละ | |
| 7. เรื่อง การบวก การลบ เศษส่วน | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| 8. เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน | จำนวน 3 ชั่วโมง |

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. มโนทัศน์
2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลา จำนวน 14 ชั่วโมง.

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัยครั้งนี้ไว้ ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการทำงานของสมอง เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายในการเรียน จากนั้นมีกิจกรรมการบริหารสมอง (Brain – gym) ยืดเส้นยืดสาย กิจกรรมเคลื่อนไหว เพลง เกม หรือกิจกรรมท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการจดจ่อ ตั้งใจสนใจในบรรยากาศที่สนุกสนาน

ขั้นที่ 2 เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส เป็นการเชื่อมโยงและกระตุ้นการเรียนรู้ โดยให้ข้อมูลผ่านประสาทสัมผัสลักษณะต่าง ๆ เช่น เอกสาร วิดีทัศน์ ภาพ แผนภูมิ

ขั้นที่ 3 ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์ เป็นการขยายความรู้ เมื่อข้อมูลถูกส่งเข้าไปในสมองในขั้นที่ 2 ครูช่วยชี้ประเด็นสำคัญเป็นระยะ เป็นการย้ำ และช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 4 ฝึกซ้ำ ในขั้นนี้ข้อมูลในสมองจะทำการเชื่อมโยง เพื่อนำไปเก็บในหน่วยความจำระยะสั้น ครูควรแนะนำเทคนิคการจำ มีขั้นตอน คือ ออกเสียง ทำซ้ำ ๆ เมื่อเจ้าของสมองได้ยินเสียงของตัวเอง ได้ลงมือและเห็นสิ่งที่ตัวเองทำ สิ่งปรากฏหรือสัมผัสกลายเป็นข้อมูลป้อนกลับเข้าไปในสมองใหม่อีก ถือว่าเป็นการลงมือสอนตัวเอง ทำให้จดจำได้และมีความชำนาญ

ขั้นที่ 5 นำไปใช้ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ เช่น ทำแบบฝึกหัดใหม่ ๆ แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ และอาจสร้างสรรค์ผลงานและชิ้นงาน

2. **ประสิทธิภาพ** หมายถึง คุณภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในที่นี้ผู้กำหนดเกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ โดยวัดได้จากคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรม และการทดสอบย่อยระหว่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยวัดได้จากคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3. **มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะ ความหมายที่มา หรือการขยายความ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม นิยาม เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ ซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในที่นี้สามารถวัดโดยแบบวัดมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

4. **ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ วัดโดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

สมมติฐานของการวิจัย

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประโยชน์ของการวิจัย

1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยได้เสนอตามลำดับ ดังนี้

1. มาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

- 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 1.2 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- 1.4 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- 1.5 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์

2. กิจกรรมการเรียนรู้

- 2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.2 ความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.3 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.4 จุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.5 ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.6 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

3. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน Brain – Based Learning

- 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
- 3.2 องค์ประกอบของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน
- 3.3 หลักการในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน
- 3.4 การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมอง
- 3.5 การสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิด Brain – Based Learning

3.6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

3.7 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

4. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของมโนทัศน์

4.2 ความหมายของมโนทัศน์คณิตศาสตร์

4.3 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.4 องค์ประกอบสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.5 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อการสร้างมโนทัศน์

4.7 การพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เกิดมโนทัศน์

4.8 การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

5.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

5.3 ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

5.4 องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหา

5.5 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

1. มาตรฐานและตัวชี้วัด หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน
การดำเนินการ ของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือ ช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่ง ที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

1.2 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

- อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง อัตราส่วน และร้อยละ มีความรู้ลึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณ ผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

- อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของ รูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยม มุมฉากและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

- นำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิแท่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตารางสองทาง และกราฟเส้น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

1.3 ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้าง มโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 6 – 30) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

ตาราง 1 แสดงมาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	เวลา (ชั่วโมง)
ป.4	1. บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนคละแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน จำนวนคละที่กำหนด (ค 1.1 ป.4/3)	เศษส่วน - เศษส่วนแท้ เศษเกิน - จำนวนคละ - ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนคละ และเศษเกิน	7
	2. เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วน และจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็น พหุคูณของอีกตัวหนึ่ง (ค 1.1 ป.4/4)	- เศษส่วนที่เท่ากัน เศษส่วนอย่างต่ำ และเศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ - การเปรียบเทียบเรียงลำดับ เศษส่วนและจำนวนคละ	2
	3. หาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและ จำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณ ของอีกตัวหนึ่ง (ค 1.1 ป.4/13)	การบวก การลบเศษส่วน - การบวก การลบเศษส่วน และ จำนวนคละ	2
	4. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา การบวก และโจทย์ปัญหาการลบ เศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วน ตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง (ค 1.1 ป.4/14)	- การแก้โจทย์ปัญหาการบวก และ โจทย์ปัญหา การลบเศษส่วนและ จำนวนคละ	3
รวม			14

1.4 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์

ค 14101

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เวลา 160 ชั่วโมง

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกการแก้ปัญหาในสาระต่อไปนี้

การอ่าน การเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยและตัวหนังสือแสดงจำนวนที่มากกว่า 100,000 หลัก ค่าประจำหลักและค่าของเลขโดดในแต่ละหลัก และการเขียนตัวเลขแสดงจำนวนในรูปกระจาย การเปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวน ค่าประมาณของจำนวนนับและการใช้เครื่องมือ = การบวกและการลบจำนวนที่มากกว่า 100,000 การคูณและการหาร การบวก ลบ คูณ หารระคน การประมาณผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหาร การแก้โจทย์ปัญหา และการสร้างโจทย์ปัญหาพร้อมทั้งหาคำตอบ แบบรูปของจำนวนที่เกิดจากการคูณ การหารด้วยจำนวนเดียวกัน เศษส่วนแท้ เศษเกิน จำนวนคละ ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนคละและเศษเกิน เศษส่วนที่เท่ากัน เศษส่วนอย่างต่ำ และเศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ การเปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วน และจำนวนคละ การบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ การแก้โจทย์ปัญหาการบวก และโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วนและจำนวนคละ การอ่านและการเขียนทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง ตามปริมาณที่กำหนด หลัก ค่าประจำหลัก ค่าของเลขโดดในแต่ละหลักของทศนิยม และการเขียนตัวเลขแสดงทศนิยมในรูปกระจาย ทศนิยมที่เท่ากันการเปรียบเทียบและเรียงลำดับทศนิยม การบวก การลบทศนิยม การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบทศนิยมไม่เกิน 2 ขั้นตอน การบอกระยะเวลาเป็นวินาที นาที ชั่วโมง วัน สัปดาห์ เดือน ปี การเปรียบเทียบระยะเวลาโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยเวลา การอ่านตารางเวลา การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา ระนาบ จุด เส้นตรง รังสี ส่วนของเส้นตรง และสัญลักษณ์แสดงเส้นตรง รังสี ส่วนของเส้นตรง มุม ส่วนประกอบของมุม การเรียกชื่อมุม สัญลักษณ์แสดงมุม ชนิดของมุม การวัดขนาดของมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์ การสร้างมุมเมื่อกำหนดขนาดของมุม ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก การสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก การอ่านและการเขียนแผนภูมิแท่ง (ไม่รวมการย่นระยะ) การอ่านตารางสองทาง (Two – Way Table)

การจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ ทักษะและกระบวนการในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ ระเบียบ รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และเชื่อมั่นในตนเอง

การวัดผลและประเมินผล ใช้วิธีการหลากหลายตามสภาพความเป็นจริงของเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

- ค 1.1 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3, ป.4/4, ป.4/5, ป.4/6, ป.4/7, ป.4/8, ป.4/9, ป.4/10, ป.4/11, ป.4/12, ป.4/13, ป.4/14, ป.4/15, ป.4/16
- ค 1.2 -
- ค 1.3 -
- ค 2.1 ป.4/1, ป.4/2, ป.4/3
- ค 2.2 ป.4/1, ป.4/2
- ค 3.1 ป.4/1
- ค 3.2 -

รวม 22 ตัวชี้วัด

1.5 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 2 รหัสวิชา ค 14101 จำนวน 80 ชั่วโมง

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	เศษส่วน	ค 1.1 ป.4/3 , ป.4/4 , ป.4/13 , ป.4/14	เศษส่วนแท้ เศษเกิน จำนวนคละ ความสัมพันธ์ ระหว่างจำนวนคละและ เศษเกิน เศษส่วนที่เท่ากัน เศษส่วนอย่างต่ำ และ เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ การเปรียบเทียบ เรียงลำดับ เศษส่วนและจำนวนคละ การบวก การลบเศษส่วนและ จำนวนคละ การแก้โจทย์ ปัญหาการบวก และโจทย์ ปัญหาการลบเศษส่วนและ จำนวนคละ	14	20
2	ทศนิยม	ค 1.1 ป.4/5 , ป.4/6 , ป.4/15 , ป.4/16	การอ่านและการเขียน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง ตามปริมาณที่กำหนด หลัก ค่าประจำหลัก ค่าของเลขโดด ในแต่ละหลักของทศนิยม และการเขียนตัวเลขแสดง ทศนิยมในรูปกระจาย ทศนิยม ที่เท่ากันการเปรียบเทียบ และเรียงลำดับทศนิยม การบวก การลบทศนิยม	14	20

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
			การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบทศนิยมไม่เกิน 2 ขั้นตอน		
3	มุม	ค 2.1 ป.4/2 ค 2.2 ป.4/1	ระนาบ จุด เส้นตรง รังสี ส่วนของเส้นตรง และ สัญลักษณ์แสดงเส้นตรง รังสี ส่วนของเส้นตรง มุม ส่วนประกอบของมุม การเรียก ชื่อมุม สัญลักษณ์แสดงมุม ชนิดของมุม การวัดขนาด ของมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์ การสร้างมุมเมื่อกำหนด ขนาดของมุม	22	25
4	รูป สี่เหลี่ยม มุมฉาก	ค 2.1 ป.4/3 ค 2.2 ป.4/2	ชนิดและสมบัติของรูป สี่เหลี่ยมมุมฉาก การสร้าง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความยาว รอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	18	20
5	การ นำเสนอ ข้อมูล	ค 3.1 ป.4/1	การอ่านและการเขียน แผนภูมิแท่ง (ไม่รวมการย่อ ระยะ) การอ่านตารางสองทาง (Two – Way Table)	12	15
รวม				80	100

2. กิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

สุพิน บุญชูวงศ์ (2538, หน้า 35) กิจกรรมการเรียนรู้ คือ กิจกรรมที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วม และทำให้นักเรียนได้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546, หน้า 72) กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน เพื่อให้การสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและการเรียนรู้ของนักเรียนบรรลุจุดประสงค์การสอนที่กำหนดไว้

ชนาธิป พรกุล (2552, หน้า 7) กิจกรรมการเรียนรู้ คือ งานที่ผู้เรียนทำแล้วเกิดการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยแสดงเป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนกำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรมีความหลากหลายเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนรู้

อุษา คงทอง และคณะ (2553, หน้า 57) กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและการเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ราชบัณฑิตยสถาน (2555, หน้า 11) ได้กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง 1. ภารกิจที่ผู้สอนหรือผู้เรียนปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และการพัฒนาทั้งในและนอกชั้นเรียน 2. เป็นกระบวนการเรียนรู้หรือสร้างนิสัยที่มีลำดับขั้นตอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (นิยามศัพท์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551) กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning activities) หมายถึง กิจกรรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ เข้าใจ เกิดการเรียนรู้ และมีพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงตามเป้าหมายของหลักสูตร

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ คือ ภารกิจ หรืองานที่ผู้เรียนปฏิบัติทำให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อให้การสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2.2 ความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้

อุษา คงทอง และคณะ (2553, หน้า 57) กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง ความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อการเรียนรู้ไว้หลายประการ ดังนี้

1. กิจกรรมช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียน
2. กิจกรรมจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ
3. กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังความเป็นประชาธิปไตย

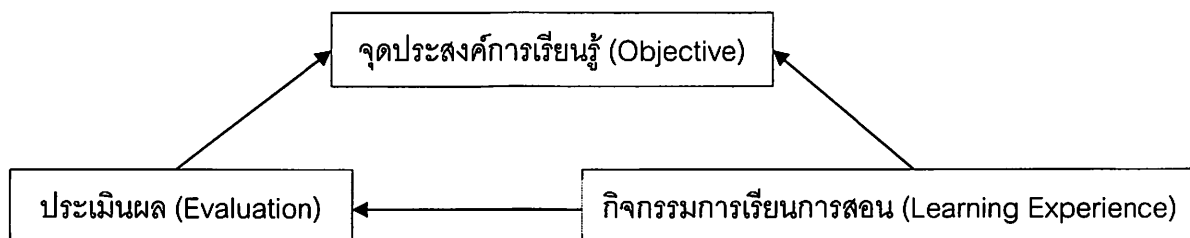
4. กิจกรรมช่วยปลูกฝังความรับผิดชอบ
5. กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังและส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
6. กิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนได้มีการเคลื่อนไหว
7. กิจกรรมจะช่วยให้เห็นผู้เรียนได้รู้สึกสนุกสนาน
8. กิจกรรมช่วยให้เห็นความแตกต่างระหว่างบุคคล
9. กิจกรรมช่วยขยายความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียนให้กว้างขวาง
10. กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมความงอกงามและพัฒนาการของผู้เรียน
11. กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมทักษะ
12. กิจกรรมจะช่วยปลูกฝังเจตคติที่ดี
13. กิจกรรมจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักทำงานเป็นหมู่
14. กิจกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียน
15. กิจกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความซาบซึ้ง ความงามในเรื่องต่าง ๆ

2.3 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

มีนักเรียนศึกษาหลายท่านอธิบายองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2526, หน้า 106) กล่าวว่า การเรียนการสอนเป็นกระบวนการสามเส้าอันประกอบด้วย OLE ได้แก่

1. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Objective)
 2. การเรียนการสอน (Learning Experience) คือ กระบวนการที่จะทำให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้
 3. การวัดผลและประเมินผล (Evaluation) คือ สิ่งที่ต้องการตรวจสอบผู้เรียนว่า เกิดการเรียนรู้และมีพฤติกรรม คุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด
- รวมเรียกว่า “ไตรยางศ์การเรียนการสอน” ได้แสดงเป็นแผนภูมิไว้ ดังนี้
- องค์ประกอบหลักสำคัญในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เรียกโดยย่อว่า OLE ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน ดังนี้



ภาพ 1 แสดงถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักสำคัญในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

จากแผนภูมิ OLE จะเห็นความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงเกี่ยวเนื่องกันเป็นกระบวนการ กล่าวคือ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นตัวตั้งหรือเป็นตัวเริ่มต้น การเรียนการสอน เป็นตัวกลางนำไปสู่การบรรลุ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ลำพอง บุญช่วย (2530, หน้า 1) กล่าวถึง องค์ประกอบของการเรียนการสอนไว้ 7 ประการ ได้แก่ 1) ครูผู้สอน 2) ผู้เรียน 3) หลักสูตร 4) วิธีการสอน 5) วัตถุประสงค์การสอน 6) สื่อการสอน และ 7) การประเมินผล

สุพิน บุญชูวงศ์ (2538, หน้า 4-5) กล่าวถึง องค์ประกอบของการเรียนการสอนไว้ 3 ประการ ได้แก่ ครู นักเรียน และสิ่งที่จะสอน สรุปได้ ดังนี้

1. ครู เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้ บุคลิกภาพและความสามารถของผู้สอน มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนควรมีบุคลิกภาพที่ดีและรู้จักเลือกใช้วิธีการสอนที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

2. นักเรียนหรือผู้เรียน เป็นองค์ประกอบสำคัญเท่ากับผู้สอน ความสำเร็จในการศึกษาเป็นเป้าหมายสำคัญของผู้เรียน ผู้สอนจึงควรเป็นผู้แนะแนว แนะนำ และจัดมวลง ประสบการณ์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด

3. สิ่งที่จะสอน ได้แก่ เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ครูจะต้องจัดเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์กัน น่าสนใจ เหมาะสมกับวัย ระดับชั้นและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของการเรียนการสอน

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2551, หน้า 22) ได้สรุปองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ได้แก่ 1) ผลการเรียนรู้ 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) เนื้อหาสาระ 4) กิจกรรมการเรียนรู้ 5) สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้ 6) การวัดและประเมินผล และ 7) กิจกรรมเสนอแนะ

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 6) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

1. ด้านองค์ประกอบรวม หมายถึง องค์ประกอบด้านโครงสร้างที่มาประกอบกันเป็นการสอน อันประกอบด้วย 1) ครู หรือผู้สอน หรือวิทยากร 2) นักเรียนหรือผู้เรียน และ 3) หลักสูตร หรือสิ่งที่จะสอน
2. ด้านองค์ประกอบย่อย หมายถึง องค์ประกอบด้านรายละเอียดของการสอนซึ่งจะประกอบด้วยกระบวนการเหล่านี้จึงจะทำการสอนที่สมบูรณ์ได้แก่ 1) การตั้งจุดประสงค์การสอน 2) การกำหนดเนื้อหา 3) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 4) การใช้สื่อการสอน และ 5) การวัดและประเมินผล

จากองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยเห็นสมควรเพิ่มองค์ประกอบอีก 1 ข้อ คือ ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจน น่าสนใจ และกระตุ้นความอยากเรียนของผู้เรียน ซึ่งสรุปได้ว่า องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) วิธีการดำเนินกิจกรรมหรือสิ่งที่จะสอน และ 4) การวัดและประเมินผล

2.4 จุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

อุษา คงทอง และคณะ (2553, หน้า 58) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญาไปพร้อม ๆ กัน
2. เพื่อสนองความสนใจ ความสามารถและความถนัดของแต่ละบุคคล
3. เพื่อสร้างบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ให้เพลิดเพลินสนุกสนาน
4. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน กล้าคิด กล้าแสดงออก
5. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เกิดทักษะกระบวนการ ให้เป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุข

2.5 ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้

จิราพร บุญประเสริฐ และคณะ (2550, หน้า 55 – 59) ได้กล่าวว่า จากแผนภูมิ OLE ขั้นตอนสำคัญของการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ มี 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนบรรลุผล จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งในหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2553 เน้นการบรรลุจุดประสงค์ใน 3 ด้าน ได้แก่

พุทธิพิสัย (Cognitive) จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นความสามารถของสมอง (Brain) ความรอบรู้
ในเนื้อหาสาระ หรือทฤษฎี

ทักษะพิสัย (Skill) จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ (Hand)

จิตพิสัย (Affective) จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นคุณธรรมเจตคติ ความรู้สึกในด้านจิต
วิญญาณ จิตใจ (Heart)

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน (Instruction)

การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน หรือการจัดการเรียนรู้ เป็นขั้นที่สืบเนื่องมาจาก
ขั้นที่ 1 ซึ่งในขั้นนี้จะกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้จุดประสงค์การเรียนรู้บรรลุผล
ได้แก่ การกำหนดหัวข้อรายละเอียดที่จำเป็นในการจัดทำแผนการสอน หรือแผนการจัดการเรียนรู้
เช่น สาระสำคัญ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน แหล่งการเรียนรู้ เป็นต้น

ในขั้นตอนที่ 2 นี้เป็นการจัดการเรียนการสอน (Instruction) ซึ่งผู้สอนจะต้องเตรียมการ
วางแผนในการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบว่าในแผนการสอน มีจุดเน้น สาระ เนื้อหาที่สำคัญจะใช้
รูปแบบการถ่ายทอดความรู้ หรือรูปแบบที่จะทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้แบบใด เช่น การอภิปราย
การสาธิต การสืบค้น การจัดทำโครงการการวิจัย การทดลองปฏิบัติจริง เป็นต้น

จากข้อความข้างต้น จะใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอน (Teaching Procedures)
ตามแนวการสอนเพื่อการสื่อสาร (Communicative Approach) มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
ดังนี้คือ

1. ขั้นเตรียมความพร้อมหรือขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Warm up) เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้น
เพื่อให้ผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ อาจจะเป็นการทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้ว
หรืออาจจะเป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาใหม่ที่กำลังจะเรียนต่อไป กิจกรรมที่ใช้ในขั้นตอนนี้อาจจะเป็น
เพลง เกม นิทาน การสนทนา หรือการแสดงต่าง ๆ เป็นต้น

2. ขั้นการนำเสนอ (Presentation) เป็นขั้นที่ครูเสนอเนื้อหาภาษาให้ผู้เรียนเข้าใจ
รูปแบบและความหมาย

3. ขั้นฝึก (Practice) เป็นขั้นที่ครูให้ผู้เรียนได้ฝึกภาษาที่เสนอในขั้นการนำเสนอ
ในกิจกรรมที่ครูเป็นผู้ให้แนวทางหรือควบคุมอยู่

4. ขั้นนำไปใช้ (Production) เป็นขั้นที่ครูให้ผู้เรียนได้ใช้ภาษาที่ฝึกมาบ้างแล้ว จากขั้นฝึกใน
กิจกรรมกลุ่ม หรือกิจกรรมคู่ในทักษะต่าง ๆ ทั้งนี้รวมไปถึงการกำหนดสื่อการสอน สื่อการเรียนรู้
ที่ช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผลเต็มศักยภาพ สอดคล้องกับ
กิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดวิธีการวัดผล และประเมินผล (Evaluation)

การวัดผลและการประเมินผล เป็นกิจกรรมสำคัญที่ต้องกำหนดไว้ทุกขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนการสอนหรือการจัดการเรียนรู้ องค์ประกอบของการวัดผล และประเมินผล ประกอบด้วย

การวัดผล (Measurement) คือ การตรวจสอบว่าพฤติกรรมของผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ทักษะ เจตคติ เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ ด้วยการใช้เครื่องมือวัดผล แบบต่าง ๆ เช่น การวัดพฤติกรรม การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม การตรวจแบบฝึกหัด การใช้แบบทดสอบ การประเมินด้วยแฟ้มผลงานของนักเรียน เป็นต้น

การประเมินผล (Evaluation) คือ การตัดสินคุณภาพของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด เมื่อนำผลจากคะแนนหรือการปฏิบัติงานมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เช่น ผ่านเกณฑ์การประเมิน หรือไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ดีมาก ดี พอใช้ ต้องปรับปรุง ต้องแก้ไข

ปัจจุบันการประเมิน กำหนดไว้ 4 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่

1. การประเมินผลก่อนเรียน (Placement Test) เป็นการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนที่จะเริ่มเรียนว่าอยู่ในระดับใด จะต้องพัฒนาในเรื่องอะไรบ้าง
2. การประเมินผลเพื่อปรับปรุงผลการเรียนรู้ (Formative Evaluation) เป็นการประเมินผลระหว่างการเรียนการสอน เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนและของผู้สอนไปพร้อมกัน
3. การประเมินผลเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่อง (Diagnostic Evaluation) ได้แก่ การประเมินผลที่ผู้สอนประเมินผู้เรียนที่มีปัญหาด้านวิชาการ เพื่อค้นหาสาเหตุสำหรับการแก้ไขดังกล่าว
4. การประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลระหว่างช่วงเวลาที่กำหนด เช่น กลางภาคเรียน สิ้นภาคเรียน และสิ้นปีการศึกษา เป็นต้น

2.6 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

2.6.1 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม การประเมินส่วนนี้เป็นการพิจารณาว่า เมื่อนำนวัตกรรมการศึกษาภายหลังจากผ่านการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะภูมิหลังคล้ายคลึงใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายแล้ว ผลจะเป็นประการใดโดยที่การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมมีลำดับขั้นตอนการประเมิน ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธิ, 2554)

2.6.1.1 การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1 : 1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่คุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง การทดลองใช้นวัตกรรมที่เรียกว่าการประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่งมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อตรวจสอบว่า นวัตกรรมนั้นมีความเกี่ยวข้องสร้างแรงจูงใจให้กับบุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายเพียงไร คำสั่ง คำชี้แจง และรายละเอียดที่มีอยู่ในนวัตกรรมนั้นบุคคลเหล่านี้ มีความรู้และความเข้าใจหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงนวัตกรรมให้มีความเหมาะสม ในการนำไปใช้งานจริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้น จึงมุ่งไปที่การค้นหาข้อจำกัดที่ได้จากคำแนะนำบอกเล่าของบุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนของคุณลักษณะกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นสำคัญ เพื่อที่จะนำคำแนะนำที่ได้นี้มาปรับปรุงนวัตกรรมตามที่กล่าวนั่นเอง

2.6.1.2 การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำนวัตกรรมที่ผ่าน การปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1 : 3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1 : 4) ก็ได้ ซึ่งก็หมายถึงต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน แบ่งเป็น มีคุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง 3 คน ปานกลาง 3 คน ต่ำกว่าปานกลาง 3 คน ในกรณีการประเมินแบบหนึ่งต่อสาม แต่ถ้าเป็นการประเมินแบบหนึ่งต่อสี่ก็ต้องใช้จำนวนกลุ่มบุคคลทั้งสิ้น 12 คน การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กนี้จะมีกระบวนการวิเคราะห์หาค่าบ่งบอกดัชนีหรือเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่เรียกว่าค่า E_1/E_2 โดยที่เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของนวัตกรรมการศึกษาเท่าที่นิยมใช้จะมีสามเกณฑ์ ได้แก่ 75/75 หรือ 80/80 และ 90/90 การจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพนวัตกรรมการศึกษาเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งจากสามเกณฑ์นี้ มีหลักพิจารณาว่า ถ้านวัตกรรมการศึกษานั้น ๆ มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยากก็จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 แต่ถ้าเนื้อหาสาระไม่ยากมากนัก มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะปานกลางจะนิยมใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 มากที่สุดในทำนองเดียวกัน ถ้าเป็นนวัตกรรมที่มีเนื้อหาสาระมุ่งปฏิบัติหรือ มุ่งพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะการปฏิบัติ (Psychomotor Domain) จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 90/90 นอกจากนี้จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพตามหลักการที่กล่าวแล้วสิ่งที่นำมาพิจารณาประกอบในการเลือกใช้เกณฑ์ก็คือ พื้นฐานความรู้เดิมหรือความสามารถทางการเรียนรู้ของกลุ่มผู้ได้รับการทดลองใช้และกลุ่มเป้าหมายด้วยเช่นกัน

2.6.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520, หน้า 136 – 143) ได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพโดยเน้นกระบวนการและผลลัพธ์ และกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1/E_2 โดยมีการคำนวณค่าสถิติจากสูตร ดังนี้

ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงในตัวนักเรียนคิดเป็นร้อยละเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้จากการทำแบบฝึกหัดและกิจกรรมระหว่างเรียน

ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงในตัวนักเรียนคิดเป็นร้อยละเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

2.6.3 วิธีคำนวณหาประสิทธิภาพ

การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีวิธีการคำนวณ ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2554, หน้า 103)

1. การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X_1$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในระหว่างเรียน

2. การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X_2$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทุกคน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ในการการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นใช้เกณฑ์ 80/80 ในการหาประสิทธิภาพ เนื่องจากเนื้อหาสาระที่ใช้สอนในกิจกรรมเป็นเนื้อหาในทางคณิตศาสตร์ โดยมีความหมายของการคำนวณจากสูตร ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยวัดได้จากคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยระหว่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยวัดได้จากคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

กล่าวโดยสรุป การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม เป็นการตรวจสอบคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 โดยที่ E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ กับนักเรียน 2 แบบ คือ แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) และแบบกลุ่มเล็ก โดยตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80

3. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน Brain – Based Learning

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

การทำงานของสมองมีผลโดยตรงต่อพฤติกรรมและการเรียนรู้ของนักเรียน ด้วยความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้นักประสาทวิทยาสามารถนำเทคนิคใหม่ ๆ มาใช้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการทำงานของสมอง ทำให้นักการศึกษาได้นำความรู้เรื่องการทำงานของสมองมาออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังที่มิ้นนักการศึกษาและผู้เกี่ยวข้องได้นิยามความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไว้ ดังนี้

โพลิทานโน และพาคควิน (Politano and Paquin, 2000, p.1) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนคำถามที่ว่าสมองเรียนรู้ได้อย่างไร

เจนเซน (Jensen, 2005, p.6) ได้ให้นิยามของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของสมอง เป็นการนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของสมองมาออกแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.2 หลักการในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน

ในปี 2534 ศาสตราจารย์ทางการศึกษาสองท่าน คือ เรเนต นัมเมลา เคน และ จอฟฟรี เคน (Renate Nummela Caine and Geoffrey Caine, 1990 p. 66-70) แห่งมหาวิทยาลัยมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ได้เสนอหลักการ 12 ประการในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (PRINCIPLES OF BRAIN-BASED LEARNING) ตามแนวคิดของ Caine and Caine (1991 อ้างอิงใน สุนทรี อ่างใสติสกุล, 2560 หน้า 90) มีดังนี้

1. สมองเป็นเครื่องประมวลผลหลายส่วนแต่ละส่วนทำงานในเชิงขนาน (THE BRAIN IS A PARALLEL PROCESSOR.) ต้องใช้การเรียนรู้หลายๆ แนวทาง หลายๆ วิธีการที่ทำให้เด็กมุ่งสนใจสิ่งที่กำลังเรียนอยู่

2. การเรียนรู้ต้องอาศัยการทำงานของระบบสรีระทั้งหมด (LEARNING ENGAGES THE ENTIRE PHYSIOLOGY) การควบคุมอารมณ์ การสร้างความสนุกสนาน โภชนาการ การออกกำลังกายการเล่นผ่อนคลาย มีส่วนสำคัญต่อการเรียนรู้

3. มนุษย์มีความอยากรที่จะค้นหาความหมายแต่กำเนิด (THE SEARCH FOR MEANING IS INNATE.) การสร้างความท้าทายการเรียนรู้ด้วยคำถาม

4. การค้นหาความหมายของมนุษย์เป็นกิจกรรมที่เป็นกระบวนการแห่งแบบหรือลักษณะแห่งความสัมพันธ์ (THE SEARCH FOR MEANING OCCURS THROUGH "PATTERNING.") การเรียนรู้จะต้องมีรูปแบบ มีระบบ มีความเข้าใจ เน้นการประยุกต์ใช้หรือยกตัวอย่างจริงหรือตัวอย่างเปรียบเทียบ

5. อารมณ์มีบทบาทสูงต่อการวิเคราะห์กระบวนการแบบ (EMOTIONS ARE CRITICAL TO PATTERNING.) ให้ความสำคัญต่อความรู้สึก มีความเข้าใจว่าเด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกัน การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงถ้าจัดการกับอารมณ์ได้

6. สมองประมวลข้อมูลเป็นแบบส่วนย่อย ๆ และแบบทั้งหมดพร้อม ๆ กัน (THE BRAIN PROCESSES PARTS AND WHOLE SIMULTANEOUSLY.)

7. การเรียนรู้อาศัยทั้งการจดจ่อต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งและการรับรู้ต่อสภาพรอบข้าง (LEARNING INVOLVES BOTH FOCUSED ATTENTION AND PERIPHERAL PERCEPTION.) สภาพแวดล้อมที่สอดคล้องเหมาะสมกับหัวข้อการเรียนรู้จะทำให้เด็กสามารถเรียนรู้ได้ดี

8. การเรียนรู้เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับกระบวนการรับรู้ต่าง ๆ ทั้งขณะที่มีสติรับรู้และขณะไม่มีสติรับรู้อยู่เสมอหรือทั้งภาวะตั้งใจและไม่ได้ตั้งใจ (LEARNING ALWAYS INVOLVES CONSCIOUS AND UNCONSCIOUS PROCESSES.) การตระหนักรู้ตัวเองในขณะที่เรียนรู้

จะเพิ่มศักยภาพในการเรียนขณะเดียวกันการจัดการเรียนรู้ใหม่นั้นต้องคำนึงถึงสิ่งที่เขามิได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นทางการเลย

9. สมอองมีระบบสร้างความจำอย่างน้อย 2 ระบบ (WE HAVE AT LEAST TWO DIFFERENT TYPES OF MEMORY: A SPATIAL MEMORY SYSTEM AND A SET OF SYSTEMS FOR ROTE LEARNING.) การจดจำเป็นกระบวนการหนึ่งในการเรียนรู้ แต่การจดจำวิธีที่หนึ่ง ก็คือการจดจำโดยมีรูปแบบในการจดจำ และอีกวิธีหนึ่งก็คือการจูงใจให้เด็กสนุกที่จะจดจำหรือรับรู้โทษของการจำไม่ได้การจดจำจะทำให้เด็กสามารถเรียกความรู้นั้นมาใช้ได้ทันที

10. เราเข้าใจได้ง่ายและจดจำได้อย่างแม่นยำเมื่อสิ่งนั้นหรือทักษะนั้นมีอยู่ในระบบการจำแบบธรรมชาติที่มีความสัมพันธ์กับตัวเรา การเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือสิ่งที่มีอยู่จริงในสภาวะแวดล้อม การเรียนนอกสถานที่ การให้เด็กเล่าเรื่องที่พบการใช้สังคมเป็นตัวหลักให้เกิดการเรียนรู้ (WE UNDERSTAND AND REMEMBER BEST WHEN FACTS AND SKILLS ARE EMBEDDED IN NATURAL, SPATIAL MEMORY.)

11. การเรียนรู้แบบซับซ้อนจะถูกกระตุ้นโดยความท้าทายและถูกยับยั้งโดยการข่มขู่ (LEARNING IS ENHANCED BY CHALLENGE AND INHIBITED BY THREAT.) การลงโทษเมื่อนักเรียนทำผิดพลาดจะเป็นการหยุดยั้งการเรียนรู้ ควรให้โอกาสเด็กได้ลองปฏิบัติตามแนวคิดของเขาให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างสนุกสนาน

12. สมอองของแต่ละคนมีความเฉพาะตัวไม่เหมือนกัน (EACH BRAIN IS UNIQUE.) เนื่องจากบุคคลมีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมสภาพแวดล้อมประสบการณ์และสิ่งกระตุ้นที่ได้รับ

จากหลักการ 12 ประการของการเรียนรู้โดยใช้สมอองเป็นฐาน (Galpina. 2005) ได้เสนอหลักเบื้องต้นที่สำคัญของการสอน 3 ประการ (The Three elements of Great Teaching) ดังนี้

ประการที่ 1 หลักในการผ่อนคลาย (Relaxed Alertness)

การสร้างอารมณ์ การสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้มีลักษณะผ่อนคลาย ทำทนายให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเรียนรู้ได้อย่างมั่นใจ การจัดสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์ที่ผู้เรียนสามารถเข้าร่วมเรียนได้

ประการที่ 2 หลักในการตระหนัก จดจ่อ (Orchestrated immersion)

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ต้องสัมพันธ์กับความรู้สึกระหนัก จดจ่อที่จะเรียนของผู้เรียน โดยผ่านการมองเห็น การได้ยิน ดมกลิ่น สัมผัส ชิมรส เคลื่อนไหวร่างกาย รวมถึงได้เชื่อมโยงความรู้เดิมมาใช้ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ มีความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาที่เข้ามาและฝึกปฏิบัติในการค้นหาคำตอบ

ประการที่ 3 หลักในการจัดประสบการณ์ที่เป็นประสบการณ์อย่างกระตือรือร้น (Active Processing of Experience) เป็นการจัดประสบการณ์ที่สร้างสรรค์ นำไปสู่ความแข็งแกร่งทางการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมที่มีความหมาย ผู้สอนต้องใช้กิจกรรมที่มีความหมาย ใช้คำถามให้ผู้เรียนพิจารณา หรือค้นหาคำตอบและให้ผลป้อนกลับ (Feed back) แก่ผู้เรียนเสมอ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหาทาง พิสูจน์หรือค้นหาคำตอบ วิเคราะห์สถานการณ์ ทำให้เกิดความรู้จากการกระทำด้วยตนเอง การให้เด็กได้ลงมือทดลอง ประดิษฐ์ หรือเล่าประสบการณ์จริงที่เกี่ยวข้อง ได้ฝึกทักษะการตัดสินใจในช่วงวิกฤต และสื่อสารบนความเข้าใจตนเอง

Jensen (2008. p. 170-171 อ้างอิงใน สุนทรี อ่างอิงโสทธิสกุล, 2560 หน้า 92) ได้เสนอขั้นตอนที่ดีที่สุดของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. Preparation (Priming and Pre-Exposure) การเตรียมสมองของผู้เรียนเพื่อให้มีความพร้อมสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมและสามารถซึมซับข้อมูลใหม่
2. Acquisition (Direct and Indirect Learning) เป็นการเตรียมสมองเพื่อซึมซับข้อมูลใหม่สมองจะเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้เพิ่มเติมกับข้อมูลใหม่ตามความเป็นจริงอย่างสร้างสรรค์
3. Elaboration (Error Correction and Depth) ผู้เรียนจะได้เรียนรู้โดยใช้ข้อมูลและข้อคิดเห็นสนับสนุนเชื่อมโยงการเรียนรู้และเพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด
4. Memory Formation (Association Encode Learning) สมองจะทำงานภายใต้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยการดึงข้อมูลจากการเรียนรู้ รวมทั้งอารมณ์ สภาพร่างกายของผู้เรียนในเวลานั้นมาใช้แบบไม่รู้ตัวโดยอัตโนมัติ เป็นการสร้างความจำเกิดขึ้นทั้งในขณะที่ผู้เรียนพักผ่อนและนอนหลับ
5. Functional Integration (Extended Usage) ผู้เรียนจะประยุกต์ข้อมูลเดิมมาใช้กับสถานการณ์ใหม่

อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา (2551 อ้างอิงใน สุนทรี อ่างอิงโสทธิสกุล, 2560 หน้า 92) ได้นำหลักการ 12 ประการในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน (PRINCIPLES OF BRAIN-BASED LEARNING) ตามแนวคิดของ Caine and Caine (1991) มาอธิบาย "การเรียนรู้โดยเข้าใจสมอง" ว่า การเรียนรู้โดยเข้าใจสมองนี้ นำองค์ความรู้เรื่องสมองและธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองมาใช้ในการจัดกระบวนการ (ให้เกิด) การเรียนรู้ กระบวนการดังกล่าว ได้แก่ การจัดกิจกรรมระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน การจัดสิ่งแวดล้อม และประการสำคัญ คือ การออกแบบและใช้เครื่องมือ – สื่อเพื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเน้นในประเด็นสำคัญที่ต้องทำให้เด็กสนใจและทำให้เกิดการเรียนรู้ สร้างความรู้ขึ้นได้ในตนเอง เกิดความเข้าใจและจดจำตามมา และนำไปสู่ความสามารถในการใช้

เหตุผล เข้าใจ ความเชื่อมโยงสัมพันธ์ในทุกมิติของทุกชีวิตโดยผลลัพธ์สุดท้ายคือ เป็นสมาชิกของสังคมที่มีความมั่นคงในตนเอง มีความรู้และเป็นประโยชน์ต่อสังคม

หลักการ “การเรียนรู้” ทั้งสำหรับตัวเราเองและในฐานะของครูผู้สอน ภายใต้กรอบความเข้าใจที่มีต่อสมองและจิตใจ 12 ประการ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. The brain is a complex, adaptive living system. (สมองเป็นระบบชีวิต ซับซ้อน และมีการปรับตัว)

นัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้คือ การเรียนการสอนกระทำต่อสิ่งๆ หนึ่งซึ่งมีศักยภาพและซับซ้อนมากสมองอาจเปรียบได้กับ “เด็กทารก” คนหนึ่ง เมื่อเราเกี่ยวข้องกับดูแลเขา เราพิจารณาว่า เขามีพฤติกรรมอย่างไร เขาต้องการอะไร จะปฏิบัติต่อเขาอย่างไร สิ่งที่เราอาจจะคิดและปฏิบัติต่อ “สมอง” สมองหนึ่งได้ ก็เป็นเช่นที่เราคิดและถามเพื่อจะดูแลเด็กคนหนึ่ง ทำนองเดียวกัน

2. The brain/mind is social. (สมองหมายถึงสมองในสังคมที่แวดล้อม)

นัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้คือ สมองจะถอดแบบและเรียนจากสังคมที่แวดล้อมเขาอยู่ ถ้าสิ่งแวดล้อมพร้อมสรรพรั่งหลากหลาย โครงสร้างความรู้ที่จะเกิดขึ้นในสมองก็จะสมบูรณ์ ถ้าสิ่งแวดล้อมมีปัญหา โอกาสที่สมองจะเติบโตอย่างมีปัญหาก็มีสูง

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

นัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้คือ สมองจะยอมรับ ให้ความสนใจต่อสิ่งที่มันเห็นว่ามี ความหมายสำหรับมัน ความหมายเป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญในการเรียนรู้ ความหมายขับเคลื่อนนำทางการเติบโตของสมอง

