

ผลการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาบางด้านตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบวรรณิ

ปริญญานิพนธ์
ของ
ชนิดดา ตันไพบูลย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการประถมศึกษา
มีนาคม 2545
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๑๕๖๖๖๖

๑๕๖๖๖๖

๑๕

ผลการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาบางด้านตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบวรรณิ

บทคัดย่อ

ของ

ชนิดดา ตันไพบูลย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการประถมศึกษา

มีนาคม 2545

๒ ๑๔๕๑๓

ชนิดดา ต้นไพบูลย์. (2545). ผลการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาทางด้านตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีสอนแบบวรรณิ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์วรรณิ โสมประยูร, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถัดดาวัลย์ เกษมเนตร.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาทางด้านตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบวรรณิ

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชอนุสรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 41 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 21 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง กลุ่มละ 60 คาบ ๆ ละ 20 นาที ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Pretest-Posttest Control Group Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test for Independent Samples แบบ Different Score และ Pearson Product Moment Correlation Coefficient

ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความสามารถทางสติปัญญาด้านเหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญา ด้านการเข้าใจตนเองกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
5. ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**THE EFFECTS OF SOME INTELLECTUAL ABILITIES BASED ON MULTIPLE
INTELLIGENCES OF PRATOM SUKSA V IN MATHEMATICS THROUGH
WANNEE TEACHING MODEL**

AN ABSTRACT

BY

CHANIDDA TONPHAIBOON

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Primary Education
at Srinakharinwirot University

March 2002

Chanidda Tonphaiboon. (2002). The Effects of Some Intellectual Abilities Based on Multiple Intelligences of Pratomsuksa V in Mathematics Through Wannee Teaching Model. Master thesis, M.Ed. (Primary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assoc. Prof . Wannee Somprayoon. Assist. Prof. Laddawan Kasemnet.

The Purpose of this research was to compare the effects of some intellectual abilities based on Multiple Intelligences of pratomsuksa V in mathematics through Wannee teaching model.

The sample was prathomsuksa V students in the second semester 2000 academic year of Dej-anusorn school. They were divided into two groups. The 20 students were in an experimental group learning through Wannee teaching model and other 21 students were in the control group learning through a conventional method for 60 periods, which was 20 minutes for each period. The design of this research was pretest-posttest control group design. The data were statistically analyzed by t-test for independent sample for different score and pearson product moment correlation coefficient.

Findings of the study were as follows :

1. The Linguistic Intelligence of the experimental group and control group was not significantly different.
2. The Logical-Mathematical Intelligence of the experimental group and control group was significantly different at .05 level.
3. The Spatial Intelligence of the experimental group and control group was not significantly different.
4. The relationship between the Intrapersonal Intelligence and Mathematical Intelligence of the experimental group and control group was not significantly different.
5. The Mathematical Intelligence of the experimental group and control group was significantly different at .05 level.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาบางด้านตามแนวทฤษฎีพุทปัญญา
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบวรรณิ

ของ

นางสาวชนิดดา ตันไพบูลย์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการประถมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

کونو ۵ ۱۰۰

คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)

วันที่ ๘ เดือน มีนาคม พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

Andrew Humph

ประธาน

(รองศาสตราจารย์วรรณิ์ โสณประยูร)

ALL INFORMATION CONTAINED
HEREIN IS UNCLASSIFIED

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศักดิ์ดา วัลย์ เกษมเนตร)

Shirley Jones

กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์สุนทร จันทรรตรี)

John A. New

กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จและสมบูรณ์ได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์วรรณิ์ โสมประยูร ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลัดดาวัลย์ เกษมเนตร กรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สุนทร จันทตรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ต่อการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาการประถมศึกษา ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรม และประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย และขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ ตรวจสอบแก้ไข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ ต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้รับใบอนุญาต ผู้จัดการ ผู้บริหาร คณะครูและนักเรียน โรงเรียน เดชอนุสรณ์ โรงเรียนจารุวรรณวิทยา และโรงเรียนเม่งฮังกงฮัก ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย และการพัฒนาเครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพานิช คุณเอม ดันไพบูลย์ และพี่น้องทุกท่าน ที่เป็นผู้ให้ในทุกๆ ด้านแก่ผู้วิจัยเสมอมา ให้ความสนับสนุนช่วยเหลือทั้งในด้านกำลังใจ และกำลังทรัพย์ ด้วยความรัก ความห่วงใย ซึ่งเป็นสิ่งที่มีค่าที่สุดสำหรับความสำเร็จในครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ สาขาวิชาการประถมศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณจิรภา เจริญผล คุณศิริภรณ์ เม่นมัน ที่คอยรับฟัง ให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด ผู้วิจัย รู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้กรุณามอบเงินทุนสนับสนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2544 ให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณชมรมส่งเสริมวิธีสอนแบบวรรณิ์ ที่ได้กรุณามอบเงินทุนสนับสนุนการวิจัยให้แก่ผู้วิจัย

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความอนุเคราะห์แก่ผู้วิจัยโดยเสมอมา

ชนิดดา ดันไพบูลย์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประชากร	4
กลุ่มตัวอย่าง	4
ตัวแปรที่ศึกษา	4
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	5
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
สมมติฐานในการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา	7
ความหมายของคณิตศาสตร์	7
ความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์	8
ความสำคัญของคณิตศาสตร์	9
ทฤษฎีการสอนและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์	10
หลักการสอนคณิตศาสตร์	15
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน	23
ความหมายของเศษส่วน	23
ธรรมชาติของเศษส่วน	24
การสอนเศษส่วน	25
เอกสารและทฤษฎีเกี่ยวกับสติปัญญา	32
ความหมายของสติปัญญา	32
ทฤษฎีพหุปัญญา	34
แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้วัดความสามารถทางสติปัญญา	55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ) เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบวรรณิ	58
จุดมุ่งหมายของวิธีสอนแบบวรรณิ	58
คุณลักษณะเฉพาะของวิธีสอนแบบวรรณิ	59
ปรัชญาพื้นฐานของวิธีสอนแบบวรรณิ	60
ทฤษฎีพื้นฐานของวิธีสอนแบบวรรณิ	61
ลำดับขั้นของวิธีสอนแบบวรรณิ	64
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	66
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน	66
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถิติปัญหา	71
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบวรรณิ	<u>76</u>
3 วิธีดำเนินการวิจัย	81
กลุ่มตัวอย่าง	81
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	81
วิธีดำเนินการวิจัย	88
การเก็บรวบรวมข้อมูล	88
การวิเคราะห์ข้อมูล	89
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	89
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	93
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	99
ความมุ่งหมาย	99
สมมติฐานการวิจัย	99
ขอบเขตของการวิจัย	100
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	100
วิธีดำเนินการวิจัย	101

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ) การวิเคราะห์ข้อมูล	101
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	101
อภิปรายผล	102
ข้อเสนอแนะ	105
บรรณานุกรม	106
ภาคผนวก	119
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย.....	120
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	123
ภาคผนวก ค ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ	125
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง (คะแนนก่อน-หลัง)	131
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแผนการสอน	137
ประวัติของผู้วิจัย	143

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 กรอบจุดประสงค์การเรียนรู้กลุ่มทักษะคณิตศาสตร์	21
2 เนื้อหาเรื่องเศษส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6	29
3 รูปแบบที่ผิดพลาดในการเรียนเรื่องเศษส่วน	31
4 ลักษณะเฉพาะด้านของปัญหาจากการศึกษาเรื่องสมองและพัฒนาการของ ปัญญา	46
5 ผลงานสูงสุดและระบบสัญลักษณ์ของปัญญาแต่ละด้าน	48
6 ประวัติวิวัฒนาการของปัญญาแต่ละด้าน	59
7 ตัวอย่างการสอนวิชาธรรมชาติวิทยาเรื่องวิวัฒนาการและวิชาสังคมศึกษา เรื่องประชาธิปไตย	53
8 แบบแผนการวิจัย	88
9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาภายหลังจาก การทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	94
10 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ และคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม	95
11 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ ภายหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	96
12 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองกับ ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	97
13 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ภายหลังจากการ ทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	98
14 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา	126
15 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ และคณิตศาสตร์	127

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
16	แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์	128
17	แสดงค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง	129
18	แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์	130
19	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาของกลุ่มทดลอง	132
20	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาของกลุ่มควบคุม	132
21	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง	133
22	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุม	133
23	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ของกลุ่มทดลอง	134
24	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ของกลุ่มควบคุม	134
25	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองของกลุ่มทดลอง	135
26	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองของกลุ่มควบคุม	135
27	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง	136
28	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุม	136