4. The search for meaning occurs through “patterning”. (สมองเรียนรู้ ความหมายโดยการค้นหา “กระบวนการแห่งแบบหรือลักษณะแห่งความสัมพันธ์ (patterning)” ในสิ่งที่ปรากฏแก่มัน)

นัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้คือ สมองมีวิธีที่จะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ อย่างแยบยล การเรียนรู้เกิดขึ้นเองเมื่อใดก็ตามที่สมอง “รับ” สิ่งเหล่านั้นเข้าไป สิ่งที่ซับซ้อนที่สุด ยกตัวอย่าง “ภาษา” ก็จะสามารถทำความเข้าใจได้โดย การวิเคราะห์จากกระบวนการแห่งภาษาที่ปรากฏแก่มัน โดยอาจไม่ต้อง “สอน” เลยก็ได้

5. Emotions are critical to patterning. (“อารมณ์” มีบทบาทสูงต่อการวิเคราะห์กระบวนการ)

นัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้คือ การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงถ้าสามารถจัดการกับ “อารมณ์” ได้การเข้าใจและตระหนักถึงพฤติกรรมและการเบี่ยงเบนที่เกิดจากอคติความลำเอียงเป็นสิ่งสำคัญ เราสามารถใช้ศักยภาพของอารมณ์เสริมการเรียนรู้ได้โดยผ่านความมุ่งมั่น ความสนใจ ต้องการเข้าใจ

6. Every brain simultaneously perceives and creates parts and wholes.

(สมองรับรู้จากสื่อสัมผัสทั้งหมด และสร้างความเข้าใจขึ้นทั้งในส่วย่อยและต่อองค์รวมของสิ่งที่ประจักษ์ ทั้งหมดนี้เกิดขึ้นพร้อมกัน)

นัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้คือ สมองมีศักยภาพมาก ศักยภาพของมันในข้อนี้ รวมเข้ากับศักยภาพในข้อ 3, 4 คือ การค้นหาความหมาย โดยการวิเคราะห์จากกระบวนการแบบที่ปรากฏ ทำให้มีความสามารถมากในการเชื่อมโยงแยกแยะความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในโลกรอบตัวและโดยเหตุนี้หากว่าสมองได้รับรู้เนื้อหาข้อมูลจากการเรียนรู้ในประสบการณ์ต่าง ๆ โดยที่ทั้งเรื่องไม่มีความสอดคล้องกัน หรือรายละเอียดปลีกย่อยในเนื้อหาขัดแย้งกันเอง สมองจะเข้าใจได้ยากที่สุด ความขัดแย้งไม่ลงรอยกันนี้มักเกิดจากความคิดที่ประดิษฐ์ขึ้นของมนุษย์จากความลำเอียงในสังคมและความไม่รู้หรือ “ไม่ติดดิน” หากสมองยอมรับเอาความไม่จริงหรือลึกลับแห่งประสบการณ์รับรู้ดังกล่าว โครงสร้างความรู้ที่นั้นจะกลายเป็นแบบแห่งกระบวนการคิดในเรื่องอื่น ๆ ซึ่งจะพลอย “พลาด” ต่อไปด้วย

7. Learning involves both focused attention and peripheral perception.

(การเรียนรู้เกิดขึ้นต่อสิ่งที่สนใจอยู่ และสิ่งที่บังเอิญรับรู้ไปพร้อม ๆ กัน)

นัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้คือ ทุกสิ่งที่เปิดรับจากประสบการณ์จะเข้าไปอยู่ในสมอง เราควรคำนึงถึงเรื่องการจัดการสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนมากขึ้น รวมถึงท่าที บุคลิกของครูที่จะมีผลต่อการเรียนรู้ของสมองของนักเรียนโดยที่อาจไม่รู้ตัว ผู้ขายสินค้าต่าง ๆ ใช้กลยุทธ์นี้ในการโฆษณามานานแล้ว แผ่นป้ายโฆษณาอันใหญ่ที่ทำให้เห็นเตะตา ถึงแม้ไม่อยู่ในความสนใจนั้น ก็สามารถชักจูงให้เลือกซื้อสินค้าตามโฆษณานั้นได้ในห้าง โดยเหตุผลวาระหว่างสิ่งที่คุ้นตา (แม้ไม่รู้ตัว) กับสิ่งที่ไม่คุ้นไม่เคยเห็นสมองจะสั่งให้เลือกสิ่งที่คุ้นเคยมากกว่า

8. Learning always involves conscious and unconscious processes.

(กระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นในสมอง ทั้งเมื่อรู้ตัวอยู่ที่กำลังเรียน และดำเนินไปในระดับใต้ความสำนึก (โดยไม่รู้ตัว))

ความสำคัญข้อแรกคือ ให้เข้าใจว่า การรู้การเข้าใจนั้นเกิดขึ้นเอง ความเชื่อมโยงในสิ่งที่รับรู้ทั้งหลายเป็นกระบวนการที่เกิดโดยอัตโนมัติอยู่ในสมอง โดยที่เราไม่อาจสั่งให้สมองเข้าใจหรือไม่เข้าใจอะไรได้ ในอีกด้านหนึ่ง การตระหนักรู้ตัวขณะกำลังอยู่ในกระบวนการเรียนรู้นั้น เป็นวิธีที่จะใช้ศักยภาพสมองในการเรียนรู้ได้ดีที่สุด เป็นการลือหรือบังคับสมองไว้กับสิ่งที่ต้องการเรียนรู้นอกจากนี้ การรู้ตัว มีสติ รู้ว่าความคิดความเชื่อในเรื่องต่าง ๆ ของเราเป็นอย่างไร และมันอาจมีอิทธิพลต่อสิ่งใหม่ที่กำลังเรียนรู้หรือไม่ จะทำให้เราไม่วนอยู่กับความเชื่อเดิม ๆ ที่ผ่านมา

และละโอกาสที่จะเรียนรู้ในสิ่งใหม่ ๆ ไปเสีย การรู้จักตัวเองเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ตรวจสอบ เข้าถึงความคิดของเราเอง ยิ่งเรารู้จักตัวเองมากเท่าไร เรายิ่งควบคุมตัวเองได้ และเข้าถึงการเรียนรู้ ที่รู้ตัวมากขึ้น แต่ความสามารถที่จะตระหนักรู้ตัวหรือตั้งใจนั้น เป็นทักษะหรือศักยภาพสมองที่จะ ค่อย ๆ พัฒนาขึ้น ในเด็กเล็กความสามารถด้านนี้ยังไม่มี แต่จะพัฒนาขึ้นตามอายุวัยของสมอง นี่เป็นความสำคัญข้อที่สอง ข้อที่สามคือ ส่วนใหญ่แล้ว เด็กซึ่งเข้ามาในชั้นเรียนใหม่นั้น มีประสบการณ์ และได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ มากมาย โดยมีได้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ (ระบบการศึกษา) เลย การจะจัดการเรียนรู้ใหม่ให้เด็กนั้นต้องคำนึงถึงสิ่งที่เขาได้เคยเรียนรู้มาก่อนแล้วด้วย เพราะสิ่งนั้น จะมีผลทั้งในทางบวกและลบ ต่อสิ่งที่เรากำลังจะให้เขาเรียนรู้เพิ่มเติม

9. We have at least two ways of organizing memory. (สมองมีระบบในการ สร้างความจำอย่างน้อย สองระบบ)

นัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้คือ สิ่งที่สมองจะจำได้ มักเป็นเรื่องเกี่ยวโยงกันหลายสิ่ง คือ มีเรื่องราว ของสิ่งนั้นประกอบด้วย และถ้าเป็นเรื่องราวที่มีอารมณ์ร่วม ความจำในเรื่องนั้นจะดีมาก

10. Learning is developmental. (สมองเรียนรู้โดยการพัฒนาต่อยอด)

นัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้คือ สมองเรียนรู้ได้ ต้องมีพื้นฐานบางอย่างที่จำเป็น พื้นฐานนั้น อาจเป็นเรื่องของความพร้อมทางชีวภาพ (ขึ้นอยู่กับวัย) หรือเป็นโครงสร้างการเรียนรู้ที่ต้อง สร้างขึ้นก่อน คือต้องมีความรู้บางอย่างมาก่อน (ขึ้นอยู่กับประสบการณ์การรับรู้ที่ได้รับมาก่อนหน้านี้) หลังจากเรียนรู้แล้ว สมองจะมีศักยภาพมากขึ้นและใช้ศักยภาพนั้นในการเรียนรู้ที่ซับซ้อนในขั้นต่อ ๆ ไป

11. Complex learning is enhanced by challenge and inhibited by threat associated with sense of helplessness or fatigue. (ความท้าทายเป็นแรงหนุนการเรียนรู้ ส่วนการคุกคาม ขู่เข็ญซึ่งทำให้หมดแรง รู้สึกหมดหนทาง ช่วยเหลืออะไรไม่ได้ จะขัดขวางการเรียนรู้)

การใช้ท่าทีกระตุ้น เร่งเร้า จนเกินเลยหรือการปล่อยปละละเลยทิ้งเด็กไว้ เป็นสิ่งที่ควร งดเว้น แต่การให้การช่วยเหลือ ให้กำลังใจในกระบวนการเรียนรู้ จะช่วยให้เด็กเกิดความเชื่อมั่นใน ตนเอง สิ่งที่ดีที่สุดก็คือ ให้เด็กได้ตัดสินใจเลือกด้วยตัวเอง ทำด้วยตัวเอง ในบางโอกาสที่แน่ใจ แล้วว่าจะไม่มีอันตรายเกิดขึ้น จากการได้เลือกได้ทำด้วยตัวเองนั้น

12. Every brain is uniquely organized. (สมองแต่ละสมอง ไม่มีสมองไหนเหมือนกัน)

เราต้องตระหนักถึงความแตกต่างทั้งหมดนี้ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งเมื่อเรา ต้องการช่วยเหลือใน "ปัญหา" ของเด็กคนใดคนหนึ่ง ปัญหาของเด็กคนหนึ่งนั้นเป็นส่วนหนึ่งของ ระบบที่ซับซ้อน ไม่ใช่เป็นปัญหาที่แยกออกมาโดด ๆ ปัญหานั้นอาจจะดูคล้ายว่า "เหมือน" กับของ คนอื่น แต่จะเข้าใจมันได้จริง ๆ ต่อเมื่อทำความรู้จักกับตัวตนของเด็กคนนั้นทั้งหมดเท่านั้น

เพราะมันอยู่ในระบบที่ซับซ้อนหนึ่งเดียวของเด็กคนนั้น ไม่มีสมองใดเหมือนกันเลยแม้แต่สมองเดียว เราต้องเข้าใจและดูแลเด็กทั้งคน เพื่อที่การช่วยเหลือส่งเสริมที่เราตั้งใจให้เขาได้เรียนรู้ นั้น จะได้มีโอกาสนำเขาเข้าไปสัมผัสกับความสามารถ

สุนทร โคตรบรรเทา (2548, หน้า 7) ได้ให้หลักการการเรียนรู้ของผู้เรียนจากสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีโดยใช้สมองเป็นฐาน มีดังต่อไปนี้

1. บรรยากาศการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย สภาพแวดล้อมในห้องเรียน ทำนั่ง สื่อรอบข้างปัจจัยด้านครู

2. การเรียนรู้แบบองค์รวม หรือการเรียนรู้ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับร่างกาย จิตใจ ความรู้สึกความเชื่อ ปัญหาส่วนตัว และเจตคติ ส่วนมีผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้ทั้งสิ้น

3. สมองกับการนอนหลับความเหน็ดเหนื่อยเมื่อล้า ความเครียด ความกังวลหรืออุปสรรคต่าง ๆ ทำให้เกิดสภาพการเรียนรู้ที่ไม่ดี การนอนหลับสนิทซึ่งเป็นการนอนพักผ่อนโดยไม่มี ความเครียดใด ๆ ทั้งสิ้น เพื่อให้สมองสามารถใช้ระยะของการเคลื่อนไหวได้อย่างเหมาะสม ทำให้สมองมีเวลาทำความสะอาดจิตใจ จัดเครือข่ายเซลล์สมองใหม่ และประมวลเหตุการณ์ทางอารมณ์ ดังนั้นจึงส่งเสริมให้เด็กได้นอนหลับพักผ่อนเพียงพอในเวลากลางคืน

4. การตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ เป้าหมายเป็นสิ่งที่ดี ซึ่งไม่จำเป็นต้องยากเกินไปในการบรรลุหรือง่ายเกินไปในการทำงานให้สำเร็จ เป้าหมายต้องเป็นสิ่งที่ทำนายได้และบรรลุได้ในเวลาเดียวกัน ดังนั้นการตั้งเป้าหมายจำเป็นต้องอยู่ในบริบทของระบบความเชื่อและความสามารถของนักเรียนนักศึกษาภายในสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยเท่านั้น เป้าหมายตั้งจะบรรลุได้สำเร็จ

5. อุปสรรคต่อการเรียนรู้ เมื่อสมองรับรู้อาการตกใจ ร่างกายจะมีปฏิกิริยาโต้ตอบได้โดยอัตโนมัติ ปรัชญาการณของสมองเช่นนี้ เรียกว่า การเปลี่ยนต่ำ เมื่อสมองเปลี่ยนต่ำจะทำให้ความสามารถในการเรียนรู้ การคิด การวางแผน การแก้ปัญหา การหาข้อมูลข่าวสารการคิดสร้างสรรค์และทักษะการตัดสินใจลดต่ำลง

6. โภชนาการกับการเรียนรู้ นักเรียนนักศึกษาต้องได้รับการส่งเสริมให้เอาใจใส่ในการบริโภคอาหารและโภชนาการที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ และความสามารถในการคิด สิ่งที่ต้องการมากที่สุด คือ ออกซิเจน ถ้าสมองขาดออกซิเจนแล้ว ตัวถ่ายทอดเซลล์สมองอื่น ๆ อาจทำให้การเรียนรู้และการคิดช้าลงหรือเร็วขึ้นก็ได้ สารไทโรซีน ซึ่งปกติพบในอาหารที่มีโปรตีนสูง ช่วยกระตุ้นความตื่นตัว และการทำงานของสมอง อาหารที่อุดมไปด้วยโปรตีน ได้แก่ ไข่ ปลา หมู ไก่ โยเกิร์ตและเนยแข็ง เป็นต้น

7. ความตั้งใจในการเรียนรู้ การทำให้นักเรียนนักศึกษาที่มีความตั้งใจและความคงความตั้งใจไว้เป็นภารกิจที่ทำทนายสำหรับครูอาจารย์ ระดับความตั้งใจมีขีดจำกัดจากการเปลี่ยนแปลง ในด้านอารมณ์ ระดับกรมามิโน ฮอริโมนและเนื้อหาวิชา ตามปกติช่วงความสนใจของนักเรียนมีช่วงอยู่ระหว่าง 20 – 25 นาที ระหว่างการเริ่มต้นเสนอเนื้อหากับการจบเสนอเนื้อหา และระหว่างการเสนอแนวคิดสำคัญกับการสั่งงานพิเศษแก่นักเรียน ดังนั้น ครูอาจารย์ต้องมีสิ่งกระตุ้นที่แปลกใหม่หรือมีความเข้มข้นทางอารมณ์ระดับสูง เพื่อให้ได้ความตั้งใจของผู้เรียน

8. ระดับความคงทนในการเรียนรู้ ขึ้นอยู่กับวิธีการได้รับข้อมูลข่าวสารนั้นซึ่งมีระดับอัตราดังต่อไปนี้ การอ่าน 10% การได้ยิน 20% การเห็น 30% การพูด 70% การทำ 90%

9. การเรียนรู้แบบเน้นและผ่อนคลาย การเรียนรู้จะทำได้ดีที่สุดเมื่อนักเรียน นักศึกษามีการเรียนรู้แบบเน้นหรือมีใจจดจ่อ และการเรียนรู้แบบผ่อนคลายหรือกระจายทั่วไป สลับไป เช่น มีการคิดเน้นหนัก 10 นาที และคิดกระจาย 2 – 5 นาที สลับกันไปตลอดช่วงการเรียน เวลาเรียนสูงสุด สำหรับการเรียนรู้ แบบเน้นประมาณ 20 – 25 นาที แล้วให้เวลาสำหรับการคิดแบบผ่อนคลายหรือคิดทั่วไปอีก 2 – 5 นาที ในกิจกรรมหรือการประมวลข้อมูลทางสมองจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

10. การเรียนสามขั้นตอนในห้องเรียนโดยทั่วไป ปกติครูเป็นผู้ถ่ายทอดหรือเป็นผู้ให้ข้อมูลข่าวสารแก่นักเรียนนักศึกษาหรือให้ปัจจัยป้อน ต่อมาอีกกระยะหนึ่งทำการทดสอบหรือให้เด็กทบทวนหรือท่องจำ เพื่อวัดความเข้าใจเนื้อหาที่ได้เรียน หรือปัจจัยผลผลิตส่วนหนึ่งที่อยู่ระหว่างปัจจัยป้อนกับปัจจัยผลผลิต คือ การบูรณาการ ซึ่งโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยป้อนชีวิตของผู้เรียน ถ้าปัจจัยป้อนไม่มีความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับชีวิตผู้เรียนแล้วปัจจัยผลผลิตคงได้น้อยมาก ดังนั้น การเรียนรู้จึงมี 3 ขั้นตอน คือ ปัจจัยป้อน การบูรณาการ และปัจจัยการผลิต

11. การฟักตัวในการเรียนรู้ เป็นกระบวนการเพิ่มให้แนวคิด ความรู้ และข้อมูลข่าวสาร มีการชะลอตัวหรือการปล่อยทิ้งไว้ชั่วขณะจนกว่าจะมีการรู้แจ้งหรือประสบการณ์ในสิ่งนั้น

12. คุณสมบัติของข้อมูลข่าวสารที่ทำให้จำได้ดีที่สุด ถ้าข้อมูลข่าวสารมีคุณสมบัติ ดังนี้ มีความสัมพันธ์กับประสาทสัมผัส โดยเฉพาะประสาทสัมผัสการเห็น อยู่ในบริบทของอารมณ์ เช่น อารมณ์ความรัก อารมณ์ความสุข หรืออารมณ์โศก มีคุณสมบัติโดดเด่นหรือแตกต่างมีความสัมพันธ์อย่างหนักแน่น มีความจำเป็นต่อการอยู่รอด มีความสำคัญในทางส่วนตัว มีการทำซ้ำบ่อย เป็นสิ่งแรก หรือสิ่งสุดท้ายในเวลาเรียน

จากหลักการ สามารถสรุปได้ว่า หลักการในการออกแบบกิจกรรมแบบใช้สมองเป็นฐาน ให้ความสำคัญต่อการจัดบรรยากาศในห้องเรียนมาก ซึ่งควรเป็นบรรยากาศแบบผ่อนคลาย และสนับสนุนให้กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน มีลักษณะที่ทำท่ายหรือดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ และที่สำคัญควรเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมพัฒนาการทางสมองของผู้เรียนได้หลายด้าน เช่น ด้านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้านการใช้เหตุผล ด้านการเข้าใจตนเองและผู้อื่น เป็นต้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 126) กล่าวว่า หลักการจัดการเรียนรู้แบบ Brain – Based Learning เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการของสมองแต่ละช่วงวัย เป็นการนำองค์ความรู้เรื่องสมองมาใช้เป็นฐานในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ ซึ่ง Renate และ Geoffrey Caine นักวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ได้เสนอหลักการและแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมองเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. สมองเป็นกระบวนการคู่ขนาน

สมองเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญที่สุดในร่างกายของคนเรา เพราะการที่มนุษย์ สามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้นั้น จะต้องอาศัยสมองและระบบประสาทเป็นพื้นฐานของ การรับรู้ ได้รับความรู้สึกจากประสาทสัมผัส ได้แก่ ตาทำให้เห็น หูทำให้ได้ยิน จมูกทำให้ได้กลิ่น ลิ้นทำให้ได้รับรส และผิวหนังทำให้เกิดการสัมผัส

แนวการจัดการกิจกรรมการสอน ครูจำเป็นต้องใช้กลวิธีและเทคนิคที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นสมองของนักเรียน ไม่มีวิธีหรือเทคนิคของใครสมบูรณ์ที่สุด ดังนั้นการสอนที่ดีต้องสอดคล้องกับการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายของการศึกษานั้น ขึ้นอยู่กับการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ของบุคคลนั้นมีความหลากหลายและแตกต่างกันไปตามประสบการณ์และความสามารถพื้นฐานของบุคคลนั้น ๆ หรือ Style การเรียนรู้มีหลายรูปแบบ โดยพบว่าห้องเรียนหนึ่ง ๆ มักจะมีผู้ถนัดการเรียนรู้อยู่ 4 รูปแบบ คือ นักทฤษฎี นักวิเคราะห์ นักปฏิบัติ และนักกิจกรรม ดังนั้น ครูจึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมและเอื้อต่อผู้เรียนทั้ง 4 แบบอย่างเสมอภาคกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุข สนุกสนานเกิดความสุข ในการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ตนถนัด รวมทั้งยังมีโอกาสพัฒนาความสามารถด้านอื่น ๆ ที่ตนเองไม่ถนัดด้วยวิธีการหลากหลายอีกด้วย โดยอาจเริ่มจากรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคลแล้ววางแผนจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับลักษณะของผู้เรียนรวมทั้งสร้างโอกาสให้เขาได้พัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

2. สมอกับการเรียนรู้

สมองไม่ได้มีหน้าที่เฉพาะรับรู้แต่เพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นอวัยวะที่สำคัญต่อการพัฒนาของอวัยวะทั้งหมดของร่างกาย ซึ่งจะรวมถึงการคิด การเรียนรู้ การจำ และพฤติกรรมของมนุษย์ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนควรมีความรู้เรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทำงานและการพัฒนาของสมอง เพื่อจะได้วางแผนจัดกิจกรรม การเรียนรู้ในลักษณะที่กระตุ้นให้สมองคิดและทำงานแบบท้าทาย ยั่วยุมากที่สุด ผู้เรียนได้คิดและแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ในทุกด้าน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด และเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ เป็นรากฐานไปสู่การเป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุขในการดำรงชีวิตและเมื่อเติบโตขึ้นจะได้เป็นเยาวชนพลเมืองที่ดีของสังคมต่อไป

แนวการจัดการเรียนการสอน ครูต้องมีวิธีการเตรียมความพร้อมทางสมองให้แก่ผู้เรียน ดังนี้

2.1 การดื่มน้ำ ควรดื่มน้ำบริสุทธิ์ วันละ 6 – 8 แก้ว เพราะถ้าร่างกายได้รับน้ำอย่างเพียงพอจะทำให้เซลล์สมองทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การรับประทานอาหาร ควรรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่ ซึ่งถูกต้องตามหลักโภชนาการ เพราะอาหารจะทำให้เซลล์ประสาท/เซลล์สมองเจริญเติบโต ส่งผลให้ความจำดี และเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

2.3 การหายใจ ควรฝึกหายใจให้ลึก ๆ ช้า ๆ และมีจังหวะที่แน่นอน เพราะสมองต้องการออกซิเจน และออกซิเจนช่วยให้กระบวนการคิดดี ซึ่งถ้ามีการหายใจที่ถูกต้องจะช่วยให้เกิดสมาธิ สมองปลอดโปร่ง ลดสภาพการหลง ๆ ลืม ๆ และสามารถป้องกันโรคสมองเสื่อมได้

2.4 การฟังเพลง/ดนตรี ควรหาโอกาสฟังเพลง/ดนตรี จะกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้และกระตุ้นการทำงานของสมองทั้งสองซีกให้สอดคล้องกันทั้งระบบ การฟังเพลงที่มีคุณภาพทำให้สมองผลิต Alpha Waves และ Theta Waves ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็วและเกิดความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูง

2.5 การคลายความเครียด ความเครียดเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ ดังนั้น ควรหาเวลาพักผ่อน ออกกำลังกาย จัดลำดับความสำคัญของงาน การหัวเราะ/ยิ้ม ทำให้จิตใจเบิกบาน ไม่เครียดและไม่คิดว่าตัวเองเป็นคนไร้ค่า

2.6 การบริหารสมอง การบริหารสมองเป็นระบบการเคลื่อนไหวร่างกาย ที่จะช่วยให้สมองทำงานอย่างดี เป็นการเชื่อมโยงระหว่างการเคลื่อนไหวร่างกายกับการทำงานของสมอง

3. การเรียนรู้มีมาแต่กำเนิด

ในการเรียนรู้ของบุคคลเรานั้นจะเกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มมีชีวิต และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าการเรียนรู้ที่ดีที่สุดนั้นจะต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง หรือเป็นการเรียนรู้โดยประสบการณ์ตรง

แนวการจัดการเรียนการสอน ลักษณะการเรียนการสอนที่ดีควรมีแนวทาง ดังนี้

- 3.1 ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 3.2 เน้นความต้องการของผู้เรียนเป็นหลัก
- 3.3 ต้องพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้เรียน
- 3.4 ต้องเป็นที่น่าสนใจ ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย
- 3.5 ต้องดำเนินไปด้วยความเมตตากรุณาต่อผู้เรียน
- 3.6 ต้องทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้
- 3.7 ต้องตระหนักถึงเวลาที่เหมาะสมที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้
- 3.8 ต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ โดยการปฏิบัติจริง
- 3.9 ต้องสนับสนุนส่งเสริมการเรียนรู้
- 3.10 ต้องมีจุดมุ่งหมายของการสอน
- 3.11 ต้องสามารถเข้าใจผู้เรียน
- 3.12 ต้องคำนึงถึงภูมิหลังของผู้เรียน
- 3.13 ต้องไม่ยึดวิธีการใดวิธีการหนึ่งเท่านั้น
- 3.14 การเรียนการสอนที่ดีเป็นพลวัต (Dynamic) คือ มีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งในด้านการจัดกิจกรรม การสร้างบรรยากาศ รูปแบบ เนื้อหาสาระ เทคนิควิธี ฯลฯ
- 3.15 ต้องสอนในสิ่งที่ไม่ไกลตัวผู้เรียนมากเกินไป
- 3.16 ต้องมีการวางแผนการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ

4. รูปแบบการเรียนรู้ของบุคคล

ผู้เรียนในห้องเรียนหนึ่ง ๆ มักจะมีผู้ถนัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของตน ครูจึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนทุกรูปแบบอย่างเสมอภาคกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุข สนุกสนานและเกิดความสุขในการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ตนถนัด รวมทั้งยังมีโอกาสพัฒนาความสามารถด้านอื่น ๆ ที่ตนไม่ถนัดอีกด้วย

แนวการจัดการเรียนการสอน การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้มิใช่เกิดจากการสั่ง การสอน การถ่ายทอดเพียงอย่างเดียว แต่ต้องเกิดจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ มีการรับรู้ คือ การแสวงหาและรับข้อมูล ข้อความรู้จากประสาทสัมผัสต่าง ๆ มีการบูรณาการความรู้ โดยการนำความรู้ใหม่ที่ได้รับมา

ผสมผสานเชื่อมโยงกับประสบการณ์ หรือโครงสร้างของความรู้เดิม เพื่อขยายหรือสร้างความรู้ใหม่ มีการประยุกต์ใช้ คือ การนำความรู้มาใช้ในการดำรงชีวิต หรือการแก้ปัญหาในการทำงาน ดังนั้น การจัดการเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงและถาวรนั้น จะต้องจัดให้ครบองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ การรับรู้ การบูรณาการความรู้ และการประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการเชื่อมโยงความรู้สู่การปฏิบัติจริง ในการดำเนินชีวิตประจำวัน

5. ความสนใจมีความสำคัญต่อการเรียนรู้

ความสามารถพิเศษของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 8 ด้านด้วยกัน มนุษย์ย่อมมีความ แตกต่างระหว่างบุคคล แต่ละคนมักจะมี ความเก่งไม่เหมือนกัน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็น ผู้วางแผน ในการพัฒนาตนเอง โดยเริ่มจากรู้จักตนเอง รู้จุดเด่น จุดด้อย ค้นหาวิธีการพัฒนาความเก่ง ให้แก่ตนเองที่จะนำไปสู่การปฏิบัติอย่างมีความสุขและเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

แนวการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะต้องมีข้อมูล และรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล คิดและจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความถนัด/ความสามารถหรือความเก่งให้เก่งมากยิ่งขึ้น รวมทั้ง การพัฒนาด้านอื่น ๆ ให้มีความเก่งหลาย ๆ ด้าน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความสามารถ หรือความเก่งสู่สาธารณชน โดยอาจจัดเวทีให้แสดงอย่างอิสระ

6. สมองมีหน้าที่สร้างกระบวนการเรียนรู้

สมองของคนเราแบ่งออกเป็น 2 ซีก คือซีกซ้ายกับซีกขวา สมองทั้งสองด้านมีความสัมพันธ์กัน สมองมีหน้าที่ ควบคุมการรับรู้ การคิด การเรียนรู้และการจำ ควบคุมการทำงานของอวัยวะ ต่าง ๆ ของร่างกายและควบคุมความรู้สึกและพฤติกรรม จะเห็นได้ว่า สมองไม่ได้มีหน้าที่เฉพาะรับรู้ แต่เพียง อย่างเดียว แต่จะเป็นอวัยวะที่สำคัญต่อการพัฒนาของอวัยวะทั้งหมดในร่างกาย ซึ่งรวมถึง ความคิดการเรียนรู้ การจำ และพฤติกรรมของมนุษย์

แนวการจัดการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอนที่ดี ครูต้องมีความเข้าใจทักษะที่ เกี่ยวโยงกับความสามารถพิเศษของสมองแต่ละซีก สมองซีกซ้ายสั่งการทำงานเกี่ยวกับ คำ ภาษา ตรรกะ ตัวเลข/จำนวน ลำดับ ระบบ การคิดวิเคราะห์ และการแสดงออกเป็นต้น สมองซีกขวา จะสั่งการ เกี่ยวกับ จังหวะ ดนตรี ศิลปะ จินตนาการ การสร้างภาพ การรับรู้ การเห็นภาพรวม ความจำ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

7. การเรียนรู้ในสิ่งที่สนใจสามารถรับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สมองจะซึมซับข้อมูลที่บุคคลมีความสนใจในเรื่องนั้นอยู่แล้ว เชื่อมโยงกับข้อมูล ความรู้ใหม่ ประสานข้อมูลความรู้เข้าด้วยกัน ซึ่งหมายความว่า การเรียนรู้ของมนุษย์จะมี ประสิทธิภาพสูงขึ้น เมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับการจัด ประสบการณ์ในการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง

แนวทางการจัดการเรียนการสอน ควรจัดเนื้อหาที่มีความหลากหลายครอบคลุมทุกมิติของชีวิตมนุษย์ กระบวนการเรียนรู้มีลักษณะหลากหลายร่วมกันในลักษณะ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง แหล่งการเรียนรู้หลากหลาย เช่น เรียนรู้จากสื่อธรรมชาติ จากคำบอกเล่าของผู้เฒ่าผู้แก่ จากแหล่งงานอาชีพของชุมชน จากการค้นคว้าทางเทคโนโลยี ฯลฯ

8. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งในแบบที่มีจุดมุ่งหมายและไม่ได้ตั้งใจ

การเรียนรู้ของคนส่วนใหญ่มักเกิดการเรียนรู้ขึ้นได้จากสิ่งที่ไม่ได้ตั้งใจ สามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในสถานการณ์จริง เช่น ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เผชิญอยู่โดยไม่ได้คิดในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นมาก่อน โดยอาศัยประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

แนวทางการจัดกิจกรรมการสอน ในกระบวนการเรียนรู้นั้น ขณะที่ผู้เรียนเรียนรู้นั้นอาจเป็นแค่การรับรู้ แต่ยังไม่เข้าใจ ความเข้าใจอาจเกิดขึ้นภายหลังจากที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นถึงความหมายและความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันถึงสิ่งต่าง ๆ ที่ตนเองรับรู้จากแหล่งความรู้ที่หลากหลายในระดับที่สามารถอธิบายเชิงเหตุผลได้ ซึ่งบางครั้งการสอนในชั้นเรียนเมื่อจบลงบางบทเรียนไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ เนื่องจากการสอนนั้นไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

9. การเรียนรู้ที่เกิดจากกระบวนการสร้างความเข้าใจ

การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากกระบวนการที่สร้างความเข้าใจ และให้ความหมายกับสิ่งที่รับรู้มา มีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง สอน/แนะนำบนพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์และทักษะที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน

แนวทางการจัดการเรียนการสอน บางครั้งการจำเป็นสิ่งสำคัญและมีประโยชน์ แต่การสอนที่เน้นการจำไม่ก่อให้เกิด ความเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้และบางครั้งเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาความเข้าใจ ถ้าครูไม่ได้ศึกษาวิธีการเรียนรู้อันหลากหลายของผู้เรียนแต่ละประเภท ว่ามีความชื่นชอบความถนัด วิธีการเรียนรู้ หลักการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และจัดกิจกรรมการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียนแต่ละประเภท จะส่งผลต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน

10. การเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

ภาษาแรกของมนุษย์เราถูกเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างหลากหลาย ด้วยคำศัพท์และไวยากรณ์ ถูกเรียนรู้โดยกระบวนการเรียนรู้ภายในของบุคคลที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมและสิ่งแวดล้อมภายนอก

แนวการจัดการเรียนการสอน ครูจำเป็นต้องใช้กิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย การสาธิต การทำโครงการ ทักษะศึกษา การรับรู้ประสบการณ์ด้วยการมองเห็นของจริง การเล่าเรื่อง ละคร และการมีปฏิสัมพันธ์ต่อคนหลาย ๆ ประเภท การเรียนแบบมุ่งประสบการณ์ ทางภาษาสามารถเรียนรู้ได้ในกระบวนการโดยผ่านเรื่องหรือการเขียน ความสำเร็จ ขึ้นอยู่กับการใช้ ประสาทสัมผัสและให้ผู้เรียนพบประสบการณ์ที่ซับซ้อนและมีความเกี่ยวข้องกันในเนื้อหา ครูไม่ควร เป็นเพียงผู้บรรยาย แต่ควรเป็นผู้กำกับที่ทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้

11. การเรียนรู้คือการส่งเสริมให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้

เซลล์สมองจะเกิดมีการเชื่อมต่ออย่างสูงสุด เมื่อถูกกระตุ้นให้เผชิญกับสถานการณ์ ที่ท้าทายให้ ผู้เรียนอยากเรียนรู้ โดยผ่านกระบวนการเล่นอย่างสนุกสนาน และมีความสุข ปราศจากความเครียด เพราะความเครียดเป็นสิ่งที่บั่นทอนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

แนวการจัดการเรียนการสอน ควรสร้างสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมให้ปลอดภัย เพื่อการเรียนรู้ โดยผ่านการเล่นแบบท้าทาย การเสี่ยง ความสนุกสนาน เป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ การถูก ทำโทษอันเนื่องมาจากความผิดพลาดจะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ ครูจึง ไม่ควรลงโทษ ผู้เรียน ในการเข้าร่วมกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์แวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้

12. สมองของบุคคลมีความเท่าเทียมกัน

มนุษย์ทุกคนมีระบบสมองที่เหมือนกัน ถึงแม้ว่าทุกคนจะมีศักยภาพแตกต่างกันในด้าน ความรู้ความถนัดที่มีอยู่เดิม ตามสภาพแวดล้อมของแต่ละคน แต่เราสามารถเรียนรู้ได้เต็มตาม ศักยภาพได้อย่างเท่าเทียมกัน

แนวการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนมีความแตกต่างกันเกี่ยวกับความสามารถทาง สติปัญญา ความสามารถความเก่งของมนุษย์ คือ ทฤษฎีพหุปัญญา ความเป็นคนเก่งคืออะไร มีคำตอบมากมายหลายรูปแบบ แต่สรุปได้ว่า คนเก่งคือผู้มีความสามารถด้านใดด้านหนึ่ง เฉพาะด้าน หรือหลาย ๆ ด้านที่แสดงออกถึงความสามารถได้อย่างเป็นที่ประจักษ์ ในการพัฒนา ความเก่งนั้น ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้วางแผนในการพัฒนาตนเอง โดยเริ่มจากการรู้จักตนเอง รู้จุดเด่นจุดด้อย ค้นหาวิธีพัฒนาความเก่งให้แก่ตนเองที่จะนำไปสู่การปฏิบัติอย่างมีความสุขและ เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ภายใต้การดูแล กระตุ้น ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวกของครู พ่อแม่ ผู้ปกครองและผู้เกี่ยวข้อง ดังนั้น จะเห็นได้ว่าความเก่งพัฒนาได้ถ้ารู้วิธีและทำถูกวิธี

สุนทรีย์ อารังโสติสกุล (2560) ได้สังเคราะห์แนวความคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานจาก Caine & Caine Jensen Gulpina อัครภูมิ จารุภากรและพรพิไล เลิศวิชา สุนทร โคตรบรรเทา วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ และญาณี ไชยวงศา สรุปได้ 5 หลักการ

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์หลักการของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

หลักการของการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน	นักการศึกษา							จำนวนนัก การศึกษาที่มี ความเห็น สอดคล้องกัน
	Caine & Caine. 1991	Jensen. 2008	Gulpina. 2005	อัศวภูมิ จากรุภากร และ พรพิไล เลิศวิชา. 2551	สุนทร โคตรบรรเทา. 2548	วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. 2549	ญาณี ไชยวงศา. 2556	
การเรียนรู้ที่มีความหมาย	✓	✓	✓	✓				4
การเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5	✓		✓	✓	✓		✓	5
การเรียนรู้จากชีวิตจริง ชีวิตประจำวัน	✓	✓		✓				3
การเรียนรู้เกิดขึ้นตลอดเวลา	✓	✓		✓			✓	4
ปฏิบัติด้วยตนเอง มีประสบการณ์	✓		✓	✓		✓	✓	5
เชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่	✓	✓	✓	✓			✓	5
ประยุกต์ใช้ความรู้เดิมในสถานการณ์ใหม่		✓	✓	✓			✓	4
สิ่งแวดล้อม บ้าน ชุมชน โรงเรียน	✓		✓	✓			✓	4
เรียนนอกสถานที่	✓			✓	✓	✓	✓	5
เน้นให้จำรูปแบบ จำสิ่งใกล้ตัว	✓		✓	✓	✓	✓		6

ตาราง 3 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์หลักการของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

หลักการของการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน	นักการศึกษา							จำนวนนัก การศึกษาที่มี ความเห็น สอดคล้องกัน
	Caine & Caine. 1991	Jensen. 2008	Gulpina. 2005	อัครภูมิ จากรุภากร และ พรพิไล เลิศวิชา. 2551	สุนทร โคตรบรรเทา. 2548	วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. 2549	ญาณี ไชยวงศา. 2556	
มีตัวแบบ ตัวอย่างให้ดู	✓		✓					3
การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับอารมณ์	✓	✓	✓	✓	✓		✓	6
การเรียนรู้ร่วมกัน	✓		✓			✓	✓	5
การจดจ่อ ตั้งใจ สนใจ	✓	✓	✓	✓	✓		✓	6
การตั้งเป้าหมายในการเรียน		✓	✓	✓	✓			4
วิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย	✓					✓	✓	4
ผู้เรียนรู้สึกมั่นคงและปลอดภัย			✓	✓	✓		✓	4
บรรยากาศสนุกสนาน	✓		✓	✓	✓	✓	✓	6
กิจกรรมท้าทาย	✓		✓	✓	✓	✓	✓	6
ใช้คำถามให้คิด	✓		✓				✓	4

ตาราง 3 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์หลักการของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

หลักการของการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน	นักการศึกษา							จำนวนนัก การศึกษาที่มี ความเห็น สอดคล้องกัน
	Caine & Caine. 1991	Jensen. 2008	Gulpina. 2005	อัครภูมิ จารุภากร และ พรพิไล เลิศวิชา. 2551	สุนทร โคตรบรรเทา. 2548	วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. 2549	ญาณี ไชยวงศา. 2556	
จัดกิจกรรมแบบทำซ้ำ ผักผ่อน				✓	✓	✓	✓	4
จูงใจ เชิญชวน เสริมแรง	✓	✓		✓	✓			4
เรียนรู้ย่อยกับองค์รวม	✓			✓	✓			3
ข้อมูลย้อนกลับ			✓	✓				2
การตรวจสอบความผิดพลาด		✓		✓			✓	3
คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล	✓			✓			✓	3
มีชั่วโมงอิสระ				✓				1
เน้นสมาธิ				✓				1
เชื่อมโยงแก้ปัญหา				✓				1
สื่อสารด้วยความเข้าใจตนเอง			✓	✓				2
สร้างผลงานด้วยตนเอง			✓	✓		✓	✓	4
ใช้เกมและแผนผังความคิด				✓		✓		2

จากตาราง 3 จะเห็นได้ว่า หลักการของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่นักการศึกษา มีความเห็นสอดคล้องกันมากที่สุด ได้แก่ เน้นให้จำรูปแบบ จำสิ่งใกล้ตัว การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับ อารมณ์ การจดต่อ ตั้งใจ สนใจ บรรยากาศสนุกสนาน กิจกรรมท้าทาย ประเด็นที่เห็นสอดคล้องกัน รองลงมา ได้แก่ การเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ปฏิบัติด้วยตนเอง มีประสบการณ์เชื่อมโยง ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมกับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ การเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนรู้ที่มีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นตลอดเวลา ประยุกต์ใช้ความรู้เดิมในสถานการณ์ใหม่ สิ่งแวดล้อม บ้าน ชุมชน โรงเรียน การตั้งเป้าหมายในการเรียน วิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย ผู้เรียนรู้สึกมั่นคงและปลอดภัย ใช้คำถามให้คิด จัดกิจกรรมแบบซ้ำ ผักผ่อน จูงใจ เชิญชวน เสริมแรง สร้างผลงานด้วยตนเอง และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (สุนทรีย์ อารังโสดติสกุล 2560)

3.4 การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมอง

3.4.1 เมื่อสมองรับรู้ภาพและเสียงพร้อมกัน

การเห็นภาพและได้ยินเสียงพร้อมกันสามารถดึงดูข้อมูลเข้าสู่สมองได้เป็นจำนวนมากกว่าการได้รับข้อมูลในทางอื่น ในการออกแบบวิธีการสอนให้มีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรอ่านและให้ดูภาพประกอบ ส่วนผู้เรียนได้ฟังและเห็นภาพ จะทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นและเกิดกระบวนการเรียนรู้ได้มาก

3.4.2 สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อสร้างแผนภาพความคิด

การสร้างแผนภาพความคิดในสมองสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ นำมาจัดระบบข้อมูลออกมาเป็นแผนภาพ ก่อให้เกิดความคิดและการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งหน้าที่ของแผนภาพความคิดจะช่วยให้การเรียบเรียงความคิด ทำให้เห็นภาพความคิดในหลายมิติที่ชัดเจนขึ้น และเป็นการสะท้อนความคิดออกมาเป็นภาพและข้อมูล

3.4.3 สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อผ่านการปฏิบัติ

การใช้สมองผ่านการรับรู้ข้อมูลในรูปของภาพ เสียง การสัมผัสและผ่านเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือการลงมือปฏิบัติ ทำให้วงจรความจำและการรับรู้ข้อมูลในด้านต่าง ๆ มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันและก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่เร็วขึ้น รวมถึงเป็นการเสริมสร้างทักษะในการคิดวิเคราะห์ ด้วยกิจกรรมที่ช่วยในกระบวนการเรียนรู้ เช่น โครงงาน การสร้างชิ้นงาน การทดลองปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การเขียนบทกลอน เรียงความ บรรยาย

3.4.4 สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อเข้าไปอยู่ในเหตุการณ์คล้ายจริง

กระบวนการเรียนรู้ของสมองจะใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพดี เมื่อผู้เรียนได้อยู่ในสถานการณ์ที่คล้ายความจริงที่สุดหรือสถานการณ์จำลอง เช่น การเล่นเกมที่กำหนดให้แต่ละคนมี

บทบาทสมมติหรือการได้ทัศนศึกษาในสถานที่ต่าง ๆ สามารถทำให้เด็กเข้าใจและเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น

3.4.5 สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อท่องจำ – ทำซ้ำ – ผึกทักษะ

การได้ลงมือทำเองหรือการฝึกฝนบ่อย ๆ เป็นการให้ผู้เรียนได้เห็นสิ่งที่ตัวเองทำ ซึ่งสิ่งที่ปรากฏนั้นได้เป็นข้อมูลย้อนกลับไปให้สมอง ทำให้เสริมสร้างเซลล์สมองที่มีอยู่ก่อนนี้ และมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น สามารถจดจำและให้เกิดความชำนาญ กิจกรรมที่ต้องใช้การฝึกทักษะ ในประเภทนี้ เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ การฝึกเขียน การเล่นกีฬา การเล่นดนตรี เป็นต้น (พรพิไล เลิศวิชา และอัศรภูมิ จารุภากร, 2550)

3.5 การสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิด Brain – Based Learning

3.5.1 สมองเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีไหน

พรพิไล เลิศวิชา (2553, หน้า 1 – 10) ได้กล่าวว่า ในทุก ๆ บท คณิตศาสตร์จะมี ศัพท์ใหม่ เช่น คำว่า การบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยม เศษส่วน ตัวประกอบ ห.ร.ม. ค.ร.น. คำศัพท์คำเดียวของคณิตศาสตร์ แทนเหตุการณ์หลายเหตุการณ์ เช่นคำว่า เศษส่วน เป็นคำ นามธรรมแต่เหตุการณ์ที่จัดว่าเป็นเศษส่วนได้นั้นมีมากมาย เช่น นักเรียน 3 คน ใน 5 คน เป็นหญิง ดังนั้น นักเรียนหญิงมีจำนวนเป็นเศษสามส่วนห้าของนักเรียนทั้งหมด แต่งโมผลหนึ่งแบ่งออกเป็น 5 ส่วนเท่า ๆ กัน และแต่งโม 1 ชิ้นคิดเป็นเศษหนึ่งส่วนสี่ของแต่งโมทั้งผล ดังนั้น คำว่า เศษส่วน ซึ่งเป็นค่านามธรรมนั้น ถ้านักเรียนไม่รู้ว่าจะรูปธรรมมันคืออะไรก็ยากที่จะสอน เพราะก่อนหน้าทีคำว่าเศษส่วนไม่เคยมีที่อยู่มาก่อนในสมองของเด็ก การเสนอคำใหม่เข้ามาในสมองที่จริง แล้วไม่ใช่ทำได้ง่ายนัก ลองนึกถึงคำว่า สมการ อสมการ พหุนาม และแคลคูลัส แม้แต่ผู้ใหญ่อย่างเรา ถ้าไม่ใช่คนที่ชอบหรือเก่งคณิตศาสตร์ ได้ยินแล้วอาจยังรู้สึกกลัว

สมองของคนเราเป็นแบบนี้ คือ ต้องมีประสบการณ์ตรงชัดเจนก่อน สมองจึงจะ รับคำใหม่ นิยามใหม่ได้โดยง่าย การเริ่มต้นสอนคณิตศาสตร์ จาก คำ ความหมาย และค่านิยาม จึงเป็นการสอนที่สร้างความยากลำบากให้แก่สมองของเด็กอย่างยิ่ง ทำให้สมองมีแนวโน้มจะ ปฏิเสธไม่สนใจรับรู้ตั้งแต่ต้น เพราะสมองไม่รู้ว่าจะเข้าใจความรู้หรือข้อมูลใหม่นี้โดยวิธีไหน

วิธีการเรียนรู้ของสมองไม่ได้เริ่มจากการเข้าใจค่านิยาม แต่วิธีการที่เป็นไปตามธรรมชาติของสมองเป็นดังนี้ คือ

1) รับข้อมูลเข้าสู่สมองโดยผ่านประสาทสัมผัส (sensory input) คือ รับผ่านการเห็น การได้ยิน การสัมผัส เช่น จับมะเขือเทศ 8 ลูก ตาเห็นมะเขือเทศ 8 ลูก หูได้ยินคำว่า มะเขือเทศ 8 ลูก

2) ประมวลผลข้อมูลที่สมองส่วนหน้า (data processing) ข้อมูลที่ผ่านการรับรู้เข้าไปนี้ จะถูกนำไปประมวลผลที่สมองส่วนหน้า (frontal lobe) ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล คิด และแก้ปัญหา

3) ลงมือปฏิบัติการ (output) สมองส่วนหน้าทำการคิดเสร็จแล้ว จะส่งสัญญาณไปกระตุ้นส่วนที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (motor system) เพื่อปฏิบัติการได้ตอบกับสิ่งแวดล้อม (response)

สัมผัสทั้งห้า นั้น เป็นการรับรู้จากโลกภายนอก เช่น รับรู้ว่ามีลูกหมา 10 ตัว แดงโมครึ่งลูก เงินที่จ่ายไป 10 บาทแล้วแม่ค้าทอนคืนมา 5 บาท

สัมผัสรับรู้นี้ต้องผ่าน ตา หู ผิวสัมผัส ลิ้น(รส) จมูก(กลิ่น) ข้อมูลเหล่านี้ทยอยเข้าสู่สมองส่วนต่าง ๆ เพราะสมองแต่ละตำแหน่งทำหน้าที่ต่างกัน แล้วสมองส่วนหน้าจึงจะนำข้อมูลทั้งหมดมาบูรณาการกัน เพื่อคิดคำถาม เช่น สมองส่วนหน้าทำการคิดว่า ถ้าแดงโมจำนวน 4 ลูก ขายไป 2 ลูก จะเหลือกี่ลูก เมื่อคิดได้แล้วว่า เหลือ 2 ลูก จากนั้นสมองส่วนหน้าจะไปกระตุ้นส่วนควบคุมการเคลื่อนไหว (motor system) ในสมองให้ขยับนิ้วมือเขียนคำตอบว่า 2 ลูกหรือพูดตอบคร่าว ๆ สองลูก เป็นต้น

สอนคณิตศาสตร์ ต้องกระตุ้นให้สมองหลายส่วน คือ ส่วนที่ทำหน้าที่รับภาพ ส่วนที่ทำหน้าที่รับเสียง ส่วนที่ทำหน้าที่รับสัมผัส เพื่อกระตุ้นให้การรับรู้ผ่านการทำงานของสมอง ตามระบบธรรมชาติ สมองจะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อสมองได้สัมผัสรับรู้จากของจริง หรือวัตถุสามมิติที่หลากหลาย สี กลิ่น รส ช่วยกระตุ้นให้การเรียนคณิตศาสตร์เป็นไปได้ง่ายขึ้น เพราะ สี กลิ่น และรส เป็นข้อมูลที่กระตุ้นอารมณ์ (emotion) ข้อมูลที่มีอารมณ์เป็นตัวกระตุ้น ช่วยให้สมองเรียนรู้ได้ง่าย การบรรยายและการเรียนกระดานอย่างเดียวเป็นการสอนโดยใช้เสียง ผู้เรียนฟังผ่านหู และตามองเห็นตัวหนังสือไม่ใช่ภาพ การสอนแบบนี้เป็นการสอนแบบนามธรรม (abstract) ตรงข้ามกับวิธีการเรียนรู้ของสมองที่ต้องเรียนรู้ผ่านรูปธรรม (concrete experience)

3.5.2 สอนคณิตศาสตร์ สมองประถม

พรพิไล เลิศวิชา (2553, หน้า 35 – 42) ได้กล่าวว่า สมองเด็กประถมมีความพร้อมมากขึ้นแก้ปัญหาได้ซับซ้อนขึ้น แต่ถ้ายังอยู่ระหว่างชั้น ป.1 – ป.6 สมองควรเริ่มต้นจากโจทย์ง่าย ๆ ไปก่อน เด็กชายอาจเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระยะและมิติได้ดีกว่าเด็กหญิง อยู่บ้าง แต่ช่องว่างที่แตกต่างกันนี้จะค่อย ๆ แคบเข้าและคล้ายกันมากขึ้นในวัยมัธยม

ในสมองเด็กประถม ส่วนที่ประมวลผลข้อมูลเสียงกำลังพัฒนาอย่างรวดเร็ว ในช่วงนี้ การให้เด็กอ่านออกเสียงเพื่อให้เด็กได้ยินเสียงตัวเอง รวมทั้งการอ่านโจทย์เลขดัง ๆ มีความสำคัญ

ครูอาจคิดว่าเด็กสามารถฝึกการอ่านใจทยอยในใจแล้วคิดเรียบ ๆ แต่ที่จริงแล้ว สมอเด็กวัยประถมนี้ กลับต้องเปล่งเสียงออกมาจึงจะเกิดความเข้าใจขึ้น ถ้าจะให้สมอเข้าใจและเก็บข้อมูลได้ดี ต้องให้สมออ่านใจทยอยออกมาและเด็กได้ยินเสียงของตัวเอง ถ้ายังไม่เข้าใจต้องอ่านซ้ำ ๆ และอ่านซ้ำ ที่สำคัญสมออาจไม่ได้คิดรวดเดียวแบบผู้ใหญ่ สมอใช้เวลาในการคิดทีละข้อมูล แม้ว่าเด็กประถมสามารถจะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ แต่การเรียนรู้คณิตศาสตร์ก็มีขั้นตอนและมีระเบียบวิธีของมัน ถ้าเดินผิดวิธีคำนวณผิด ระเบียบวิธีจุกจิกเหล่านี้จึงอาจทำให้เด็กไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ การสอนคณิตศาสตร์จึงต้องเริ่มโดยกระตุ้นให้สมอรู้สึกอยากจะทำ อยากจะรู้เสียก่อน

ในสมองของเด็กมีกลุ่มเซลล์ที่ทำงานด้านการใช้เหตุผลและคิด คือ สมองส่วนหน้า (frontal lobe) แต่ลึกลงไปคือสมองส่วนอารมณ์ (limbic system) สมองของเด็กประถมนั้นส่วนที่พัฒนาขึ้นมาก่อนและพร้อมก่อนส่วนอื่น ๆ คือ ส่วนอารมณ์ พอส และสไตน์เบิร์ก (Paus & Steinberg) ได้ตีพิมพ์บทความของเขาทั้งสองในนิตยสาร Trends in Cognitive Science อธิบายว่า สมองส่วนอารมณ์ของเด็กพัฒนาพร้อมแล้วเมื่ออายุระหว่าง 10 – 12 ปี ขณะที่สมองส่วนหน้าซึ่งทำหน้าที่ด้านเหตุผลกลับพร้อมและพัฒนาเต็มที่เมื่ออายุ 22 – 24 ปี จึงไม่ค่อยแปลกที่สำหรับเด็กประถมแล้ว อารมณ์เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้เด็กเรียนหรือไม่เรียน เข้าใจหรือไม่เข้าใจ

หลักการสำคัญในการกระตุ้นให้เรียนรู้คณิตศาสตร์โดยขับเคลื่นอารมณ์ คือ

1) ข้อมูล เนื้อหา กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถกระตุ้นอารมณ์ของเด็ก ทำให้สมอสนใจเรียนรู้มากกว่าการไม่กระตุ้นอารมณ์เลย การสอนเนื้อหาสั้น ๆ ทำให้สมอทำงานแย่งเสมอ

2) ความพร้อมและการทำงานของอารมณ์ที่เร็วกว่าเหตุผล เป็นสิ่งที่ทำให้สมอสนใจเรียนรู้คณิตศาสตร์ แม้ว่ามีเรื่องราวขั้นตอนยุ่งยากที่จะต้องคิดคำนวณ แต่ถ้าเริ่มจากมีแรงจูงใจ (motivation) แล้ว เด็กจะยอมรับการเรียนรู้เนื้อหาที่ยุ่งยากต่อไป

3) ข้อมูล เนื้อหา และกระบวนการที่ช่วยกระตุ้นอารมณ์ ต้องมีลักษณะเด่น คือ มีสีสัน สามมิติ สนุก ทำทาย แปลกเข้าใจไม่ยาก และตลก เป็นต้น ครูควรคิดค้นหาวิธีสอนที่จะทำให้เนื้อหารรรรมดา ๆ นั้น มีแง่มุมที่น่าสนใจขึ้นมาให้ได้

เทคนิคการสอนที่จะสอนคณิตศาสตร์สมอเด็กประถม มีดังนี้

1) ครูผู้สอนต้องค้นหาให้พบว่า ในแต่ละเนื้อหา แต่ละแนวคิด (concept) ที่จะสอนนั้น จะจูงใจ กระตุ้นให้เด็กตื่นเต้น ประหลาดใจ สนใจ หรือสนุกที่จะเรียนรู้ได้อย่างไร อารมณ์ที่ถูกกระตุ้น คือการเปลี่ยนแปลงในสมอง เนื่องจากเมื่อมีสิ่งใหม่ มีการรับรู้ใหม่ สมอจะพยายาม (คิด) จัดกลุ่ม เชื่อมโยงกับความรู้เดิม สมอมีการคาดหมายผลบางอย่างต่อจากสิ่งที่

สมองคิดได้ การทำงานในวงจรเช่นนี้ของสมอง มีสารตัวหนึ่งชื่อ โดปามีน ทำหน้าที่ช่วยปรับแต่ง (modulate) และก่อรูปวงจรที่ถูกต้อง (ตามคาคาหมาย) ขึ้นมา สมองในภาวะเช่นนี้ จะสะท้อนออกมาทางพฤติกรรม ในรูปของความกระตือรือร้น สนใจมุ่งมั่น มีสมาธิ นึกอยากลองดู รู้สึกท้าทาย กล่าวได้ว่า อิทธิพลของโดปามีนทำให้สมองปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อสิ่งเร้า สร้างวงจรความรู้ใหม่ แทนวงจรความรู้เดิม โดยทั่วไปแล้วเป็นเรื่องง่ายกว่าที่สมองจะใช้วงจรเดิม อยู่กับสิ่งที่เคยชิน มากกว่าจะยอมเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม แต่เพราะทุกวันครูสอนเรื่องใหม่ ให้ทำสิ่งใหม่ ๆ ถ้าสมองไม่นึกอยากลองเรียนรู้และทำสิ่งใหม่เลย สมองก็ก้าวหน้าไม่ได้

2) การปฏิเสธรการเรียนรู้ ความเบื่อหน่ายน่าจะมีสาเหตุมาจากสิ่งที่เรารู้มัน 'ไม่สามารถกระตุ้นอารมณ์ของเด็กได้' ต้องหาดูว่ามีทางใดที่จะนำเสนอสิ่งนั้นให้สมองเห็นว่ามัน น่าสนใจ มันน่าจะเกี่ยวข้องกับอะไรที่สมองเคยรู้มา มันน่าท้าทาย น่าลอง และอาจจะเป็น ประโยชน์ต่อสมอง ถ้าสิ่งที่นำเสนอ "โดนใจ" ของสมองในลักษณะนี้ ก็เท่ากับสมองเริ่มหลังโดปามีน และ "เปิด" พร้อมรับการเรียนรู้ใหม่ ๆ คุณครูบางคนอาจคิดว่า ความรู้ที่ฉันสอนนี้เป็นสิ่งที่นักเรียน ต้องเรียน ไม่ว่าจะชอบหรือไม่ชอบ ดังนั้นจึงเอาแต่สอน สอน และสอน ไม่สนใจว่าเด็กรู้สึกอย่างไร คิดว่าเหตุผลจะเอาชนะเด็กได้ แต่อารมณ์ของเด็กกลับมีอิทธิพลเหนือกว่า เมื่อเด็กไม่สนใจเรียน เรื่องใดก็รู้สึกว่าเป็นเรื่องน่าเบื่อ ในที่สุดก็จะล้มเหลว ภาวะเช่นนี้คือ ภาวะที่สมองมีโดปามีนน้อย ทำให้เด็กรวมจุดสนใจ (focus) ไม่ได้ และขาดสมาธิในการเรียนรู้

การเรียนรู้ทุกอย่างที่สมองทำลงไป ต้องอาศัยการทำงานของวงจรอารมณ์ ที่ตั้งอยู่ในระบบลิมบิก (limbic system) ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ อะมิกดาลา (amygdala) ทาลามัส (thalamus) และอื่น ๆ

ประสบการณ์ทุกอย่างที่เราเรารู้มัน สมองของเราเข้าไปแล้วต้องผ่านเข้าสู่ ทาลามัสก่อน ทาลามัสเป็นจุดศูนย์กลางข้อมูลต่าง ๆ ที่เข้ามาสู่การรับรู้ของสมอง ถ้าข้อมูล ช้าชาก หรือไม่เข้มข้นพอ ทาลามัสจะถูกเบี่ยงเบนไปสนใจอย่างอื่น ทำให้ข้อมูลเดิมที่เรารู้มันอยู่ สัญญาณอ่อนลง สมองจะหันไปรับข้อมูลอื่นที่น่าสนใจกว่าแทน เช่น หูฟังครูพูดอยู่แต่หันไปสนใจ ว่าวที่กำลังลอยอยู่บนท้องฟ้า

อะมิกดาลา (amygdala) เป็นกลุ่มเซลล์ในสมองที่ทำการประมวลผลข้อมูลที่เป็น ความรู้สึก โดยเฉพาะความรู้สึกในทางลบ เช่น ความกลัว ความไม่ชอบ การปฏิเสธ ความเข้าใจ จากความรู้ทางประสาทวิทยาศาสตร์ (ปัจจุบัน) อธิบายว่า ภาวะที่มีความสูงมีแรงจูงใจสูง จะเกิดขึ้นได้ ต่อเมื่ออะมิกดาลาไม่ทำงานในด้านลบ คำอธิบายเช่นนี้ชี้ว่าหากเด็กเกิดความกลัว เกิดอารมณ์ที่ หัวใจ ความสนใจ ความกระตือรือร้น จะไม่เกิดขึ้น

เด็กมักจะบอกว่า ชอบวิชานั้น เพราะครูใจดี สอนสนุก ไม่ชอบวิชานี้ เพราะครูดุ เนื้อหาที่ยาก คำพูดของเด็กเช่นนี้บ่งบอกว่า บริบทการจัดการเรียนรู้แบบใด ก่อให้เกิดภาวะการเรียนรู้ (learning) ในสมองของเด็กแบบไหน ข้อสรุปที่แน่นอนก็คือ อารมณ์ของนักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเรียนรู้

3.6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain – Based Learning)

เจนเซน (Jensen, 2000, pp.200 – 201) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มี 5 ขั้นตอนเรียงตามลำดับได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการเตรียมสมอง (Preparation) เป็นการเตรียมสมองสำหรับการเชื่อมโยงความรู้ ผู้สอนอาจจะให้กำลังใจหรือกระตุ้นผู้เรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วและสอบถามความต้องการของผู้เรียนว่าต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับอะไรในหัวข้อนั้นอีกบ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นให้ความรู้ใหม่ (Acquisition) เป็นการเตรียมสมองเพื่อซึมซับข้อมูลใหม่ สมองจะเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้เพิ่มเติมกับข้อมูลใหม่ตามความเป็นจริงอย่างสร้างสรรค์

ขั้นที่ 3 ขั้นทำความเข้าใจอย่างละเอียด (Elaboration) ผู้เรียนจะเรียนรู้โดยการใช้ข้อมูลและข้อคิดเห็นเพื่อสนับสนุนเชื่อมโยงการเรียนรู้และเพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด

ขั้นที่ 4 ขั้นจดจำข้อมูลที่เรียนรู้ (Memory Formation) สมองจะทำงานภายใต้สถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยดึงข้อมูลจากการเรียนรู้รวมทั้งอารมณ์และสภาพทางร่างกายของผู้เรียน ในเวลานั้นมาใช้แบบไม่รู้ตัวเป็นไปโดยอัตโนมัติ การสร้างความจำเกิดขึ้นทั้งในขณะที่ผู้เรียนพักผ่อนและนอนหลับ

ขั้นที่ 5 ขั้นบูรณาการความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ (Functional Integration) ผู้เรียนจะประยุกต์ข้อมูลเดิมมาใช้กับสถานการณ์ เช่น ผู้เคยเรียนการซ่อมเครื่องยนต์ อุปกรณ์ โดยการดูการซ่อมเตาอบที่บ้านพักมาแล้วเขาต้องสามารถประยุกต์ทักษะการซ่อมเตาอบไปซ่อมอุปกรณ์ชนิดอื่นได้ด้วย

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 35) เสนอขั้นตอนการใช้สมองเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมตัวสำหรับการเรียนรู้หรือการนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการให้ข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เคยเรียนรู้มาแล้ว และเป็นการปรับสมองเข้ากับเรื่องที่จะเรียน

ขั้นที่ 2 การกระตุ้นการเรียนรู้โดยให้ข้อมูลผ่านประสาทสัมผัสลักษณะต่าง ๆ เช่น เอกสาร วีดิทัศน์ ภาพ แผนภูมิ

ขั้นที่ 3 การขยายความรู้ เมื่อข้อมูลถูกส่งเข้าไปในสมองในขั้นที่ 2 ครูควรช่วยชี้ประเด็นสำคัญเป็นระยะ เป็นการย้ำ และช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 4 การจำ ในขั้นนี้ข้อมูลในสมองจะทำการเชื่อมโยง เพื่อนำไปเก็บในหน่วยความจำระยะสั้น ครูควรแนะนำเทคนิคการจำ

ขั้นที่ 5 การนำความรู้ไปใช้ โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ

พรพิไล เลิศวิชา (2559) เสนอกระบวนการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ BBL ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นอุ่นเครื่อง Warm – up Stage เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยการบริหารสมอง (Brain – gym) ยืดเส้นยืดสาย กิจกรรมเคลื่อนไหว เพลงหรือเกม

ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้ Learning Stage เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจด้วยสื่อที่แปลกใหม่ ทำทาย โดยสิ่งที่สอนต้องมีความหมายใกล้ตัว เชื่อมโยงกับบริบทชีวิตจริง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างหลากหลาย และมีบรรยากาศตื่นตัว หรือสนุกเพลิดเพลิน ซึ่งการสรุปโดยใช้แผนผังตาราง กราฟ และไسرائ์ช่วยจำ

ขั้นที่ 3 ขั้นฝึก Practice Stage เป็นขั้นทำการฝึกซ้ำ ๆ จนเกิดความเข้าใจ และความชำนาญ จากนั้นปรับปรุง และพัฒนาผลงาน โดยใช้ใบงานและชิ้นงาน ที่ก้าวหน้าขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป Conclusion Stage เป็นขั้นสรุปความคิดรวบยอดของบทเรียนซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ทำการประเมินผลการเรียนรู้ตามตัวชี้วัด

ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปใช้ Application Stage เป็นขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ เช่น ทำใบงานใหม่ ๆ โครงการใหม่ ๆ อาจสร้างสรรค์ผลงาน และชิ้นงาน

สุนทรี อารังโสตถิสกุล (2560) ได้พัฒนารูปแบบการสอนอ่านตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน และแนวคิดพหุประสาทสัมผัสสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ด้านการอ่านระดับประถมศึกษา กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ ก่อนการจัดการเรียนการสอนต้องให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการสร้างความพร้อมทางด้านอารมณ์และจิตใจ และร่างกาย โดยการจัดกิจกรรมที่ทำให้สมองของผู้เรียนเกิดการตื่นตัว มีความผ่อนคลาย เช่น เกม การเคลื่อนไหว ร่างกาย การเคลื่อนไหวร่างกายประกอบจังหวะ การนั่งสมาธิ ฝึกฟังเสียง อ่าน และร้องบทเพลง คำคล้องจอง บทร้องเล่น บทกล่อมเด็ก จากนั้นผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการเรียน ขั้นตอนนี้เป็น การกระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของการอ่าน ผู้เรียนจะต้องระบุได้ว่าต้องการอ่านได้เพื่ออะไร อ่านอะไรได้บ้าง ครูจะใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนระบุเป้าหมายได้ การให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการเรียนให้กับตนเองเป็นปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนพยายามที่จะจดจำสิ่งที่เรียนรู้ ครูจูงใจผู้เรียนด้วยการทำให้เกิดความสนใจ มองเห็นความสำคัญและประโยชน์ของสิ่งที่เรียน และมุ่งความสนใจไปที่กิจกรรมที่เกี่ยวกับเป้าหมาย

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงประสบการณ์ด้วยพหูประสาทสัมผัส ขั้นนี้เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ประสบการณ์ด้านภาษาแบบไม่รู้ตัวผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ตั้งแต่ 3 ด้านขึ้นไป ได้แก่ ตาหู หนุ่่ง กายสัมผัส เคลื่อนไหว ดม กลิ่น ชิมรส ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต โดยเน้นการเคลื่อนไหว การสัมผัส การดมกลิ่น การชิมรส ควบคู่ไปกับการมองเห็น การฟัง การออกเสียง การอ่าน การพูด ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงของความทรงจำทำให้การระลึกเรื่องต่าง ๆ ได้ดีขึ้น สิ่งเร้าที่รับเข้ามาทางพหูประสาทสัมผัสจะได้รับการบันทึกไว้ในความทรงจำ นอกจากนี้ยังส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาสำหรับผู้ที่มีลีลาการเรียนรู้หรือแบบการเรียนรู้ (Learning Style) ที่ต่างกันอีกด้วย

ขั้นที่ 3 ฝึกอ่าน ขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกอ่านและฝึกการใช้ภาษาไทย การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้คำเป็นการฝึกอ่านและเขียนซึ่งเป็นการใช้ภาษาไทย ผู้เรียนควรจะได้ฝึกอย่างถูกต้องตามวิธีการเรียนรู้วิชาภาษาไทย ซึ่งเป็นกระบวนการฝึกอ่านแบบแจกลูก สะกดคำ และผันเสียง ไปพร้อม ๆ กับการอ่านคำ อ่านกลุ่มคำ อ่านเรื่อง และเขียนคำ อย่างมีบูรณาการกับการฟัง การพูดคุยสนทนา และกิจกรรมตามตอบต่าง ๆ

กระบวนการเรียนรู้ในขั้นนี้ใช้กลไกการออกเสียง ท่องจำ ลงมือทำซ้ำ ๆ ผู้เรียนซึ่งเป็นเจ้าของสมองได้ยินเสียงตัวเอง ได้ลงมือ และเห็นสิ่งที่ตัวเองทำสิ่งที่ “ปรากฏ” กลายเป็นข้อมูลย้อนกลับเข้าไปในสมองใหม่อีก ถือว่าเป็นการลงมือสอนตัวเองด้วยตัวเอง ผู้เรียนใช้พหูประสาทสัมผัส 4 ด้าน ได้แก่ ตาหู หนุ่่ง กายสัมผัส และเคลื่อนไหว ในการฝึกอ่านสะกดคำตามวิธีของจิลลิงแฮม (Gillingham Method) และอ่านเป็นคำตามวิธีของเฟอร์นาลด์ (Fernald Method)

วิธีสอนของจิลลิงแฮม เป็นวิธีการสอนอ่านสะกดคำ ใช้พหูประสาทสัมผัส 4 ด้าน (Visual = การเรียนรู้ทางสายตา Auditory = การรับรู้ทางการฟัง Kinesthetic = การรับรู้ทางการเคลื่อนไหว Tactic = การรับรู้ทางการสัมผัส) นักเรียนต้องออกเสียงของตัวอักษรที่นักเรียนกำลังลากนิ้ววาด รูปร่างตัวอักษรนั้น การใช้นิ้ววาดตัวอักษรช่วยให้ข้อมูลเพิ่มเติมขึ้นสำหรับการจดจำเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวในระหว่างที่นักเรียนใช้นิ้ววาดตัวอักษร

วิธีการสอนของเฟอร์นาลด์ เป็นวิธีการสอนอ่านเป็นคำที่ให้นักเรียนใช้นิ้วลากเส้นเป็นตัวอักษรหรือคำในขณะที่ออกเสียงคำนั้น โดยไม่ต้องสะกดคำ วิธีการนี้เรียกว่าวิธี VAKT (Visual = การเรียนรู้ทางสายตา Auditory = การรับรู้ทางการฟัง Kinesthetic = การรับรู้ทางการเคลื่อนไหว Tactic = การรับรู้ทางการสัมผัส) การใช้นิ้ววาดตัวอักษรช่วยให้นักเรียนที่มีภาวะการอ่านบกพร่องมีความตั้งใจสูงขึ้น มีความสามารถมากขึ้นในการจดจำและรู้จักตัวอักษร

ขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ ขั้นนี้ผู้เรียนนำความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการอ่าน คำที่ได้จากการฝึกอ่านสะกดคำและอ่านคำ ไปประยุกต์ใช้ในการอ่านเรื่องราวที่ผู้เรียนยังไม่เคย อ่านมาก่อน แต่ประกอบด้วยคำที่ผู้เรียนได้ฝึกอ่านมาแล้ว เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ช่วยให้ความรู้มีความหมายยิ่งขึ้น และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ที่ลึกซึ้งจากการปฏิบัติจริง

ขั้นที่ 5 แสดงผลงาน ขั้นนี้ผู้เรียนแสดงผลงานความสามารถในการอ่านของตนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนตอกย้ำหรือตรวจสอบประเมินความสามารถในการอ่านของตนตาม เป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เพื่อนักเรียนช่วยกันประเมินและเสนอแนะ ครูประเมินเป้าหมาย การเรียนของนักเรียนที่กำหนดไว้ การประเมินตนเองเป็นระยะตามเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนรู้ถึง ปัญหาของตน การรับฟังข้อเสนอแนะจากเพื่อนนักเรียนและครูอย่างเป็นกัลยาณมิตร ช่วยให้ ผู้เรียนทราบความสามารถในการอ่านของตนเองและใช้ความเข้าใจนั้นควบคุมการคิด การเรียน ของตนเองซึ่งจะทำให้การเรียนประสบความสำเร็จตามที่คาดหวัง ทำให้เกิดความมั่นใจและ ภาคภูมิใจในความสามารถในการอ่านของตน เสริมสร้างพฤติกรรมที่ตั้งใจเรียน และผู้สอน ประเมินผลงานและเป้าหมายในการเรียนของผู้เรียนอย่างเป็นกัลยาณมิตร

ศิริพันธ์ ว่องโชติกุล (2559) ได้พัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา มีขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 คลายสมอง (Loosen the brain) เป็นการสร้างความพร้อมทางด้าน อารมณ์ และจิตใจของผู้เรียน โดยการจัดกิจกรรมให้สมองตื่นตัวอย่างผ่อนคลาย

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงประสบการณ์ (Linking experience) เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม ผู้เรียนได้กระทำกับสื่อ วัสดุ และอุปกรณ์ อันได้แก่ ของจริง ของ จำลอง หรือสถานการณ์จริงจากการสร้างประสบการณ์ การสอบถาม การศึกษานอกสถานที่ การเรียนรู้แบบ ลงมือทำ โดยให้เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน แล้วกระตุ้นให้ ผู้เรียนรับรู้ถึงความสัมพันธ์กันระหว่างหัวข้อที่เรียนกับความรู้เดิม

ขั้นที่ 3 เรียนรู้เนื้อหา (Learning the contents) เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหา ที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจากรูปภาพเพื่อให้เห็นถึงการสร้างความหมาย ได้คิด พิจารณาไตร่ตรองความรู้ และฝึกทักษะในการค้นหาความรู้เตรียมข้อมูล ให้ข้อมูล สาธิต ค้นคว้า เพื่อให้นักเรียนสามารถปรับประสบการณ์และความรู้ สร้างเป็นความคิดรวบยอดในเชิง นามธรรม ได้เข้าใจกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นจึงใช้สัญลักษณ์แสดงรายละเอียดสู่ การสรุป เป็นทฤษฎีและแนวคิด

ขั้นที่ 4 นำพาปฏิบัติ (Lead practice) เป็นการให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือทำ เพื่อย้ำทวนประสบการณ์การเรียนรู้ แก้ปัญหาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ ในการศึกษา ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างสร้างสรรค์แล้วสร้างชิ้นงานชิ้นใหม่โดยบูรณาการความรู้และสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 ความรู้คงอยู่ (Lifelong knowledge) เป็นการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ การนำเสนอผลงาน แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ การสาธิต เป็นต้น แล้วช่วยกันวิเคราะห์ แนวทางที่จะนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์

ตาราง 4 แสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน

นักการศึกษา					ขั้นตอนการเรียนรู้
Jensen (2000)	ชนาธิป พรกุล (2554)	พรพิไล เลิศวิชา (2559)	สุนทรี อ่างใสตติสกุล (2560)	ศิริพันธ์ ว่องโชติกุล (2559)	ตามแนวคิดสมอง เป็นฐานของผู้วิจัย
ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 1
การเตรียมสมอง	การเตรียมตัวสำหรับ การเรียนรู้	อุ่นเครื่อง	สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้	คลายสมอง	สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมาย การเรียนรู้
ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 2
ให้ความรู้ใหม่	การกระตุ้นการเรียนรู้โดย ให้ข้อมูลผ่านประสาท สัมผัสลักษณะต่าง ๆ	เรียนรู้เชื่อมโยงกับบริบท ชีวิตจริง	เชื่อมโยงประสบการณ์ ด้วยพหุประสาทสัมผัส	เชื่อมโยงประสบการณ์	เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส
ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 3
ทำความเข้าใจ อย่างละเอียด	การขยายความรู้	ฝึก	ฝึกอ่าน	เรียนรู้เนื้อหา	ขยายความรู้ ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์
ขั้นที่ 4	ขั้นที่ 4	ขั้นที่ 4	ขั้นที่ 4	ขั้นที่ 4	ขั้นที่ 4
จดจำข้อมูลที่เรียนรู้	การจำ	สรุป	ประยุกต์ใช้	นำพาปฏิบัติ	ฝึกซ้ำ
ขั้นที่ 5	ขั้นที่ 5	ขั้นที่ 5	ขั้นที่ 5	ขั้นที่ 5	ขั้นที่ 5
บูรณาการความรู้เดิม กับความรู้ใหม่	การนำความรู้ไปใช้	นำไปใช้	แสดงผลงาน	ความรู้คงอยู่	นำไปใช้

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นโดยประยุกต์ลำดับขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ (BBL) ของ Jensen (2000) ชนาธิป พรกุล (2554) พรพิไล เลิศวิชา (2559) สุนทรี อารังโสติสกุล (2560) และ ศิรินันท์ ว่องโชติกุล (2559) ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงเป็นขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายในการเรียน จากนั้นมีกิจกรรมการบริหารสมอง (Brain – gym) ยืดเส้นยืดสาย กิจกรรมเคลื่อนไหว เพลง เกม หรือกิจกรรมทำท่าย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการจดจ่อ ตั้งใจสนใจในบรรยากาศที่สนุกสนาน

ขั้นที่ 2 เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส เป็นการเชื่อมโยงและกระตุ้นการเรียนรู้ โดยให้ข้อมูลผ่านประสาทสัมผัสลักษณะต่าง ๆ เช่น เอกสาร วิดีทัศน์ ภาพ แผนภูมิ

ขั้นที่ 3 ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์ เป็นการขยายความรู้ เมื่อข้อมูลถูกส่งเข้าไปในสมองในขั้นที่ 2 ครูช่วยที่ประเด็นสำคัญเป็นระยะ เป็นการย้ำ และช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 4 ฝึกซ้ำ ในขั้นนี้ข้อมูลในสมองจะทำการเชื่อมโยง เพื่อนำไปเก็บในหน่วยความจำระยะสั้น ครูควรแนะนำเทคนิคการจำ มีขั้นตอน คือ ออกเสียง ท่องจำ ทำซ้ำ ๆ เมื่อเจ้าของสมองได้ยินเสียงของตัวเอง ได้ลงมือและเห็นสิ่งที่ตัวเองทำ สิ่งปรากฏหรือสัมผัสกลายเป็นข้อมูลป้อนกลับเข้าไปในสมองใหม่อีก ถือว่าเป็นการลงมือสอนตัวเอง ทำให้จดจำได้และมีความชำนาญ

ขั้นที่ 5 นำไปใช้ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ เช่น ทำแบบฝึกหัดใหม่ ๆ แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ และอาจสร้างสรรค์ผลงานและชิ้นงาน

4. มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของมโนทัศน์

ได้นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

Concept มโนทัศน์ , ความคิดรวบยอด (พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา. 2558 หน้า 106) หมายถึง ภาพหรือความคิดในสมองที่เป็นตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ประกอบด้วยคุณสมบัติร่วมที่สำคัญของสิ่งนั้นซึ่งขาดไม่ได้ หากขาดไปจะทำให้ไม่ใช่สิ่งนั้น เช่น ดอกไม้ทุกชนิด มีลักษณะร่วม คือ มีกลีบดอก เกสร และก้านดอก

บุคคลอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในระดับที่แตกต่างกันก็ได้ เช่น บางคนมีมโนทัศน์ว่านกเป็นสัตว์ปีกบินได้ บางคนมีมโนทัศน์ว่า นกมีอิสรเสรีที่จะบินไปได้ไกล บางคนมีมโนทัศน์ว่านกเป็นสัตว์เลือดอุ่น

Good (1973, p.124) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับมโนทัศน์ไว้ใน Dictionary of Education คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้

2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการหรือวัตถุ

3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิดเห็นหรือภาพความคิด

นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์ (2537, หน้า 55 – 60) มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจทั้งหมดที่มีต่อสิ่งของหรือสถานการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2540) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นผลสรุปจากการรับรู้ที่มีต่อสิ่งเร้า ที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกัน เข้ามารวมกันเป็นรูปแบบเดียวกัน

นาตยา ปิลาณานนท์ (2542, หน้า 8) มโนทัศน์ เป็นความรู้ความเข้าใจในภาพรวมขององค์ความรู้ ข้อเท็จจริง

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545, หน้า 3) กล่าวว่า มโนทัศน์ มีความหมายเดียวกับคำว่า คอนเซปต์ (Concept) ในภาษาอังกฤษ หมายถึง การคิดถึงหรือจินตนาการถึงบางสิ่ง หรือการเกิดแนวคิดหรือเกิดความเข้าใจต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งในความคิดของเรา