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ความคงสภาพของจำนวน	12
2 การจัดกลุ่มการเรียนรู้	13
3 รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เขียนหลายลักษณะและหลายขนาด	15
4 โครงสร้างคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา	19
5 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมาย/จุดประสงค์	20
6 จำนวนที่เป็นส่วนหนึ่งหน่วยและหนึ่งกลุ่ม	24
7 ลำดับชั้นของวิธีสอนแบบวรรณิ	64
8 ลำดับชั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญา ..	82

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญกับนักเรียนทุกคน เพราะนักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป นอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์ยังช่วยเสริมสร้างความมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความรับผิดชอบในงานและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (สิริพร ทิพย์คง. 2541 : 63) และยังเป็นเครื่องมือนำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคม ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่าคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งในการพัฒนาคุณภาพมนุษย์ (เฉลิม รอดเฉย. 2537 : 39) ประกอบกับสังคมไทยในปัจจุบันกำลังมุ่งเน้นและส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งความเจริญดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสนับสนุน (อঞ্জราพรณ เกิดแก้ว. 2535 : 89) ดังนั้นการที่รัฐจัดให้มีการสอนคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาจึงเป็นการวางรากฐานที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง (เฉลิม รอดเฉย. 2537 : 39) ซึ่งหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิด การคำนวณ สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ จึงต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะ ดังนี้

1. มีความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานและมีทักษะในการคิดคำนวณ
2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดออกมาอย่างมีระบบ ชัดเจนและรัดกุม
3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
4. สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิด และทักษะ ที่ได้จากการเรียน

คณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในชีวิตประจำวัน (กรมวิชาการ. 2535 : 18)

การจัดการเรียนการสอนนั้น ถ้านักเรียนได้รับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องแล้ว ย่อมจะช่วยให้เขามีทักษะในการเรียน ทักษะในการคิดคำนวณและคาดคะเน รู้จักสังเกต รู้จักคิด วิเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ และรู้จักตัดสินใจอย่างมีเหตุผลเพื่อแก้ไขปัญหาลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งจะทำให้เด็ก ๆ ทั้งหลายเกิดความมั่นใจ เกิดความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ ตลอดจนสามารถแสดงความรู้ที่นึกคิดได้อย่างมีระบบ เป็นระเบียบ ประณีต แม่นยำ และรวดเร็ว อันจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคมซึ่งจะช่วยทำให้คนเราสามารถประกอบอาชีพ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและดำรงชีวิตอยู่กันอย่างสันติสุข (วรณี โสมประยูร. 2541 : 15 - 16)

ในปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จากผลการประเมินจึงพอจะกล่าวได้ว่ายังไม่ประสบผลสำเร็จ เพราะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งจากผลการประชุมปฏิบัติการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนกลุ่มทักษะ (คณิตศาสตร์) ระดับประถมศึกษา โครงการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอน ปี 2537 พบว่า ปัญหาในการเรียนคือ นักเรียนขาดทักษะการคิดคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร) คิดไม่คล่อง คิดเลขช้า ไม่เข้าใจบทเรียนหรือเนื้อหาบางเรื่อง เช่น เรื่องหาร ภาษาไม่ดี อ่านหนังสือไม่ออกหรือไม่คล่อง เขียนเลขกลับทิศทาง (กรมวิชาการ. 2538 : 34) สาเหตุที่ทำให้การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษาของประเทศไทยไม่ประสบผลสำเร็จเป็นที่น่าพอใจ อาจมาจากหลายสาเหตุประกอบกัน เช่น ครูขาดความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใช้วิธีการสอนแบบบรรยายอย่างเดียว สอนเร็วเกินไป ไม่สนใจนักเรียนที่เรียนอ่อน ขาดการเตรียมการสอนและมุ่งจะหาคำตอบมากกว่ากระบวนการ ในส่วนที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียนนั้น อาจมาจากผู้เรียนคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก นักเรียนไม่ชอบทำแบบฝึกหัด ขาดความเข้าใจที่แท้จริง อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เรียนคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี อีกประการหนึ่งคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ผู้เรียนจะต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผล จึงจะเรียนรู้และเข้าใจพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ได้ (นิยมชาติ รสโสภา. 2537 : 2 - 3) ซึ่งในด้านการให้การศึกษาเกี่ยวกับตัวผู้เรียนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญเพราะธรรมชาติของนักเรียนมีความแตกต่างด้านสมรรถภาพสมอง (Mental Ability) บุคลิกภาพ (Personality) เจตคติ (Attitude) ตลอดจนความสนใจและพฤติกรรมด้านอื่น ๆ (อารีย์ รุ่งนิมิตร. 2537 : 3 ; อ้างอิงจาก Bingham. 1937 : 25 - 26) ซึ่งเป็นผลมาจากการสั่งสมประสบการณ์การฝึกฝนความรู้มาตั้งแต่เกิด ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจำเป็นจะต้องคำนึงถึงความสามารถทางสติปัญญา และความสามารถทางการเรียนของแต่ละบุคคลด้วย (อารีย์ รุ่งนิมิตร. 2537 : 3 ; อ้างอิงจาก Moskowitz and Orgal. 1967 : 247)

นักการศึกษาตระหนักในปัญหาการเรียนการสอนจึงหันมาให้ความสำคัญกับการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้มีศักยภาพตามความแตกต่างของบุคคลในการเป็นผู้รอบรู้ มีความสามารถหลาย ๆ ด้าน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences Theory) ที่มุ่งส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในทุกด้าน โดยคำนึงถึงศักยภาพของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน ให้มีความสามารถหรือสติปัญญาในการผสมผสานการใช้สติปัญญาด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งทฤษฎีพหุปัญญาตามแนวคิดของการ์ดเนอร์ (Gardner) เชื่อว่า แต่ละคนมีความสามารถหรือสติปัญญาอย่างน้อย 8 ด้าน ได้แก่ ด้านภาษา ด้าน การใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ ด้านเนื้อหาหามิติสัมพันธ์ ด้านการเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ ด้านดนตรี ด้านการเข้ากับผู้อื่น ด้านการเข้าใจตนเอง ด้านความเข้าใจในธรรมชาติ และเชื่อว่าในตัวบุคคลจะมีความสามารถหรือสติปัญญาด้านต่าง ๆ ในระดับหนึ่งแต่ละด้านไม่เท่ากัน และมีการผสมผสานความสามารถต่าง ๆ เหล่านี้ในตัวเองที่

แตกต่างกันด้วย (สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 135) ในการจัดการเรียน การสอนตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาต้องการจะให้นักเรียนพัฒนาสติปัญญาหลาย ๆ ด้าน พร้อมทั้งให้ สติปัญญาเหล่านั้นได้รับการเชื่อมโยงบูรณาการกันทำให้เกิดปัญหาหลาย ๆ ด้านอย่างต่อเนื่อง สติปัญญาด้านหนึ่งเสริมหรือกระตุ้นอีกด้านหนึ่ง (กมล สดประเสริฐ. 2540 : 12) ซึ่งการสอนตาม แนวทฤษฎีพหุปัญญาดังกล่าวไม่มีรูปแบบของวิธีสอนที่เฉพาะเจาะจง จะต้องนำมาประยุกต์ใช้กับวิธี สอนต่าง ๆ ซึ่งวิธีสอนนั้นจะต้องเป็นวิธีที่สามารถจะบูรณาการสติปัญญาต่าง ๆ ผสมผสานเข้าด้วย กัน เพื่อส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนให้พัฒนาสติปัญญาหลาย ๆ ด้าน ซึ่งสอดคล้องกับวิธีสอน แบบวรรณี ที่เป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งเน้นให้เกิดผลการเรียนรู้ทางสติปัญญาหลายด้านในลักษณะ ผสมผสาน หรือบูรณาการเป็นหลัก เพื่อให้ นักเรียน รู้จักเรียนและทำงานอย่างมีระเบียบ และเป็น ระบบอันจะส่งผลช่วยให้ยกระดับศักยภาพในการเรียนรู้ หรือมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้อย่าง สมบูรณ์ทุก ๆ ด้าน (วรรณี โสมประยูร. 2541 : 18)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการศึกษาผลการพัฒนาความสามารถ ทางสติปัญญาบางด้านตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีสอนแบบ วรรณี จะมีผลการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาขึ้นมาน้อยเพียงใด และขณะเดียวกันผู้วิจัย สนใจศึกษาความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธี สอนแบบวรรณี กับวิธีสอนแบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและ คณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียน โดยวิธีสอนแบบวรรณี กับวิธีสอนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่ เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณี กับวิธีสอนแบบปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสัมพัทธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจ ตนเองกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณี กับ วิธีสอนแบบปกติ
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธี สอนแบบวรรณี กับวิธีสอนแบบปกติ

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลจากการวิจัยในครั้งนี้จะทำให้ทราบว่าความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา ด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ ด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ และด้านการเข้าใจในตนเอง พัฒนาได้มากน้อยเพียงใด
2. การวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับครูในการปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเศษส่วน ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
3. การวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางสำหรับผู้บริหารในการวางแผนการสอนคณิตศาสตร์ในเรื่องพหุปัญญา

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ของโรงเรียนเดชนุสรณ์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนจำนวน 41 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 21 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ วิธีสอน จำแนกเป็น 2 วิธี

3.1.1 วิธีสอนแบบวรรณิ

3.1.2 วิธีสอนแบบปกติ

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่

3.2.1 ความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา

3.2.2 ความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและ

คณิตศาสตร์

3.2.3 ความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์

3.2.4 ความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง

3.2.5 ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เศษส่วน ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ใช้เวลาทดลอง 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 3 คาบ คาบละ 20 นาที รวม 60 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถทางสติปัญญาตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา หมายถึง ความสามารถทางด้านความคิดของบุคคลที่ได้จากการฝึกฝนสะสมกันของประสบการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับการเรียนการสอนในโรงเรียน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้หมายถึงความสามารถทางด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ความสามารถด้านภาษา เป็นความสามารถในการเข้าใจคำศัพท์ มีความสามารถในการอ่านและเข้าใจความหมายของภาษาได้ถูกต้องวัดด้วยแบบทดสอบคำตรงข้าม และแบบทดสอบตีความ

1.2 ความสามารถด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการพิจารณาความสัมพันธ์ของสถานการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้เพื่อหาข้อสรุป โดยอาศัยหลักการและเหตุผล วัดด้วยแบบทดสอบสรุปความและแบบทดสอบอุปมาอุปไมย

1.3 ความสามารถด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ ตลอดจนสามารถประกอบภาพได้อย่างถูกต้องโดยใช้จินตนาการ วัดด้วยแบบทดสอบหมุนภาพ และแบบทดสอบประกอบภาพ

1.4 ความสามารถด้านการเข้าใจตนเอง เป็นความสามารถในการประเมินความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับตนเองในด้านที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการรับรู้ความสามารถของตนเอง ว่าตนมีความแน่ใจว่าจะทำคณิตศาสตร์ข้อนั้น ๆ ได้หรือไม่ แน่ใจในระดับใด

2. ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำหลักเกณฑ์และมโนทัศน์ (Concept) ทางคณิตศาสตร์มาใช้ได้อย่างแม่นยำ ซึ่งสามารถวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 3 ด้าน คือความเข้าใจในหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดคำนวณ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. วิธีสอนแบบวรรณิ หมายถึง รูปแบบวิธีการสอนที่ดำเนินการสอนโดยนำกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการจัดเป็นกระบวนการอย่างมีระบบ มี 8 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นทบทวน 3) ขั้นสอน 4)ขั้นสรุป 5) ขั้นสร้างเจตคติ 6) ขั้นนำไปใช้ 7) ขั้นฝึกทักษะ และ 8) ขั้นประเมินผล

4. วิธีสอนแบบปกติ หมายถึง วิธีสอนที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่กำหนดไว้ในคู่มือครุคณิตศาสตร์ ฉบับกระบวนการสมบูรณ์แบบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเศษส่วน ของ สมศักดิ์ ถินธุระเวชญ์ และคณะ

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาของนักเรียนที่เรียน โดยวิธีสอนแบบวรรณิ สูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ
2. ความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ
3. ความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหาดีสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียน โดยวิธีสอนแบบวรรณิสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ
4. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง กับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยวิธีสอนแบบวรรณิสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ
5. ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแยกตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง
 - 1.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
 - 1.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน
 - 1.3 เอกสารและทฤษฎีเกี่ยวกับสถิติปัญหา
 - 1.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบวรรณิ
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน
 - 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถิติปัญหา
 - 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบวรรณิ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

ความหมายของคณิตศาสตร์

/ ราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 162) ให้ความหมายวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529 : 1) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มของวิชาต่าง ๆ ได้แก่ เลขคณิต เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณ ขนาด รูปร่าง และความสัมพันธ์โดยการใช้จำนวนเลขและสัญลักษณ์เป็นเครื่องช่วย

เวบสเตอร์ (ฟ่องไส ห่อทอง. 2538 : 9 ; อ้างอิงจาก Webster. 1980 : 1110) อธิบายว่าคณิตศาสตร์ หมายถึง กลุ่มของวิชาต่าง ๆ ได้แก่ เลขคณิต เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณ ขนาด รูปร่างและความสัมพันธ์ คุณสมบัติ ฯลฯ โดยการใช้จำนวนเลข และสัญลักษณ์

ดังนั้น คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับจำนวน พีชคณิต การวัดและเรขาคณิตที่มีความสัมพันธ์กันกับการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นอย่างเป็นระบบ มีเหตุมีผล มีหลักการและวิธีการ เพื่อใช้สื่อความหมายและความเข้าใจอย่างเป็นสากล

ความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์

ในการสอนคณิตศาสตร์ ครูควรศึกษาถึงความมุ่งหมายของการสอนให้เข้าใจเพื่อจะได้ทำการสอนนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุความมุ่งหมายที่ตั้งไว้

แครมเมอร์ (พิทยา การะเจดีย์. 2541 : 15 - 16 ; อ้างอิงจาก Kramer. 1966 : 4) ได้เสนอความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาไว้ดังนี้

1. มีความเข้าใจในโครงสร้างของระบบจำนวนจริง แนวคิดเบื้องต้นทางเรขาคณิต และหลักการที่เป็นรากฐานของกระบวนการคณิตศาสตร์เบื้องต้น

2. มีความรู้เกี่ยวกับศัพท์ และสัญลักษณ์เกี่ยวกับปริมาณ กราฟ มาตรการส่วน แผนผัง และรูปร่างเรขาคณิตและการวัด

3. มีทักษะในการคิดคำนวณอย่างมีเหตุผล คิดคำนวณได้อย่างรวดเร็ว การทดสอบคำตอบ และนำไปใช้ประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาในวิชานั้น ๆ และชีวิตประจำวัน

4. ให้มีเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่พึงประสงค์

5. ให้มีความเชื่อมั่นในเหตุผล

มิเชลลิส และคนอื่น ๆ (สุรัชย์ ขวัญเมือง. 2522 : 8 ; อ้างอิงจาก Michaelis and others. 1967 : 192) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาควรมีความมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) เกี่ยวกับจำนวน โครงสร้างของระบบจำนวน ความสัมพันธ์ การกระทำและเพื่อให้นักเรียนสามารถที่จะสรุปกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ได้

2. เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ

3. เพื่อให้นักเรียนมีความซาบซึ้งในวิธีการที่มนุษย์เกี่ยวข้องกับระบบ และเครื่องมือของการวัด เพื่อสนองความต้องการของเขาและเพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายและกระบวนการของการวัด

4. เพื่อให้นักเรียนซาบซึ้งในวิชาคณิตศาสตร์ ในฐานะที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม และเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจคณิตศาสตร์ในแง่ที่เป็นภาษาที่แสดงและบันทึกเกี่ยวกับปริมาณได้

5. เพื่อให้นักเรียนซาบซึ้งและสนุกสนานในคณิตศาสตร์ และมีความเข้าใจทฤษฎีและนำไปปฏิบัติได้

แฟร์ และฟิลิปส์ (พิทยา การะเจดีย์. 2541 : 15 ; อ้างอิงจาก Fehr and Philips. 1972 : 3 - 5) ได้สรุปเป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้คือ

1. เพื่อให้เข้าใจในคณิตศาสตร์

2. เพื่อให้เด็กมีทักษะในการคิดคำนวณ

3. เพื่อให้เด็กสามารถแก้ปัญหาได้

จากความมุ่งหมายในการสอนคณิตศาสตร์ตามทักษะของบุคคลต่าง ๆ ดังกล่าวมาเห็นได้ว่าความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาชั้นต้นต้องการให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ มีหลักการ กระบวนการ และเลือกวิธีการที่ดีที่สุดนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาได้ถูกต้องในชีวิตประจำวัน ด้วยความมีเหตุผล ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด และนำไปสู่การปฏิบัติ ตลอดจนมีเจตคติที่ดี ดังนั้นการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาควรให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด มีทักษะในการคิดคำนวณ มีเหตุผล สามารถแก้ปัญหาและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากที่สุดวิชาหนึ่งในการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาคนหรือทรัพยากรมนุษย์เข้าสู่สังคมใหม่ในยุคโลกาภิวัตน์ ที่ทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัวเราต้องพัฒนาขึ้นโดยอาศัยวิชาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทันสมัยแทบทั้งสิ้น เพราะคณิตศาสตร์จะเป็นเครื่องมือสำคัญอันจะนำมาซึ่งความรู้ หรือศิลปะวิชาการทุกแขนงไม่ว่าจะเป็นด้านวิทยาศาสตร์ หรือสังคมศาสตร์ก็ตาม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของคนเราเกือบทุกขณะของการดำรงชีวิตอีกด้วย (วรรณิ โสมประยูร. 2541 : 1)