วนิช สุธาร์ตน์ (2547, หน้า 79) มโนทัศน์ เป็นรูปแบบของความคิดแบบหนึ่งเกิดขึ้นจากการที่มนุษย์พยายามเรียนรู้ ทำความเข้าใจสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย วัตถุ บุคคล ความคิด พฤติกรรม เหตุการณ์ คุณภาพ หรือความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยวิธีการจัดระบบ การจัดหมวดหมู่ โดยอาศัยคุณลักษณะเฉพาะที่สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ มีร่วมกันหรือมีความสัมพันธ์กันอยู่

สุวิทย์ มูลคำ (2552, หน้า 10) กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ดังนั้นมโนทัศน์จะทำให้เราสามารถจำแนกสิ่งใหม่ ๆ และเข้าใจได้รวดเร็วตามประสบการณ์ของเราที่ผ่านมา

จากความหมายของมโนทัศน์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัวต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

4.2 ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Good (1973, p.125) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นรูปแบบ หรือ ความคิด ที่ใช้ในการจำแนกความเข้าใจ โดยใช้คำพูด หรือสัญลักษณ์ หรือชื่อมโนทัศน์ โดยกระบวนการคิด ในการแสดงความสัมพันธ์

Bell (1981, p.124) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ 3 แบบ คือ

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ เป็นการจัดประเภทของจำนวนความสัมพันธ์ ระหว่างจำนวน และการใช้สัญลักษณ์แทนจำนวน เช่น ทศ แปร IV เป็นต้น

2. มโนทัศน์ทางสัญกรณ์ เป็นข้อตกลงเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความหมายและสมบัติของจำนวน เช่น การทราบว่าตัวเลขในจำนวน 275 ว่าตัวเลขแต่ละตัว หมายถึงอะไร เช่น 2 หมายถึง 200, 7 หมายถึง 70 และ 5 หมายถึง 5 ดังนั้น 275 หมายถึง $200 + 70 + 5$

3. มโนทัศน์ในการประยุกต์ เป็นการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์กับมโนทัศน์ ทางสัญกรณ์ไปแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้ในสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น ความยาว พื้นที่ และปริมาตร

เมธี ลิ้มอักษร (2524, หน้า 4) ให้ความหมาย มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว โดยสามารถ สรุปรวบยอดคุณสมบัติที่เป็นองค์ประกอบร่วมของสิ่งที่เราพบเห็นแล้วสามารถกำหนดสัญลักษณ์ หรือความหมายแทนคุณสมบัติดังกล่าวได้ เช่น "รูปสามเหลี่ยม" หมายถึง รูปปิดที่ประกอบด้วย ด้านสามด้านเขียนสัญลักษณ์แทนด้วย " Δ " เป็นต้น

อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 15) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดรวบยอด เกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมาย ที่มา หรือการขยายความ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม นิยาม เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่าง หรือไม่ใชตัวอย่างของความคิดนามธรรมนั้น

สุวิธมณา อุทัยรัตน์ (2546, หน้า 33) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นสิ่ง ที่มนุษย์บัญญัติขึ้น ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีกรอบชัดเจน เป็นรูปธรรมและมีความชัดเจน

จากความหมายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น จึงสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือ ความรู้ ความคิด ความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของบทนิยาม ทฤษฎีบท คำจำกัดความทาง คณิตศาสตร์ หรือความหมายของเรื่องนั้น และสามารถจัดประเภทของข้อมูลได้

4.3 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555, หน้า 61 – 87) ได้แสดงให้เห็นความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพ การจัดการเรียนการสอนของครูและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน การวิเคราะห์ว่าครูและนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอะไรบ้างและคลาดเคลื่อนอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ที่ถูกต้องจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการระมัดระวังไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนเหล่านั้น ตลอดจนเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางเพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนนั้นให้หมดไป ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อัมพร ม้าคอง (2557, หน้า 17) อธิบายว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากสำหรับทั้งผู้สอนและผู้เรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นความรู้ ความเข้าใจที่ถ่องแท้ ที่จะทำให้ผู้สอนสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้งานของคณิตศาสตร์ได้ นักวิชาการมากมายแสดงความคิดเห็นว่าผู้สอนจะสอนคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี ถ้าผู้สอนขาดมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่สอน ในขณะที่เดียวกัน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็มีความสำคัญมากสำหรับผู้เรียนในการคิด การเรียนรู้ และการทำงานทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดีและสามารถนำสิ่งเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคยได้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากสำหรับทั้งผู้สอนและผู้เรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นความรู้ ความเข้าใจที่แท้จริง ซึ่งการหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางเพื่อแก้ไข ความคลาดเคลื่อน ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.4 องค์ประกอบสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคอง (2546, หน้า 25) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ควรคำนึงในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

ขั้นการวางแผนการสอน ครูควรพิจารณารายละเอียดของหัวข้อต่อไปนี้

- ชื่อมโนทัศน์ ลักษณะที่สำคัญและไม่สำคัญของมโนทัศน์ กฎของความเป็นมโนทัศน์ ตัวอย่างมโนทัศน์ สิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างแต่คล้ายคลึง คำถามและทิศทางการจะเน้น สื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ และมีประสิทธิภาพระดับที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้

ขั้นการสอน กิจกรรมที่จัดเพื่อสอนมโนทัศน์ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- การนำเข้าสู่มโนทัศน์ การให้ตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างตามลำดับอันควร การฝึกคิดเชิงเปรียบเทียบ การกระตุ้นให้นักเรียนถาม และการประเมินระดับการเรียนรู้ของนักเรียน
ขั้นการประเมินผล ควรประเมินในประเด็นสำคัญ ๆ ดังนี้

- ลักษณะของมโนทัศน์ ได้แก่ ลักษณะเฉพาะของลักษณะที่สำคัญและลักษณะที่ไม่สำคัญ ลักษณะเฉพาะของกฎมโนทัศน์ การสัมพันธ์ของมโนทัศน์นั้นกับมโนทัศน์อื่นและการใช้มโนทัศน์

- ตัวอย่างของมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์ ได้แก่ การจำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่ใช่มโนทัศน์ และเหตุผลที่ใช้จำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกจากตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์

De cecco (1968, pp. 288-289) ได้อธิบายว่า มโนทัศน์จะประกอบไปด้วย

1. คุณลักษณะของมโนทัศน์ (Concept attributes) เป็นลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ที่มีความแตกต่างและใช้แบ่งแยกมโนทัศน์ออกจากมโนทัศน์อื่น ๆ

2. คุณค่าของคุณลักษณะ (Attribute values) เป็นค่าที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น เมื่อสีเป็นคุณลักษณะของมโนทัศน์ ค่าของมโนทัศน์ คือ แดง ขาว น้ำเงิน เป็นต้น

3. จำนวนคุณลักษณะ (Number attributes) เป็นจำนวนของคุณลักษณะของมโนทัศน์ที่แตกต่างจากมโนทัศน์อื่นเช่น สีเหลี่ยมสีน้ำเงิน มี 2 คุณลักษณะ คือ สี และรูปแบบ

4. คุณลักษณะเด่นเฉพาะ (Dominance of the attributes) เป็นลักษณะที่ทำให้สามารถแบ่งแยกได้ลึกซึ้งมากขึ้นเช่น สีเหลี่ยมสีแดง อาจมีคุณลักษณะเฉพาะคือ สีแดงชนิดที่ 1

Joyce and Weil (1992, pp. 146 – 160) ได้แบ่งองค์ประกอบของมโนทัศน์ออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ชื่อมโนทัศน์ (Concept name) เป็นชื่อเฉพาะที่ใช้เรียกสิ่งของที่มีลักษณะและจัดอยู่ในประเภทเดียวกัน

2. ลักษณะ (Attribute) เป็นลักษณะที่ใช้แยกมโนทัศน์เฉพาะใด ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น ๆ จำแนกเป็นสองประเภท ดังนี้

2.1 ลักษณะที่จำเป็น (Essential attributes) เป็นลักษณะที่ต้องมีในมโนทัศน์และจำเป็นต้องใช้ในการจำแนกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น

2.2 ลักษณะที่ไม่จำเป็น (Nonessential Attributes) เป็นลักษณะที่สังเกตได้ในมโนทัศน์ แต่ไม่จำเป็นสำหรับใช้ในการแยกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น

3. คุณค่าของลักษณะ (Attribute value) คือระดับคุณค่าของลักษณะที่จะใช้ในการจำแนกประเภทของมโนทัศน์

สุวิทย์ มูลคำ (2552, หน้า 10-11) กล่าวว่า การที่จะทำให้เกิดมโนทัศน์ที่กว้างขวางและครอบคลุมลักษณะเฉพาะของสิ่งหนึ่งสิ่งใด คนเราควรจะเรียนรู้องค์ประกอบสำคัญของมโนทัศน์ดังนี้

1. ชื่อมโนทัศน์ เป็นคำที่ใช้เรียกชื่อมโนทัศน์หนึ่ง ๆ ซึ่งก็ไม่จำเป็นจะต้องมีความหมายตรงกับมโนทัศน์นั้น ๆ ก็ได้ เช่น ชื่อคน อาจไม่ระบุบอกลักษณะใด ๆ ของเจ้าของชื่อก็ได้ มโนทัศน์เป็นนามธรรม แต่ชื่อของมโนทัศน์เป็นสิ่งที่คนกำหนดขึ้นมา สำหรับใช้เรียกให้ตรงกันเพื่อความสะดวกในการสื่อความหมาย ชื่อของมโนทัศน์จะเกิดก่อนหรือหลังจากมีมโนทัศน์ก็ได้

2. คำจำกัดความ เป็นการสรุปรวมลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์นั้น ๆ

3. ตัวอย่าง ตัวอย่างของมโนทัศน์จะช่วยให้เราสามารถจำแนกสิ่งที่เป็นมโนทัศน์ออกจากสิ่งที่ไม่เป็นมโนทัศน์ได้ ตัวอย่างที่ชัดเจน ปริมาณตัวอย่างที่นำมาใช้ ความหลากหลายของตัวอย่าง จะช่วยทำให้เรามองเห็นภาพรวมของลักษณะเฉพาะสิ่งนั้นได้อย่างแจ่มชัด รูปลักษณะของตัวอย่าง จะส่งผลถึงอัตราความเร็วในการเกิดมโนทัศน์

4. ลักษณะเฉพาะ เป็นลักษณะที่มีอยู่เฉพาะภายในมโนทัศน์นั้น ๆ และลักษณะที่ว่านี้จะไม่มีอยู่ในมโนทัศน์อื่น ๆ เราจะใช้ลักษณะเฉพาะเป็นตัวจำแนกมโนทัศน์หนึ่งออกจากอีกมโนทัศน์หนึ่ง

5. ลำดับชั้น ของมโนทัศน์ การสร้างมโนทัศน์ชั้นมาก็เพื่อช่วยให้เราสร้างความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา ในจำนวนมโนทัศน์ทั้งหลายที่เราสร้างขึ้นมานี้จะมีระดับความเป็นนามธรรมที่แตกต่างกันไป บางมโนทัศน์จะมีลักษณะกว้างและครอบคลุมเอามโนทัศน์อื่น ๆ เข้าไว้ด้วย

จากองค์ประกอบของมโนทัศน์ สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ

1. ชื่อมโนทัศน์ เป็นชื่อเฉพาะที่ใช้เรียกสิ่งของที่มีลักษณะและจัดอยู่ในประเภทเดียวกันสำหรับใช้เรียกให้ตรงกันเพื่อความสะดวกในการสื่อความหมาย

2. ลักษณะเฉพาะเป็นลักษณะที่ใช้แยกมโนทัศน์เฉพาะใด ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น ๆ

3. คุณค่าของลักษณะค่าที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น เมื่อสีเป็นคุณลักษณะของมโนทัศน์ค่าของมโนทัศน์คือ แดง ขาว น้ำเงิน เป็นต้น

4.5 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

De cecco (1968, pp.291 – 293) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เชื่อมต่อกัน (Conjunctive concept) เป็นมโนทัศน์ที่ประกอบไปด้วย 3 สิ่งที่สำคัญ (เช่น จำนวน สี และรูปแบบ) และมีค่าเฉพาะเจาะจง
2. มโนทัศน์ที่แยกออกจากกัน (Disjunctive concept) เป็นมโนทัศน์ที่ประกอบไปด้วย 2 สิ่งที่สำคัญ (จำนวน และรูปแบบ) และมีค่าเฉพาะเจาะจง
3. มโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน (Relational concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีสิ่งเฉพาะเจาะจงเพียงอย่างเดียว ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบกับมโนทัศน์อื่น ๆ ได้

Henderson (1970 cite in Cooney Davis & Henderson, 1975, pp.86 – 87) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกมาเป็น 2 ประเภท คือ มโนทัศน์ที่ใช้คำพูด (Verbal concept) กับมโนทัศน์ที่ไม่เป็นคำพูด (Nonverbal concept)

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 123 – 124) ได้กล่าวว่า การแบ่งประเภทของมโนทัศน์ทำได้อย่างน้อย 3 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 แบ่งเป็น 2 พวก ได้แก่

1. สิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สามารถรับรู้ได้โดยตรงทางประสาทสัมผัสทั้ง 4 ได้แก่ การดู การเห็น การได้กลิ่น การลิ้มรส และการสัมผัส เช่น โต๊ะ ต้นไม้ แก้วน้ำ เป็นต้น
2. สิ่งที่เป็นนามธรรม (Abstract) รับรู้ด้วยความรู้สึก ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ สิ่งแวดล้อม ประเพณี ค่านิยม ความเชื่อ ตลอดจนการเลี้ยงดู มโนทัศน์เดียวกันบุคคลอาจมีต่างกัน เช่น ความงาม ความยุติธรรม อิศราภาพ เป็นต้น

ประเภทที่ 2 แบ่งเป็น 3 พวก ตามลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ ได้แก่

1. ลักษณะเชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน (Conjunctive concept) เป็นมโนทัศน์ที่เรียนรู้ได้ง่าย เพราะมีลักษณะสำคัญชุดเดียวกัน
2. ลักษณะแยกออกจากกัน (Disjunctive concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีความซับซ้อนเพียงเล็กน้อย ต้องเรียนรู้ลักษณะของมโนทัศน์อย่างน้อย 2 ชุด
3. ลักษณะเกี่ยวข้องกัน (Rational concept) เป็นมโนทัศน์ที่มีความซับซ้อนที่สุด ต้องเรียนรู้จากการเปรียบเทียบ หรือหาความสัมพันธ์ของ 2 สิ่ง หรือ 2 เหตุการณ์

ประเภทที่ 3 แบ่งเป็น 3 พวกตามวิธีเรียนรู้มโนทัศน์ของ Bruner ได้แก่

1. เรียนรู้โดยการทำ (Enactive concept)
2. เรียนรู้โดยการดูภาพ หรือสร้างภาพในใจ (Iconic concept)

3. เรียนรู้จากสัญลักษณ์ (Symbolic concept)

จากการแบ่งประเภทของมโนทัศน์ดังกล่าว สรุปได้ว่า มโนทัศน์แบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ตามเกณฑ์การจำแนกของแนวคิดของแต่ละบุคคล หรือตามลักษณะทั่วไป เป็นมโนทัศน์ที่สามารถสังเกตและสัมผัสได้ และมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตและสัมผัสได้ ต้องอาศัย การวิเคราะห์โดยพิจารณาว่ามีลักษณะร่วมกันหรือแตกต่างกัน

4.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อการสร้างมโนทัศน์

การสอนคณิตศาสตร์ส่วนมากจะใช้ข้อมูลจากผลการปฏิบัติการสอนในห้องเรียน จากกระบวนการปฏิสัมพันธ์หรือกระบวนการทางสังคม จากศาสตร์สาขาต่าง ๆ เช่น ปรัชญา จิตวิทยา และจากแนวคิดของทฤษฎีบางทฤษฎี ทฤษฎีการเรียนรู้จึงมีอิทธิพลต่อการจัดการศึกษา วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่ง อัมพร ม้าคอง (2546, หน้า 1 – 10) กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

4.6.1 ทฤษฎีการพัฒนากายทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget theory of intellectual development)

เพียเจต์ เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิสเซอร์แลนด์ที่มีบทบาทในวิชาชีฟต่าง ๆ มาก ในช่วง ค.ศ. 1930 – 1980 เพียเจต์เชื่อว่าพัฒนากายทางสติปัญญาของมนุษย์พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ขั้น โดยแต่ละขั้นแตกต่างกันในกลุ่มคน และอายุที่กลุ่มคนเข้าสู่แต่ละขั้น จะแตกต่างกันตามลักษณะทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งลำดับขั้นดังกล่าว ได้แก่

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการแก้ไข (sensory – motor stage)
2. ขั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ (preoperational stage)
3. ขั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม (concrete operational stage)
4. ขั้นปฏิบัติการที่เป็นแบบแผน (formal operational stage)

พัฒนากายของมนุษย์จะเป็นไปตามลำดับขั้นและต่อเนื่องกัน ซึ่งทฤษฎีนี้มีประโยชน์ต่อการศึกษา เนื่องจากขั้นทั้งสี่ดังกล่าวถึงข้อเท็จจริงว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกริยา และพฤติกรรมของเด็ก แตกต่างจากผู้ใหญ่ และสิ่งที่มีความหมายมากที่นักการศึกษาได้รับจากงานเขียนของเพียเจต์ คือ แนวคิดที่ว่า เด็กที่มีอายุน้อย ๆ จะเรียนรู้ได้ดีจากกิจกรรมที่ใช้สื่อรูปธรรม (Ginsburg & opper, 1969 ; อ้างอิงใน อัมพร ม้าคอง, 2546 หน้า 1) หากแนวคิดนี้ถูกนำไปใช้ใน ห้องเรียนผู้สอนจะต้องจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้และแนะนำผู้เรียนมากกว่าเป็นผู้สอนโดยตรงตามทฤษฎีของเพียเจต์ เมื่อเด็กโตขึ้นและเข้าสู่ลำดับขั้นที่สูงกว่า เด็กจะต้องการการเรียนรู้จากกิจกรรมลดลง เนื่องจากพัฒนากายของสติปัญญาที่ซับซ้อนและทันสมัยขึ้น แต่ไม่ได้หมายความว่า เด็กจะไม่ต้องการทำกิจกรรมเลย การเรียนรู้โดยการทำกิจกรรมยังคงอยู่ในลำดับขั้นของการพัฒนา

นอกจากนี้ เพียเจต์ยังเน้นว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีบทบาทเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาสติปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ การให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดของตนเองและผู้อื่นจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น เพียเจต์เรียกกระบวนการนี้ว่า การกระจายความคิด (decentration) ซึ่งเป็นความสามารถของเด็กที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นไปตามลำดับขั้น เพื่อพิจารณาสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองของผู้อื่น ซึ่งประเด็นนี้ การศึกษาจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมความสามารถนี้

4.6.2 ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของดิเนส (Dienes' theory of mathematics learning)

แนวคิดของดิเนสส่วนมากเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีบางส่วนที่คล้ายคลึงกับเพียเจต์ เช่น การให้ความสำคัญกับการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีบทบาทและกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ของดิเนส ประกอบด้วยกฎหรือหลัก 4 ข้อ ดังนี้

1. กฎของภาวะสมดุล (The Dynamic Principle) กฎนี้กล่าวไว้ว่า ความเข้าใจ ที่แท้จริงในมโนทัศน์ใหม่นั้นเป็นพัฒนาการที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน 3 ชั้น คือ

ชั้นที่หนึ่ง เป็นชั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนประสบกับมโนทัศน์ในรูปแบบที่ไม่มีโครงสร้างใดๆ เช่น การที่เด็กเรียนรู้จากของเล่นชิ้นใหม่โดยการเล่นของเล่นนั้น

ชั้นที่สอง เป็นชั้นที่เด็กได้พบกับกิจกรรมที่มีโครงสร้างมากขึ้น ซึ่งเป็นโครงสร้างที่คล้ายคลึง (isomorphic) กับโครงสร้างของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนจะได้เรียน

ชั้นที่สาม เป็นชั้นที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่จะเห็นได้ถึงการนำมโนทัศน์เหล่านั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนทั้งสามเป็นกระบวนการที่ดิเนส เรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ซึ่งเป็นสิ่งที่เด็กจะต้องประสบในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ (Dienes & Golding, 1971 อ้างอิงใน อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 2)

2. กฎความหลากหลายของการเรียนรู้ (The perceptual Variability Principle) กฎนี้เสนอแนะว่าการเรียนรู้มโนทัศน์จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อผู้เรียนมีโอกาสรับรู้มโนทัศน์เดียวกันในหลายๆ รูปแบบผ่านบริบททางกายภาพ นั่นคือ การจัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนเพื่อให้เข้าใจโครงสร้างทางมโนทัศน์เดียวกันนั้น จะช่วยในการได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Concept) ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

3. กฎความหลากหลายทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Variability Principle) กฎข้อนี้กล่าวว่า การอ้างอิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Generalization of Mathematical Concept) หรือกฎการนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ถ้าตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นเปลี่ยนไปอย่างเป็นระบบ ในขณะที่คงไว้ซึ่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้น ๆ เช่น การสอนมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ตัวแปรที่ควรเปลี่ยนไป คือ ขนาดของมุม ความยาวของด้าน แต่สิ่งที่ควรคงไว้คือ ลักษณะสำคัญของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ตัวแปรที่เปลี่ยนไป คือ ขนาดของมุม ความยาวของด้าน แต่สิ่งที่ควรคงไว้ คือ ลักษณะที่สำคัญของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ต้องมีด้านสี่ด้าน และด้านตรงข้ามขนานกัน

4. กฎการสร้าง (The Constructivity Principle) กฎข้อนี้ให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ว่า ผู้เรียนควรได้พัฒนามโนทัศน์จากประสบการณ์ในการสร้างความรู้เพื่อก่อให้เกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและมั่นคง และจากพื้นฐานที่มั่นคงเหล่านี้ จะนำไปสู่ การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป ดีนส์และโกลดิง (Dienes & Golding, 1971, อ้างอิงใน อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 3) ให้ความเห็นว่า การสร้างความรู้ควรมาจากการคิดวิเคราะห์เสมอ เพราะเป็นไปไม่ได้ที่มนุษย์จะวิเคราะห์ในสิ่งที่ตนยังไม่รู้ กฎข้อนี้เสนอแนะให้ผู้สอนจัดสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมนั้น และสามารถวิเคราะห์สิ่งที่สร้างนั้นต่อไปได้

4.6.3 ทฤษฎีการเรียนรู้การสอนของบรูเนอร์ (Bruner's Theory Instruction)

ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยกล่าวถึงการเรียนการสอนที่ดีว่า ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ โครงสร้าง (Structure) ของเนื้อหาสาระ ความพร้อม (Readiness) ที่จะเรียนรู้ การหยั่งรู้ (Intuition) โดยการคะเนจากประสบการณ์อย่างมีหลักเกณฑ์ และแรงจูงใจ (Motivation) ที่จะเรียนเนื้อหาใด ๆ บรูเนอร์ได้ให้ความสำคัญกับสมดุลระหว่างผลลัพธ์กับการเรียนการสอน (Process and Product Approach) นอกจากนี้ยังให้แนวคิดที่ว่า มนุษย์สามารถเรียนหรือคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ 3 ระดับ ดังนี้

1. ระดับที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ (Enactive Stage) เช่น ผู้เรียนรวมของ 4 ชิ้นกับของ 5 ชิ้น เพื่อเป็นของ 9 ชิ้น ซึ่งเป็นการสัมผัสกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects or Manipulatives)

2. ระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) เช่น การใช้ภาพไดอะแกรมฟิล์ม ที่เป็นสื่อทางสายตา (Visual Medium) ตัวอย่างการเรียนรู้ระดับนี้ เช่น ผู้เรียนดูภาพรถ 4 คัน ในภาพแรก ดูภาพรถ 5 คัน ในภาพที่สอง และดูภาพรถรวม 9 คัน ในภาพที่สามซึ่ง

เป็นภาพรวมของรถ ในภาพที่หนึ่งกับภาพที่สอง รถ 9 คัน ในที่นี้เกิดจากการที่ผู้สอนวางแผนให้ผู้เรียนเรียนรู้ มิใช่เกิดจากตัวผู้เรียนเอง

3. ระดับของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) ซึ่งเป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เห็นในระดับที่สอง หรือสิ่งที่สัมผัสในระดับที่หนึ่งได้ เช่น การเขียน $5 + 4 = 9$ เป็นสัญลักษณ์แทนภาพในระดับที่ 2

แนวคิดของบรูเนอร์ปรากฏอยู่ในผลงานของเลช (Lesh) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในนามของโมเดลของเลช (Lesh's Model) เลชใช้แนวคิดข้างต้นของบรูเนอร์ในการสร้างโมเดลที่แสดงว่าผู้เรียนสามารถใช้วิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น จากความรู้ที่ใช้สื่อรูปธรรม (Manipulative Aids) สามารถแสดงความรู้ในรูปของรูปภาพ (Picture) ภาษาเขียน (Written Symbols) ภาษาพูด (Spoken Symbols) และสถานการณ์จริง (Real World Situation) ได้โมเดลนี้ทำให้เกิดการพัฒนาในด้านอื่น ๆ ที่ผู้สอนควรคำนึงถึง เช่น การให้ผู้เรียนได้พูดและได้เขียนมากขึ้น การพูดและการเขียนเป็นการเปลี่ยนวิธีแสดงความคิดเห็นที่สะท้อนถึงความเข้าใจของผู้เรียนตามโมเดลที่เลชได้เสนอนั้น ผู้สอนสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนได้จากการดูว่า ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนความเข้าใจจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งได้หรือไม่ เช่น ถ้าผู้เรียนสามารถเขียนสิ่งที่ตนอธิบายให้เพื่อนฟังเป็นภาษาเขียนได้ แสดงว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่พูด เนื่องจากสามารถเปลี่ยนภาษาพูดเป็นภาษาเขียนได้

4.6.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย (Gagn'e's Theory of Learning)

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเยมีสาระสำคัญเกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากกานเยใช้คณิตศาสตร์เป็นสื่อสำหรับการใช้ทฤษฎีของเขาอธิบายการเรียนรู้ กานเยจำแนกสาระในการเรียนคณิตศาสตร์เป็น 4 ประเภท คือ

1. ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Facts) เป็นข้อเท็จจริงที่พบในทางคณิตศาสตร์ เช่น ตัวเลข (3) เป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนหรือของสามสิ่ง เครื่องหมาย (-) เป็นสัญลักษณ์สำหรับการดำเนินการหักออกหรือการลดลง

2. ทักษะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Skills) เป็นการกระทำตามขั้นตอนการทำงานที่ผู้เรียนทำด้วยความถูกต้องและรวดเร็ว ทักษะเฉพาะใด ๆ อาจถูกนิยามได้จากกฎหรือลำดับขั้นตอนการทำงานที่เรียกว่า ขั้นตอนหรือวิธีการ (Algorithms)

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concepts) เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะวัตถุหรือเหตุการณ์ว่าเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของ

ความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น มโนทัศน์ของการเป็นสับเซต มโนทัศน์เกี่ยวกับลักษณะของสามเหลี่ยม เป็นต้น

4. กฎหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Principle) เป็นขั้นตอนในมโนทัศน์หรือความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ เช่น รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีด้านสองด้านเท่ากัน และมุมระหว่างด้านคู่ที่เท่ากันนั้นเท่ากันด้วย การแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 8 ขั้น คือ

1. การเรียนรู้สัญญาณ (Signal Learning)
2. การเรียนรู้สิ่งเร้า/การตอบสนอง (Simulus – Response Learning)
3. การเรียนรู้แบบลูกโซ่ (Chaining)
4. การเรียนรู้โดยใช้สัมผัสทางภาษา (Verbal Association)
5. การเรียนรู้แบบจำแนกความแตกต่าง (Discrimination Learning)
6. การเรียนมโนทัศน์ (Concept Learning)
7. การเรียนกฎ (Rule Learning)
8. การเรียนการแก้ปัญหา (Problem Learning)

งานเย เชื่อว่าการเรียนรู้ทั้ง 8 ด้านข้างต้น เกิดขึ้นในผู้เรียนเป็นลำดับ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นรับหรือจับใจความ (Apprehending Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งเร้าที่ตนเองประสบ ทำให้รับรู้ลักษณะของสิ่งเร้าเหล่านั้น ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนอาจรับรู้ในสิ่งเดียวกัน นักเรียนจึงตีความสิ่งนั้นแตกต่างกัน

2. ขั้นการได้มาซึ่งความรู้ (Acquisition Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนรับและครอบครองความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ทักษะ มโนทัศน์ และกฎหรือหลักการ ที่ตนเรียน ภายหลังจากการได้สัมผัสกับสิ่งเร้าในขั้นที่หนึ่ง

3. ขั้นการจัดเก็บความรู้ (Storage Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจำกัดหรือจัดเก็บสิ่งที่เรียนรู้มาเป็นความจำ ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ความจำระยะสั้น (Short – Term Memory) และความจำระยะยาว (Long – Term Memory)

4. ขั้นการระลึกถึงหรือดึงความรู้มาใช้ (Retrieval Phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนระลึกถึงหรือดึงข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำออกมา ซึ่งขั้นตอนนี้มีความซับซ้อนทางสมองมากกว่าขั้นตอนอื่น ๆ

4.6.5 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory)

ทฤษฎีนี้มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญที่ตัวผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทฤษฎีนี้เน้นว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียน ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนั้น แนวการสอนตามทฤษฎีนี้ จึงเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยผู้สอนคอยช่วยเหลือให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้ และไตร่ตรองสิ่งที่ได้จากการอภิปรายกับผู้อื่น ผู้สอนมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทาย และช่วยเหลือให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้เอง

4.6.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับการถ่ายโยงโดยใช้การเปรียบเทียบ (Theory of Analogical Transfer)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการถ่ายโยงโดยใช้การเปรียบเทียบมีหลายทฤษฎี ซึ่งทฤษฎีเหล่านี้ส่วนมากใช้โมเดลเฉพาะใด ๆ ในการอธิบายกระบวนการถ่ายโยง ในที่นี้จะกล่าวถึงบางทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีจับคู่ทางโครงสร้างของเจนท์เนอร์ (Gentner's Structure – Mapping Theory) ทฤษฎีนี้เน้นการเชื่อมโยงโดยการเปรียบเทียบต้องให้การวิเคราะห์โครงสร้างเป็นหลักซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเลือกและการจับคู่หรือประยุกต์ใช้ฐานที่เป็นตัวเปรียบเทียบกับปัญหาเป้าหมาย หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า เป็นการจับคู่โครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะหรือสมบัติของฐานที่เป็นตัวเปรียบเทียบกับสิ่งที่คล้ายคลึงกันในปัญหาเป้าหมาย

2. ทฤษฎีจุดมุ่งหมายของฮอลโยค (Holyoak's Prognatic Theory) ทฤษฎีนี้คล้ายคลึงกับทฤษฎีจับคู่ทางโครงสร้างของเจนท์เนอร์ ตรงที่การเลือกและการจับคู่หรือการประยุกต์ใช้ฐานที่เป็นตัวเปรียบเทียบนั้น ขึ้นอยู่กับข้อมูลหรือความสัมพันธ์ระดับสูงที่อาจเป็นนามธรรม แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือ ทฤษฎีจุดมุ่งหมายของฮอลโยคเน้นที่ผลสำเร็จของการอุปนัย เนื่องจากเป็นสิ่งที่ จะช่วยให้การแก้ปัญหาบรรลุจุดประสงค์

3. ทฤษฎีตัวอย่าง (Exemplar Theory) ทฤษฎีนี้เน้นเรื่องของตัวอย่างซึ่งไม่ได้ถูกเน้นในทฤษฎีจับคู่ทางโครงสร้างของเจนท์เนอร์และทฤษฎีจุดมุ่งหมายของฮอลโยค ทฤษฎีตัวอย่างกล่าวว่า หลักการแก้ปัญหาหนึ่งไม่เพียงสัมพันธ์กับขอบเขตเนื้อหาในปัญหาเท่านั้น แต่ยังสัมพันธ์กับตัวอย่างปัญหาและประสบการณ์เฉพาะในขอบเขตนั้น ๆ ดังนั้นข้อมูลในระดับต่ำ ๆ หรือตัวอย่างที่

เคยเรียนมาก่อนแล้ว จะถูกเก็บไว้และนำมาใช้แก้ปัญหาใหม่ ๆ ตัวอย่างที่ใช้เป็นฐานในการเชื่อมโยงโดยใช้การเปรียบเทียบเหล่านี้ จะมีความสำคัญเหนือหลักการที่เป็นนามธรรม ในการแก้ปัญหา เนื่องจากตัวอย่างจะช่วยให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้หลักการที่เป็นนามธรรมได้

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่กล่าวถึงข้างต้น จะนำมาซึ่งหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิด และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปราย

4.7 การพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เกิดมโนทัศน์

ชาญชัย อาจินสมาจาร และจินดา สิทธิฤทธิ์ (2533, หน้า 44 อ้างอิงใน สุธิดา นานซ้ำ, 2549, หน้า 32 – 33) ได้กล่าวถึงการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ โดยเสนอหลักการ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจว่า เนื้อเรื่องนั้น ๆ ควรจะให้มโนทัศน์อะไรแก่ผู้เรียนที่เป็นแก่นแท้หรือหลักการและต้องให้เป็นไปตามขั้นตอนของการให้มโนทัศน์

2. พยายามให้ผู้เรียนได้เกิดมโนทัศน์ โดยต้องหาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม ซึ่งอยู่ที่ไหวพริบและเทคนิคของผู้สอน

3. ในการสอนหลังจากผู้เรียนได้เรียนรู้ไปแล้ว ผู้สอนและผู้เรียนต้องช่วยกันสรุปในหลักการอีกครั้ง ในการสอนผู้สอนต้องใช้ทักษะในการสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ โดยต้องพยายามใช้เทคนิคในการตั้งคำถาม การอภิปรายและสรุปรวบยอดของคำตอบเพื่อให้เข้าสู่มโนทัศน์นั้น ๆ ให้ได้

อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 22 – 23) ได้กล่าวถึงการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีแนวคิดและแนวทางในการดำเนินการ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมาย จำเป็นสำหรับการคิดและการใช้งาน และเป็นพื้นฐานของการเรียนในระดับสูงขึ้นไป นอกจากนี้ควรให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีหรือเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่ตนเลือกใช้ ความรู้คณิตศาสตร์จึงเกิดจากความเข้าใจ ไม่ใช่เกิดจากการจดจำ

2. พัฒนาการคิดในลักษณะต่าง ๆ ควบคู่ไปกับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดไตร่ตรอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากการคิดเป็นพื้นฐานสำคัญของทำความเข้าใจและพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้

3. ออกแบบกิจกรรมและงานให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการให้ผู้เรียนโดยอาจต้องการมีการวิเคราะห์มโนทัศน์ย่อยที่จะสอนก่อน จากนั้น จึงออกแบบกิจกรรมสำหรับแต่ละมโนทัศน์และ

เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมจะต้องมีการประเมินพฤติกรรมการทำกิจกรรมของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยอาจใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิด เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองและขยายไปสู่ความหมายใหม่ หรือความรู้เชิงนามธรรมได้

4. เลือกใช้สื่อ เอกสารประกอบการสอน นวัตกรรม และเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนา

5. ประเมินผลการพัฒนามโนทัศน์เป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งการประเมินรายบุคคลและการประเมินโดยรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ ผู้สอนควรสะท้อนการสอนของตนเองจากผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนเพื่อที่จะปรับการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. พยายามให้ผู้เรียนทำกิจกรรม คิด วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของผู้เรียนและไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะคิดได้

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสอนและการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาได้เสนอไว้ สรุปได้ว่า การสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน การประเมินผล เป็นต้น

4.8 การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.8.1 ลักษณะของผู้ที่เกิดมโนทัศน์

ในการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น เราเป็นต้องทราบลักษณะของผู้ที่เกิดมโนทัศน์ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ระบุเกี่ยวกับลักษณะของผู้ที่เกิดมโนทัศน์ไว้ดังต่อไปนี้

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542, หน้า 14) ได้กล่าวว่า เราจะทราบว่าบุคคลนั้น ๆ มีมโนทัศน์แล้ว เมื่อมีลักษณะดังนี้

1. สามารถบอก ระบุ เรียกชื่อ มโนทัศน์นั้นได้
2. สามารถคัดเลือก จำแนก แยกแยะ ยกตัวอย่างและที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์นั้น
3. สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์นั้น จากความรู้ความเข้าใจของตน

ด้วยภาษาและคำพูดของตนเอง

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 27) อธิบายว่า ในการเรียนมโนทัศน์ใด ๆ ผู้เรียนควรมีพฤติกรรมการเรียน ดังนี้

1. ยกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่คล้ายคลึงมโนทัศน์แต่ไม่ใช่มโนทัศน์ พร้อมทั้ง อธิบายตัวอย่างเหล่านั้น

2. รวบรวมและพิสูจน์ข้อมูลเพื่อบอกลักษณะตามมโนทัศน์ของตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ซึ่งไม่มีในตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์

3. สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์อาจแปรเปลี่ยนได้ แต่ยังคงเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์

4. สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่หลากหลายของมโนทัศน์มีสิ่งใดที่เหมือนกัน

5. อ้างอิงได้ว่าลักษณะที่เหมือนกันของตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ทั้งหมดที่ตรวจสอบแล้วจะเป็นจริงและมีอยู่ในตัวอย่างอื่นของมโนทัศน์นี้

6. สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์ คล้ายคลึงและแตกต่างจากตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์อย่างไร

7. อ้างอิงเกี่ยวกับลักษณะสำคัญที่จำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกจากตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์แต่มีความคล้ายคลึงที่จะเป็นมโนทัศน์

สุวิทย์ มูลคำ (2552, หน้า 81) กล่าวว่า ผู้เรียนที่เกิดมโนทัศน์แล้วจะมีความสามารถดังนี้

1. บอก ระบุ เรียกชื่อ มโนทัศน์นั้น ได้

2. คัดเลือก จำแนก แยกแยะ ยกตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ได้

3. บอกลักษณะเฉพาะที่จำเป็นและไม่จำเป็นของมโนทัศน์นั้นได้

4. บอกลำดับชั้น ของมโนทัศน์ (ลำดับชั้น ที่สูงกว่า ลำดับชั้น ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันและลำดับชั้นที่ต่ำกว่าได้

5. อธิบาย สรุปความหมาย คำจำกัดความของมโนทัศน์นั้นจากความรู้ ความเข้าใจ ของตน ด้วยภาษาคำพูดของตนเองได้

จึงสรุปได้ว่า ผู้เรียนที่เกิดมโนทัศน์จะมีลักษณะ ดังนี้

1. สามารถบอก ระบุ เรียกชื่อ มโนทัศน์นั้น ได้

2. สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่หลากหลายของมโนทัศน์มีสิ่งใดที่เหมือนกัน

3. สังเกตได้ว่าตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์ คล้ายคลึงและแตกต่างจากตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์อย่างไร

4.8.2 แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

สมนึก ภัททธิธรณี (2546 หน้า 23 – 28) หากครูผู้สอนเข้าใจในหลักการของ มโนทัศน์ นอกจากจะช่วยให้ นักเรียนเกิดมโนทัศน์แล้ว ยังสามารถเขียนข้อสอบคณิตศาสตร์วัด มโนทัศน์ได้ง่าย

สะดวกและมีคุณภาพ เพราะข้อสอบประเภทการคิดคำนวณ มักจะวัดความจริงตามเนื้อหาสาระ เมื่อเปลี่ยนข้อสอบให้เป็นการวัดมโนทัศน์ ก็สามารถทำได้ง่าย ดังตัวอย่าง

วัดการคิดคำนวณ : รูปวงกลมรัศมี 7 นิ้ว มีพื้นที่เท่าไร (ตอบ 154 ตารางนิ้ว)

วัดความคิดรวบยอด : ถ้าเพิ่มรัศมีของรูปวงกลมเป็น 2 เท่า พื้นที่จะเพิ่มขึ้นเป็นกี่เท่า (ตอบ 4 เท่า)

ข้อสอบคณิตศาสตร์วัดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาสาระใด ๆ จะแบ่งเป็น 2 ลักษณะ และในที่นี้จะยกตัวอย่างข้อสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก ดังนี้

ลักษณะที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาการและการขยาย

หลักวิชาการ (principle) หมายถึง หลักการหรือหัวใจของเรื่องที่เกิดขึ้นหลาย ๆ ความคิด รวบยอดมารวมกัน

การขยาย (generalized) หมายถึง การนำหลักการหรือคติของเรื่อง ๆ ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ให้ไกลออกไปจากเดิมหรือเป็นการสรุปออกนอกเรื่องนั้น ๆ เช่น บทสรุปตอนท้ายของนิทานอีสป ตัวอย่างข้อสอบมีดังนี้