ยุพิน พิพิธกุล (2524 : 1 - 2) ได้สรุปความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการพิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดเป็นจริงหรือไม่
2. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง ที่ใช้สัญลักษณ์อย่างรัดกุม สื่อความหมายได้ถูกต้องโดยใช้ตัวอักษร แสดงความหมายแทนความคิด เป็นเครื่องมือที่ใช้ฝึกทางสมอง ซึ่งสามารถช่วยให้เกิดการกระทำการในการคิดคำนวณตลอดจนการแก้ปัญหา
3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง มีเหตุผลใช้อธิบายข้อคิดต่าง ๆ ที่สำคัญได้ เช่น สัจพจน์ คุณสมบัติและกฎต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดที่เป็นรากฐานในการพิสูจน์เรื่องอื่นต่อไป
4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีแบบแผน ในการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์นั้นต้องคิดอยู่ในแบบแผน มีรูปแบบไม่ว่าจะคิดเรื่องใดก็ตาม ทุกขั้นตอนสามารถตอบได้ และจำแนกออกมาให้เห็นจริงได้
5. คณิตศาสตร์ถือได้ว่าเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง เพราะคณิตศาสตร์มีความเป็นระเบียบ มีความกลมกลืน

วรรณิ โสมประยูร (รัชนี มณีโกศล. 2540 : 9 - 10 ; อ้างอิงจาก วรรณิ โสมประยูร. 2534 : 220 - 224) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. มีประโยชน์ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น การซื้อขาย การดูเวลา ค่าแรง ค่านายหน้า ดอกเบี้ย เป็นต้น
2. ช่วยให้เข้าใจโลก เช่น การเข้าใจการโคจรของโลก น้ำขึ้นน้ำลง ฤดูกาลต่าง ๆ การคำนวณทิศทางลม และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่นอกโลก
3. ช่วยสร้างเจตคติที่ถูกต้องทางภาษาโดยจะช่วยให้ผู้เรียนแสวงหาความจริงความถูกต้อง การรู้จักนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์
4. คณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์
5. คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมส่วนหนึ่งที่คนรุ่นก่อนได้คิดสร้างสรรค์ไว้ และถ่ายทอดให้คนรุ่นหลัง การศึกษาคณิตศาสตร์จึงเป็นการศึกษาวัฒนธรรม อารยธรรม

คณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญ และมีประโยชน์ในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังจะสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ สร้างสรรค์ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผลและใช้ภาษาในการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และเหมาะสมตั้งแต่ระดับประถมศึกษา เพื่อช่วยเสริมสร้างความคิดอย่างมีเหตุผล และมีระเบียบแบบแผน

ทฤษฎีการสอนและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

โสภณ บารุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520 : 22 - 23) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญมี 3 ทฤษฎีด้วยกัน

1. ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory) เชื่อว่าเด็กจะเรียนรู้ได้โดยการฝึกสิ่งนั้นซ้ำหลายๆ ครั้ง การสอนเริ่มโดยครูให้ตัวอย่างบอกสูตรหรือกฎเกณฑ์ได้ แล้วเน้นให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดมาก ๆ จนชำนาญ นักการศึกษาปัจจุบันยอมรับว่า การฝึกฝนมีความจำเป็นในการสอน เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาทักษะ แต่ก็ได้ชี้ให้เห็นว่าทฤษฎีนี้มีข้อบกพร่องอยู่หลายประการ คือ

- 1) เด็กต้องท่องจำกฎเกณฑ์ สูตร ซึ่งเป็นเรื่องยากสำหรับเด็ก
- 2) เด็กไม่อาจจดจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วทั้งหมด
- 3) เด็กขาดความเข้าใจในสิ่งที่เรียน เป็นเหตุให้เกิดความลำบาก สับสนในการคิดคำนวณ แก้ปัญหาและสิ่งที่ยาก ๆ

2. ทฤษฎีแห่งการเรียนรู้ที่เป็นจริง (Incidental Learning Theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าเด็กจะเรียนได้ดีเมื่อเกิดความต้องการหรืออยากรู้เกิดขึ้น ดังนั้นกิจกรรมการเรียนควรจัดขึ้นตามเหตุการณ์ที่บังเกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชน ซึ่งเด็กได้ประสบกับตัวเอง แต่ข้อบกพร่องของทฤษฎีนี้คือ ในการปฏิบัติจริงเหตุการณ์จะเกิดขึ้นไม่บ่อยนักจึงทำให้ทฤษฎีนี้ไม่เกิดผล

3. ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaning Theory) ทฤษฎีนี้เป็นหัวใจของเด็กในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และเชื่อว่าเด็กจะเรียนรู้และเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดี เมื่อสิ่งนั้นมีความหมายต่อตัวเอง และเป็นเรื่อง que เด็กได้เห็นและปฏิบัติในสังคมประจำวันของเด็ก และจากผลการค้นคว้าและวิจัยเรื่องการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาของนักการศึกษาทั้งหลาย ปรากฏว่าผลการสอนเด็กในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 2 ตามทฤษฎีนี้ เด็กจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด

ประยูร อาษานาม (2537 : 13 - 18) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่ให้หลักการและแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการสอนคณิตศาสตร์ของนักทฤษฎีหลายคน ได้แก่ ทฤษฎีของเปียเจ บรูเนอร์ ออซูเบล กาเย่ และคีนส์ ดังมีรายละเอียดดังนี้

เปียเจ (Piaget. 1966)

เปียเจเป็นนักจิตวิทยาและนักปรัชญาชาวสวิส ซึ่งสนใจพัฒนาการด้านสติปัญญา (Cognitive) ของเด็ก การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องนี้ของเขาใช้เวลานานสิบปีได้ให้หลักการเรียนรู้แก่เรามากซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้คือ

1. เด็กเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและทางสังคม
2. การเรียนรู้เป็นเรื่องของแต่ละบุคคล ตัวผู้เรียนเองเท่านั้นที่ทราบว่าตัวเองเรียนรู้
3. พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กมี 4 ระดับ คือ

ก. Sensori-Motor Stage (อายุ 0 - 2 ปี) ระยะเวลาเป็นช่วงที่เด็กมีพัฒนาการเกี่ยวกับการสัมผัสและการเคลื่อนไหว

ข. Pre-Operational Stage (อายุ 2 - 6 ปี) เป็นระยะที่เด็กเริ่มเข้าใจภาษา อากัปกริยาของคนใกล้ชิด เป็นช่วงเวลาที่เด็กสร้างเสริมบุคลิกภาพของตนเอง เด็กรู้จักให้เหตุผลแต่ก็อธิบายไม่ได้เด่นชัด

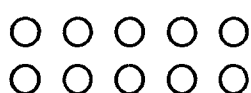
ค. Concrete Stage (อายุ 6 - 12 ปี) ระยะเวลาเด็กเริ่มเข้าใจในการจัดหมวดหมู่ การจำแนก การเรียงลำดับ จำนวน มิติ และความสัมพันธ์ การให้เหตุผลของเด็กวัยนี้จะอาศัยสิ่งที่ตนมองเห็น เด็กยังให้เหตุผลเกี่ยวกับอารยธรรมไม่ได้

ง. Formal Operation Stage (อายุ 12 ปีขึ้นไป) ระยะเวลาเป็นระยะที่เด็กเริ่มรู้จักอธิบายเหตุผลอย่างสมเหตุสมผล

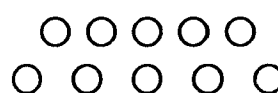
จากพัฒนาการทางสติปัญญาทั้ง 4 ระยะของเด็ก เราจะเห็นว่า การสอนคณิตศาสตร์ขั้นต้น เช่น เซต การนับ เป็นต้น เมื่อเด็กอยู่ในระดับพัฒนาการระยะที่ 3 การเรียนการสอนจำเป็นต้องใช้วัสดุหรือของจริงประกอบการสอนเพื่อให้เด็กเกิดการค้นพบ

นอกจากนั้นเป็ยเจให้ข้อเสนอแนะว่าเด็กจะเรียนการบวกได้ก็ต่อเมื่อเข้าใจการคงสภาพ (Conservation) ของจำนวน การสอนความหมายของการลบในลักษณะการย้อนกลับของการบวก (Additive Inverse) เช่น จาก $3 + 2 = 5$ เด็กจะเข้าใจหรือหาผลต่างในลักษณะ $5 - \square = 2$ หรือ $5 - \square = 3$ ได้ก็ต่อเมื่อเด็กมีพัฒนาการถึงระดับมีวุฒิภาวะเกี่ยวกับเรื่องการคิดย้อนกลับ (Reversibility) แล้ว หรือแม้จากประโยคคณิตศาสตร์ $3 + 2 = 5$ เด็กจะหาคำตอบของ $5 = 2 + \square$ หรือ $2 + \square = 5$ ไม่ได้ถ้าไม่มีวุฒิภาวะเกี่ยวกับการคิดย้อนกลับ

การตรวจสอบว่านักเรียนจะเข้าใจความคงสภาพของจำนวนสามารถทำได้ดังนี้ คือ ใช้เหรียญบาทจำนวน 10 เหรียญจัดเรียงแถวละ 5 เหรียญ ดังภาพประกอบ 1 (ก) ถามเด็กว่าจำนวนเหรียญทั้งสองแถวเท่ากันหรือไม่ เมื่อเด็กเห็นว่าเท่ากันแล้วจัดเรียงแถวใดแถวหนึ่งใหม่ให้มีระยะห่างระหว่างเหรียญกว้างกว่าเดิม ดังภาพประกอบ 1 (ข) แล้วสอบถามเด็กใหม่อีกครั้งหนึ่ง ถ้าเด็กเห็นว่าจำนวนเหรียญยังคงเท่ากันก็แสดงว่าเข้าใจความคงสภาพของจำนวน



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 1 ความคงสภาพของจำนวน

บรูเนอร์ (Bruner, 1975)

บรูเนอร์ นักปรัชญาชาวอเมริกันเป็นเจ้าตำรับการเรียนรู้จากการค้นพบ (Discovery) หลักการเรียนรู้ที่สำคัญของบรูเนอร์ได้แก่ การเน้นโครงสร้าง (Structure) ของเนื้อหาวิชาและกระบวนการ (Process) ของการแก้ปัญหา มากกว่าการเน้นผล (Product) ของพฤติกรรม บรูเนอร์ กล่าวว่า การเข้าใจโครงสร้างของความรู้จะช่วยให้เด็กมีความรู้แจ้งสามารถประยุกต์เนื้อหาวิชาได้ ทำให้มีความทรงจำได้เป็นระยะเวลานาน นอกจากนั้นการเข้าใจโครงสร้างยังเป็นการจัดความรู้ให้มีระบบระเบียบ บรูเนอร์เสนอแนะให้คำนึงถึงความพร้อม (Readiness) ของผู้เรียนในแง่ของการจัดประสบการณ์ของการเรียนให้มีลำดับความยากง่ายและความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมและควรควรคำนึงถึงความสนใจของผู้เรียนด้วย บรูเนอร์ยังได้เสนอแนะวิธีการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ขั้นคือ

1. การใช้ของจริงอธิบายหรือแสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งบรูเนอร์ เรียกว่า Enactive Representation หรือ Concrete Representation
2. การใช้รูปภาพอธิบายหรือแสดงทางคณิตศาสตร์ (Iconic Representation หรือ Pictorial Representation)
3. การใช้สัญลักษณ์อธิบายหรือแสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Symbolic Representation)

ถ้าครูจะยึดหลักการสอนของบรูเนอร์แล้ว การสอนคณิตศาสตร์ควรเริ่มจากการใช้วัสดุหรือของจริงประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน เมื่อเด็กเข้าใจดีแล้วจึงใช้สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายแทนแสดงมโนทัศน์

ออซูเบล (David P. Ausubel)

นักจิตวิทยาชาวอเมริกันผู้นี้เชื่อว่าความสำคัญของการให้การศึกษา คือ การให้ความรู้ที่ถูกต้อง ชัดเจน และต้องเป็นความรู้ที่รวบรวมไว้อย่างมีระเบียบ วิธีการที่จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้ มีหลักการอยู่ 2 ประการ คือ

1. การจัดความรู้ให้มีโครงสร้างที่เหมาะสม
2. การจัดลำดับความยากง่ายของความรู้เหมาะสม

ออซูเบล เสนอแนะวัตถุประสงค์ที่สำคัญของการศึกษา 2 ข้อ คือ

1. การกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้ ใฝ่รู้ ศึกษาหาความรู้และเก็บรักษาความรู้ไว้ให้ได้ยาวนานที่สุด
2. ความสามารถในการให้ความรู้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพประกอบ 2 ซึ่งออซูเบลจัดกลุ่มจากการเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote Learning) การเรียนรู้แบบรู้ความหมาย (Meaningful Learning) การเรียนรู้จากการบอกเล่า (Reception Learning) และการเรียนรู้จากการค้นพบ (Discovery Learning)

	การบอกเล่า	การค้นพบ
การท่องจำ	I	II
การรู้ความหมาย	III	IV

ภาพประกอบ 2 การจัดกลุ่มการเรียนรู้

จากกลุ่มการเรียนรู้ทั้ง 4 กลุ่มของการเรียนรู้แบบรู้ความหมาย-การค้นพบ (Meaningful Discovery Learning) จะเป็นลักษณะการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ที่นักเรียน ควรจะได้รับการฝึกฝน

ความคิดเห็นที่น่าสนใจของออซูเบลอีกประการหนึ่งคือการให้ความรู้แก่เด็กควรคำนึงถึงประสบการณ์ในอดีตหรือความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นบรรทัดฐานสำคัญที่จะให้เด็ก มีความพร้อมในการเรียนความรู้ใหม่

ออซูเบลเชื่อว่าเด็กอายุต่ำกว่า 12 ปี ต้องเรียนรู้จากของจริง การทดลองหรือปฏิบัติ จะช่วยให้เด็กเข้าใจสิ่งที่เรียนได้อย่างชัดเจน เด็กหลังวัยเรียนระดับประถมศึกษาจะสามารถเรียนรู้ได้จากการสนทนา การอภิปราย และกิจกรรมที่น่าสนใจ ดังนั้นการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาอุปกรณ์การสอนจึงเป็นส่วนสำคัญ

กาเย่ (Robert M. Gagne')

นักปรัชญาชาวอเมริกันผู้นี้ได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการสอนแบบชี้แนะเพื่อให้เกิดการค้นพบ (Guided Discovery) บรูเนอร์เน้นกระบวนการ (Process) แต่ กาเย่มีความเห็นตรงข้ามกับบรูเนอร์คือกาเย่มุ่งเน้นผล (Product) ของพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียน กาเย่ สนใจว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร การเรียนการสอนจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าจะให้เด็กสามารถแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์อะไรบ้าง กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวความคิดของกาเย่จะเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การวิเคราะห์พื้นความรู้เดิมของเด็ก การจัดลำดับขั้นของการเรียนโดยการชี้แนะจากครู การจัดกิจกรรมการเรียนตามความถนัดหรือวิธี (Style) การเรียนของผู้เรียน และการประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของผู้เรียน

กาเย่ เชื่อว่าเด็กจะเรียนมโนทัศน์ใหม่เมื่อเด็กได้เรียนมโนทัศน์ย่อย ซึ่งเป็นพื้นฐานของมโนทัศน์นั้นเสียก่อน ดังนั้น การจัดประสบการณ์การเรียนอย่างมีระบบจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง แนวความคิดของกาเย่จึงเป็นแบบฉบับของการเรียนการสอนระบบโปรแกรม

นอกจากนั้นกาเย่เชื่อว่าสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้ผู้เรียนเก็บรักษาความรู้ (Retention) ไว้ได้นานมีอยู่ 3 ประการ คือ

1. กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความพึงใจ
2. การเข้าใจอย่างชัดเจน
3. การจำแนกความรู้เดิมและความรู้ใหม่

ดีนส์ (Dienes. 1975)

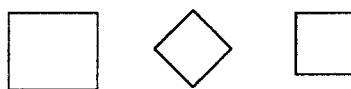
นักคณิตศาสตร์ผู้มีชื่อเสียงในประเทศออสเตรเลีย อังกฤษ แคนาดา และสหรัฐอเมริกา ดีนส์ได้เสนอหลัก 4 ประการในการสอนคณิตศาสตร์