1. x, y, z เป็นจำนวนเฉพาะผลคูณของ ค.ร.น. กับ ห.ร.ม. ของ x, y, z มีค่าเท่าไร

ก. 0

ข. 1

ค.) $x y z$

ง. 0 และ $x y z$

จ. 1 และ $x y z$

2. เศษส่วนที่เท่ากับสองจำนวน ต้องนำมาทำเช่นไรจึงจะมีค่าเท่ากับ 1

ก. นำมาบวกกัน

ข. นำมาลบกัน

ค. นำมาคูณกัน

ง.) นำมาหารกัน

จ. นำมากลับเศษเป็นส่วน

ลักษณะที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

คำถามลักษณะนี้ต่างจากลักษณะที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาการและขยายคือ ลักษณะที่ 1 ถามเกี่ยวกับหลักการของเนื้อหาที่ไม่สัมพันธ์กัน ไม่เป็นชนิดเดียวกันอย่างเดียวกัน โดยตรง แต่อยู่ในสกุลเดียวกัน ส่วนลักษณะที่ 2 นี้ ถามเกี่ยวกับหลักการจากหลายเนื้อหาที่สัมพันธ์กันเป็นพวกเดียวกัน เพื่อค้นหาทฤษฎีและโครงสร้างที่เป็นตัวร่วมของบรรดาเนื้อหาเหล่านั้น ตัวอย่างข้อสอบ มีดังนี้

1. (กว้าง ยาว) กับ (ยาว กว้าง สูง) ต่างกันในเรื่องใดเป็นสำคัญ
 - ก. วิธีคูณ
 - ข. สูตรที่ใช้
 - (ค.) หน่วยที่ใช้
 - ง. ความยากง่าย
 - จ. จำนวนผลลัพธ์
2. มุมฉาก มุมป้าน มุมแหลม ต่างกันในเรื่องใด
 - ก. พื้นที่ของมุม
 - (ข.) จำนวนองศา
 - ค. ความยาวของแขน
 - ง. ขนาดของสามเหลี่ยม
 - จ. อยู่ประชิดหรือตรงข้าม

หมายเหตุ การเขียนข้อสอบคณิตศาสตร์วัดความคิดรวบยอดที่กล่าวมานี้ เป็นการวัดขั้นสูงสุดของพฤติกรรมความรู้ความจำ ยังไม่ถึงขั้นใช้ความคิด (พฤติกรรมความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า) หากจะเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมขั้นใช้ความคิด ย่อมเขียนได้ แต่การสอนให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมขั้นความคิดดังกล่าวเป็นเรื่องสอนยาก นักเรียนต้องคิดสร้างขึ้นเอง หากครูสอนให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องที่สอดคล้องกันว่าเป็นการสอนที่มีประสิทธิภาพ เพราะจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดวิเคราะห์สังเคราะห์เอง

สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดผู้สอนต้องเข้าใจในหลักการของความคิดรวบยอด การคิด สรุปผล มโนภาพเพื่อให้ได้ความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของข้อสอบคณิตศาสตร์

4.8.3 เกณฑ์การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 645-670) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจและความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์

(Knowledge of Concepts) นั้นหมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้อาสมัพันธ์กัน โดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง

ชวาล แพรัตกุล (2520, หน้า 15) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการวัดมโนทัศน์ว่า เป็นการวัดที่อยู่ในระดับสูงของการวัดความรู้ ความจำ ยังไม่ถึงขั้นที่ใช้ความคิด ซึ่งวัดได้ 2 ลักษณะ คือ 1) การวัดความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา และการขยายหลักวิชาของเรื่องราวต่าง ๆ และ 2) การวัดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และโครงสร้างของหลักวิชานั้น ๆ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 การวัดความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา และการขยายหลักวิชาของเรื่องราวต่าง ๆ คือ หลักวิชา (Principle) หมายถึง คติ หลักการ หรือหัวใจของเรื่องที่เกิดขึ้นหลาย ๆ มโนทัศน์มารวมกันซึ่งมีที่มาและลักษณะดังนี้

1. เป็นเรื่องราว เหตุการณ์ หรือวัตถุสิ่งของที่เคยปรากฏมาแล้วอย่างน้อย 2 ครั้ง จึงสามารถมีมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องนั้นได้ สิ่งใดมีเพียงขึ้นเดียว หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวไม่ถือว่าเป็นมโนทัศน์ เช่น ในอวกาศมีดวงอาทิตย์ของจักรวาลเพียงดวงเดียว และไม่มีจักรวาลอื่นใดอีก อย่างนี้เป็นความจริงเพียงหนึ่งเดียว จึงไม่สามารถเขียนคำถามวัดมโนทัศน์ได้ เพราะไม่สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

2. เป็นเรื่องราว เหตุการณ์หรือวัตถุสิ่งของที่ปรากฏขึ้นแต่ละครั้ง ต้องเกิดกับคนละที่แต่มีลักษณะบางอย่างคล้ายกัน เช่น ดาวเคราะห์ซึ่งมี 9 ดวง โคจรรอบดวงอาทิตย์อยู่คนละที่และไม่เหมือนกันแต่ทุกดวงมีลักษณะร่วมกัน คือไม่มีแสงสว่างในตัวเองมีสัณฐานกลมและหมุนรอบดวงอาทิตย์ เป็นต้น ลักษณะร่วมเหล่านี้ถือว่าเป็นมโนทัศน์ของดาวเคราะห์

ลักษณะที่ 2 การวัดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และโครงสร้างของหลักวิชานั้น ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2552, หน้า 65-66) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ระดับถูกต้องอย่างสมบูรณ์ (Completely correct)	ให้ 3 คะแนน
ระดับถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์ (Mostly correct)	ให้ 2 คะแนน
ระดับถูกต้องบ้างบางส่วน (Partly correct)	ให้ 1 คะแนน
ระดับไม่ถูกต้อง (Incorrect)	ให้ 0 คะแนน

โดยที่อัมพร ม้าคนอง ได้วิเคราะห์ลักษณะการอธิบายมโนทัศน์ออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1. การอธิบายแบบมีโครงสร้างที่เป็นเหตุเป็นผล (Logically structured explanation) เป็นการอธิบายที่มีการอ้างอิงโครงสร้างหรือระบบทางคณิตศาสตร์และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งจำแนกได้ 2 ระดับ ดังนี้

1.1 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

1.2 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายได้บ้าง หรือพยายามสื่อความหมายแต่ไม่ชัดเจน

2. การอธิบายแบบไม่มีโครงสร้าง (Non-structured explanations) เป็นการอธิบายที่ไม่ได้ใช้โครงสร้างและระบบทางคณิตศาสตร์ และไม่ได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผลการกำหนดกรอบของโครงสร้าง ระบบ และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์แต่ละข้อ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาคำอธิบายว่าเป็นลักษณะใด และกำหนดขอบเขตของการสื่อความหมายเป็น 2 ระดับ คือ

2.1 ระดับที่สามารถสื่อความหมายเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นได้อย่างชัดเจน

2.2 ระดับที่พอจะสื่อความหมายได้บ้าง หรือพยายามสื่อความหมายแต่ยังไม่ชัดเจน

จากเกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากคำตอบและการอธิบายคำตอบ ซึ่งการอธิบายคำตอบจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การอธิบายแบบมีโครงสร้างเป็นเหตุเป็นผล และการอธิบายแบบไม่มีโครงสร้างเป็นเหตุเป็นผล โดยมีรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตาราง

ตาราง 5 แสดงการให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ระดับ	พฤติกรรมที่แสดงออก
3/ ดีมาก	- นักเรียนตอบคำถามถูกต้อง และสามารถสรุปความเข้าใจออกมา ในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ หรืออ้างอิงบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท และสมบัติ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
2/ ดี	- นักเรียนตอบคำถามถูกต้อง และสามารถสรุปความเข้าใจออกมา ในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ

คะแนน/ระดับ	พฤติกรรมที่แสดงออก
	ทางคณิตศาสตร์ หรืออ้างอิงบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ค่อนข้างถูกต้อง
1/ พอใช้	<p>- นักเรียนตอบคำถามถูกต้อง แต่ไม่สามารถสรุปความเข้าใจออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ หรืออ้างอิงบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบทและสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ หรือ</p> <p>- นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่สามารถสรุปความเข้าใจออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ หรืออ้างอิงบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง</p>
0/ ต้องปรับปรุง	<p>- นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่สามารถสรุปความเข้าใจออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ หรืออ้างอิงบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่เขียนคำตอบใด ๆ</p>

5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักคณิตศาสตร์ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาไว้หลายท่าน ดังนี้ Henderson และ Pingry (1973 p.228) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบเป็นปริมาณหรือจำนวน ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะแก้ปัญหาได้ ต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมกับสภาพของปัญหา ใช้ความรู้และประสบการณ์ประกอบกับการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหาเอง

Cruilshank และ Sheffield (1992 p.37) ได้กล่าวถึงโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ แต่ไม่ได้หมายความว่าเกี่ยวข้องกับจำนวนเท่านั้น ปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพ หรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนก็ได้

อุทัย เพชรช่วย (2532 หน้า 48) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นโจทย์ที่มีข้อความเป็นภาษาหนังสือ (หรือเป็นภาษาพูด) ไม่มี

เครื่องหมายบวก ลบ คูณ หรือหาร ซึ่งผู้เรียนต้องอ่าน (หรือฟัง) โจทย์ให้เข้าใจว่าจะทำโดยวิธีใด (บวก ลบ คูณ หาร)

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 หน้า 7) ได้ให้ความหมายของโจทย์คณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้เป็นหัวข้อ ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ หรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ทันใดต้องใช้ทักษะ ความรู้ และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกัน จึงจะหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหา และเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้ว ในปัจจุบัน

กรมวิชาการ (2539 หน้า 258) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาว่า คือการนำเสนอความรู้โดยใช้คำถามหรือตัวปัญหาที่มีข้อความหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งฝึกคิดค้นวิธีการแสวงหาคำตอบของโจทย์ปัญหานั้นด้วยตนเอง

Perdikaris (1993 หน้า 423, อ้างอิงใน กรมวิชาการ 2540 หน้า 1) ได้กล่าวถึงโจทย์ปัญหาว่าเป็นเครื่องมือประยุกต์ศักยภาพการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์แก้ปัญหาให้นักเรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ ความคิดรวบยอด เตรียมการพัฒนานำไปสู่แนวคิดใหม่ ความสำเร็จในการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดการพัฒนาคณะลักษณะของนักเรียนที่ต้องการ

จากความหมายของโจทย์ปัญหาข้างต้น สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่บรรยายปัญหาด้วยภาษาหรือข้อความและตัวเลข ซึ่งผู้แก้ปัญหามองใช้ประสบการณ์ที่มีอยู่ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้น โดยคำตอบที่ได้จะเป็นคำตอบเชิงปริมาณ จำนวน ตัวเลข หรือการให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

5.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ที่บรรยายปัญหาด้วยภาษาหรือข้อความและตัวเลข มีลักษณะแตกต่างกัน ดังนี้

Polya (1973 pp.154 – 156) ได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์ของปัญหา ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์เพื่อให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวนเป็นปัญหาให้หาวิธีการหรือหาเหตุผลก็ได้ ลักษณะของปัญหาจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการให้หา สิ่งที่กำหนดให้ และเงื่อนไข เชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการให้หา กับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การแยกส่วนประกอบของปัญหา ออกเป็น 3 ส่วนจะช่วยให้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น ทำให้สามารถกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) ลักษณะของปัญหาประเภทนี้ มีจุดประสงค์เพื่อให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ ส่วนประกอบของปัญหาประเภทนี้ จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ สิ่งที่กำหนดให้หรือสมมติฐาน สิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป การแยกส่วนประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนๆ ทำให้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น และสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหามา หรือการพิสูจน์ได้รวดเร็วขึ้น

Hatfield Edwards และ Bitler (1993 p.54) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. โจทย์ปัญหาปลายเปิด เป็นโจทย์ปัญหาที่มีจำนวนของคำตอบที่เป็นไปได้มาก ดังนั้นกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากกว่าคำตอบที่จะได้รับ

2. โจทย์ปัญหาที่ให้ค้นหา มักจะมีคำตอบที่จบอยู่ในตัว แต่มีวิธีการที่นักเรียนสามารถหาคำตอบได้หลายวิธี

3. โจทย์ปัญหาที่มีแนวทางให้ค้นหาคำตอบ โดยทั่วไปจะเป็นปัญหาที่ธรรมดาที่สุด รวมทั้งมีคำแนะนำสำหรับการแก้โจทย์ปัญหา และมีวิธีการแก้โจทย์ที่ไม่ยุ่งยาก

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 หน้า 66) ได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาที่สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ จำนวนหรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ

2. การแบ่งประเภทปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหามา และความซับซ้อนของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหารรรมดา เป็นปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหา มีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่รรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหา ต้องประมวลความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ตามนี้นักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ นั้น สามารถแบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และลักษณะที่ต้องการ จึงทำให้ได้ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ตามเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการจำแนก

5.3 ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ได้มีผู้เสนอลักษณะของโจทย์ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2539 หน้า 79) ได้ให้ความคิดเห็นว่า ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้คือ

1. ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย
2. ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด
3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป
4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไป สำหรับความสามารถของเด็กในวัยนั้น ๆ
5. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
6. ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
7. สามารถใช้การวาดภาพไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วยให้การแก้ปัญหา
8. ให้การแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยจากประสบการณ์และความรู้ที่เคยเรียนมาก่อน
9. ก่อให้เกิดการวิเคราะห์ และแยกแยะปัญหาซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญทาง

ความคิด

10. คำตอบที่ได้ควรเป็นคำตอบที่มีเหตุผล ไม่ใช่คำตอบที่ได้จากการจำ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 หน้า 90) ได้ให้แนวคิดถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี ที่จะนำมาให้นักเรียนคิดหาคำตอบ ควรมีลักษณะดังนี้

1. ท้าทายความสามารถของนักเรียน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ง่ายหรือยากเกินไป ถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจ ไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไป นักเรียนอาจท้อถอยที่จะแก้ได้สำเร็จ

2. สภาพการณ์ของปัญหาเหมาะกับวัยของนักเรียน สภาพการณ์ของปัญหาเป็น เรื่องที่ไม่ห่างไกลเกินไปกว่าที่นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ นอกจากนี้ถ้าเป็น สถานการณ์ที่สามารถที่จะเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ก็ดีไม่น้อย

3. แปลกใหม่ ควรเป็นปัญหาที่ไม่ธรรมดา และนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ใน การแก้ปัญหาหน้านั้นมาก่อน

4. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด หาทองเลือกในการหาคำตอบได้หลายวิธี และได้พิจารณาเปรียบเทียบเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด

5. ใช้ภาษาที่กระชับรัดกุมถูกต้อง ปัญหาที่ดีไม่ควรทำให้นักเรียนต้องมีปัญหากับ ภาษาที่ใช้ ควรเน้นอยู่ที่ความเป็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบของตัวปัญหามากกว่า

จากที่กล่าวมาข้างต้น ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี จะต้องมีความยาก ง่าย เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน ข้อมูลที่ใช้ทันสมัย เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายไม่สั้นหรือยาวเกินไป และต้องส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความรู้ ประสบการณ์ใน การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล

5.4 องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหา

ในการแก้โจทย์ปัญหา มีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จะทำให้การแก้โจทย์ปัญหาประสบ ความสำเร็จ ซึ่งมีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

Adam, Ellis และ Beeson (1977 pp.174 – 175) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ส่งผลต่อ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ

1. สติปัญญา (Intelligence) การแก้โจทย์ปัญหาจำเป็นต้องใช้ความคิดระดับสูง สติปัญญาเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง องค์ประกอบของสติปัญญาที่มีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา คือ องค์ประกอบทางปริมาณ (Quantitative factors) ซึ่งนักเรียนบางคนอาจ มีความสามารถในองค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factors) แต่อาจด้อยในความสามารถทางด้าน ปริมาณ

2. การอ่าน (Reading) การอ่านเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการแก้โจทย์ปัญหา เพราะการแก้ปัญหาต้องอ่านอย่างรอบคอบ อ่านอย่างวิเคราะห์ อันจะนำไปสู่การตัดสินใจว่าควร ทำอะไร และอย่างไร มีนักเรียนจำนวนมากที่มีความสามารถในการอ่าน แต่ไม่สามารถแก้โจทย์ ปัญหาได้

3. ทักษะพื้นฐาน (Basic factors) หลังจากวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและ ตัดสินใจว่าทำอะไร ก็ยังเหลือขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม นั่นคือ ผู้แก้ปัญหา ต้องรู้การดำเนินการต่าง ๆ ที่จำเป็น ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537 หน้า 81 – 82) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง การทำความเข้าใจปัญหาต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการระลึกและสามารถนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่ช่วยให้การทำความเข้าใจปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจดบันทึกเพื่อแยกแยะประเด็นสำคัญ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างแบบจำลอง การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา และการเขียนปัญหาใหม่ด้วยคำพูดของตนเอง

2. ทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะเกิดขึ้นจากการฝึกฝนบ่อย ๆ จนเกิดความชำนาญ มีประสบการณ์ในการเลือกกลวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ให้เหมาะกับปัญหา ผู้แก้ปัญหามีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดกลวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล การคิดคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของการแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าทำความเข้าใจอย่างแจ่มชัด วางแผนการแก้ปัญหาก็เหมาะสมแต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาก็คิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ไม่ประสบผลสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะพื้นฐานในการบวก ลบ คูณ และหาร

สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล ต้องอาศัยพื้นฐานในการเขียนและการพูด มีความเข้าใจกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการพิสูจน์และวิธีพิสูจน์แบบต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหา

4. แรงขับ เนื่องจากโจทย์ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาก็ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อที่จะให้ได้คำตอบ ผู้แก้ปัญหาก็ต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้ได้แก่ เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหาก็ปัจจัยเหล่านี้จะต้องใช้ระยะเวลาในการปลูกฝังให้เกิดขึ้น โดยผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนการสอน

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาก็ดีต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหามาโดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและ

ความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้าสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาที่สำคัญที่จะต้องสร้างให้เกิดในตัวของผู้แก้ปัญหา แรงขับภายใต้ตัวผู้เรียนและความยืดหยุ่นในการคิด ซึ่งเป็นปัจจัยที่จำเป็นที่จะทำให้แก้โจทย์ปัญหาได้สำเร็จ

5.5 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ประสบการณ์ที่มีอยู่และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาให้เหมาะสมกับสภาพของปัญหานั้น นักคณิตศาสตร์ได้เสนอแนะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้เป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

Polya (1973, p40) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่พิจารณาถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการหาคำตอบ จะทำให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจน

2. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์ปัญหากำหนดมาให้ แล้วใช้ความรู้ประกอบกับประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาในการวางแผนเพื่อให้ได้วิธีการในการหาคำตอบของปัญหา

3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ลงมือกระทำตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบของปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาว่าครบถ้วน ถูกต้องทุกขั้นตอนหรือไม่ และคำตอบที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่

LeBlance (1977, pp 17 – 25) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจน จะทำให้รู้ถึงสิ่งที่โจทย์ถาม ข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้

2. ขั้นเลือกวิธีการที่จะใช้ในการหาคำตอบ เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาคัดสินใจเลือกกลวิธีหรือวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหา

3. ชั้นลงมือแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหานำวิธีการที่เลือกไว้ในขั้นที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา บางครั้งวิธีการที่เลือกใช้ในการหาคำตอบนั้น อาจเป็นวิธีการที่ทำให้ไม่ได้คำตอบ ผู้แก้ปัญหามustย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนการแก้ปัญหาขั้นที่ 2 อีกครั้งหนึ่ง

4. ชั้นทบทวนการแก้ปัญหาและคำตอบ เป็นการตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาลงจนคำตอบที่ได้

สิริพร ทิพย์คง (2545 หน้า 96 – 97) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ผู้เรียนต้องแยกแยะว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไร หรือโจทย์ถามอะไร หรือโจทย์ต้องการให้พิสูจน์อะไร

2. การวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ กฎ สูตร หรือทฤษฎีที่เรียนรู้แล้วมาใช้ เช่น การเขียนภาพสายเส้น การเขียนตาราง แผนภาพ ช่วยในการแก้ปัญหา บางครั้งในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า การคาดเดาคำตอบมาประกอบด้วย

3. การดำเนินการแก้ปัญหา ตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งอาจใช้ทักษะการคิดคำนวณ หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การพิสูจน์

4. การตรวจสอบหรือการมองย้อนกลับ มีวิธีการอื่นในการหาคำตอบอีกหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

จากขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาที่กล่าวมา เมื่อพิจารณาถึงขั้นตอนของการปฏิบัติแล้ว สามารถสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และขั้นที่ 4 ตรวจสอบวิธีการและคำตอบ ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทุกระดับชั้นในปัจจุบัน

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

อัมพร ม้าคนอง (2552) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง กับนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ และวิชาเอกประถมศึกษา กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 43 คน ผลการวิจัยพบว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังจากการเรียนโดย

ใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง นักเรียนสามารถอธิบายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบมีโครงสร้างที่เป็นเหตุเป็นผลที่สื่อความหมายชัดเจน มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น โดยมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด

ชำนาญวิทย์ บุญตัด (2555) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) เรื่อง เวลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก เนื่องจาก หลักสูตรซึ่งเป็นแผนให้ผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของการจัดการศึกษา ได้มีการเปลี่ยนแปลงจากการเน้นเนื้อหาสาระไปเน้นมาตรฐานการเรียนรู้ พบว่าครูไม่สามารถจัดเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้ตามจุดมุ่งหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาหลักไม่บรรลุจุดมุ่งหมาย นักเรียนมีปัญหาด้านการคิดวิเคราะห์ ผู้เรียนไม่มีแผนที่นำทางที่ชัดเจน การปล่อยให้คิดเองทำให้สำเร็จได้ยาก จึงได้กำหนดประเด็นการจัดหลักสูตรที่ส่งเสริมการคิดอย่างเป็นขั้นตอน สอดคล้องกับพัฒนาการของสมองผู้เรียน (Brain-based Learning) เป็นสำคัญ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ ค่าเฉลี่ยร้อยละต่ำกว่า 50 และต่ำกว่ารายวิชาอื่นมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพผู้เรียนและระบบการศึกษาโดยรวม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) เรื่อง เวลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในประเด็นการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 อำเภอพรหมพิราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 3 โดยพัฒนาเครื่องมือ คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) เรื่อง เวลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพกระบวนการและประสิทธิภาพผลลัพธ์เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{x} = 8.69$) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{x} = 15.31$) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วาสนา ภูมิ (2555) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 3) เปรียบเทียบความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 4) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนคละความสามารถของนักเรียน ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน โดยใช้เวลาในการสอน 18 คาบ แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One – Group Pretest – Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t – test for Dependent Samples และค่าสถิติ t – test for One Sample ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อังสนา ศรีสวนแดง (2555) ได้ทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาระคน 3) แบบประเมินความพึงพอใจที่

มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t - test แบบ dependent) ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL ในระดับมาก

ณัฐพล เฟื่องฟุ้ง (2559) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนกลุ่มดอกแก้วที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย จำนวน 2 โรงเรียน รวม 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทิศ แผนที่ แผนที่ และเรื่องรูปสี่เหลี่ยม 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ 4) แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ใช้แบบแผนการทดลองเป็นแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง ใช้เวลาในการทดลอง 28 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานและการทดสอบค่าสถิติที่ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานอยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Nanang Priatna (2017) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะช่วยให้ได้นักเรียนในการสร้างความเข้าใจแนวคิด ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ GeoGebra โปรแกรมช่วยให้สามารถมองเห็นแนวคิดทางเรขาคณิตที่ซับซ้อนได้ง่ายและช่วยปรับปรุง ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางเรขาคณิต การเรียนการสอนโดยใช้หลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นหลักมุ่งเน้นไปที่

ความพยายามในการเสริมสร้างศักยภาพของสมองตามธรรมชาติซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง เป้าหมายประการหนึ่งของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน คือ การพัฒนาความสามารถการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การแทนค่าทางคณิตศาสตร์ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นคำอธิบายการแสดงออกการแสดงสัญลักษณ์หรือการสร้างแบบจำลองของความคิด / แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อพยายามอธิบายความหมายหรือหาทางแก้ไขปัญหาที่นักเรียนพบ การวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้และการสอนให้หลักการของการเรียนรู้โดยใช้สมองที่ได้รับความช่วยเหลือจาก GeoGebra เพื่อพัฒนาความสามารถของเด็ก ๆ นักเรียนมัธยมปลาย ใช้วิธีกึ่งทดลองกับกลุ่มควบคุมแบบไม่สุ่มตัวอย่าง การออกแบบก่อนการทดสอบหลังการทดสอบและแบบจำลองแพททอเรียล 2×3 จากการวิเคราะห์ของข้อมูลพบว่าการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการเป็นตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการการเรียนรู้โดยใช้สมองที่ได้รับความช่วยเหลือจาก GeoGebra นั้นมากกว่าการเพิ่มขึ้นของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมทั้งโดยรวมและตามประเภทของนักเรียนความสามารถทางคณิตศาสตร์

Suarsana, Ni Putu Santhi Widiasih, I Nengah Suparta (2017) จุดมุ่งหมายของการศึกษานี้คือเพื่อตรวจสอบผลของการเรียนรู้ด้วยสมองที่มีต่อมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 “ความเข้าใจแนวคิดเรื่องรูปทรงหลายเหลี่ยม” การศึกษานี้ดำเนินการโดยใช้การทดสอบหลังเรียนเท่านั้น การออกแบบกึ่งทดลองแบบกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้เป็นนักเรียน 148 คน แบ่งออกเป็น 3 ห้องเรียน โดย 2 ห้องเรียนใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบคลัสเตอร์ อีก 1 ห้องเรียนสุ่มเลือกเป็นกลุ่มทดลองและอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม มีนักเรียน 48 คน ในกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม 51 คน รวบรวมข้อมูลด้วยการทดสอบหลังเรียน ซึ่งมีความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน แบบทดสอบหลังเรียนประกอบด้วยคำถาม 8 ประเภท ผลการทดสอบ normality and variance homogeny พบว่าคะแนนมีการกระจายตามปกติและไม่มีความแตกต่างของความแปรปรวน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test ด้านเดียวที่มีระดับนัยสำคัญ 5% ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่า t-test = 6,7096 มากกว่า t-table = 1,987 ดังนั้น ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน มีผลในเชิงบวกของการเรียนรู้โดยใช้สมองต่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 “ความเข้าใจแนวความคิดในรูปทรงหลายเหลี่ยม”

จากงานวิจัยข้างต้น พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีขั้นตอนและรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

แหล่งข้อมูล ประกอบด้วย

1. ผู้เชี่ยวชาญ สำหรับตรวจสอบความเหมาะสม ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้กำหนดผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ดังนี้

- | | |
|---------------------------------|------------|
| 1.1 ด้านหลักสูตรและการสอน | จำนวน 1 คน |
| 1.2 ด้านการวัดและประเมินผล | จำนวน 1 คน |
| 1.3 ด้านการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ | จำนวน 1 คน |

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2

2.1 การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 จำนวน 3 คน โดยจำแนกเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 จำนวน 9 คน โดยจำแนกนักเรียนเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 80/80

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

1. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ค้นคว้าดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คำอธิบายรายวิชา คู่มือครูตลอดจนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง เศษส่วน

1.2 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐาน/ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาเรียน เรื่อง เศษส่วน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์การเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และจำนวนชั่วโมง
โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 14101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ลำดับ ที่	ชื่อเรื่อง	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	จำนวน ชั่วโมง
1	เศษส่วนแท้ เศษเกิน	ค 1.1 ป.4/3 บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนคละ แสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน จำนวนคละที่กำหนด	1
2	จำนวนคละ	ค 1.1 ป.4/3 บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนคละ แสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน จำนวนคละที่กำหนด	2
3	เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ	ค 1.1 ป.4/3 บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนคละ แสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน จำนวนคละที่กำหนด	1
4	เศษส่วนที่เท่ากัน	ค 1.1 ป.4/3 บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนคละ แสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน จำนวนคละที่กำหนด	1
5	เศษส่วนอย่างต่ำ	ค 1.1 ป.4/3 บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนคละ แสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน จำนวนคละที่กำหนด	2
6	การเปรียบเทียบและ เรียงลำดับเศษส่วน	ค 1.1 ป.4/4 เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวน คละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง	2

ตาราง 6 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อเรื่อง	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	จำนวน ชั่วโมง
7	การบวก การลบ เศษส่วน	ค 1.1 ป.4/13 หาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและจำนวน คละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัว หนึ่ง	2
8	โจทย์ปัญหา เศษส่วน	ค 1.1 ป.4/14 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก และโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วนและ จำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของ อีกตัวหนึ่ง	3
รวม			14

จากตาราง 6 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และจำนวนชั่วโมง จากหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 8 เรื่อง คือ 1) เศษส่วนแท้ เศษเกิน จำนวน 1 ชั่วโมง 2) จำนวนคละ จำนวน 2 ชั่วโมง 3) เศษส่วนที่เท่ากับ จำนวนนับ จำนวน 1 ชั่วโมง 4) เศษส่วนที่เท่ากัน จำนวน 1 ชั่วโมง 5) เศษส่วนอย่างต่ำ จำนวน 2 ชั่วโมง 6) การเปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วน จำนวน 2 ชั่วโมง 7) การบวก การลบ เศษส่วน จำนวน 2 ชั่วโมง และ 8) โจทย์ปัญหา เศษส่วน จำนวน 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง

1.3 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของ สุนทรี อารังโสติสกุล (2560) และได้ประยุกต์ตามแนวคิดของ พรพิไล เลิศวิชา โดยมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ เป็นการนำเข้าสู่ บทเรียนโดยให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายในการเรียน จากนั้นมีกิจกรรมการบริหารสมอง (Brain – gym) ยืดเส้นยืดสาย กิจกรรมเคลื่อนไหว เพลง เกม หรือกิจกรรมทำท่าย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการจดจ่อ ตั้งใจ สนใจในบรรยากาศที่สนุกสนาน

ขั้นที่ 2 เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส เป็นการเชื่อมโยงและกระตุ้น การเรียนรู้โดยให้ข้อมูลผ่านพหุประสาทสัมผัสลักษณะต่าง ๆ เช่น เอกสาร วิดิทัศน์ ภาพ แผนภูมิ

ขั้นที่ 3 ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์ เป็นการขยายความรู้ เมื่อข้อมูล ถูกส่งเข้าไปในสมองในขั้นที่ 2 ครูช่วยชี้ประเด็นสำคัญเป็นระยะ เป็นการย้ำ และช่วยให้ผู้เรียนเห็น ความสัมพันธ์ของเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 4 ผูกซ้ำ ในขั้นนี้ข้อมูลในสมองจะทำการเชื่อมโยง เพื่อนำไปเก็บใน หน่วยความจำระยะสั้น ครูควรแนะนำเทคนิคการจำ มีขั้นตอน คือ ออกเสียง ทำซ้ำ ๆ เมื่อเจ้าของ สมองได้ยินเสียงของตัวเอง ได้ลงมือและเห็นสิ่งที่ตัวเองทำ สิ่งที่ปรากฏหรือสัมผัสกลายเป็นข้อมูล บ้อนกลับเข้าไปในสมองใหม่อีก ถือว่าเป็นการลงมือสอนตัวเอง ทำให้จดจำได้และมีความชำนาญ

ขั้นที่ 5 นำไปใช้ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ เช่น ทำแบบฝึกหัด ใหม่ ๆ แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ และอาจสร้างสรรค์ผลงานและชิ้นงาน

1.4 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ และความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างมโนทัศน์ และ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1.5 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อประกอบในการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 14 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้ เศษเกิน	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง จำนวนคละ	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากัน	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เศษส่วนอย่างต่ำ	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การเปรียบเทียบและเรียงลำดับ	

จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การบวก การลบเศษส่วน	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน	จำนวน 3 ชั่วโมง

โดยแต่ละแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งเรียนรู้ และการวัดผล ประเมินผล

1.6 นำกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำและนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ในองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยพิจารณาความเหมาะสมในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลขั้นต้นในการพิจารณาว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม ต้องมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.00

1.8 นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปหาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพิษณุโลก เขต 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มีขั้นตอนดังนี้

1.8.1 นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 จำนวน 3 คน โดยจำแนกเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.8.2 นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 จำนวน 9 คน โดยจำแนกนักเรียนเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 80/80

1.9 จัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. การสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2.1 แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2.1.1 ศึกษา ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแบบประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผู้ศึกษาค้นคว้าได้ทำไว้ก่อนแล้วมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

2.1.2 กำหนดกรอบเนื้อหาและหัวข้อที่ต้องการประเมิน ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 2 เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส

กิจกรรมที่ 3 ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์

กิจกรรมที่ 4 จำ หมั่นออกเสียง

กิจกรรมที่ 5 นำไปใช้

2.1.3 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) และแบบปลายเปิดในส่วนท้ายของแบบประเมินเพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103) ดังนี้

5	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ	มากที่สุด
4	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ	มาก
3	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ	ปานกลาง
2	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ	น้อย
1	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ	น้อยที่สุด

2.1.4 นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความชัดเจนทางภาษาและความถูกต้องตามเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุง

2.1.5 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเหมาะสม

2.1.6 นำรายการประเมินที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนแล้ว มาจัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บข้อมูล

2.2 แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2.2.1 ศึกษา ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแบบประเมินความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผู้ศึกษาค้นคว้าได้ทำไว้ก่อนแล้วมาใช้ เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

2.2.2 กำหนดกรอบเนื้อหาและหัวข้อที่ต้องการประเมิน ดังนี้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้
- 2) ตัวชี้วัด
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) สาระสำคัญ
- 5) กิจกรรมการเรียนรู้
- 6) สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้
- 7) การวัดและประเมินผลของกิจกรรมการเรียนรู้

2.2.3 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) และแบบปลายเปิดในส่วนท้ายของแบบประเมิน เพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103) ดังนี้

5	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ	มากที่สุด
4	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ	มาก
3	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ	ปานกลาง
2	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ	น้อย
1	หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับ	น้อยที่สุด

2.2.4 นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ ความชัดเจนทางภาษาและความถูกต้องตามเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุง

2.2.5 นำแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเหมาะสม

2.1.6 นำรายการประเมินที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนแล้ว มาจัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1.2 ส่งกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ

1.3 รับกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้คืนจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการหาประสิทธิภาพต่อไป

2. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80 โดยพิจารณาดังนี้

2.1 นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปหาประสิทธิภาพโดยใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 จำนวน 3 คน โดยจำแนกเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปหาประสิทธิภาพโดยใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 จำนวน 9 คน โดยจำแนกนักเรียนเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 80/80

2.3 จัดพิมพ์กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน มาตรวจสอบระดับความเหมาะสม

1.2 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ในแต่ละรายการแล้วแปลความหมายของค่าเฉลี่ยให้เป็นระดับความเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 105 – 106) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.3 กำหนดเกณฑ์การพิจารณาระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในแต่ละด้าน และแปลผลเป็นระดับความเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 105 – 106) เกณฑ์การยอมรับควรมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 จึงจะถือว่าเป็นกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม

2. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยพิจารณาดังนี้

2.1 หาร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยระหว่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อ

เสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (E₁)

2.2 หาร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (E₂)

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แหล่งข้อมูล

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลกเขต 2 จำนวน 143 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2 จำนวน 45 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random Sampling) ซึ่งใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรต้น คือกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 มโนทัศน์

2.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ แบบปรนัยและอัตนัย

1.2 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2550) จากนั้น นำสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มากำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้

1.3 กำหนดขอบเขตเนื้อหาของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน ดังนี้

1.3.1 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ โดยข้อสอบที่ต้องการใช้จริงจำนวน 10 ข้อ

1.3.2 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยข้อสอบที่ต้องการใช้จริงจำนวน 2 ข้อ

ตาราง 7 แสดงจำนวนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัยเลือกตอบ

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบ (จำนวนที่ใช้จริง)
ค 1.1 ป.4/3	ระบุเศษส่วนแท้ เศษเกิน และจำนวนคละ	6(3)
	แสดงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ด้วยเศษส่วนและจำนวนคละ	2(1)
ค 1.1 ป.4/4	เปรียบเทียบเศษส่วนและจำนวนคละ	2(1)
	เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละ	2(1)
ค 1.1 ป.4/13	หาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและจำนวนคละ	4(2)
ค 1.1 ป.4/14	แก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ	4(2)
รวม		20(10)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง

เช่น 4(2) หมายถึง สร้างแบบทดสอบ 4 ข้อ นำไปใช้ในแบบทดสอบฉบับจริง 2 ข้อ

ตาราง 8 แสดงจำนวนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบ (จำนวนที่ใช้จริง)
ค 1.1 ป.4/14	แนวคิดขั้นตอนของ การบวก การลบเศษส่วน และจำนวนคละ	2(1)
	ขั้นตอนของ การบวก การลบเศษส่วน และ จำนวนคละ	2(1)
รวม		4(2)

1.4 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อรับ
ข้อเสนอแนะ

1.5 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไข เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน เพื่อตรวจสอบ
ความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ว่าข้อคำถามแต่ละข้อสอดคล้อง
กับมโนทัศน์หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความสอดคล้อง ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับมโนทัศน์ในข้อนั้น

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับมโนทัศน์ในข้อนั้น

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับมโนทัศน์ในข้อนั้น

ค่า IOC ของข้อสอบแต่ละข้อตั้งแต่ 0.67 – 1.00 โดยได้จำนวนแบบทดสอบที่สอดคล้องกับ
มโนทัศน์ แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ และจำนวนแบบทดสอบที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ แบบอัตนัย
จำนวน 4 ข้อ

1.6 ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง
เศษส่วน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง จำนวน 45 คน
ที่ได้เรียนเรื่อง เศษส่วน มาแล้ว

1.7 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน แบบปรนัยเลือกตอบ
ใช้เกณฑ์ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน และแบบอัตนัย มีเกณฑ์การให้
คะแนน

ตาราง 9 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย

ระดับคะแนน	ความหมาย
3/ ดีมาก	- นักเรียนแสดงแนวคิดและขั้นตอนถูกต้อง และสามารถสรุปความเข้าใจออกมาในรูปของนิยาม คำจำกัดความ หรือความหมายในเรื่อง เศษส่วน และสามารถจัดประเภทของข้อมูล โดยนักเรียนสามารถสื่อสารออกมาเป็นคำพูด ข้อความ สัญลักษณ์ หรือรูปภาพ ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
2/ ดี	- นักเรียนแสดงแนวคิดและขั้นตอนถูกต้อง และสามารถสรุปความเข้าใจออกมาในรูปของนิยาม คำจำกัดความ หรือความหมายในเรื่อง เศษส่วน และสามารถจัดประเภทของข้อมูล โดยนักเรียนสามารถสื่อสารออกมาเป็นคำพูด ข้อความ สัญลักษณ์ หรือรูปภาพ ได้ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
1/ พอใช้	- นักเรียนแสดงแนวคิดถูกต้อง แต่ไม่สามารถเขียนขั้นตอนและสรุปความเข้าใจออกมาในรูปของนิยาม คำจำกัดความ หรือความหมายในเรื่องเศษส่วน และสามารถจัดประเภทของข้อมูล โดยนักเรียนสามารถสื่อสาร ออกมาเป็นคำพูด ข้อความ สัญลักษณ์ หรือรูปภาพ หรือ - นักเรียนแสดงแนวคิดไม่ถูกต้อง แต่สามารถเขียนขั้นตอนและสรุปความเข้าใจออกมาในรูปของนิยาม คำจำกัดความ หรือความหมายในเรื่องเศษส่วน และสามารถจัดประเภทของข้อมูล โดยนักเรียนสามารถสื่อสาร ออกมาเป็นคำพูด ข้อความ สัญลักษณ์ หรือรูปภาพ ได้ถูกต้อง
0/ ต้องปรับปรุง	- นักเรียนแสดงแนวคิดไม่ถูกต้อง และไม่สามารถเขียนขั้นตอนและสรุปความเข้าใจออกมาในรูปของนิยาม คำจำกัดความ หรือความหมายในเรื่องเศษส่วน และสามารถจัดประเภทของข้อมูล โดยนักเรียนสามารถสื่อสาร ออกมาเป็นคำพูด ข้อความ สัญลักษณ์ หรือรูปภาพ-หรือไม่เขียนคำตอบใด ๆ

1.8 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน แบบปรนัยเลือกตอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) ซึ่งต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20–0.80 และวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (B) โดยใช้สูตรของ Brennan ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้แบบทดสอบทั้งสิ้นจำนวน 18 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบมีค่าที่เหมาะสมที่สุดมาเพียง 10 ข้อ ซึ่งได้ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.36 – 0.73 และค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.24 – 0.70

1.9 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน แบบปรนัยที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 10 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยการหาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ใช้สูตรของโลเวต (Lovett) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป พบว่าแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.73

1.10 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน แบบอัตนัย เพื่อหาค่าความยาก โดยใช้สูตรของ D.R. Saber ซึ่งต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้แบบทดสอบทั้งสิ้นจำนวน 4 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบมีค่าที่เหมาะสมที่สุดมาเพียง 2 ข้อ พบว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเป็น 0.43 และ 0.38 ตามลำดับ