1. The Dynamic Principle เด็กจะเรียนรู้จากการเล่นหรือกิจกรรม 3 ระดับ คือ การเล่นเกมหรือกิจกรรมที่ไม่มีกติกาแน่นอน แต่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แฝงอยู่ หลังจากนั้นเด็กจะ

เรียนรู้จากการเล่นหรือกิจกรรมที่มีกติกาหรือระเบียบและเป็นขั้นที่เด็กจะเริ่มเข้าใจมโนทัศน์ อาจรู้โดยการใช้ญาณ (Intuition) และในขั้นสุดท้ายเด็กจะเรียนรู้จากการฝึกหัดซึ่งมุ่งให้เรียนรู้มโนทัศน์ที่ต้องการโดยตรง

2. The Constructive Principle ความรู้หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนอยู่ในสภาพที่ช่วยให้เกิดความนึกคิดที่จะแก้ปัญหา แม้ว่าเด็กจะไม่มีความคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytic Thinking) หรือไม่สามารถจะประเมินอย่างมีเหตุผล (Logical Judgment) ได้ เด็กจะสามารถรับรู้มโนทัศน์ได้โดยญาณ

3. The Mathematical Variability Principle จากหลักการที่ว่าตัวแปรทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างคงที่ แม้ตัวแปรต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงได้ การช่วยให้เด็กเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ควรใช้วิธีการหลาย ๆ วิธี แต่จำเป็นต้องรักษาความบริบูรณ์หรือสภาพของมโนทัศน์ให้คงเดิม ตัวอย่างเช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสอาจเขียนได้หลายลักษณะและหลายขนาดแต่ก็ยังคงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสนั่นเอง ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เขียนหลายลักษณะและหลายขนาด

4. The Perceptual Variability Principle การรับรู้ (Perception) สามารถรับรู้ได้หลายวิธี แต่มโนทัศน์ย่อมคงที่ หลักการข้อนี้หมายความว่าแม้การเสนอมโนทัศน์จากสภาพการณ์หลายสภาพ แต่มโนทัศน์ก็คือสิ่งเดียวกันเช่น ในการสอนสี่เหลี่ยมผืนผ้า การสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าบนกระดานดำ บนกระดานหรือใช้ยางรัดของตรึงบนกระดาน เรขาคณิต (Geoboard) ก็คือสี่เหลี่ยมผืนผ้านั่นเอง ดังนั้นการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เด็กจะต้องเข้าใจสิ่งที่สามารถแทนได้หลายรูปแบบนั้นว่ามีลักษณะร่วมกันหรือกล่าวง่าย ๆ ว่าเป็นสิ่งเดียวกัน

จากทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น ผู้สอนจำเป็นที่จะต้องนำมาพิจารณาในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษาให้เหมาะสมกับอายุ และพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มุ่งให้นักเรียนค้นพบกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง เพื่อที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผลและถูกต้อง

หลักการสอนคณิตศาสตร์

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529 : 24 - 25) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สอนโดยคำนึงถึงความพร้อมของเด็ก คือพร้อมในด้านร่างกาย อารมณ์ สติปัญญา และความพร้อมในแง่ความรู้พื้นฐานที่จะมาต่อเนื่อกับความรู้ใหม่ โดยครูต้องมีการทบทวนความรู้

เดิมเพื่อให้ประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ต่อเนื่องกันจะช่วยให้เด็กเกิดความเข้าใจ และมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนได้ดี

2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องจัดให้เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความสนใจ และความสามารถของเด็กเพื่อมิให้เกิดปัญหาตามในภายหลัง

3. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ครู จำเป็นต้องคำนึงถึงให้มากกว่าวิชาอื่น ๆ ในแง่ความสามารถทางสติปัญญา

4. ควรเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มก่อน เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้จะช่วยให้เด็กมีความพร้อมตามวัย และความสามารถของแต่ละคน

5. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีระบบที่จะต้องเรียนไปตามลำดับขั้น การสอนเพื่อสร้างความคิด ความเข้าใจ ในระยะเริ่มแรกจะต้องเป็นประสบการณ์ที่ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง และทำให้เกิดความสับสนจะต้องไม่นำเข้ามาในกระบวนการเรียนการสอน การสอนจะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่วางไว้

6. การสอนแต่ละครั้งจะต้องมีจุดประสงค์ที่แน่นอนว่า จัดกิจกรรมเพื่อสนองจุดประสงค์อะไร

7. เวลาที่ใช้ในการสอน ควรจะใช้ระยะเวลาพอสมควรไม่นานจนเกินไป

8. ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการยืดหยุ่นได้ ให้เด็กมีโอกาสเลือกทำกิจกรรมได้ตามความพอใจ ตามความถนัดของตน และให้อิสระในการทำงานแก่เด็ก สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งคือ การปลูกฝังเจตคติที่ดีแก่เด็กในการเรียนคณิตศาสตร์ ถ้าเกิดมีขึ้นจะช่วยให้เด็กพอใจในการเรียนวิชานี้ เห็นประโยชน์และคุณค่าย่อมจะสนใจมากขึ้น

9. การสอนที่ดีควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการวางแผนร่วมกับครู เพราะจะช่วยให้ครูเกิดความมั่นใจในการสอน และเป็นไปตามพอใจของเด็ก

10. การสอนคณิตศาสตร์จะดีถ้าเด็กมีโอกาสทำงานร่วมกันหรือมีส่วนร่วมในการค้นคว้า สรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเองร่วมกับเพื่อน ๆ

11. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรสนุกสนานไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ด้วยจึงจะสร้างบรรยากาศที่น่าติดตามให้แก่เด็ก

12. นักเรียนระดับประถมศึกษาอยู่ในระหว่างอายุ 6-12 ปี จะเรียนได้ดีเมื่อเริ่มเรียนโดยของจริง อุปกรณ์ซึ่งเป็นรูปธรรมนำไปสู่นามธรรมตามลำดับ จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ มิใช่จำดังเช่นการสอนในอดีตที่ผ่านมา ทำให้เห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ง่ายต่อการเรียนรู้

13. การประเมินผลการเรียนการสอนเป็นกระบวนการต่อเนื่อง และเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ครูอาจใช้วิธีการสังเกต การตรวจแบบฝึกหัด การสอบถาม เป็นเครื่องมือในการวัดผลจะช่วยให้ทราบข้อบกพร่องของนักเรียน และการสอนของตน

14. ไม่ควรจำกัดวิธีคำนวณหาคำตอบของนักเรียนแต่ควรแนะวิธีคิดที่รวดเร็วและแม่นยำให้ภายหลัง

15. ฝึกให้นักเรียนรู้จักตรวจคำตอบด้วยตนเอง

สมจิต ชิวปรีชา (2529 : 11 - 16) ได้กำหนดหลักการในการสอนคณิตศาสตร์ปัจจุบันไว้หลายประการคือ

1. จัดให้มีการเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ ความพร้อมทางคณิตศาสตร์นับว่าเป็นพื้นฐานของการเริ่มบทเรียน และเป็นพื้นฐานที่จะเรียนบทเรียนต่อไป

2. จัดเนื้อหาโครงสร้างของคณิตศาสตร์ให้ต่อเนื่องกันตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ถึงระดับมัธยมศึกษาหรือมหาวิทยาลัย

3. การสอนเนื้อหาใหม่จะต้องเป็นประสบการณ์และเนื้อหาที่ต่อเนื่องกับประสบการณ์และความรู้เดิมของผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องเห็นความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ เพราะความคิดความเข้าใจจากประสบการณ์เดิมจะช่วยให้เด็กมีเหตุผล มีความเข้าใจและสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. การสอนต้องมีระบบที่จะต้องเรียนไปตามลำดับขั้น

5. ส่งเสริมการสอนโดยใช้สื่อการสอน เนื่องจากการสอนเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น เกิดการเรียนรู้ที่ถาวร

6. จัดการเรียนการสอนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ควรเริ่มจากของจริง (Concrete) ไปสู่สัญลักษณ์ (Symbol)

7. ใช้สัญลักษณ์ใหม่ๆ แทนความหมายของเรื่องราวและถ้อยคำ คณิตศาสตร์ปัจจุบันเน้นถึงคณิตศาสตร์ในลักษณะเป็นนามธรรม ดังนั้น การเริ่มสอนจะต้องให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาแต่ละเรื่องอย่างดี แล้วจึงใช้สัญลักษณ์ หรือถ้อยคำที่เป็นภาษาคณิตศาสตร์

8. ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

9. ใช้วิธีอุปมาในการสรุปหลักเกณฑ์และบทเรียน แล้วนำความรู้ไปใช้ด้วยวิธีนิรนัย

10. เน้นเรื่องความเข้าใจมากกว่าความจำ

11. จัดการสอนเพื่อให้เกิดความรู้ถาวร เมื่อนักเรียนได้แนวคิดที่ถูกต้องแล้วจึงทำแบบฝึกหัด ฝึกคิดอย่างมีเหตุผลและถูกต้อง

12. ฝึกทักษะจากโจทย์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงๆ ในห้องเรียนหรือชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้เด็กรู้จักคิด และนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เป็นประโยชน์

13. มีเทคนิคในการช่วยผู้ให้เด็กสนใจในคณิตศาสตร์

14. ควรจัดบทเรียนให้เหมาะสมกับเด็กแต่ละคน

จากหลักการสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนคณิตศาสตร์นั้นจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจน มีการเตรียมความคาดหวังและจัดการสอนให้เหมาะสมกับความต้องการ ความสนใจและมีระบบ เน้นกระบวนการเพื่อสร้างความคิด ความเข้าใจ มีการฝึกทักษะ ให้นักเรียนค้นคว้า และสรุปด้วยตนเอง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่จำเป็นต้องคำนึงถึงให้มากกว่าวิชาอื่น ๆ ในแง่ความสามารถทางสติปัญญา

หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

มวลประสบการณ์ที่จัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มี 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มทักษะที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ ประกอบด้วย ภาษาไทย และคณิตศาสตร์

กลุ่มที่ 2 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ว่าด้วยกระบวนการแก้ไขปัญหาของชีวิตและสังคม โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อความดำรงอยู่และการดำเนินชีวิตที่ดี

กลุ่มที่ 3 กลุ่มสร้างเสริมลักษณะนิสัย ว่าด้วยกิจกรรมที่เกี่ยวกับการสร้างเสริมนิสัย ค่านิยม เจตคติ และพฤติกรรม เพื่อนำไปสู่การมีบุคลิกภาพที่ดี

กลุ่มที่ 4 กลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ ว่าด้วยประสบการณ์ทั่วไปในการทำงาน และความรู้พื้นฐานในการประกอบอาชีพ

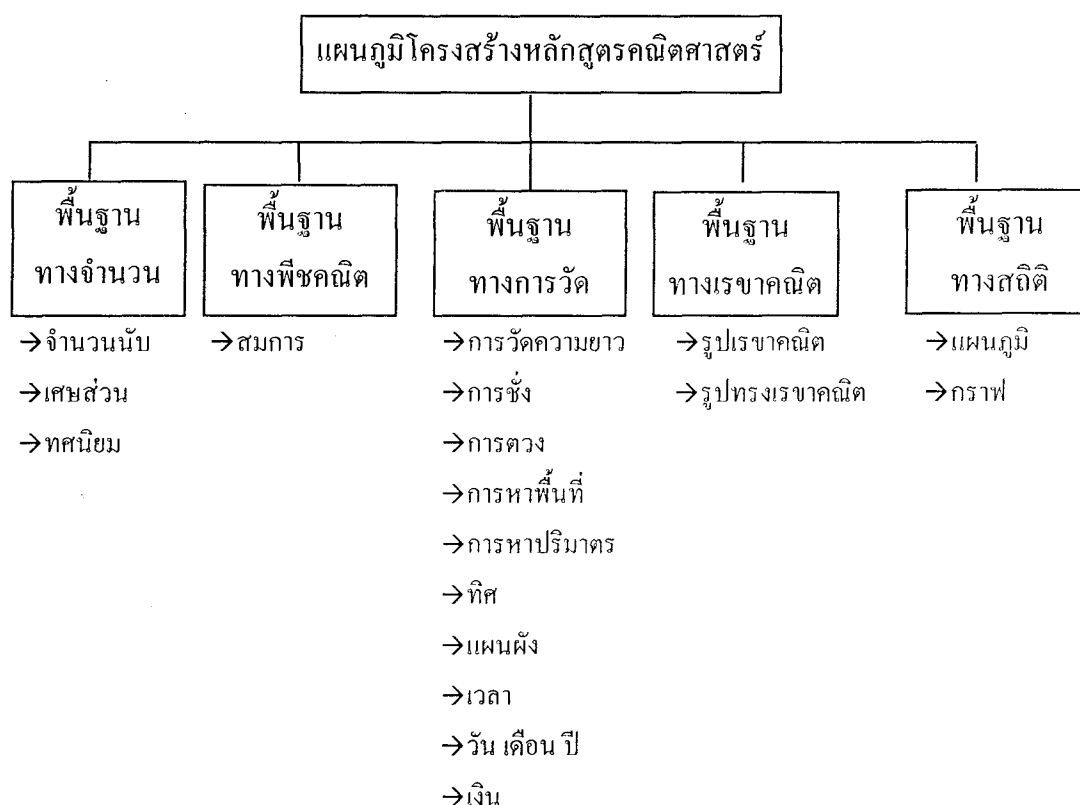
กลุ่มที่ 5 กลุ่มประสบการณ์พิเศษ ว่าด้วยกิจกรรมตามความสนใจของผู้เรียน

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เป็นเครื่องมือการเรียนรู้กลุ่มประสบการณ์ต่าง ๆ ในอันที่จะดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข อีกทั้งยังปลูกฝังให้เป็นคนมีเหตุผล มีความละเอียดรอบคอบและมีวิสัยทัศน์อันกว้างไกลซึ่งจะต้องได้รับการพัฒนาให้ถูกต้องตั้งแต่ระดับประถมศึกษา หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) จึงได้กำหนดให้คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มทักษะที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ เป็นกลุ่มที่มุ่งให้ความรู้และประสบการณ์แก่ผู้เรียน สำหรับเป็นเครื่องมือในการดำรงชีวิต ทั้งในด้านการติดต่อสื่อสาร การคิดคำนวณ การคิดหาเหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนการนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ในการเรียนรู้กลุ่มประสบการณ์อื่น ๆ แล้วแสวงหาความรู้ตามที่ผู้เรียนต้องการ (ราชินี มณีโกศล. 2540 : 10) ดังนั้นครูผู้สอนจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจจุดประสงค์ของหลักสูตรกลุ่มทักษะ (คณิตศาสตร์) ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิด การคำนวณ สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ต่าง ๆ และในการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ (กรมวิชาการ. 2535 : 18)

โครงสร้างคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

เนื้อหาของคณิตศาสตร์ในหลักสูตรประถมศึกษา มีโครงสร้างอันประกอบด้วย พื้นฐานในด้านต่าง ๆ 5 พื้นฐาน คือ

1. พื้นฐานทางจำนวน เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวนนับเศษส่วน ทศนิยม เป็นต้น
2. พื้นฐานทางพีชคณิต เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับพื้นฐานทางจำนวน เช่น สมการ
3. พื้นฐานทางการวัด เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องการวัดความยาว การชั่ง การตวง การหาพื้นที่ การหาปริมาตร ทิศ แผนที่ เวลา วัน เดือน ปี และเงิน เป็นต้น
4. พื้นฐานทางเรขาคณิต เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องรูปเรขาคณิต เป็นต้น
5. พื้นฐานทางสถิติ เป็นพื้นฐานที่มีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องการนำเสนอข้อมูล ในแผนภูมิและกราฟ เป็นต้น (กระทรวงศึกษาธิการ. 2538 : 1)