1.11 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน แบบอัตนัยที่คัดเลือกแล้วไปหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบราค ซึ่งค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป พบว่าแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

1.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ และอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย

2.2 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2550) จากนั้นนำสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มากำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้

2.3 กำหนดขอบเขตเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยข้อสอบที่ต้องการใช้จริงจำนวน 2 ข้อ

ตาราง 10 แสดงจำนวนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบ (จำนวนที่ใช้จริง)
ค 1.1 ป.4/14	แสดงวิธีทำตามขั้นตอนของ โจทย์ปัญหาการ บวก การลบเศษส่วน และจำนวนคละ	4(2)
	รวม	4(2)

2.5 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อรับข้อเสนอแนะ

2.6 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไข เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ว่าข้อคำถามแต่ละข้อสอดคล้องกับมโนทัศน์หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความสอดคล้อง ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ค่า IOC ของข้อสอบแต่ละข้อตั้งแต่ 0.67 – 1.00 โดยได้จำนวนแบบทดสอบที่สอดคล้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

2.7 ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง จำนวน 45 คน ที่ได้เรียนเรื่อง เศษส่วน มาแล้ว

2.8 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน แบบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 4 แบบอัตนัย

คะแนน	ความหมาย/เกณฑ์การให้คะแนน
1	บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้ครบถ้วน ได้แก่ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
1	เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาคือได้เหมาะสม
4	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาคือชัดเจน ถูกต้องและสมบูรณ์
3	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาคือชัดเจน ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
2	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาคือค่อนข้างชัดเจน ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
1	แสดงวิธีการในการแก้ปัญหาคือค่อนข้างชัดเจน ถูกต้องเล็กน้อยและไม่สมบูรณ์
1	สรุปโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง
1	คำตอบถูกต้อง

2.9 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน แบบอัตนัย เพื่อหาค่าความยาก โดยใช้สูตรของ D.R. Saber ซึ่งต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้แบบทดสอบทั้งสิ้นจำนวน 3 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าที่เหมาะสมที่สุดมาเพียง 2 ข้อ พบว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อเป็น 0.45 และ 0.35 ตามลำดับ

2.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน แบบอัตนัยที่คัดเลือกแล้วไปหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบราค ซึ่งค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป พบว่าแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน แบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองกลุ่มเดียวก่อน – หลัง (One Group Pretest – Posttest Design) (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2544, หน้า 106)

ตาราง 12 แสดงแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design

Pretest	Treatment	Posttest
T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้รูปแบบในการทดลอง

X	แทน	การทดลองสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง
T ₂	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง

2. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ และรายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้กับกลุ่มตัวอย่างทราบ

2.2 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2.3 ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านนิมมะปราง จำนวน 45 คน โดยใช้ตารางเรียนปกติ สัปดาห์ละ 4 วัน จำนวน 14 ชั่วโมง

2.4 หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

2.5 ผู้วิจัย ตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้

2. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม โดยใช้ค่าสถิติ t - test แบบ Dependent แล้วแปลผล

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

สูตรการหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 80/80 คำนวณจากสูตร E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์, 2549, หน้า 101 - 102) ดังนี้

1) การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{NA} \times 100$$

เมื่อ	E_1	คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X_1$	คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมในบทเรียน
	A	คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมในบทเรียน
	N	คือ จำนวนผู้เรียน

2) การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{NB} \times 100$$

เมื่อ	E_2	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X_2$	คือ	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
	B	คือ	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	คือ	จำนวนผู้เรียน

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพแบบทดสอบ

2.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2539, หน้า 249)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 การหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย โดยเรียงคะแนนจากน้อยไปมากหรือจากมากไปน้อย แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 50% แล้วแทนค่าในสูตรของ D.R. Sabers (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 119-201)

$$P = \frac{S_H + S_L - (2NX_{MIN})}{2N(X_{MAX} - X_{MIN})}$$

เมื่อ	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{MAX}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{MIN}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของเบรนนัน (Brennan's Index: B-index) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน แบบปรนัย จำแนกแบบอิงเกณฑ์ตามแนวความคิดการสอบครั้งเดียว แล้วพิจารณาความสามารถของข้อสอบในการแยกกลุ่มคนผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์ออกจากกัน โดยดัชนีที่นิยมเรียกว่า B-index ดังนี้ (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2539, หน้า 210)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
	U	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่สอบผ่านเกณฑ์
	L	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์
	n_1	แทน	จำนวนผู้สอบผ่านเกณฑ์
	n_2	แทน	จำนวนผู้สอบไม่ผ่านเกณฑ์

2.4 การหาค่าอำนาจจำแนกของ D.R. Saber ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 119–210) ดังนี้

$$r = \frac{S_H - S_L}{N(X_{MAX} - X_{MIN})}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{MAX}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

2.5 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน แบบปรนัย ของ โลเวต (Lovett) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ ใช้สูตรดังนี้ (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 173)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X - \sum X^2}{(k-1) \sum (X-c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเที่ยง
	X	แทน	คะแนนของแต่ละคน
	k	แทน	จำนวนข้อมูล
	c	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

2.6 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน แบบอัตนัย โดยการทำแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบราค (Cronbach method) (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 179) ดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของเครื่องมือวิจัย
	n	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	S_i^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) (ปกรณัม ประจันบาน, 2552, หน้า 214)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)
(ปกรณัม ประจันบาน, 2552, หน้า 214)

$$S.D. = \frac{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{N(N-1)}$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	กำลังสองของคะแนนรวม
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.3 การทดสอบค่าที (t - test Dependent) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 104) ใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{(n-1)}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญทางสถิติ
	D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของ D ยกกำลังสอง
	$(\sum D^2)$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งนำเสนอผลการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. ผลการพิจารณาการตรวจสอบความเหมาะสม ของผู้เชี่ยวชาญในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3. ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้ สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

ขั้นตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้สมองเป็นฐาน ตามเกณฑ์ 80/80

ขั้นตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นได้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 แผนการจัดการเรียนรู้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วนแท้ เศษเกิน 2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนคละ 3) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ 4) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากัน 5) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วนอย่างต่ำ 6) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเปรียบเทียบและเรียงลำดับ 7) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวกการลบเศษส่วน และ 8) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนใช้เวลา 1, 2, 1, 1, 2, 2, 2 และ 3 ตามลำดับ แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายในการเรียน จากนั้นมีกิจกรรมการบริหารสมอง (Brain – gym) ยืดเส้นยืดสาย กิจกรรมเคลื่อนไหว เพลง เกม หรือกิจกรรมทำท่าย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการจดจ่อ ตั้งใจสนใจในบรรยากาศที่สนุกสนาน

ขั้นที่ 2 เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส เป็นการเชื่อมโยงและกระตุ้นการเรียนรู้ โดยให้ข้อมูลผ่านพหุประสาทสัมผัสลักษณะต่าง ๆ เช่น เอกสาร วิดีทัศน์ ภาพ แผนภูมิ

ขั้นที่ 3 ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์ เป็นการขยายความรู้ เมื่อข้อมูลถูกส่งเข้าไปในสมองในขั้นที่ 2 ครูช่วยชี้ประเด็นสำคัญเป็นระยะ เป็นการย้ำ และช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 4 ฝึกซ้ำ ในขั้นนี้ข้อมูลในสมองจะทำการเชื่อมโยง เพื่อนำไปเก็บในหน่วยความจำระยะสั้น ครูควรแนะนำเทคนิคการจำ มีขั้นตอน คือ ออกเสียง ทำซ้ำ ๆ เมื่อเจ้าของสมองได้ยินเสียงของตัวเอง ได้ลงมือและเห็นสิ่งที่ตัวเองทำ สิ่งปรากฏหรือสัมผัสกลายเป็นข้อมูลป้อนกลับเข้าไปในสมองใหม่อีก ถือว่าเป็นการลงมือสอนตัวเอง ทำให้จดจำได้และมีความชำนาญ

ขั้นที่ 5 นำไปใช้ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ เช่น ทำแบบฝึกหัดใหม่ ๆ แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ และอาจสร้างสรรค์ผลงานและชิ้นงาน

2. ผลการพิจารณาการตรวจสอบความเหมาะสม ของผู้เชี่ยวชาญในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปรากฏตามตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลการพิจารณาการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

ที่	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	กิจกรรม : สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้			
1.1	ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ	4.33	0.58	มาก
1.2	กิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐาน	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3	ขั้นตอนนำไปปฏิบัติได้	4.67	0.58	มากที่สุด
	รวม	4.56	0.51	มากที่สุด
2	กิจกรรม : เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส			
2.1	ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2	ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3	ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย	4.33	0.58	มาก
2.4	ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์	4.33	0.58	มาก
2.5	ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์	4.33	0.58	มาก
	รวม	4.53	0.31	มากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
3	กิจกรรม : ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์			
3.1	ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2	ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3	ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย	4.33	0.58	มาก
3.4	ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์	4.33	0.58	มาก
3.5	ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
	รวม	4.53	0.50	มากที่สุด
4	กิจกรรม : ฝึกซ้ำ			
4.1	ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2	ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3	ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4	ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์	4.67	0.58	มากที่สุด
4.5	ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
	รวม	4.73	0.12	มากที่สุด
5	กิจกรรม : นำไปใช้			
5.1	ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2	ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม	4.33	0.58	มาก
5.3	ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
5.4	ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์	4.67	0.58	มากที่สุด
5.5	ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
	รวม	4.60	0.20	มากที่สุด
	รวมทุกด้าน	4.59	0.20	มากที่สุด

จากตาราง 13 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.20) เมื่อพิจารณาแต่ละกิจกรรมพบว่า กิจกรรมสร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$) กิจกรรมเรียนรู้ อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$) กิจกรรม ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$) กิจกรรมฝึกซ้ำ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73$) และกิจกรรมนำไปใช้ ความเหมาะสมอยู่ใน ระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$) และเมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ข้อที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ที่สุดมีจำนวน 16 ข้อ ($\bar{X} = 4.67 - 5.00$) และข้อที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากมีจำนวน 7 ข้อ ($\bar{X} = 4.33$)

ตาราง 14 แสดงผลการพิจารณาการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

ที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
1	ตัวชี้วัด			
	1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
	รวม	5.00	0.00	มากที่สุด
2	จุดประสงค์การเรียนรู้			
	2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	0.00	มากที่สุด
	2.2 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ	4.33	0.58	มาก
	2.3 สามารถวัดผลได้	4.67	0.58	มากที่สุด
	รวม	4.67	0.33	มากที่สุด
3	สาระสำคัญ			
	3.1 สอดคล้องกับหัวเรื่อง	4.67	0.58	มากที่สุด
	3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
	3.3 มีความถูกต้องและชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด
	รวม	4.56	0.38	มากที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
4	สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้			
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
	4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	4.3 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น	4.33	0.58	มาก
	4.4 ช่วยให้เกิดมโนทัศน์ และความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	4.33	0.58	มาก
	รวม	4.42	0.14	มาก
5	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้			
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
	5.3 มีวิธีการวัดผลที่หลากหลาย	4.33	0.58	มาก
	5.4 มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน	4.33	0.58	มาก
	รวม	4.50	0.25	มากที่สุด
	รวมทุกด้าน	4.56	0.20	มากที่สุด

จากตาราง 14 พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.20) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านตัวชี้วัด มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$) ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$) ด้านสาระสำคัญ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$) ด้านสื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.42$) และด้านการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.50$) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ข้อที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดมีจำนวน 9 ข้อ ($\bar{X} = 4.67 - 5.00$) และข้อที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากมีจำนวน 7 ข้อ ($\bar{X} = 4.33$)

3. ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80 ปรากฏตามตาราง 15 และตาราง 16

ตาราง 15 แสดงผลการพิจารณาความเหมาะสมด้านภาษาและเวลาของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 คน

ความเหมาะสม	ปัญหาที่พบ	การปรับปรุงแก้ไข
ด้านภาษา	คำอธิบายเป็นทางการมากเกินไปทำให้นักเรียนไม่เข้าใจ	ครูปรับเปลี่ยนคำอธิบาย ร่วมกับการปรับเปลี่ยนภาษาให้เข้าใจง่ายขึ้น
ด้านเวลา	มีบางกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนไม่สามารถทำกิจกรรมให้สำเร็จทันเวลาที่กำหนด	ครูปรับเพิ่มกิจกรรมขั้นที่ 1 และกิจกรรมขั้นที่ 5 ให้เหมาะสม

ตาราง 16 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คน ตามเกณฑ์ 80/80

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1)								ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2)
แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	แผน 5	แผน 6	แผน 7	แผน 8	
69.33	77.56	78.44	86.67	74.89	92.87	80.00	66.44	ประสิทธิภาพผลลัพธ์ = 78.72
ประสิทธิภาพกระบวนการ = 79.06								
$E_1 = 79.06/E_2 = 78.72$								

จากตาราง 16 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้เรียนรู้ตามการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้าง มโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 9 คน มีค่าประสิทธิภาพ 79.06/78.72 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

ขั้นตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมอง เป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ผลปรากฏตามตาราง 17

ตาราง 17 แสดงผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	\bar{D}	S.D. _D	t	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	45	20	7.40	2.73	2.47	2.70	6.12	0.0000
หลังเรียน	45	20	9.87	3.47				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 17 พบว่า มโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{x} = 7.40$) และมีคะแนน เฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{x} = 9.87$) ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ผลปรากฏตามตาราง 18

ตาราง 18 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ สมองเป็นฐาน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	\bar{D}	S.D. _D	t	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	45	16	9.71	2.24	2.20	2.21	6.67	0.0000
หลังเรียน	45	16	11.91	1.44				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 18 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้สมองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน ($\bar{X} = 9.71$) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 11.91$) ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ดำเนินการตามขั้นตอน มีการสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80

1.1 สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็น ประกอบไปด้วย 5 กิจกรรม คือ ขั้นที่ 1 สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายในการเรียน จากนั้นมีกิจกรรมการบริหารสมอง (Brain – gym) ยืดเส้นยืดสาย กิจกรรมเคลื่อนไหว เพลง เกม หรือกิจกรรมท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการจดจ่อ ตั้งใจ สนใจในบรรยากาศที่สนุกสนาน ขั้นที่ 2 เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส เป็นการเชื่อมโยงและกระตุ้นการเรียนรู้ โดยให้ข้อมูลผ่านหูประสาทสัมผัสลักษณะต่าง ๆ เช่น เอกสาร วีดิทัศน์ ภาพ แผนภูมิ ขั้นที่ 3 ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์ เป็นการขยายความรู้ เมื่อข้อมูลถูกส่งเข้าไปในสมอง ในขั้นที่ 2 ครูช่วยชี้ประเด็นสำคัญเป็นระยะ เป็นการย้ำ และช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเรื่องที่เรียน ขั้นที่ 4 ฝึกซ้ำ ในขั้นนี้ข้อมูลในสมองจะทำการเชื่อมโยง เพื่อนำไปเก็บในหน่วยความจำระยะสั้น ครูควรแนะนำเทคนิคการจำ มีขั้นตอน คือ ออกเสียง ทำซ้ำ ๆ เมื่อเจ้าของสมองได้ยินเสียงของตัวเอง ได้ลงมือและเห็นสิ่งที่ตัวเองทำ สิ่งปรากฏหรือสัมผัสกลายเป็นข้อมูลป้อนกลับเข้าไปในสมองใหม่อีก ถือว่าเป็นการลงมือสอนตัวเอง ทำให้จดจำได้และมีความชำนาญ ขั้นที่ 5 นำไปใช้

เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ เช่น ทำแบบฝึกหัดใหม่ ๆ แก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ และอาจสร้างสรรค์ผลงานและชิ้นงาน

ผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาและแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ได้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 แผนการจัดการเรียนรู้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วนแท้ เศษเกิน 2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนคละ 3) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ 4) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากัน 5) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วนอย่างต่ำ 6) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเปรียบเทียบและเรียงลำดับ 7) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก การลบเศษส่วน และ 8) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง

1.2 พิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน มีความเห็นภาพรวมว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

1.3 พิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน มีความเห็นในภาพรวมว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

1.4 การตรวจสอบภาษา และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียนโรงเรียนบ้านเนินมะปราง จำนวน 3 คน พบว่า ด้านภาษาต้องปรับเปลี่ยนคำอธิบายร่วมกับการปรับเปลี่ยนภาษาให้เข้าใจง่ายขึ้น และด้านเวลาได้ปรับเปลี่ยนกิจกรรมบางกิจกรรมให้เหมาะสมเพื่อให้ทันเวลาที่กำหนด

1.5 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.06/78.72 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

2. ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2.1 มโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 7.40 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 9.87 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียน ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและ หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้สมองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 9.71 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 11.91 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 ผู้วิจัยได้พบประเด็นสำคัญ ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80 สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

ผลสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้าง มโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้เป็นกิจกรรมที่มี 5 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 สร้างความพร้อมใจ ภาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส ชั้นที่ 3 ขยายความรู้ ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์ ชั้นที่ 4 ฝึกซ้ำ และ ชั้นที่ 5 นำไปใช้

จากการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมอง เป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสม ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ใน ระดับมากที่สุด เมื่อนำกิจกรรมที่สร้างขึ้นมากำหนดเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

ออกมาเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจาก กระบวนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้าง มโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน โดยเริ่มจากการวิเคราะห์โครงสร้าง หลักสูตรคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านเนินมะปราง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่อง เศษส่วน เพื่อนำมาจัดเป็น สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาเรียนและการวัดและการ ประเมินผล ศึกษาองค์ประกอบของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย เรื่องและเวลาที่ใช้ สอน จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งเรียนรู้ และการวัดผล และประเมินผล (ชนาธิป พรกุล, 2555, หน้า 86) ศึกษาคู่มือและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ พร้อมทั้งศึกษา แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน จากหนังสือ งานวิจัย บทความ และวารสารทางวิชาการต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถ เสริมสร้างมโนทัศน์ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้มีการตรวจสอบและแก้ไข ข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบด้าน ภาษา และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งดำเนินการแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง และ เมื่อนำมาหาประสิทธิภาพกับนักเรียน จำนวน 9 คน พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการรวมเฉลี่ย เท่ากับ 79.06 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 78.72 นั่นคือกิจกรรมการเรียนรู้มี ประสิทธิภาพเท่ากับ 79.06/78.72 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ เนื่องมาจาก ผู้วิจัยได้ ศึกษาขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมตามแนวคิดของ รัตนะ บัวสนธ์ (2554, หน้า 50-51) โดยมีลำดับขั้นตอนการประเมิน 2 ขั้นตอน คือ การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) เป็นการนำนวัตกรรม ไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 3 คน โดยจำแนกเป็น นักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของ ภาษาและเวลาที่ใช้ และการประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก เป็นการนำนวัตกรรมที่ผ่านการ ปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะ คล้ายกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 9 คน โดยจำแนกเป็นนักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และ ต่ำกว่า ปานกลาง อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้โดยผู้วิจัย

ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมไว้ที่ 80/80 เนื่องจากเป็นเนื้อหาสาระไม่ยากมาก มุ่งแก้ไข ปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะปานกลาง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภณัฐ ดิลกคุณธรรม (2557) การจัดกิจกรรมตามแนวคิดสมองเป็นฐาน (BBL) วิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า การหาประสิทธิภาพของการจัด กิจกรรมตามแนวคิดสมองเป็นฐาน (BBL) มีประสิทธิภาพ 80.89/81.14 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้าง มโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 7.40 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 9.87 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและ หลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดของ อัมพร ม้าคะนอง (2546, หน้า 8-9) ที่กล่าวว่า ตามหลักการสอนคณิตศาสตร์แล้ว ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติ โครงสร้างและปรัชญาของวิชาคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและเกิดความเข้าใจใน การคิด ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปราย เพื่อให้ได้แนวทางคิดที่ หลากหลาย เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หรือพยายามใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม อธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือสิ่งที่เป็นนามธรรมมาก ๆ ให้เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้นการที่นักเรียนมี มโนทัศน์พื้นฐานที่ดีนั้นย่อมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกัน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปแก้ปัญหาในเรื่องอื่น ๆ ได้ จะเห็นได้ว่ามโนทัศน์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ สิ่งต่าง ๆ โดยวิธีการดังกล่าวสอดคล้องกับการสอนตามแนวการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานนั้น เป็นกิจกรรมที่ช่วยกระตุ้นสมอง ส่งเสริมให้เด็กเกิดจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ เปิดโอกาสให้ นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนฝึกทำโดยลงมือทดลองใช้ความรู้ด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ได้ฝึกทำซ้ำจนเข้าใจ และมองเห็นกฎเกณฑ์ขององค์ความรู้ด้วยบรรยากาศที่สนุกสนาน น่าสนใจ และกระตุ้นให้อยากรู้อยากลอง (พรพิไล เลิศวิชา, 2558 หน้า 68 – 78) และสอดคล้องกับหลักการ สอนคณิตศาสตร์ ตามแนวคิด Brain-based Learning ของพรพิไล เลิศวิชา (2553)

สอนคณิตศาสตร์ ต้องกระตุ้นให้สมองหลายส่วน คือ ส่วนที่ทำหน้าที่รับภาพ ส่วนที่ทำหน้าที่รับเสียง ส่วนที่ทำหน้าที่รับสัมผัส เพื่อกระตุ้นให้การรับรู้ผ่านการทำงานของสมอง ตามระบบธรรมชาติ สมองจะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อสมองได้สัมผัสรับรู้จากของจริง หรือวัตถุสามมิติที่หลากหลาย สี กลิ่น รส ช่วยกระตุ้นให้การเรียนคณิตศาสตร์เป็นไปได้ง่ายขึ้น เพราะ สี กลิ่น และรส เป็นข้อมูลที่กระตุ้นอารมณ์ (emotion) ข้อมูลที่มีอารมณ์เป็นตัวกระตุ้น ช่วยให้สมองเรียนรู้ได้ง่าย การบรรยายและการเรียนกระดานอย่างเดี่ยวเป็นการสอนโดยใช้เสียง ผู้เรียนฟังผ่านหู และตามองเห็นตัวหนังสือไม่ใช่ภาพ การสอนแบบนี้เป็นการสอนแบบนามธรรม (abstract) ตรงข้ามกับวิธีการเรียนรู้ของสมองที่ต้องเรียนรู้ผ่านรูปธรรม (concrete experience) เด็กมักจะบอกว่า ชอบวิชานั้นเพราะครูใจดี สอนสนุก ไม่ชอบวิชานี้ เพราะครูดุ เนื้อหาก็ยาก คำพูดของเด็กเช่นนี้บ่งบอกว่าบริบทการจัดการเรียนรู้แบบใด ก่อให้เกิดภาวะการเรียนรู้ (learning) ในสมองของเด็กแบบไหน ข้อสรุปที่แน่นอนก็คือ อารมณ์ของนักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเรียนรู้

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อัมพร ม้าคนอง (2552) ; ชำนาญวิทย์ บุญดัด (2555); วาสนา ภูมิ (2555) ; อังสนา ศรีสวนแดง (2555) ; กาญจนา ไม้สะอาด (2557) ; ณัฐพล เฟื่องฟูง (2559) ; ศิรินันท์ ว่องโชติกุล (2559) ; อุไรรัตน์ เหล่าภักดี (2559) ; อโนมา ทูพแห่มง (2560) และงานวิจัยต่างประเทศ ดังเช่น Nanang Priatna (2017) ; และ Suarsana, Ni Putu Santhi Widiasih, I Nengah Suparta (2017)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้ต้องให้ความสำคัญกับนักเรียนที่มีศักยภาพ และความสามารถที่แตกต่างกัน นักเรียนบางคนสมองจะเกิดการเรียนรู้ได้ช้ากว่าคนอื่น ๆ ครูผู้สอนต้องให้ความสำคัญกับนักเรียนกลุ่มนี้ และให้โอกาสในการฝึกแต่ละชั้นให้มากขึ้น โดยอาจให้นักเรียนกลุ่มนี้ได้ทำแบบฝึกหัดเพิ่มมากขึ้น
2. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ครูผู้สอนควรสังเกตนักเรียนในแต่ละขั้นตอนไปด้วย เพื่อเป็นการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ถ้าในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีนักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจ ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมในขั้นตอนนั้นซ้ำอีกรอบ
3. ครูผู้สอนควรแจ้งผลการปฏิบัติกิจกรรมทุกครั้ง เช่น ผลการตรวจใบงาน การทำแบบฝึกหัด และการทำแบบทดสอบย่อย เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้และความเข้าใจทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

4. ควรให้นักเรียนทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซ้ำจนมั่นใจว่านักเรียนมีความเข้าใจเรื่องนั้น ๆ แล้วจึงให้ทำกิจกรรมขั้นต่อไป ซึ่งถ้านักเรียนไม่เข้าใจจะส่งผลต่อความสำเร็จของกิจกรรมในขั้นที่สูงขึ้น

5. ควรมีการประยุกต์การใช้แผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ในครั้งนี้ พบว่านักเรียนทุกคนสามารถที่จะเรียนรู้ไปพร้อมกันได้ ดังนั้นในงานวิจัยครั้งถัดไปควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง หรือต่ำกว่าปานกลาง โดยเฉพาะ

2. ควรพัฒนาการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เพื่อศึกษาเป็นองค์ความรู้ และนำมาจัดการความรู้ที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ในการวิจัยต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2539). การประเมินผลจากสภาพจริง. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ.
- กรมวิชาการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2542
และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่ง
สินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กรมวิชาการ. (2549). แนวทางการดำเนินงานปฏิรูปการเรียนการสอน ตามเจตนารมณ์
กระทรวงศึกษาธิการ "2549 ปีแห่งการปฏิรูปการเรียนการสอน". กรุงเทพฯ:
สำนักวิชาการและมาตรฐาน.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น
พื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ,
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กาญจนา ไผ่สอาด. (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงมโนทัศน์
เรื่อง เงินทองของมีค่า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้
โดยใช้สมองเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนสังคมศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). การคิดเชิงมโนทัศน์. กรุงเทพฯ: ชัดชัดมีเดีย.
- เกศสุดา ใจคำ. (2552). การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. วารสารวิชาการ. 3(1), 62-70.
- โกวิท ประวาลพุกษ์. (2549). การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมองและสร้าง
พหุปัญญา (MI) ด้วยโครงงาน = Brain-based learning. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนา
คุณภาพวิชาการ.
- จิราพร บุญประเสริฐ และคณะ. (2550). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หน่วย
การเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กศ.ม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- ชนาธิป พรกุล. (2552). การออกแบบการสอน : การบูรณาการการอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการเขียน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวาล แพ้ดีกุล. (2520). เทคนิคการวัดผล. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2520). ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). การจัดการเรียนรู้แนวใหม่: ทฤษฎี แนวปฏิบัติและผลการวิจัย. นนทบุรี: สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชาญชัย อาจิมสมาจาร. (2540). การบริหารการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ
- ชำนาญวิทย์ บุญตัด. (2555). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) เรื่อง เวลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ณัฐพล เฟื่องฟู้ง. (2559). การจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธุรกิจ บัณฑิตย.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2539). ระเบียบวิธีวิจัย. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2544). รายงานการวิจัยเรื่องตัวประกอบที่สัมพันธ์กับการ ได้รับการคัดเลือกเป็นครูต้นแบบตามการรับรู้ของครูต้นแบบ. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นัตยา ปิลันธนานนท์. (2542). การเรียนรู้ความคิดรวบยอด. กรุงเทพฯ: เจ้าพระยาระบบการพิมพ์.
- นาตาลี สงคินทร์. (2550). การใช้ชุดกิจกรรม BBL (Brain-Based Learning) พัฒนาทักษะ พื้นฐาน ทางคณิตศาสตร์เด็กปฐมวัย. (ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2537). ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: สวารศึกษา การพิมพ์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปกรณ์ ประจันบาน. (2552). สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัยและประเมิน (Advanced Statistics for Research and Evaluation). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. 38 (434-435): 62-74.

- เปลว ปุริสาร. (2543). การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัด ประสบการณ์แบบโครงการ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พรพิไล เลิศวิชา และอัศรภูมิ จารุภากร. (2550). สมองเรียนรู้อ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิทยาการ การเรียนรู้.
- พรพิไล เลิศวิชา. (2552). สอนคณิตศาสตร์ ตามแนวคิด Brain based Learning. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ไพฑูริย์ สีนลาวัฒน์. (2526). พัฒนาการของสาขาวิชาที่เปิดสอนระดับอุดมศึกษาในรอบ 200 ปีแห่งกรุงรัตนโกสินทร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เมธี ลิมอักษร. (2524). คณิตศาสตร์เบื้องต้น. สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒสงขลา.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- รัตน์ะ บัวสนธ์. (2554). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครสวรรค์: หจก.ริมปิงการพิมพ์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลำพอง บุญช่วย. (2530). การสอนเชิงระบบ. (พิมพ์ครั้งที่ 2). ปทุมธานี: คณะครุศาสตร์ วิทยาลัย ครูเพชรบุรีวิทยา ลงกรณ์.
- วนิช สุธารัตน์. (2547). ความคิดและความคิดสร้างสรรค์. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วาสนา วงษาไชย. (2555). ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในชีวิตประจำวัน ที่ส่งเสริม ทักษะการคิด สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณิพนธ์การศึกษา มหาบัณฑิต, สาขาคณิตศาสตร์มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- วาสนา ภูมิ. (2555). ผลของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วารี ธีระจิตร. (2541). การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

- วิโรจน์ ลักษณะนาอติสร. (2550). การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานกับการสร้างเด็กเก่ง. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ศิรินนท์ ว่องโชติกุล. (2559). การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้สมองเป็นฐาน ระดับประถมศึกษา. คุษฎีนิพนธ์ สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศุภณัฐ ดิลกคุณธรรม. (2557). รายงานการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสมองเป็นฐาน (BBL) วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผล คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). การวัดผลการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กทม: ประสานการพิมพ์.
- สมศักดิ์ สันธูระเวชญ์. (2540). เอกสารทางวิชาการการพัฒนาระบบการเรียนการสอน เอกสารลำดับที่ 33. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สิริพร ทิพย์คง. (2539). งานวิจัยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2521-2538. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.) จำกัด.
- สุคนธ์ สันธพานนท์. (2551). พัฒนาทักษะการคิดพิชิตการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เสียงเชียงใหม่.
- สุนทร โคตรบรรเทา. (2548). หลักการเรียนรู้โดยเน้นสมองเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาผู้บริหารการศึกษา สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ.
- สุนทรี อ่างใสตติสกุล. (2560). การพัฒนารูปแบบการสอนอ่านตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานและแนวคิดพหุประสาทสัมผัสสำหรับนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ ด้านการอ่านระดับประถมศึกษา. รายงานผลการวิจัย, ศูนย์พัฒนาศักยภาพนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ โรงเรียนเทศบาลทำอัฐ อุดรดิตถ์.
- สุธิดา นานซ้า. (2549). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดตรัง. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุพิน บุญชูวงศ์. (2538). หลักการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

- สุวัฒนา อุทัยรัตน์. (2546). *วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2551). *ครบเครื่องเรื่องการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.
- อรรวรรณ บุญสมปาน. (2551). *การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความรู้ด้านคำศัพท์และความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา. (2551). *สมอง เรียน รู้*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริม อัจฉริยภาพ และนวัตกรรมการเรียนรู้.
- อังสนา ศรีสวนแดง. (2555). *การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL*. หลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ กรุงเทพฯ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- อัมพร ม้าคนอง. (2552). *การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์
- อโนมา ทูพแห่มง. (2560). *การพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อุทัย เพชรช่วย. (2532). *การสอนโจทย์ปัญหาโดยใช้เทคนิค 4 คำถาม*. สารพัฒนาหลักสูตร 9,10: 48 – 54.
- อุษา คงทอง และคณะ. (2553). *องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เทียนวัฒนา พรินติ้ง.

- อุษณีย์ ประเทพทิพย์. (2552). การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการทำงานของสมอง เพื่อพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. การค้นคว้าแบบ อิศร, กศ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- อุไรรัตน์ เหล่าภักดี. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสมองเป็นฐาน (BBL) กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Adam, Sam, Leslie C. Ellis and Beeson, B.F. (1977). *Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach*. New York: Harper & Row.
- Allen, D. G. (2007). *Student thinking*. Retrieved 2021 June 10, from http://mtc.tamu.edu/9-12/index_9-12.htm?9-12M2L1.htm.
- Anderson, K.B., and R.E. Pingry. (1973). "Problem-Solving in Mathematics." In *The Learning of Mathematics*. Washington, D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Anjum, M. A., & Ahmed, S. J. (2014). Do Psychological Capabilities Really Matter? The Combined Effects of Psychological Capital and Peace of Mind on Work Centrality and In-role Performance. *Pakistan Journal of Commerce & Social Sciences*, 8(2), 502- 520.
- Bell, F. H. (1981). *Teaching and Learning Mathematics (In Secondary Schools)*. 5th ed. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown.
- Caine and Caine. (2004). *Making connections: Teaching and the human brain*. Menlo Park, CA: Innovative Learning Publications.
- Chandrajeet. (2008). *Mathematics in Daily Life*. Online. Retrieved April, May 14, 2011, from <http://www.articlrsbase.com/k-12-education-articles/mathematics-in-daily-life-390556.html>
- Cruikshank, D. E. & Sheffield, J. (1992). *Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematic*. New York : Macmillan.
- Das, Braja M. (2013). *Advanced soil mechanics*. Boca Raton, Fla: Taylor & Francis.
- De Cecco. (1968). *The psychology of learning and instruction*. New Jersey prentice-hall.

- Dienes & Golding. (1971). *Approach to modern mathematics*. New York: Herder and Harder.
- Good. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill.
- Hartfield, Mary M, Edwards, Noney and Bitter, Gary G. (1993). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School*. Boston: Allyn and Bacon.
- Henderson, Algo d. (1970). *The innovative spirit: change in higher education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Jensen. (2005). *Teaching with the brain in mind*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Jensen. (2008). *Brain-Based Learning*. 2 nd ed. Thousand Oaks CA: Corwin Press.
- Joyce, Bruce r. (1992). *Models of teaching*. Boston: Allyn and Bacon.
- Laura Erlauer. (2003). *The brain-compatible classroom: using what we know about learning to improve teaching*. Alexandria, Va: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Le Blance. (1977). You can Teach Problem Solving. *The Arithmetic Teacher*. 25, 17-25.
- Nanang Priatna. (2017). *The Application Of Brain-Based Learning Principles Aided by GeoGebra to Improve Mathematical Representation Ability*. Departemen Pendidikan Matematika, Universitas Pendidikan Indonesia Bandung, Indonesia.
- Nicola Call. (2003). *Language teaching methodology*. Wiltshire: Prentice Hall International.
- Perdikaris, S. C. (1993). Applications of Ergodic Chains to Problem Solving. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 24(3): 423-427.
- Politano and Paquin. (2000). *The complete book chords scales arpeggios for the guitarist*. Anaheim Hills, CA: Centerstream.
- Polya, George. (1973). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- Rani. (2010). *Sketching masterclass*. Singapore: Page One.
- Suarsana, Ni Putu Santhi Widiasih, I Nengah Suparta. (2018). **THE EFFECT OF BRAIN BASED LEARNING ON SECOND GRADE JUNIOR STUDENTS' MATHEMATICS CONCEPTUAL UNDERSTANDING ON POLYHEDRON**. Pegok, Denpasar, Bali, Indonesia.

Wilson, James W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. U.S.A., McGraw-Hill.

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ สุภาพ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
สาขาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
2. นางพรพิมล อ่อนศรี ตำแหน่ง อาจารย์คณะครุศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
3. คุณครูอุษา ชัยเสนา ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ สาขาคณิตศาสตร์
โรงเรียนบ้านเนินมะปราง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2

ภาคผนวก ข แบบประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้
 สมมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
 คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้าง
 มโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบต่าง ๆ ที่กำหนดหรือไม่ โดยเขียน
 เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

- 5 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด
 4 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมในระดับ มาก
 3 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมในระดับ ปานกลาง
 2 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมในระดับ น้อย
 1 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมในระดับ น้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1	กิจกรรม สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้					
	1.1 ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ					
	1.2 กิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมมองเป็นฐาน					
	1.3 ขั้นตอนนำไปปฏิบัติได้					
2	กิจกรรม เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส					
	2.1 ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
	2.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม					
	2.3 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย					
	2.4 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์					
	2.5 ส่งเสริมให้นักเรียนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์					
3	กิจกรรม ขยายความรู้ช่วยเพิ่ม ความสัมพันธ์					
	3.1 ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ					
	3.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม					
	3.3 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย					
	3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์					
	3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์					
4	กิจกรรม ฝึกซ้ำ					
	4.1 ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ					
	4.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม					
	4.3 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย					
	4.4 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์					
	4.5 ส่งเสริมให้นักเรียนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์					
5	กิจกรรม นำไปใช้					
	5.1 ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจ					
	5.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
	5.3 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย					
	5.4 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์					
	5.5 ส่งเสริมให้นักเรียนความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

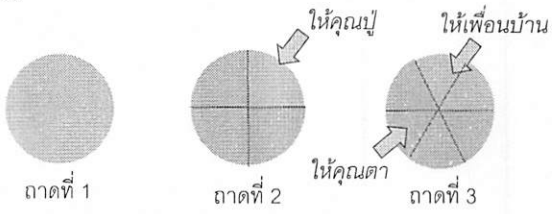
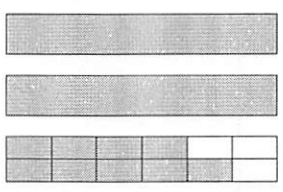
.....

.....

.....

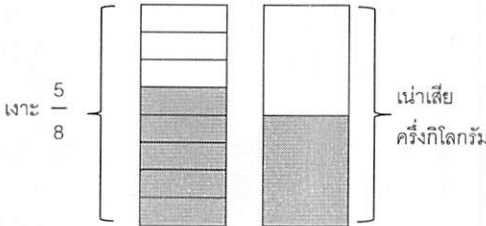
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

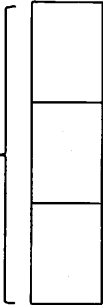
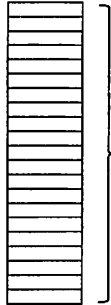
ตัวชี้วัด	จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	-1
		<p>4. ข้อใดเป็นเศษส่วนแท้</p> <p>ก. $\frac{7}{7}$ ข. $\frac{15}{4}$</p> <p>ค. $\frac{9}{12}$ ง. $\frac{21}{5}$</p> <p style="text-align: right;"><u>ตอบ ค.</u></p>			
		<p>5. เขียน $25\frac{7}{11}$ ในรูปเศษเกินได้อย่างไร</p> <p>ก. $\frac{275}{11}$ ข. $\frac{257}{11}$</p> <p>ค. $\frac{228}{11}$ ง. $\frac{282}{11}$</p> <p style="text-align: right;"><u>ตอบ ง.</u></p>			
		<p>6. ข้อใดเป็นเศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ</p> <p>ก. $\frac{45}{15}$ ข. $\frac{9}{6}$</p> <p>ค. $\frac{18}{16}$ ง. $\frac{15}{9}$</p> <p style="text-align: right;"><u>ตอบ ก.</u></p>			

ตัวชี้วัด	จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	-1
ค 1.1 ป.4/4 เปรียบเทียบ เรียงลำดับ เศษส่วน และจำนวน คละที่ตัว ส่วนตัวหนึ่ง เป็นพหุคูณ ของอีกตัว หนึ่ง	แสดง ปริมาณ ของสิ่งต่างๆ ด้วย เศษส่วน และจำนวน คละ	<p>1. แม่ซื้อวุ้นกะทิ 3 ถาด ขนาดเท่ากัน แล้วแบ่ง วุ้นกะทิ ดังนี้</p>  <p>ถาดที่ 1 ถาดที่ 2 ถาดที่ 3</p> <p>จากภาพข้างต้น คุณปูได้รับวุ้นกะทิกี่ถาด</p> <p>ก. $\frac{1}{4}$ ถาด ข. $\frac{2}{4}$ ถาด ค. $\frac{3}{4}$ ถาด ง. $\frac{2}{6}$ ถาด</p> <p style="text-align: right;"><u>ตอบ ก</u></p>			
		<p>2.</p>  <p>ส่วนที่แรเงา เขียนแสดงในรูปเศษส่วนได้อย่างไร</p> <p>ก. $\frac{2}{12}$ ข. $2\frac{9}{12}$ ค. $2\frac{10}{12}$ ง. $\frac{2}{9}$</p> <p style="text-align: right;"><u>ตอบ ข</u></p>			



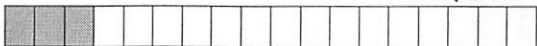
ตัวชี้วัด	จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	-1
	เปรียบเทียบ เศษส่วน และจำนวน คละ	1. ควรเติมเครื่องหมาย.< ลงในช่องว่างใด เพื่อให้เป็นจริง ก. $\frac{2}{18} \square \frac{1}{10}$ ข. $\frac{3}{5} \square \frac{5}{6}$ ค. $\frac{7}{8} \square \frac{2}{9}$ ง. $\frac{6}{10} \square \frac{5}{9}$ <u>ตอบ</u> ข			
		2. พิจารณา $\frac{6}{42} = \frac{ก}{21} = \frac{ข}{7}$ ตัวเลขแทน ก และ ข คือ ข้อใด ก. ก = 3 , ข = 2 ข. ก = 3 , ข = 7 ค. ก = 4 , ข = 1 ง. ก = 4 , ข = 2 <u>ตอบ ข</u>			
ค 1.1 ป.4/4 เปรียบเทียบ เรียงลำดับ เศษส่วน และจำนวน คละที่ตัว ส่วนตัวหนึ่ง เป็นพหุคูณ ของอีกตัว หนึ่ง	เรียงลำดับ เศษส่วน และจำนวน คละ	1. ข้อใดเรียงลำดับเศษส่วนจากค่ามากไปน้อย ได้ถูกต้อง ก. $\frac{3}{5}, \frac{10}{15}, \frac{12}{60}$ ข. $\frac{2}{3}, \frac{4}{9}, \frac{12}{54}$ ค. $\frac{1}{8}, \frac{7}{16}, \frac{3}{4}$ ง. $\frac{5}{9}, \frac{1}{3}, \frac{11}{18}$ <u>ตอบ ข</u>			
		2. ข้อใดเรียงลำดับเศษส่วนจากค่าน้อยไปมากที่สุด ก. $\frac{11}{15}, \frac{2}{3}, \frac{4}{5}$ ข. $\frac{7}{12}, \frac{4}{6}, \frac{3}{4}$ ค. $\frac{1}{3}, \frac{4}{7}, \frac{15}{21}$ ง. $\frac{1}{4}, \frac{3}{8}, \frac{10}{16}$ <u>ตอบ ก</u>			

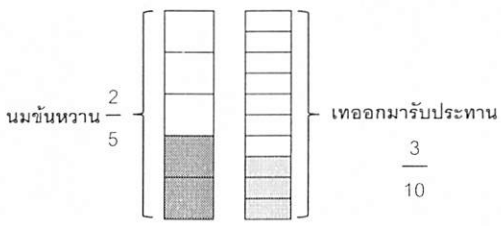
ตัวชี้วัด	จุดประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	-1
ค 1.1 ป.4/13 หาผลบวก เศษส่วน ผลลบของ และจำนวน เศษส่วน และจำนวน คละที่ตัว ส่วนตัวหนึ่ง เป็นพหุคูณ ของอีกตัว หนึ่ง	หาผลบวก ผลลบของ เศษส่วน และจำนวน คละ	1. ผลบวกของ $\frac{7}{9}$ และ $\frac{3}{18}$ เป็นเท่าใด ก. $\frac{10}{27}$ ข. $\frac{5}{9}$ ค. $\frac{17}{18}$ ง. $1\frac{8}{9}$ <p style="text-align: right;"><u>ตอบ ค</u></p>			
		2. จงหาคำตอบ $\frac{4}{15} + 1\frac{1}{30} = \square$ ก. $\frac{1}{5}$ ข. $1\frac{3}{10}$ ค. $1\frac{1}{6}$ ง. $1\frac{1}{3}$ <p style="text-align: right;"><u>ตอบ ข</u></p>			
		3. จงหาคำตอบ $\left(\frac{1}{2} + \frac{5}{6}\right) + \frac{7}{12} = \square$ ก. $1\frac{5}{6}$ ข. $1\frac{11}{12}$ ค. $\frac{11}{12}$ ง. 1 <p style="text-align: right;"><u>ตอบ ข</u></p>			
		4. จงหาคำตอบ $\frac{4}{5} - \frac{7}{40} = \square$ ก. $\frac{5}{8}$ ข. $1\frac{3}{5}$ ค. $\frac{7}{20}$ ง. $\frac{3}{40}$ <p style="text-align: right;"><u>ตอบ ก</u></p>			

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	1
		<p><u>การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา</u></p>  <p><u>การแก้โจทย์ปัญหา</u></p> <p>ประโยคสัญลักษณ์ $\left(\frac{5}{8} - \frac{1}{2}\right) + 2 = \square$</p> <p>วิธีทำ</p> $\begin{aligned} \left(\frac{5}{8} - \frac{1}{2}\right) + 2 &= \left(\frac{5}{8} - \frac{1 \times 4}{2 \times 4}\right) + 2 \\ &= \left(\frac{5}{8} - \frac{4}{8}\right) + 2 \\ &= \frac{1}{8} + 2 \\ &= \frac{1}{8} + \frac{2 \times 8}{1 \times 8} \\ &= \frac{1}{8} + \frac{16}{8} \\ &= \frac{17}{8} \\ &= 2\frac{1}{8} \end{aligned}$ <p>คำตอบ จะมีเงาะ $2\frac{1}{8}$ กิโลกรัม</p>			

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น ของ ผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	1
		<p>2. นิชาซ้อมวงวันแรก $\frac{2}{3}$ ชั่วโมง วันที่สองซ้อมวง อีก $\frac{8}{21}$ ชั่วโมง รวมสองวันนิชาซ้อมวงกี่ชั่วโมง</p> <p><u>การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา</u></p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p> <p>- นิชาซ้อมวงวันแรก $\frac{2}{3}$ ชั่วโมง</p> <p>- วันที่สองซ้อมวงอีก $\frac{8}{21}$ ชั่วโมง</p> <p>สิ่งที่โจทย์ถาม</p> <p>- รวมสองวันนิชาซ้อมวงกี่ชั่วโมง</p> <p><u>การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา</u></p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>ซ้อมวงวันแรก $\frac{2}{3}$</p>  </div> <div style="margin: 0 20px;">}</div> <div style="text-align: center;"> <p>วงวันที่สอง $\frac{8}{21}$</p>  </div> </div> <p><u>การแก้โจทย์ปัญหา</u></p> <p>ประโยคสัญลักษณ์ $\frac{2}{3} + \frac{8}{21} = \square$</p> <p>วิธีทำ</p> $\frac{2}{3} + \frac{8}{21} = \frac{2 \times 7}{3 \times 7} + \frac{8}{21}$ $= \frac{14}{21} + \frac{8}{21}$			

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น ของ ผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	1
		$= \frac{32}{21}$ $= 1\frac{11}{21}$ <p>คำตอบ รวมสองวันฉีชาซ้อมวิ่ง $1\frac{11}{21}$ ชั่วโมง</p>			
		<p>3. ข้าวสาร 2 ถุง ถุงแรกหนัก $\frac{2}{3}$ กิโลกรัม ถุงที่สองหนัก $\frac{3}{18}$ กิโลกรัม ตักข้าวสารถุงแรกไปใช้ $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม แล้วนำข้าวที่เหลือเทรวม ไปในถุงที่สอง ข้าวสารที่เทรวมกันมีน้ำหนัก กี่กิโลกรัม</p> <p><u>การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา</u></p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ข้าวสาร 2 ถุง - ถุงแรกหนัก $\frac{2}{3}$ กิโลกรัม - ถุงที่สองหนัก $\frac{3}{18}$ กิโลกรัม - ตักข้าวสารถุงแรกไปใช้ $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม - แล้วนำข้าวที่เหลือเทรวมไปในถุงที่สอง <p>สิ่งที่โจทย์ถาม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ข้าวสารที่เทรวมกันมีน้ำหนักกี่กิโลกรัม 			

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น ของ ผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	1
		<p><u>การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา</u></p>  <p>ข้าวสารถุงแรก</p>  <p>ดกไปใช้ เหลือ เทรวมใส่ถุงที่สอง</p> <p>ข้าวสารถุงที่สอง</p>  <p><u>การแก้โจทย์ปัญหา</u></p> <p>ประโยคสัญลักษณ์ $\left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2}\right) + \frac{3}{18} = \square$</p> <p>วิธีทำ</p> $\begin{aligned} \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2}\right) + \frac{3}{18} &= \left(\frac{2 \times 2}{3 \times 2} - \frac{1 \times 3}{2 \times 3}\right) + \frac{3}{18} \\ &= \left(\frac{4}{6} - \frac{3}{6}\right) + \frac{3}{18} \\ &= \frac{1}{6} + \frac{3}{18} \\ &= \frac{1 \times 3}{6 \times 3} + \frac{3}{18} \\ &= \frac{3}{18} + \frac{3}{18} \\ &= \frac{6}{18} \\ &= \frac{1}{3} \end{aligned}$ <p>คำตอบ ข้าวสารที่เทรวมกันมีน้ำหนัก $\frac{1}{3}$ กิโลกรัม</p>			

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น ของ ผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	1
		<p>4.นมชั้นหวาน $\frac{2}{5}$ ของกระป๋อง เทออกมา</p> <p>รับประทาน $\frac{3}{10}$ ของกระป๋อง เหลือนมชั้นเป็นเท่าใด</p> <p><u>การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา</u></p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p> <p>- นมชั้นหวาน $\frac{2}{5}$ ของกระป๋อง</p> <p>- เทออกมารับประทาน $\frac{3}{10}$ ของกระป๋อง</p> <p>สิ่งที่โจทย์ถาม</p> <p>- เหลือนมชั้นเป็นเท่าใด</p> <p><u>การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา</u></p>  <p><u>การแก้โจทย์ปัญหา</u></p> <p>ประโยคสัญลักษณ์ $\frac{2}{5} - \frac{3}{10} = \square$</p> <p>วิธีทำ</p> $\frac{2}{5} - \frac{3}{10} = \frac{2 \times 2}{5 \times 2} - \frac{3}{10}$ $= \frac{4}{10} - \frac{3}{10}$ $= \frac{1}{10}$			

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็น ของ ผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	1
		คำตอบ เหลือนมชั้นเป็น $\frac{1}{10}$ ของกระป๋อง			.




แบบประเมินแบบวัดความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

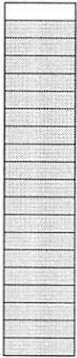
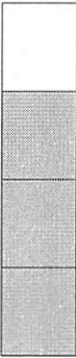
คำชี้แจง

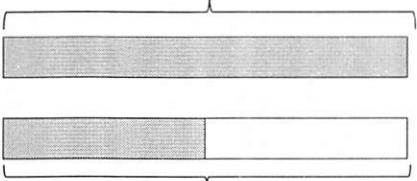
โปรดพิจารณาแบบทดสอบแต่ละข้อว่าตรงกับจุดประสงค์หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง "ระดับความเหมาะสม" ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

- | | | |
|----|---------|--------------------------------------------|
| +1 | หมายถึง | แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับมโนทัศน์ในข้อนั้น |
| 0 | หมายถึง | ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับมโนทัศน์ในข้อนั้น |
| -1 | หมายถึง | แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับมโนทัศน์ในข้อนั้น |

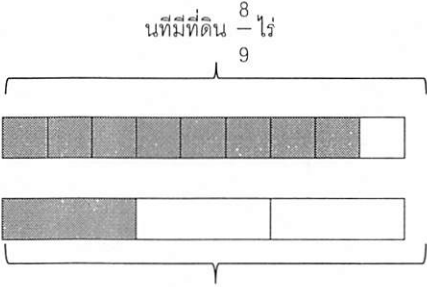
ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	-1
ค 1.1 ป.4/14 แสดงวิธีทำ คำตอบของ โจทย์ปัญหา การบวก และ โจทย์ปัญหา การลบ เศษส่วน และ จำนวนคละที่ ตัวส่วนตัวหนึ่ง เป็นพหุคูณ ของอีกตัวหนึ่ง	แสดงวิธีทำ ตามขั้นตอน ของ โจทย์ ปัญหาการ บวก การ ลบเศษส่วน และจำนวน คละ	คำชี้แจง : ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ ปัญหา 1. ไม้ท่อนหนึ่งยาว 2 เมตร ครั้งแรกตัดไปใช้ $\frac{2}{3}$ เมตร ครั้งที่สองตัดไปใช้ $\frac{8}{12}$ เมตร เหลือไม้ อีกกี่เมตร <u>การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา</u> สิ่งที่โจทย์กำหนด -... ไม้ท่อนหนึ่งยาว 2 เมตร -... ครั้งแรกตัดไปใช้ $\frac{2}{3}$ เมตร -... ครั้งที่สองตัดไปใช้ $\frac{8}{12}$ เมตร สิ่งที่โจทย์ถาม -... เหลือไม้อีกกี่เมตร			

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	-1
		<p><u>การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา</u></p> <p>ยาว 2 เมตร</p>  <p>ตัดไปใช้ครั้งแรก $\frac{2}{3}$ เมตร</p>  <p>ตัดไปใช้ครั้งที่สอง</p>  <p><u>การแก้โจทย์ปัญหา</u></p> <p>ประโยคสัญลักษณ์ $2 - \left(\frac{2}{3} + \frac{8}{12} \right) = \square$</p> <p>วิธีทำ</p> $2 - \left(\frac{2}{3} + \frac{8}{12} \right) = 2 - \left(\frac{2 \times 4}{3 \times 4} + \frac{8}{12} \right)$ $= 2 - \left(\frac{8}{12} + \frac{8}{12} \right)$ $= 2 - \frac{16}{12}$ $= \frac{2 \times 12}{1 \times 12} - \frac{16}{12}$ $= \frac{24}{12} - \frac{16}{12}$ $= \frac{8}{12}$ $= \frac{2}{3}$ <p>คำตอบ เหลือไม้อีก $\frac{2}{3}$ เมตร</p>			

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	-1
		<p>2. นมสด $\frac{19}{20}$ ลิตร ตันดื่มไปจนเหลือนมสด</p> <p>ในขวด $\frac{3}{4}$ ลิตร ตันดื่มนมสดไปกี่ลิตร</p> <p>การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา</p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p> <p>- นมสด $\frac{19}{20}$ ลิตร</p> <p>- ตันดื่มไปจนเหลือนมสดในขวด $\frac{3}{4}$ ลิตร</p> <p>สิ่งที่โจทย์ถาม</p> <p>- ตันดื่มนมสดไปกี่ลิตร</p> <p>การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>นมสดทั้งหมด $\frac{19}{20}$</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>ตันดื่มไปจนเหลือ $\frac{3}{4}$</p>  </div> </div> <p>การแก้โจทย์ปัญหา</p> <p>ประโยคสัญลักษณ์ $\frac{19}{20} - \frac{3}{4} = \square$</p> <p>วิธีทำ $\frac{19}{20} - \frac{3}{4} = \frac{19}{20} - \frac{3 \times 5}{4 \times 5}$</p> $= \frac{19}{20} - \frac{15}{20}$			

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	-1
		$= \frac{4}{20}$ $= \frac{1}{5}$ <p>คำตอบ ต้นตัมนมสดไป $\frac{1}{5}$ ลิตร</p>			
		<p>3. ฉันท้อส้ม 3 กิโลกรัม อ้อลิ้นจี่ $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม ฉันท้อส้มมากกว่าลิ้นจี่ที่ 3 กิโลกรัม</p> <p><u>การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา</u> สิ่งที่โจทย์กำหนด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ฉันท้อส้ม 3 กิโลกรัม - อ้อลิ้นจี่ $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม <p>สิ่งที่โจทย์ถาม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ฉันท้อส้มมากกว่าลิ้นจี่ที่ 3 กิโลกรัม <p><u>การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา</u></p> <p style="text-align: center;">ส้ม 3 กิโลกรัม</p>  <p style="text-align: center;">ลิ้นจี่ $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม</p> <p><u>การแก้โจทย์ปัญหา</u></p> <p>ประโยคสัญลักษณ์ $3 - \frac{1}{2} = \square$</p>			

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	-1
		<p>วิธีทำ</p> $3\frac{1}{2} = \frac{3}{1} \frac{1}{2}$ $= \frac{3 \times 2}{1 \times 2} \frac{1}{2}$ $= \frac{6}{2} \frac{1}{2}$ $= \frac{5}{2}$ $= 2\frac{1}{2}$ <p>คำตอบ จำนวนส้มมากกว่าลิ้นจี่ที่กิโลกรัม</p> $2\frac{1}{2}$			
		<p>4. นทีมีที่ดิน $\frac{8}{9}$ ไร่ นิภาพมีที่ดิน $\frac{1}{3}$ ไร่ ทั้งสองคนมีที่ดินต่างกันกี่ไร่</p> <p><u>การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา</u></p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p> <p>- นทีมีที่ดิน $\frac{8}{9}$ ไร่</p> <p>- นิภาพมีที่ดิน $\frac{1}{3}$ ไร่</p> <p>สิ่งที่โจทย์ถาม</p> <p>- ทั้งสองคนมีที่ดินต่างกันกี่ไร่</p>			

ตัวชี้วัด	มโนทัศน์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	-1
		<p>การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา</p> <p>นทมีที่ดิน $\frac{8}{9}$ ไร่</p>  <p>นิภามีที่ดิน $\frac{1}{3}$ ไร่</p> <p>การแก้โจทย์ปัญหา</p> <p>ประโยคสัญลักษณ์ $\frac{8}{9} - \frac{1}{3} = \square$</p> <p>วิธีทำ</p> $\frac{8}{9} - \frac{1}{3} = \frac{8}{9} - \frac{1 \times 3}{3 \times 3}$ $= \frac{8}{9} - \frac{3}{9}$ $= \frac{5}{9}$ <p>คำตอบ ทั้งสองคนมีที่ดินต่างกัน $\frac{5}{9}$ ไร่</p>			

ภาคผนวก ค ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบต่าง ๆ ที่กำหนดหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง "ระดับความเหมาะสม" ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

- 5 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด
- 4 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมในระดับ มาก
- 3 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมในระดับ ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมในระดับ น้อย
- 1 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมในระดับ น้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1	ตัวชี้วัด สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้					
2	จุดประสงค์การเรียนรู้					
	2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
	2.2 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติ					
	2.3 สามารถวัดผลได้					
3	สาระสำคัญ					
	3.1 สอดคล้องกับหัวเรื่อง					
	3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
	3.3 มีความถูกต้องและชัดเจน					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
4	สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้					
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
	4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
	4.3 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น					
	4.4 ช่วยให้เกิดมโนทัศน์ และความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์					
5	การวัดและประเมินผล					
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
	5.3 มีวิธีวัดผลที่หลากหลาย					
	5.4 มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ตาราง 19 แสดงผลการพิจารณาการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้
ตามการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			\bar{x}	S.D.
		1	2	3		
		1	กิจกรรม : สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้			
1.1	ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	4	4	5	4.33	0.58
1.2	กิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน	5	4	5	4.67	0.58
1.3	ขั้นตอนนำไปปฏิบัติได้	5	4	5	4.67	0.58
					4.56	0.51
2	กิจกรรม : เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส					
2.1	ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	5	5	5	5.00	0.00
2.2	ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม	4	5	5	4.67	0.58
2.3	ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย	4	5	4	4.33	0.58
2.4	ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์	4	4	5	4.33	0.58
2.5	ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	4	4	5	4.33	0.58
					4.53	0.31
3	กิจกรรม : ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์					
3.1	ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	4	5	5	4.67	0.58
3.2	ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม	4	5	5	4.67	0.58
3.3	ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย	4	4	5	4.33	0.58
3.4	ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์	4	4	5	4.33	0.58
3.5	ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	4	5	5	4.67	0.58
					4.53	0.50

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			\bar{x}	S.D.
		ของผู้เชี่ยวชาญ				
		คนที่				
1	2	3				
4	กิจกรรม : ฝึกซ้ำ					
4.1	ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	5	5	5	5.00	0.00
4.2	ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม	4	5	5	4.67	0.58
4.3	ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58
4.4	ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์	5	4	5	4.67	0.58
4.5	ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	4	5	5	4.67	0.58
					4.73	0.12
5	กิจกรรม : นำไปใช้					
5.1	ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ	4	5	5	4.67	0.58
5.2	ความสอดคล้องของจุดประสงค์ของกิจกรรม	4	4	5	4.33	0.58
5.3	ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58
5.4	ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
5.5	ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	5	5	4	4.67	0.58
					4.60	0.20
	ค่าเฉลี่ยรวม				4.59	0.20

ตาราง 20 แสดงผลการพิจารณาการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคน			\bar{x}	S.D.
		ที่				
		1	2	3		
1	ตัวชี้วัด					
	1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00
					5.00	0.00
2	จุดประสงค์การเรียนรู้					
	2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5.00	0.00
	2.2 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ	4	5	4	4.33	0.58
	2.3 สามารถวัดผลได้	4	5	5	4.67	0.58
					4.67	0.33
3	สาระสำคัญ					
	3.1 สอดคล้องกับหัวเรื่อง	5	4	5	4.67	0.58
	3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
	3.3 มีความถูกต้องและชัดเจน	4	5	5	4.67	0.58
					4.56	0.38
4	สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้					
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
	4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58
	4.3 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น	4	4	5	4.33	0.58
	4.4 ช่วยให้เกิดมโนทัศน์ และความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	4	5	4	4.33	0.58
					4.42	0.14
5	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้					
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคน ที่			\bar{x}	S.D.
		1	2	3		
		5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5		
5.3 มีวิธีการวัดผลที่หลากหลาย	4	5	4	4.33	0.58	
5.4 มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน	4	4	5	4.33	0.58	
				4.50	0.25	
รวมเฉลี่ย				4.50	0.25	

ตาราง 21 แสดงผลการหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์
แบบปรนัย เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	คะแนนความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	0	0.67	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	0	0.67	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	0	0.67	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อที่	คะแนนความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
15	1	1	0	0.67	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1.00	ใช้ได้

จากตาราง 21 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ แบบปรนัย เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 จำนวน 16 ข้อ และมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67 จำนวน 4 ข้อ

ตาราง 22 แสดงผลการหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ แบบอัตนัย เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	คะแนนความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้

จากตาราง 22 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ แบบอัตนัย เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1

ตาราง 23 แสดงผลการหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	คะแนนความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้

จากตาราง 23 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1

ตาราง 24 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ แบบปรนัย เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)
1	0.36	0.61
2	0.58	0.24
3	0.51	0.44
4	0.73	0.35
5	0.62	0.44
6	0.49	0.67
7	0.62	0.44
8	0.51	0.54
9	0.47	0.70
10	0.42	0.41

จากตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์แบบปรนัย เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งฉบับเท่ากับ 0.73

ตาราง 25 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ แบบอัตนัย เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
1	0.68	0.43
2	0.70	0.38

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ แบบอัตนัย เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งฉบับเท่ากับ 0.79

ตาราง 26 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
1	0.67	0.45
2	0.68	0.35

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งฉบับเท่ากับ 0.80

ภาคผนวก ง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตัวอย่าง กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์	รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 14101
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ปีการศึกษา 2562
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 : เศษส่วน	เวลา..14..ชั่วโมง
เรื่อง เศษส่วนแท้ เศษเกิน	เวลา 1 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาววราภรณ์ โภชน์มาก	สอนวันที่.....

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

สาระสำคัญ

เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษส่วนแท้ และเศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากับหรือมากกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษเกิน

ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป. 4/3 บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนคละแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน จำนวนคละที่กำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุเศษส่วนแท้ เศษเกินได้
2. เขียนและอ่านเศษส่วนแท้ เศษเกินตามที่กำหนดให้ได้

สาระการเรียนรู้

เศษส่วนแท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เช่น $\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{9}{12}$ เป็นต้น

เศษเกิน คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากับหรือมากกว่าตัวส่วน เช่น $\frac{2}{2}, \frac{6}{4}, \frac{13}{12}, \frac{15}{15}$ เป็นต้น

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (ใช้เวลา 15 นาที)

1.1 ครูชวนสนทนา และซักถามโดยใช้ข้อความถาม

- ❖ เศษส่วนแท้ คืออะไร ?
- ❖ เศษเกิน คืออะไร ?

1.2 นักเรียนตอบคำถามร่วมกัน โดยมีครูคอยแนะนำ

เศษส่วนแท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เช่น $\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{9}{12}$ เป็นต้น

เศษเกิน คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากับหรือมากกว่าตัวส่วน เช่น $\frac{2}{2}, \frac{6}{4}, \frac{13}{12}, \frac{15}{15}$ เป็นต้น

1.3 ครูนำแตงโมมาแบ่งเป็นส่วน ๆ แล้วสอบถามนักเรียนว่า

- ❖ แบ่งได้กี่ส่วน ?
- ❖ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนได้อย่างไร ?
- ❖ เป็นเศษส่วนแท้ หรือเศษเกิน ?

ขั้นที่ 2 เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส (ใช้เวลา 5 นาที)

ครูให้ตัวแทนนักเรียนออกมาแบ่งแ่งโมอีกผล แล้วให้เขาสอบถามเพื่อน ๆ ด้วยข้อคำถามที่คล้ายคลึงกับครูหรือข้อคำถามที่หลากหลาย จากนั้นให้เพื่อนสลับกันเป็นคนถาม - ตอบ

ขั้นที่ 3 ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์ (ใช้เวลา 10 นาที)

3.1 ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างเศษส่วนแท้และเศษเกินเพิ่มเติม พร้อมระบุเหตุผล

3.2 ให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเศษส่วนแท้และเศษเกินอีกครั้ง ซึ่งอาจได้ว่า

- ❖ เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษส่วนแท้
- ❖ เศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากับหรือมากกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษเกิน
- ❖ เศษส่วนแท้จะน้อยกว่า 1 แต่เศษเกินจะเท่ากับหรือมากกว่า 1

ขั้นที่ 4 ฝึกซ้ำ (ใช้เวลา 20 นาที)

4.1 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 4 - 5 คน ออกมาเขียน ความเข้าใจของตนเองสรุปได้เกี่ยวกับเศษส่วนแท้ และเศษเกิน

4.2 สมาชิกในชั้นเรียนทุกคนจับบันทึกลงสมุด

4.3 นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 What is it

ขั้นที่ 5 นำไปใช้ (ใช้เวลา 25 นาที)

5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบกิจกรรมที่ 1 What is it

5.2 ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน

5.3 หลังจากให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน ครูเขียนจำนวนคละ

บนกระดาน $1\frac{1}{2}, 2\frac{2}{3}$ เป็นต้น

5.4 ครูถามนักเรียนว่าเศษส่วนดังกล่าว

- ❖ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษเกินได้หรือไม่ ?
- ❖ หากเขียนได้จะมีวิธีการอย่างไร ?

5.5 ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม พร้อมแนะนำและให้ผู้เรียนไปสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาเรียนในชั่วโมงหน้า

ชิ้นงาน/ภาระงาน

- ใบกิจกรรมที่ 1 what is it
- ใบงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน

สื่อการเรียนรู้

- แต่งโม 2 – 5 ผล

การวัดและการประเมินผล

สิ่งที่ต้องประเมิน	ประเด็นประเมิน	ชิ้นงาน/ ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
ความรู้	1. แสดงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ด้วยเศษส่วน 2. ระบุเศษส่วนแท้เศษเกินได้	- ไปกิจกรรมที่ 1 what is it - ใบงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน	- การตอบคำถาม - ตรวจใบกิจกรรม - ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน	- การตอบคำถาม - ใบกิจกรรม - ใบงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน - แบบสังเกตพฤติกรรม	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการแก้ปัญหา	- ไปกิจกรรมที่ 1 what is it - ใบงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน	- การตอบคำถาม - ตรวจใบกิจกรรม - ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน	- การตอบคำถาม - ใบกิจกรรม - ใบงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน - แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	ได้คะแนนอยู่ในระดับดี
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนการมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	ประเมินการมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบบันทึกการมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	ได้คะแนนอยู่ในระดับดี

ความคิดเห็นผู้อำนวยการสถานศึกษา

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถานศึกษา

บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

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

ปัญหา/อุปสรรค

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

แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาววราภรณ์ โกชน์มาก)

วันที่บันทึก...../...../.....

แบบประเมินใบงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้ทำผู้ประเมินใบงานของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องให้ตรงกับระดับคุณภาพ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ระดับคุณภาพ					
		ระบุเศษส่วนแท้และเศษเกินได้				ผลการประเมิน	
		4	3	2	1	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การประเมินในงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน

รายการการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
ระบุเศษส่วนแท้และเศษเกินได้	ระบุเศษส่วนแท้และเศษเกินได้ถูกต้องทุกข้อด้วยตนเอง	ระบุเศษส่วนแท้และเศษเกินได้ถูกต้องบางข้อผิด (ผิด 1 – 2 ข้อ) แต่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเอง	ระบุเศษส่วนแท้และเศษเกินได้ถูกต้องบางข้อผิดเมื่อมีผู้แนะนำจะสามารถแก้ไขได้	ระบุเศษส่วนแท้และเศษเกินได้ถูกต้องแต่ต้องมีผู้แนะนำทุกข้อ

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				รวม
	ดีมาก (4)	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ปรับปรุง (1)	
ความสามารถในการสื่อสาร	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง มีรายละเอียดสมบูรณ์ชัดเจน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้องแต่ขาดรายละเอียด	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้องบางส่วน ขาดรายละเอียด	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างง่ายไม่ชัดเจน	4
ความสามารถในการแก้ปัญหา	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ มีประสิทธิภาพ อธิบายขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้ สำเร็จแต่อธิบายขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาได้บางส่วน	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้ สำเร็จแต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาในขั้นต้นแต่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ	4
รวม					8

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
6 – 8	ดีมาก
5 – 7	ดี
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ผ่านระดับ ดี

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ปรับปรุง (1)
ด้านใฝ่เรียนรู้				
1. ตั้งใจในการเรียนรู้ และเข้าร่วมปฏิบัติ กิจกรรมในชั้นเรียน ด้วยความสนใจ	เข้าเรียน มีความ พากเพียร พยายามในการ เรียนและสนใจ ร่วมทำกิจกรรม เป็นประจำ	เข้าเรียน มีความ พากเพียร พยายามในการ เรียนและสนใจ ร่วมทำกิจกรรม บ่อยครั้ง	เข้าเรียน ตั้งใจใน การเรียน และร่วม ทำกิจกรรมด้วย ความสนใจเป็น บางครั้ง	เข้าเรียนไม่ สม่่าเสมอ (ขาด เรียนมากกว่า 2 ครั้ง) และร่วมทำ กิจกรรมด้วยความ สนใจ
2. ศึกษาหาความรู้ด้วย ตนเอง สามารถสรุป เป็นองค์ความรู้และ แลกเปลี่ยนนำเสนอ ความรู้พร้อมกับการ นำไป ประยุกต์ใช้ได้	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้สามารถนำ ความรู้ไป ประยุกต์ใช้เป็น ประจำ	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้และนำไป ประยุกต์ใช้ บ่อยครั้ง	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้บ้างเป็น บางครั้ง	ศึกษาหาความรู้ แต่ไม่สามารถ แลกเปลี่ยนเป็น องค์ความรู้ได้
ด้านมุ่งมั่นในการทำงาน				
1. ปฏิบัติงานด้วยความ มุ่งมั่นทำงานได้สำเร็จ ตามที่ตนเองได้รับ มอบหมายด้วยตนเอง	สนใจและปฏิบัติ ในงานที่ได้รับ มอบหมายได้ สำเร็จพร้อมทั้ง ปรับปรุง พัฒนาการทำงาน ได้ดีขึ้นเป็นประจำ	สนใจและปฏิบัติ ในงานที่ได้รับ มอบหมายได้ สำเร็จพร้อมทั้ง ปรับปรุง พัฒนาการ ทำงานได้ดีขึ้น บ่อยครั้ง	สนใจและปฏิบัติใน งานที่ได้รับ มอบหมายได้สำเร็จ เป็นบางครั้ง	ปฏิบัติในงานที่ ได้รับมอบหมาย
2. มีความภาคภูมิใจใน ผลงานที่มุ่งมั่น อดทน ต่ออุปสรรค และ สามารถแก้ไขปัญหาได้ ด้วยความสำเร็จ	อดทนมุ่งมั่น แก้ปัญหาด้วย ความสามารถของ ตนเองจนประสบ ความสำเร็จได้เป็น ประจำ	อดทนมุ่งมั่น แก้ปัญหาด้วย ความสามารถ ของตนเองจน ประสบผลสำเร็จ ได้บ่อยครั้ง	อดทนและมุ่งมั่น แก้ปัญหาเป็น บางครั้ง	มีความอดทนใน การทำงาน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9 – 12	ดีมาก
5 – 8	ดี
1 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ผ่านระดับ ดี

สรุปผลการประเมิน

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาววราภรณ์ โภชน์มาก)

..... / /

ใบกิจกรรมที่ 1 what is it ?



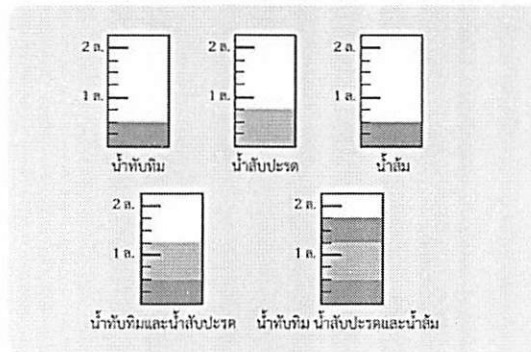
วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....
ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

ได้.....คะแนน
คะแนนเต็ม 10 คะแนน



จงเติมคำตอบ

1 ป้อนทำน้ำผลไม้รวม โดยใช้ทับทิม น้ำสับปะรด และน้ำส้ม ดังรูป



ป้อนผสมน้ำทับทิม.....ลิตร กับน้ำสับปะรด.....ลิตร

ได้น้ำทับทิมรวมกับน้ำสับปะรด.....ลิตร

และเทน้ำส้มผสมอีก.....ลิตร จะได้น้ำผลไม้รวม.....ลิตร

เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษส่วนแท้
เศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากับหรือมากกว่าตัวส่วน เรียกว่า เศษเกิน



พิจารณาเศษส่วนต่อไปนี้ $\frac{7}{2}$ $\frac{4}{5}$ $\frac{9}{9}$ $\frac{10}{3}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{5}{19}$ $\frac{16}{8}$ $\frac{3}{12}$ $\frac{15}{2}$ และ $\frac{7}{2}$

เศษส่วนแท้ ได้แก่ เพราะ

เศษเกิน ได้แก่ เพราะ

ใบงานที่ 1 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

ได้.....คะแนน
คะแนนเต็ม 5 คะแนน

จุดประสงค์การเรียนรู้ : จำแนกได้ว่าเศษส่วนใดเป็นเศษส่วนแท้ หรือเศษเกิน
เขียนและอ่านเศษส่วนแท้ และเศษเกินที่กำหนดให้ได้

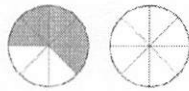


ให้นักเรียนพิจารณาเศษส่วนต่อไปนี้ ว่าเป็นเศษส่วนแท้ หรือเศษเกิน
พร้อมทั้งเขียนคำอ่าน

1 $\frac{5}{8}$

เป็น เศษส่วนแท้

เศษเกิน

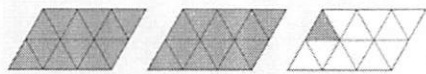


อ่านว่า.....

2 $\frac{25}{12}$

เป็น เศษส่วนแท้

เศษเกิน

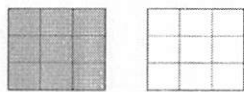


อ่านว่า.....

3 $\frac{9}{9}$

เป็น เศษส่วนแท้

เศษเกิน



อ่านว่า.....

4 $\frac{23}{20}$

เป็น เศษส่วนแท้

เศษเกิน

อ่านว่า.....

5 $\frac{1}{10}$

เป็น เศษส่วนแท้

เศษเกิน

อ่านว่า.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 14101

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ปีการศึกษา 2562

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 : เศษส่วน

เวลา..14..ชั่วโมง

เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ

เวลา 1 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาววราภรณ์ โภชน์มาก

สอนวันที่.....

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

สาระสำคัญ

จำนวนนับทุกจำนวนสามารถเขียนในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนหารตัวเศษได้ลงตัว ซึ่งผลหารที่ได้เท่ากับจำนวนนับนั้น

ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป. 4/3 บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนคละแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน จำนวนคละที่กำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้

เขียนเศษส่วนต่าง ๆ ในรูปจำนวนนับได้

สาระการเรียนรู้

จำนวนนับทุกจำนวนสามารถเขียนในรูปเศษส่วนได้

เช่น $1 = \frac{2}{2}, \frac{3}{3}, \frac{4}{4}$ เป็นต้น
 $2 = \frac{4}{2}, \frac{6}{3}, \frac{8}{4}$ เป็นต้น

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (ใช้เวลา 15 นาที)

- 1.1 ครูติดกระดาษวงกลมใต้เก้าอี้นักเรียน (ดำเนินการทำก่อนที่นักเรียนจะเข้าห้องเรียน)

โดยแบ่งกระดาษวงกลมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 แผ่น

- 1.2 ให้นักเรียนสำรวจใต้เก้าอี้ของตนเอง ว่าได้กระดาษสีอะไร จากนั้นจัดกลุ่มของตัวเองตามสีกระดาษที่ได้

ขั้นที่ 2 เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส (ใช้เวลา 10 นาที)

- 2.1 ครูติดกระดาษวงกลมของครูบนกระดานไว้ 2 โดยทำการแบ่งแผ่นที่ 2 ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน แล้วให้นักเรียนอธิบายในรูปของเศษส่วน

จะได้



$$\text{Whole Circle} = 1 \qquad \text{Two Halves} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{2}{2}$$

- 2.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แบ่งกระดาษของกลุ่มตน เป็น 2, 3, 4, ... ส่วน แล้วให้นักเรียนอธิบายภายในกลุ่มให้อยู่ในรูปของเศษส่วน ดังเช่นตัวอย่างที่ครูติดบนกระดาน

หมายเหตุ กระดาษวงกลมที่ใช้ควรกำหนดจุดศูนย์กลาง และจุดแบ่ง 2 ส่วน 3 ส่วนและ 4 ส่วนที่ขอบกระดาษ

ขั้นที่ 3 ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์ (ใช้เวลา 15 นาที)

- 3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันอธิบาย จากกระดาษวงกลม เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าเศษส่วน ที่เท่ากับ 1 จะมีตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนนับที่เท่ากัน

- 3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างเศษส่วนที่เท่ากับ 1

3.3 จัดกิจกรรมแบบขั้นตอนที่ 2 แต่เพิ่มกระดาษจาก 1 : 1 เป็น 2 : 2

3.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย แล้วสรุปว่า จำนวนนับทุกจำนวน สามารถเขียนในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนหารตัวเศษได้ลงตัว ซึ่งผลหารที่ได้เท่ากับจำนวนนับนั้น

3.5 ให้นักเรียนยกตัวอย่างเศษส่วนที่เท่ากับ 1, 2 และ 3 อีกอย่างละ 3 จำนวน

ขั้นที่ 4 ฝึกซ้ำ (ใช้เวลา 15 นาที)

ให้นักเรียนฝึกทำการแบ่งกระดาษ จากนั้นทำใบงานที่ 3 เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ

ขั้นที่ 5 นำไปใช้ (ใช้เวลา 5 นาที)

ให้นักเรียนทำแบบตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียนด้วยตนเอง

ชิ้นงาน/ภาระงาน

- ใบงานที่ 3 เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ

สื่อการเรียนรู้

- กระดาษวงกลมขนาดเท่ากัน กลุ่มละ 4 แผ่น

การวัดและการประเมินผล

สิ่งที่ต้องประเมิน	ประเด็นประเมิน	ชิ้นงาน/ ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
ความรู้	เขียนเศษส่วนต่าง ๆ ในรูปจำนวนนับได้	- ใบงานที่ 3 เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ	- การตอบคำถาม - ตรวจใบงานที่ 3	- การตอบคำถาม - ใบงานที่ 3 - แบบสังเกตพฤติกรรม	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการแก้ปัญหา	- ใบงานที่ 3 เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ	- การตอบคำถาม - ตรวจใบงานที่ 3	- การตอบคำถาม - ใบงานที่ 3 - แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	ได้คะแนนอยู่ในระดับดี
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนการมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ใฝ่เรียนรู้ และ มุ่งมั่นในการทำงาน	ประเมินการมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ใฝ่เรียนรู้ และ มุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบบันทึกการมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ใฝ่เรียนรู้และ มุ่งมั่นในการทำงาน	ได้คะแนนอยู่ในระดับดี

ความคิดเห็นผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถานศึกษา

บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาววราภรณ์ โภชน์มาก)

วันที่บันทึก...../...../.....

แบบประเมินใบงานที่ 3 เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้ทำผู้ประเมินใบงานของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องให้ตรงกับระดับคุณภาพ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ระดับคุณภาพ					
		เขียนเศษส่วนต่าง ๆ ในรูปจำนวนนับได้				ผลการประเมิน	
		4	3	2	1	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การประเมินในงานที่ 3 เรื่อง เศษส่วนแท้และเศษเกิน

รายการการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
เขียนเศษส่วนต่าง ๆ ในรูป จำนวนนับได้	เขียนเศษส่วน ต่าง ๆ ในรูป จำนวนนับได้ ถูกต้อง 10 ข้อ	เขียนเศษส่วน ต่าง ๆ ในรูป จำนวนนับได้ ถูกต้อง 7 ข้อ	เขียนเศษส่วน ต่าง ๆ ในรูป จำนวนนับได้ ถูกต้อง 4 ข้อ	เขียนเศษส่วน ต่าง ๆ ในรูป จำนวนนับได้ ถูกต้อง น้อยกว่า 4 ข้อ

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				รวม
	ดีมาก (4)	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ปรับปรุง (1)	
ความสามารถในการสื่อสาร	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง มีรายละเอียดสมบูรณ์ชัดเจน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องแต่ขาดรายละเอียด	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วนขาดรายละเอียด	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายไม่ชัดเจน	4
ความสามารถในการแก้ปัญหา	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ มีประสิทธิภาพอธิบายขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จแต่อธิบายขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาได้บางส่วน	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จแต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาในขั้นต้นแต่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ	4
รวม					8

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
6 – 8	ดีมาก
5 – 7	ดี
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ผ่านระดับ ดี

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ปรับปรุง (1)
ด้านไม่เรียนรู้				
1. ตั้งใจในการเรียนรู้ และเข้าร่วมปฏิบัติ กิจกรรมในชั้นเรียน ด้วยความสนใจ	เข้าเรียน มีความ พากเพียร พยายามในการ เรียนและสนใจ ร่วมทำกิจกรรม เป็นประจำ	เข้าเรียน มีความ พากเพียร พยายามในการ เรียนและสนใจ ร่วมทำกิจกรรม บ่อยครั้ง	เข้าเรียน ตั้งใจใน การเรียน และร่วม ทำกิจกรรมด้วย ความสนใจเป็น บางครั้ง	เข้าเรียนไม่ สม่่าเสมอ (ขาด เรียนมากกว่า 2 ครั้ง) และร่วมทำ กิจกรรมด้วยความ สนใจ
2. ศึกษาหาความรู้ด้วย ตนเอง สามารถสรุป เป็นองค์ความรู้และ แลกเปลี่ยนนำเสนอ ความรู้พร้อมกันนำไป ประยุกต์ใช้ได้	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้สามารถนำ ความรู้ไป ประยุกต์ใช้เป็น ประจำ	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้และนำไป ประยุกต์ใช้ บ่อยครั้ง	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้บ้างเป็น บางครั้ง	ศึกษาหาความรู้ แต่ไม่สามารถ แลกเปลี่ยนเป็น องค์ความรู้ได้
ด้านมุ่งมั่นในการทำงาน				
1. ปฏิบัติงานด้วยความ มุ่งมั่นทำงานได้สำเร็จ ตามที่ตนเองได้รับ มอบหมายด้วยตนเอง	สนใจและปฏิบัติ ในงานที่ได้รับ มอบหมายได้ สำเร็จพร้อมทั้ง ปรับปรุง พัฒนาการทำงาน ได้ดีขึ้นเป็นประจำ	สนใจและปฏิบัติ ในงานที่ได้รับ มอบหมายได้ สำเร็จพร้อมทั้ง ปรับปรุง พัฒนาการ ทำงานได้ดีขึ้น บ่อยครั้ง	สนใจและปฏิบัติใน งานที่ได้รับ มอบหมายได้สำเร็จ เป็นบางครั้ง	ปฏิบัติในงานที่ ได้รับมอบหมาย
2. มีความภาคภูมิใจใน ผลงานที่มุ่งมั่น อดทน ต่ออุปสรรค และ สามารถแก้ไขปัญหาได้ ด้วยความสำเร็จ	อดทนมุ่งมั่น แก้ปัญหาด้วย ความสามารถของ ตนเองจนประสบ ผลสำเร็จได้เป็น ประจำ	อดทนมุ่งมั่น แก้ปัญหาด้วย ความสามารถ ของตนเองจน ประสบผลสำเร็จ ได้บ่อยครั้ง	อดทนและมุ่งมั่น แก้ปัญหาเป็น บางครั้ง	มีความอดทนใน การทำงาน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9 – 12	ดีมาก
5 – 8	ดี
1 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ผ่านระดับ ดี

สรุปผลการประเมิน

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาววราภรณ์ โภชน์มาก)

..... / /

ใบงานที่ 3 เรื่อง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

ได้.....คะแนน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

จุดประสงค์การเรียนรู้ : เขียนเศษส่วนต่างๆ ในรูปจำนวนนับได้



ให้นักเรียนเขียนเศษส่วนต่อไปนี้เป็นจำนวนนับให้ถูกต้อง

- 1) $\frac{27}{9}$ เขียนเป็นจำนวนนับได้
- 2) $\frac{16}{4}$ เขียนเป็นจำนวนนับได้
- 3) $\frac{18}{6}$ เขียนเป็นจำนวนนับได้
- 4) $\frac{40}{8}$ เขียนเป็นจำนวนนับได้
- 5) $\frac{50}{10}$ เขียนเป็นจำนวนนับได้
- 6) $\frac{30}{5}$ เขียนเป็นจำนวนนับได้
- 7) $\frac{28}{7}$ เขียนเป็นจำนวนนับได้
- 8) $\frac{45}{15}$ เขียนเป็นจำนวนนับได้
- 9) $\frac{24}{3}$ เขียนเป็นจำนวนนับได้
- 10) $\frac{55}{11}$ เขียนเป็นจำนวนนับได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 14101

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ปีการศึกษา 2562

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 : เศษส่วน

เวลา..14..ชั่วโมง

เรื่อง เศษส่วนอย่างต่ำ

เวลา 2 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาววราภรณ์ โภชน์มาก

สอนวันที่.....

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

สาระสำคัญ

การทำเศษส่วนให้เท่ากับเศษส่วนที่กำหนด อาจทำได้โดยนำจำนวนนับจำนวนเดียวกันหารทั้งตัวเศษและตัวส่วน ซึ่งจำนวนนับนั้นต้องหารทั้งตัวเศษและตัวส่วนได้ลงตัว

ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป. 4/3 บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนคละแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วน จำนวนคละที่กำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถทำเศษส่วนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้

สาระการเรียนรู้

เศษส่วนที่ไม่มีจำนวนนับใดที่มากกว่า 1 หารทั้งตัวเศษและตัวส่วนได้ลงตัว เรียกเศษส่วนนั้นว่า เศษส่วนอย่างต่ำ

เช่น $\frac{6}{8}$ ไม่เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เพราะ 2 หารทั้งตัวเศษและตัวส่วนได้ลงตัว
 $\frac{2}{5}$ เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เพราะ ไม่มีจำนวนนับใดหารทั้งตัวเศษและตัวส่วนได้ลงตัว

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (ใช้เวลา 15 นาที)

- 1.1 ให้นักเรียน เคลื่อนไหวตามเพลง ตัก ตัก มือ เพื่อเตรียมความพร้อม

ที่มา <https://www.youtube.com/watch?v=YCmjhLOXtzA>

โดยเริ่มจากปฏิบัติคนเดียว จากนั้นหันปฏิบัติกับเพื่อนเป็นคู่ จากนั้นเป็นกลุ่ม (3 – 4 คน)

- 1.2 ครูแนะนำให้นักเรียนรู้จักเศษส่วนอย่างต่ำ ให้นักเรียนพิจารณา $\frac{6}{8}$ และ $\frac{2}{5}$ หน้า 29

และ ถาม – ตอบ แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป เศษส่วนที่ไม่มีจำนวนนับใดที่มากกว่า 1
หารทั้งตัวเศษและตัวส่วนได้ลงตัว เรียกเศษส่วนนั้นว่า เศษส่วนอย่างต่ำ

ขั้นที่ 2 เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส (ใช้เวลา 30 นาที)

- 2.1 ครูติดกระดาษแสดงเศษส่วนบนกระดาน 15 – 20 จำนวน

$$\text{เช่น } \frac{6}{8} \quad \frac{6}{24} \quad \frac{9}{15} \quad \frac{21}{14} \quad \frac{4}{9} \quad \text{เป็นต้น}$$

2.2 แบ่งกลุ่มให้นักเรียน (อาจใช้แถวในชั้นเรียนก็ได้ และให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งเป็นตัวแทน)

2.3 ใช้เวลา 5 นาที เพื่อให้นักเรียนแต่ละแถวปรึกษากันเพื่อที่จะให้ตัวแทนไปหยิบเศษส่วนที่เป็นเศษส่วนอย่างต่ำที่ติดบนกระดาษมาเป็นของกลุ่มตนเอง 1 แผ่น 1 คะแนน

- 2.4 ครูให้สัญญาณปล่อยตัว แล้วให้ตัวแทนไปหยิบเศษส่วนที่เป็นเศษส่วนอย่างต่ำมา

2.5 หลังจากจบกิจกรรมนั้น ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนว่า เศษส่วนอย่างต่ำคืออะไร

ขั้นที่ 3 ขยายความรู้ช่วยเพิ่มความสัมพันธ์ (ใช้เวลา 15 นาที)

3.1 ครูให้นักเรียนทุกคน ร่วมกันเฉลยว่าเศษส่วนใดเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

3.2 ครูให้นักเรียนทุกคนเขียนเศษส่วนที่เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ แล้วนำไปติดบนกระดาน จากนั้นทำการตรวจไปพร้อม ๆ กัน

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 4 ฝึกซ้ำ (ใช้เวลา 30 นาที)

4.1 ครูยกตัวอย่างการทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

ตัวอย่าง	ทำ	$\frac{12}{36}$	ให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ
วิธีทำ	$\frac{12}{36}$	$= \frac{12 \div 3}{36 \div 3}$	$= \frac{4}{12}$
	$\frac{4}{12}$	$= \frac{4 \div 4}{12 \div 4}$	$= \frac{1}{3}$

ตอบ $\frac{1}{3}$

4.2 ให้นักเรียนทำแบบตรวจสอบความเข้าใจ หน้า 31 และเฉลยพร้อมกัน

ขั้นที่ 5 นำไปใช้ (ใช้เวลา 30 นาที)

5.1 ให้นักเรียนทำใบงานที่ 5 เรื่อง เศษส่วนอย่างต่ำ

5.2 สรุปเศษส่วนอย่างต่ำคืออะไร และยกตัวอย่างเศษส่วนที่เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

ชิ้นงาน/ภาระงาน

- ใบงานที่ 5 เรื่อง เศษส่วนอย่างต่ำ

สื่อการเรียนรู้

- กระดาษแสดงเศษส่วน เช่น $\frac{6}{8}$ $\frac{6}{24}$ $\frac{9}{15}$ $\frac{21}{14}$ $\frac{4}{9}$

การวัดและการประเมินผล

สิ่งที่ต้องประเมิน	ประเด็นประเมิน	ชิ้นงาน/ ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
ความรู้	สามารถทำ เศษส่วนให้เป็น เศษส่วนอย่างต่ำได้	- ใบงานที่ 5 เรื่อง เศษส่วน อย่างต่ำ	- การตอบคำถาม - ตรวจใบงานที่ 5	- การตอบคำถาม - ใบกิจกรรม - แบบสังเกต พฤติกรรม	ได้คะแนน ร้อยละ 60 ขึ้นไป
สมรรถนะ สำคัญของ ผู้เรียน	1. ความสามารถ ในการสื่อสาร 2. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	- ใบงานที่ 5 เรื่อง เศษส่วน อย่างต่ำ	- การตอบคำถาม - ตรวจใบงานที่ 5	- การตอบคำถาม - ตรวจใบงานที่ 5 - แบบประเมิน สมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียน	ได้คะแนน อยู่ใน ระดับดี
คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	สังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนการมี คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ ใฝ่เรียนรู้ และ มุ่งมั่นในการ ทำงาน	ประเมินการ มีคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ ใฝ่เรียนรู้ และ มุ่งมั่นในการ ทำงาน	- แบบบันทึกการ มีคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ ใฝ่เรียนรู้และ มุ่งมั่นในการ ทำงาน	ได้คะแนน อยู่ใน ระดับดี

ความคิดเห็นผู้อำนวยการสถานศึกษา

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

ลงชื่อ.....
(.....)
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถานศึกษา

บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

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

ปัญหา/อุปสรรค

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

แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก
(นางสาวราภรณ์ โภชน์มาก)
วันที่บันทึก...../...../.....

เกณฑ์การประเมินในงานที่ 5 เรื่อง เศษส่วนอย่างต่ำ

ข้อ 1 เศษส่วนที่กำหนดให้ เศษส่วนใดบ้างเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

2 คะแนน เขียนเศษส่วนอย่างต่ำถูกต้องทุกจำนวน

1 คะแนน เขียนเศษส่วนอย่างต่ำได้

รายการการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
ข้อ 2 เขียนเศษส่วนที่กำหนดให้ เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ	แสดงการทำ เศษส่วนให้เป็น เศษส่วนอย่างต่ำ ได้ถูกต้องทุกข้อ	แสดงการทำ เศษส่วนให้เป็น เศษส่วนอย่างต่ำได้	ทำเศษส่วนให้ เป็นเศษส่วนอย่าง ต่ำบางขั้นตอน	แสดงการทำ เศษส่วนให้เป็น เศษส่วนอย่างต่ำ ได้ แต่ไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				รวม
	ดีมาก (4)	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ปรับปรุง (1)	
ความสามารถในการสื่อสาร	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง มีรายละเอียดสมบูรณ์ชัดเจน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องแต่ขาดรายละเอียด	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วนขาดรายละเอียด	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายไม่ชัดเจน	4
ความสามารถในการแก้ปัญหา	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ มีประสิทธิภาพ อธิบายขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จแต่อธิบายขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาได้บางส่วน	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จแต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาในขั้นต้นแต่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ	4
รวม					8

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
6 – 8	ดีมาก
5 – 7	ดี
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ผ่านระดับ ดี

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพของนักเรียนแต่ละคน

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน												ผลการประเมิน			
		ด้านใฝ่เรียนรู้				ด้านมุ่งมั่นในการทำงาน				รวม	ผ่าน	ไม่ผ่าน					
		1	2	3	4	1	2	3	4								
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ปรับปรุง (1)
ด้านใฝ่เรียนรู้				
1. ตั้งใจในการเรียนรู้ และเข้าร่วมปฏิบัติ กิจกรรมในชั้นเรียน ด้วยความสนใจ	เข้าเรียน มีความ พากเพียร พยายามในการ เรียนและสนใจ ร่วมทำกิจกรรม เป็นประจำ	เข้าเรียน มีความ พากเพียร พยายามในการ เรียนและสนใจ ร่วมทำกิจกรรม บ่อยครั้ง	เข้าเรียน ตั้งใจใน การเรียน และร่วม ทำกิจกรรมด้วย ความสนใจเป็น บางครั้ง	เข้าเรียนไม่ สม่่าเสมอ (ขาด เรียนมากกว่า 2 ครั้ง) และร่วมทำ กิจกรรมด้วยความ สนใจ
2. ศึกษาหาความรู้ด้วย ตนเอง สามารถสรุป เป็นองค์ความรู้และ แลกเปลี่ยนนำเสนอ ความรู้พร้อมทั้งนำไป ประยุกต์ใช้ได้	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้สามารถนำ ความรู้ไป ประยุกต์ใช้เป็น ประจำ	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้และนำไป ประยุกต์ใช้ บ่อยครั้ง	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้บ้างเป็น บางครั้ง	ศึกษาหาความรู้ แต่ไม่สามารถ แลกเปลี่ยนเป็น องค์ความรู้ได้
ด้านมุ่งมั่นในการทำงาน				
1. ปฏิบัติงานด้วยความ มุ่งมั่นทำงานได้สำเร็จ ตามที่ตนเองได้รับ มอบหมายด้วยตนเอง	สนใจและปฏิบัติ ในงานที่ได้รับ มอบหมายได้ สำเร็จพร้อมทั้ง ปรับปรุง พัฒนาการทำงาน ได้ดีขึ้นเป็นประจำ	สนใจและปฏิบัติ ในงานที่ได้รับ มอบหมายได้ สำเร็จพร้อมทั้ง ปรับปรุง พัฒนาการ ทำงานได้ดีขึ้น บ่อยครั้ง	สนใจและปฏิบัติใน งานที่ได้รับ มอบหมายได้สำเร็จ เป็นบางครั้ง	ปฏิบัติในงานที่ ได้รับมอบหมาย
2. มีความภาคภูมิใจใน ผลงานที่มุ่งมั่น อดทน ต่ออุปสรรค และ สามารถแก้ไขปัญหาได้ ด้วยความสำเร็จ	อดทนมุ่งมั่น แก้ปัญหาด้วย ความสามารถของ ตนเองจนประสบ ความสำเร็จได้เป็น ประจำ	อดทนมุ่งมั่น แก้ปัญหาด้วย ความสามารถ ของตนเองจน ประสบผลสำเร็จ ได้บ่อยครั้ง	อดทนและมุ่งมั่น แก้ปัญหาเป็น บางครั้ง	มีความอดทนใน การทำงาน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9 – 12	ดีมาก
5 – 8	ดี
1 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ผ่านระดับ ดี

สรุปผลการประเมิน

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาวรารภรณ์ โภชน์มาก)

..... / /

ใบงานที่ 5 เรื่อง เศษส่วนอย่างต่ำ

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

ได้.....คะแนน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

จุดประสงค์การเรียนรู้ : สามารถทำเศษส่วนที่กำหนดให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้



ให้นักเรียนปฏิบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

① เศษส่วนที่กำหนดให้ เศษส่วนใดบ้างเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

$$\frac{3}{5}, \frac{7}{7}, \frac{12}{4}, \frac{21}{35}, \frac{7}{9}, \frac{2}{4}, \frac{9}{12}, \frac{1}{2}, \frac{24}{3}, \frac{17}{29}$$

ตอบ

② เขียนเศษส่วนที่กำหนดให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

1) $\frac{4}{32}$

2) $\frac{25}{100}$

.....

3) $\frac{25}{100}$

4) $\frac{8}{18}$

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์	รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 14101
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ปีการศึกษา 2562
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 : เศษส่วน	เวลา..14..ชั่วโมง
เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน	เวลา 3 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวราภรณ์ โภชน์มาก	สอนวันที่.....

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

สาระสำคัญ

การแก้โจทย์ปัญหาเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ

ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป.4/14 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก และโจทย์ปัญหาการลบ เศษส่วน และจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ
2. นักเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

สาระการเรียนรู้

การแก้โจทย์ปัญหาเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ว่า โจทย์ถามหาอะไร โจทย์กำหนดอะไร ให้บ้าง ใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ สามารถหาคำตอบได้อย่างไร และได้คำตอบเท่าไร รวมถึงสามารถสรุปคำตอบได้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 สร้างความพร้อมใจกาย กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ (ใช้เวลา 40 นาที)

1.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 5 คน

1.2 ครูให้อุปกรณ์แต่ละกลุ่ม ดังนี้

กลุ่ม A (กลุ่ม 1, 3, 5, 7 และ 9) ขวดน้ำเปล่า ๆ , น้ำเปล่า , ปากกเคมี

กลุ่ม B (กลุ่ม 2, 4, 6, และ 8) แดงโม 2 ผล (ขนาดเท่า ๆ กัน)

1.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจกับกิจกรรม Follow me ที่ได้รับ

❖ โจทย์ปัญหากลุ่ม A

‘มีน้ำอยู่ $\frac{1}{2}$ ขวด เทน้ำใส่อีก $\frac{1}{4}$ ขวด ขณะนี้มีน้ำในขวดเท่าใด’

❖ โจทย์ปัญหากลุ่ม B

‘ปลายฝนแบ่งแดงโมให้ต้นน้ำ $\frac{3}{6}$ ชิ้น แบ่งให้สายหมอก $\frac{1}{3}$ ชิ้น ใครได้มากกว่ากัน’

1.4 ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่ได้

ขั้นที่ 2 เรียนรู้อย่างตื่นตัว ผ่านประสาทสัมผัส (ใช้เวลา 20 นาที)

2.1 จากกิจกรรมในขั้นที่ 1 ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติตามกิจกรรม Follow me

2.2 ครูใช้คำถามถามแต่ละกลุ่มว่า

(1) สิ่งที่โจทย์บอก ?

กลุ่ม A 1) น้ำในขวด $\frac{1}{2}$ ขวด

2) เหน้ใส่อก $\frac{1}{4}$ ขวด

กลุ่ม B 1) ปลายฝนแบ่งแตงโมให้ต้นน้ำ $\frac{3}{6}$ ชิ้น

2) แบ่งให้สายหมอก $\frac{1}{3}$ ชิ้น

(2) สิ่งที่โจทย์ถาม ?

กลุ่ม A ขณะนี้มีน้ำในขวดเท่าใด


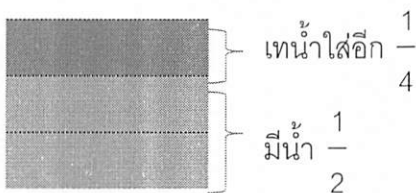
กลุ่ม B ใครได้มากกว่า

(3) มีวิธีการคิดอย่างไร ?

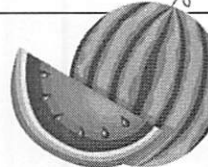
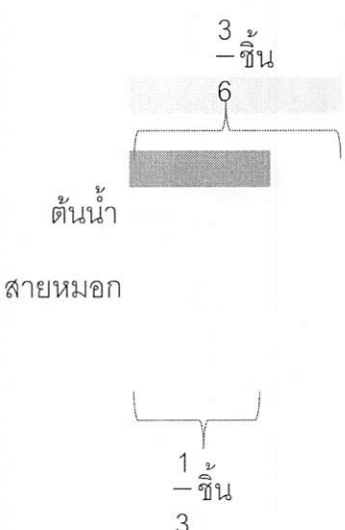
กลุ่ม A

นำปริมาณน้ำที่มีอยู่เดิมรวมกับ
ปริมาณน้ำที่เทใส่เพิ่ม

จะได้ $\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$

กลุ่ม B

(4) ได้คำตอบเท่าไร ?

กลุ่ม A $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ ขวด

กลุ่ม B ต้นน้ำได้มากกว่า

(5) สรุปคำตอบได้อย่างไร ?

กลุ่ม A ขณะนี้มีน้ำในขวด $\frac{3}{4}$ ขวด

กลุ่ม B ต้นน้ำได้มากกว่า

ชั้นที่ 4 ฝึกซ้ำ (ใช้เวลา 30 นาที)

- 4.1 นักเรียนทำแบบตรวจสอบความเข้าใจ หน้า 47 ครูคอยดูแลให้คำปรึกษา แนะนำ

ชั่วโมงที่ 3

ชั้นที่ 5 นำไปใช้ (ใช้เวลา 60 นาที)

- 5.1 ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้ที่ได้จากชั่วโมงที่ 1 และชั่วโมงที่ 2
 5.2 ให้นักเรียนทำใบงานที่ 8 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน
 5.3 ร่วมกันเฉลยใบงานที่ 8

ชิ้นงาน/ภาระงาน

- กิจกรรม Follow me
- กิจกรรมร่วมคิดร่วมทำ
- ใบงานที่ 8 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

สื่อการเรียนรู้

- ขวดน้ำ
- น้ำเปล่า
- ปากกาเคมี
- แดงโม
- สีไม้
- ตาราง 14 x 14

การวัดและการประเมินผล

สิ่งที่ต้องประเมิน	ประเด็นประเมิน	ชิ้นงาน/ ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
ความรู้	1. สามารถแก้ โจทย์ปัญหาการ บวก การลบ เศษส่วนและ จำนวนคละ 2. สามารถ นำไปใช้ใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้	- กิจกรรม Follow me - กิจกรรมร่วม คิดร่วมทำ - ใบงานที่ 8 เรื่อง โจทย์ ปัญหาเศษส่วน	- การตอบคำถาม - ตรวจกิจกรรม - ตรวจใบงานที่ 8	- การตอบคำถาม - ใบกิจกรรม - ใบงานที่ 8 - แบบสังเกต พฤติกรรม	ได้คะแนน ร้อยละ 60 ขึ้นไป
สมรรถนะ สำคัญของ ผู้เรียน	1. ความสามารถ ในการสื่อสาร 2. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	- กิจกรรม Follow me - กิจกรรมร่วม คิดร่วมทำ - ใบงานที่ 8 เรื่อง โจทย์ ปัญหาเศษส่วน	- การตอบคำถาม - ตรวจกิจกรรม - ตรวจใบงานที่ 8	- การตอบคำถาม - ใบกิจกรรม - ใบงานที่ 8 - แบบประเมิน สมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียน	ได้คะแนน อยู่ใน ระดับดี
คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์	1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	สังเกต พฤติกรรมของ ผู้เรียนการมี คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ ใฝ่เรียนรู้ และ มุ่งมั่นในการ ทำงาน	ประเมินการ มีคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ ใฝ่เรียนรู้ และ มุ่งมั่นในการ ทำงาน	- แบบบันทึกการ มีคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ ใฝ่เรียนรู้และ มุ่งมั่นในการ ทำงาน	ได้คะแนน อยู่ใน ระดับดี

ความคิดเห็นผู้อำนวยการสถานศึกษา

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถานศึกษา

บันทึกหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

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

ปัญหา/อุปสรรค

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

แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาววราภรณ์ โภชน์มาก)

วันที่บันทึก...../...../.....

แบบประเมินใบงานที่ 8 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้ทำผู้ประเมินใบงานของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องให้ตรงกับระดับคุณภาพ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ระดับคุณภาพ				ผลการประเมิน	
		สามารถแก้โจทย์ ปัญหาการบวก การลบเศษส่วนและ จำนวนคละ				ผ่าน	ไม่ผ่าน
		4	3	2	1		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 8 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

รายการการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
สามารถแก้โจทย์ปัญหา การบวก การลบเศษส่วน และจำนวนคละ	ใช้กระบวนการ แก้ปัญหาได้ สำเร็จ อย่างมี ประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผล หลักการและ ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาได้ เข้าใจชัดเจน นำมาซึ่งคำตอบที่ ถูกต้อง	ใช้กระบวนการ แก้ปัญหาได้ สำเร็จ แต่น่าจะ อธิบายถึงเหตุผล หลักการและ ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาได้ ดีกว่านี้	มีกระบวนการ แก้ปัญหา สำเร็จ เพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผล หลักการและ ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาได้ บางส่วน	มีร่องรอยการ แก้ปัญหา บางส่วน เริ่มคิด ใช้เหตุผล หลักการและ ขั้นตอน ในการแก้ปัญหา แล้วหยุด อธิบาย ต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่ สำเร็จ

เกณฑ์การประเมินกิจกรรมที่ 8 Follow me

รายการการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
กิจกรรมที่ 8 Follow me	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ใน การเชื่อมโยง กับกิจกรรมที่ ต้องใช้ได้ ถูกต้อง สอดคล้องและ เหมาะสม	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ใน การเชื่อมโยง กับกิจกรรมที่ ต้องใช้ได้ ถูกต้อง สอดคล้องและ เหมาะสมได้ เป็นส่วนใหญ่ หรือประยุกต์ใช้ ได้บางส่วน	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับ กิจกรรมที่ต้อง ใช้ได้บางส่วน	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ใน การเชื่อมโยงยัง ไม่เหมาะสม สรุปองค์ความรู้ ที่ได้เรียนมา นำไปใช้ไม่ ถูกต้อง

**แบบสังเกตพฤติกรรม กระบวนการทำงานกลุ่ม
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**

คำชี้แจง ให้ทำผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม แล้วขีด ✓ ลงในช่องให้ตรงกับระดับคุณภาพ

กลุ่ม ที่	ชื่อกลุ่ม	ระดับคุณภาพ			
		4	3	2	1
1					
2					
3					
4					
5					

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาววารภรณ์ โภชน์มาก)

..... / /

เกณฑ์การให้คะแนน กระบวนการทำงานกลุ่ม

รายการการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
กระบวนการทำงานกลุ่ม	มีการกำหนด บทบาทสมาชิก ชัดเจน และมีการ ชี้แจงเป้าหมาย การทำงาน มีการ ปฏิบัติงาน ร่วมกันอย่าง ร่วมมือร่วมใจ พร้อมกับประเมิน เป็นระยะ ๆ	มีการกำหนด บทบาทสมาชิก ชัดเจน มีกาชี้แจง เป้าหมายอย่าง ชัดเจนและ ปฏิบัติงาน ร่วมกันแต่ไม่มี การประเมินเป็น ระยะ ๆ	มีการกำหนด เฉพาะหัวหน้า ไม่มีการชี้แจง เป้าหมายอย่าง ชัดเจน ปฏิบัติงาน ร่วมกันไม่ครบทุก คน	ไม่มีการกำหนด บทบาทสมาชิก และไม่มีการ ชี้แจงเป้าหมาย สมาชิกต่างคน ต่างทำงาน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ปานกลาง
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				รวม
	ดีมาก (4)	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ปรับปรุง (1)	
ความสามารถในการสื่อสาร	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง มีรายละเอียดสมบูรณ์ชัดเจน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องแต่ขาดรายละเอียด	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วนขาดรายละเอียด	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายไม่ชัดเจน	4
ความสามารถในการแก้ปัญหา	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ มีประสิทธิภาพ อธิบายขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จแต่อธิบายขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาได้บางส่วน	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จแต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาในขั้นต้นแต่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ	4
รวม					8

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
6 – 8	ดีมาก
5 – 7	ดี
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ผ่านระดับ ดี

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	ปานกลาง (2)	ปรับปรุง (1)
ด้านใฝ่เรียนรู้				
1. ตั้งใจในการเรียนรู้ และเข้าร่วมปฏิบัติ กิจกรรมในชั้นเรียน ด้วยความสนใจ	เข้าเรียน มีความ พากเพียร พยายามในการ เรียนและสนใจ ร่วมทำกิจกรรม เป็นประจำ	เข้าเรียน มีความ พากเพียร พยายามในการ เรียนและสนใจ ร่วมทำกิจกรรม บ่อยครั้ง	เข้าเรียน ตั้งใจใน การเรียน และร่วม ทำกิจกรรมด้วย ความสนใจเป็น บางครั้ง	เข้าเรียนไม่ สม่่าเสมอ (ขาด เรียนมากกว่า 2 ครั้ง) และร่วมทำ กิจกรรมด้วยความ สนใจ
2. ศึกษาหาความรู้ด้วย ตนเอง สามารถสรุป เป็นองค์ความรู้และ แลกเปลี่ยนนำเสนอ ความรู้พร้อมก็นำไป ประยุกต์ใช้ได้	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้สามารถนำ ความรู้ไป ประยุกต์ใช้เป็น ประจำ	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้และนำไป ประยุกต์ใช้ บ่อยครั้ง	ศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนองค์ ความรู้บ้างเป็น บางครั้ง	ศึกษาหาความรู้ แต่ไม่สามารถ แลกเปลี่ยนเป็น องค์ความรู้ได้
ด้านมุ่งมั่นในการทำงาน				
1. ปฏิบัติงานด้วยความ มุ่งมั่นทำงานได้สำเร็จ ตามที่ตนเองได้รับ มอบหมายด้วยตนเอง	สนใจและปฏิบัติ ในงานที่ได้รับ มอบหมายได้ สำเร็จพร้อมทั้ง ปรับปรุง พัฒนาการทำงาน ได้ดีขึ้นเป็นประจำ	สนใจและปฏิบัติ ในงานที่ได้รับ มอบหมายได้ สำเร็จพร้อมทั้ง ปรับปรุง พัฒนาการ ทำงานได้ดีขึ้น บ่อยครั้ง	สนใจและปฏิบัติใน งานที่ได้รับ มอบหมายได้สำเร็จ เป็นบางครั้ง	ปฏิบัติในงานที่ ได้รับมอบหมาย
2. มีความภาคภูมิใจใน ผลงานที่มุ่งมั่น อดทน ต่ออุปสรรค และ สามารถแก้ไขปัญหาได้ ด้วยความสำเร็จ	อดทนมุ่งมั่น แก้ปัญหาด้วย ความสามารถของ ตนเองจนประสบ ผลสำเร็จได้เป็น ประจำ	อดทนมุ่งมั่น แก้ปัญหาด้วย ความสามารถ ของตนเองจน ประสบผลสำเร็จ ได้บ่อยครั้ง	อดทนและมุ่งมั่น แก้ปัญหาเป็น บางครั้ง	มีความอดทนใน การทำงาน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9 – 12	ดีมาก
5 – 8	ดี
1 – 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ผ่านระดับ ดี

สรุปผลการประเมิน

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาววราภรณ์ โภชน์มาก)

..... / /

ใบกิจกรรม Follow me



วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

กลุ่มที่..... เลขที่...../...../..... ชั้น.....

ได้.....คะแนน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน



ปฏิบัติตามสถานการณ์ที่ได้รับ พร้อมเติมคำตอบ



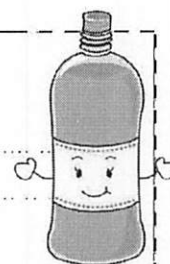
โจทย์ปัญหากลุ่ม A

มีน้ำอยู่ $\frac{1}{2}$ ขวด เทน้ำใส่อีก $\frac{1}{4}$ ขวด ขณะนี้มีน้ำในขวดเท่าใด?

(1) สิ่งที่โจทย์ถาม ?

.....

.....



(2) สิ่งที่โจทย์บอก ?

.....

.....

(3) มีวิธีการคิดอย่างไร ?

(4) ได้คำตอบเท่าไร ?

.....

(5) สรุปคำตอบได้อย่างไร ?

.....

.....

ใบกิจกรรม Follow me



วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....
 กลุ่มที่..... เลขที่...../...../..... ชั้น.....

ได้.....คะแนน
 คะแนนเต็ม 10 คะแนน



ปฏิบัติตามสถานการณ์ที่ได้รับ พร้อมเติมคำตอบ

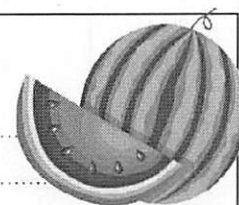


โจทย์ปัญหากลุ่ม B

'ปลายฝนแบ่งแตงโมให้ต้นน้ำ $\frac{3}{6}$ ชิ้น แบ่งให้สายหมอก $\frac{1}{3}$ ชิ้น ใครได้มากกว่ากัน '

(1) สิ่งที่โจทย์ถาม ?

.....



(2) สิ่งที่โจทย์บอก ?

.....

(3) มีวิธีการคิดอย่างไร ?

(4) ได้คำตอบเท่าไร ?

.....

(5) สรุปคำตอบได้อย่างไร ?

.....

ใบงานที่ 8 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

ได้.....คะแนน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

จุดประสงค์การเรียนรู้ : สามารถแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ



แสดงวิธีคิด และวิธีทำ

- ① วันเสาร์ตึกตาอ่านหนังสือได้ $\frac{3}{8}$ เล่ม วันอาทิตย์อ่านน้อยกว่าวันเสาร์ $\frac{5}{24}$ เล่ม

วันอาทิตย์ตาลอ่านหนังสือเท่าใด

วิธีคิด

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

ตอบ

๒๒ วันแรกบอกวิ่งได้ $\frac{2}{7}$ ของระยะทางทั้งหมด วันที่สองบอยวิ่งได้ $\frac{8}{21}$ ของระยะทางทั้งหมด

วันใดวิ่งได้ระยะทางมากกว่า และมากกว่ากันเท่าใด

วิธีคิด

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

ตอบ

๒๓ กีบวิ่งออกกำลังกาย $\frac{1}{2}$ ชั่วโมง เดินอีก $\frac{7}{12}$ ชั่วโมง กีบใช้เวลาออกกำลังกายทั้งหมดเท่าใด

วิธีคิด

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

ตอบ

ภาคผนวก จ แสดงคะแนนผลการหาประสิทธิภาพและการทดสอบวัดมโนทัศน์
และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ตาราง 27 แสดงคะแนนการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

นักเรียน	คะแนนระหว่างการจัดกิจกรรม								รวม	ผลการสอบ หลังเรียน
	แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
คะแนนเต็ม	15	10	10	15	10	24	16	20	120	26
คนที่ 1	12	8	6	12	9	20	15	15	97	22
คนที่ 2	15	6	7	14	5	22	14	17	100	21
คนที่ 3	14	7	8	13	6	24	12	12	96	20
คนที่ 4	11	7	6	14	7	24	13	10	92	23
คนที่ 5	10	8	8	11	7	23	15	14	96	24
คนที่ 6	12	6	9	12	8	23	10	17	97	23
คนที่ 7	14	5	7	15	8	21	14	11	95	23
คนที่ 8	9	7	8	14	9	21	12	12	92	18
คนที่ 9	5	6	7	13	7	21	11	9	79	23
คนที่ 10	12	8	6	12	8	23	10	8	87	20
คนที่ 11	11	6	10	14	6	22	16	7	92	24
คนที่ 12	7	5	7	11	8	23	14	12	87	24
คนที่ 13	5	5	8	10	7	23	12	15	85	23
คนที่ 14	6	7	6	14	9	22	11	16	91	18
คนที่ 15	12	8	10	12	6	20	11	11	90	24
คนที่ 17	14	5	7	15	7	21	13	12	94	20
คนที่ 18	11	5	8	13	8	21	13	18	97	23
คนที่ 19	9	5	6	12	6	22	14	15	89	18
คนที่ 20	8	6	8	13	8	21	16	16	96	18

นักเรียน	คะแนนระหว่างการจัดกิจกรรม								รวม	ผลการสอบ หลังเรียน
	แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
คะแนนเต็ม	15	10	10	15	10	24	16	20	120	26
คนที่ 21	4	8	9	11	7	24	12	17	92	18
คนที่ 22	12	9	9	10	8	23	10	15	96	20
คนที่ 23	6	10	9	12	8	24	11	15	95	18
คนที่ 24	7	10	7	14	7	23	14	13	95	20
คนที่ 25	8	3	10	11	9	24	12	13	90	18
คนที่ 26	9	6	8	17	7	21	13	14	95	23
คนที่ 27	15	7	8	12	8	22	10	12	94	17
คนที่ 28	14	8	7	14	8	23	10	11	95	18
คนที่ 29	13	6	9	12	10	24	16	10	100	23
คนที่ 30	14	7	8	14	5	22	15	10	95	18
คนที่ 31	11	7	8	12	8	21	11	15	93	20
คนที่ 32	6	8	10	13	7	23	14	16	97	18
คนที่ 33	9	10	7	15	9	22	14	11	97	18
คนที่ 34	8	10	8	15	7	21	14	11	94	23
คนที่ 35	7	10	6	14	10	24	14	10	95	23
คนที่ 36	10	10	9	12	7	23	12	16	99	18
คนที่ 37	12	10	9	14	5	21	15	14	100	14
คนที่ 38	12	10	9	14	8	22	13	12	100	20
คนที่ 39	14	10	8	14	7	20	11	15	99	24
คนที่ 40	13	10	7	15	8	21	10	17	101	18
คนที่ 41	10	10	8	11	7	20	14	19	99	17
คนที่ 42	12	10	7	11	8	23	12	11	94	20
คนที่ 43	9	10	8	13	8	24	12	16	100	24

นักเรียน	คะแนนระหว่างการจัดกิจกรรม								รวม	ผลการสอบ หลังเรียน
	แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
คะแนนเต็ม	15	10	10	15	10	24	16	20	120	26
คนที่ 44	11	10	7	12	7	24	12	15	98	19
คนที่ 45	13	10	8	14	7	23	15	12	102	19
$E_1 = 79.06$									$E_2 = 78.72$	

ตาราง 28 แสดงคะแนนการทดสอบวัดมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียน
โดยการหาค่า t-test แบบ One Group Pretest – Posttest Design

Paired Samples t statistics

		Mean	N	Std. Deviation
Pair 1	Pre-test	7.40	45	2.73
	Posttest	9.87	45	3.47

Paired Samples Test

		Paired Differences			t	df	Sig.(2-tailed)	Sig.(1-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Pair 1	Posttest - Pretest	2.47	2.70	0.40	6.1243	44	0.0000	0.0000

ตาราง 29 แสดงคะแนนการทดสอบวัดการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
และหลังเรียนโดยการหาค่า t-test แบบ One Group Pretest – Posttest Design

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation
Pair 1	Pre-test	9.71	45	2.24
	Posttest	11.91	45	1.44

Paired Samples Test

		Paired Differences			t	df	Sig.(2- tailed)	Sig.(1- tailed)
		Me an	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Pair 1	Posttest - Pretest	2.2 0	2.21	0.33	6.67 32	44	0.0000	0.0000

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล วราภรณ์ โกชนมาก
วัน เดือน ปี เกิด 4 ธันวาคม 2533
ที่อยู่ปัจจุบัน 124 หมู่ที่ 6 ตำบลน้ำซุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์
ที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบ้านเนินมะปราง 9 หมู่ 2 ตำบลเนินมะปราง
อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ครู
ประสบการณ์การทำงาน
พ.ศ. 2559 โรงเรียนบ้านเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก
พ.ศ. 2558 โรงเรียนหล่มเก่าพิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์
พ.ศ. 2557 โรงเรียนสมอแข(พัฒนพลราษฎร์บำรุง) จังหวัดพิษณุโลก
ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2552 คบ. ครุศาสตร์บัณฑิต (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์