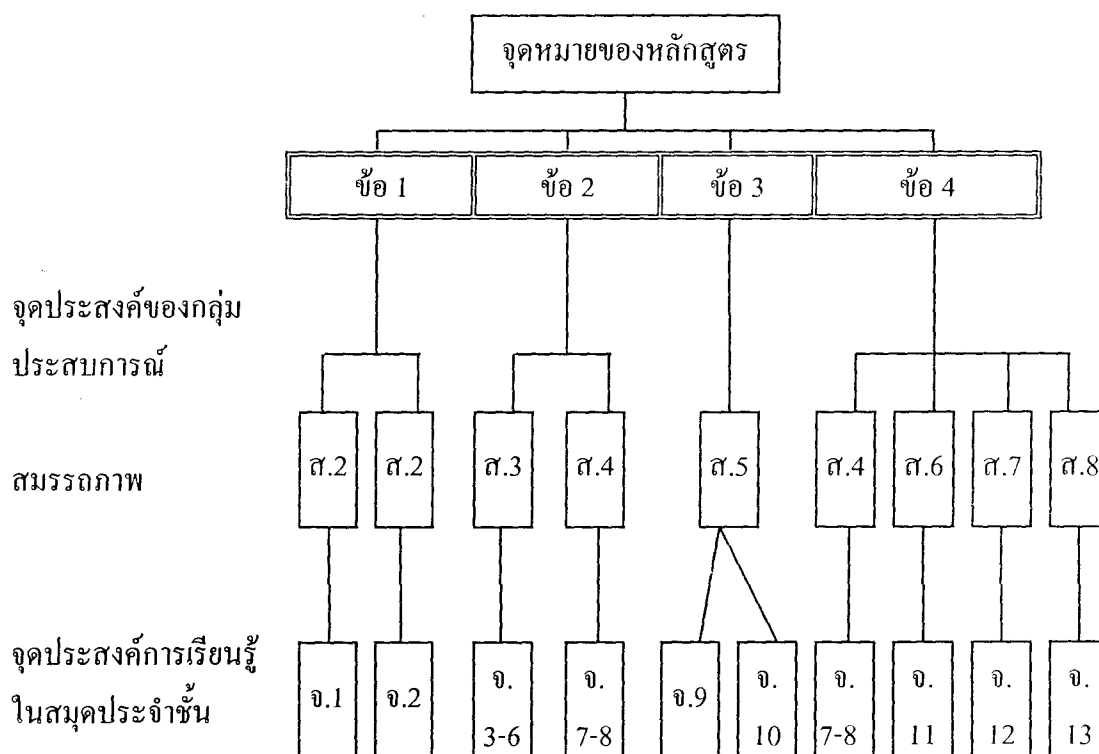
ภาพประกอบ 4 โครงสร้างคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) (กรมวิชาการ. 2535 : 18)

จุดประสงค์การเรียนรู้กลุ่มประสบการณ์ใน ป.02

ในการจัดการเรียนการสอน ครูต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีลักษณะตามที่หลักสูตรต้องการ คือ มีคุณลักษณะครบทั้ง 4 ข้อ ดังนั้นเพื่อให้ครูมีเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอน และสามารถตรวจสอบจุดประสงค์ของกลุ่มประสบการณ์ทั้ง 4 ข้อได้เป็นระยะ ๆ ตลอดทั้งปีจึงมีการนำเอาจุดประสงค์ทั้ง 4 ข้อมาวิเคราะห์ตามลักษณะพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งสิ่งที่ได้มาจากการวิเคราะห์นี้เรียกว่า “สมรรถภาพ” สมรรถภาพของกลุ่มนี้มี 8 ข้อ และนำสมรรถภาพมาสร้างเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้ในสมุดประจำชั้น จำนวน 13 ข้อ เพื่อให้ครูสามารถประเมินผลและนำผลมาพัฒนาการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

ลักษณะจุดประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตรปรับปรุงใหม่ พ.ศ.2533 เป็นจุดประสงค์ที่เน้นกระบวนการ โดยจำแนกพฤติกรรมอย่างเฉียวไม่ระบุเนื้อหา ซึ่งจะเอื้อต่อการปรับเปลี่ยนเนื้อหาให้ทันกับความก้าวหน้าของสังคม (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2536 : 3)

เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างจุดหมาย/จุดประสงค์ในแต่ละระดับ จึงขอแสดงเป็นแผนผังดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2536 : 4)



ภาพประกอบ 5 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหมาย/จุดประสงค์

แต่เนื่องจากการศึกษาระดับประถมศึกษา มี 6 ชั้น ระดับพัฒนาการของพฤติกรรมแต่ละระดับชั้นมีความแตกต่างกัน จึงให้มีการกำหนดเป็นจุดประสงค์แบ่งตามช่วงชั้น คือ ช่วง ป.1 - 2, ป. 3 - 4 และ ป.5 - 6 ชั้นที่อยู่ช่วงเดียวกัน จะใช้จุดประสงค์เดียวกันดังนี้

ตาราง 1 กรอบจุดประสงค์การเรียนรู้ กลุ่มทักษะคณิตศาสตร์

สมรรถภาพ	จุดประสงค์การเรียนรู้ ชั้น ป. 1-2	จุดประสงค์การเรียนรู้ ชั้น ป. 3-4	จุดประสงค์การเรียนรู้ ชั้น ป. 5-6
1. ความรู้ ความเข้าใจ	1. มีความรู้ความเข้าใจ คณิตศาสตร์พื้นฐาน	1. มีความรู้ความเข้าใจ คณิตศาสตร์พื้นฐาน	1. มีความรู้ความเข้าใจ คณิตศาสตร์พื้นฐาน
2. ทักษะการคิด คำนวณ	2. ทักษะการคิดคำนวณ	2. ทักษะการคิดคำนวณ	2. ทักษะการคิดคำนวณ
3. กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	3. มีความสามารถในการ จำแนก 4. มีความสามารถในการ จัดกลุ่ม 5. มีความสามารถในการ หาความสัมพันธ์ 6. มีความสามารถสร้าง ข้อสรุปที่มีเหตุผล	3. มีความสามารถในการ จำแนก 4. มีความสามารถในการ จัดกลุ่ม 5. มีความสามารถในการ หาความสัมพันธ์ 6. มีความสามารถสร้าง ข้อสรุปที่มีเหตุผล	3. มีความสามารถในการ จำแนก 4. มีความสามารถในการ จัดกลุ่ม 5. มีความสามารถในการ หาความสัมพันธ์ 6. มีความสามารถสร้าง ข้อสรุปที่มีเหตุผล
4. การแก้โจทย์ ปัญหา	7. มีความสามารถในการ นำเหตุการณ์ใน ชีวิตประจำวันมาตั้ง เป็นโจทย์คณิตศาสตร์ 8. มีความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหา	7. มีความสามารถในการ นำเหตุการณ์ใน ชีวิตประจำวันมาตั้ง เป็นโจทย์คณิตศาสตร์ 8. มีความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหา	7. มีความสามารถในการ นำเหตุการณ์ใน ชีวิตประจำวันมาตั้ง เป็นโจทย์คณิตศาสตร์ 8. มีความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหา

ตาราง 1 (ต่อ)

สมรรถภาพ	จุดประสงค์การเรียนรู้ ชั้น ป. 1-2	จุดประสงค์การเรียนรู้ ชั้น ป. 3-4	จุดประสงค์การเรียนรู้ ชั้น ป. 5-6
5. เจตคติต่อ คณิตศาสตร์	9. มีความตั้งใจเรียน คณิตศาสตร์ 10. มีความกระตือรือร้น ที่จะเรียนคณิตศาสตร์	9. พอใจที่จะเรียน คณิตศาสตร์ 10. พอใจที่จะทำงาน จะเรียนคณิตศาสตร์	9. เพิ่มพูนความรู้ทาง คณิตศาสตร์ 10. มีความรู้สึกรักมั่นใจใน การใช้คณิตศาสตร์ อย่างมีความหมาย
6. การนำ คณิตศาสตร์ ไปใช้ในชีวิต ประจำวัน	11. มองเห็นความสัมพันธ์ ระหว่างคณิตศาสตร์ กับชีวิตประจำวัน	11. มองเห็นความสัมพันธ์ ระหว่างความรู้ ความเข้าใจและทักษะ ทางคณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน	11. ใช้คณิตศาสตร์ใน ชีวิตประจำวัน
7. ใช้คณิตศาสตร์	12. มองเห็นความสัมพันธ์ ระหว่างคณิตศาสตร์ กับวิชาอื่น	12. มองเห็นความสัมพันธ์ ระหว่างความรู้ความ เข้าใจและทักษะทาง คณิตศาสตร์กับวิชาอื่น	12. ประยุกต์ความคิด และรูปแบบทาง คณิตศาสตร์ เพื่อ เป็นพื้นฐานในการ สร้างความเข้าใจ และแก้ปัญหาใน วิชาอื่น
8. ทักษะการ ปฏิบัติ	13. มีทักษะการปฏิบัติ กิจกรรมทาง คณิตศาสตร์	13. มีทักษะการปฏิบัติ กิจกรรมทาง คณิตศาสตร์	13. มีทักษะการปฏิบัติ กิจกรรมทาง คณิตศาสตร์

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2536). *การวัดและประเมินผลใน
ชั้นเรียนกลุ่มทักษะ - คณิตศาสตร์*. หน้า 4-6 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว.

จากกรอบจุดประสงค์การเรียนรู้ จะเห็นได้ว่า สมรรถภาพทักษะการคิดคำนวณจะมีใน
จุดประสงค์การเรียนรู้ของทุกชั้น ในรายสมรรถภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าทักษะการคิดคำนวณเป็น

สิ่งจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ ซึ่งเศษส่วนก็จัดอยู่ในทักษะนี้ และขณะเดียวกันผู้วิจัยได้สนใจวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ 3 ด้านคือ ความเข้าใจในหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดคำนวณ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งจัดอยู่ในสมรรถภาพที่ 1, 2 และ 4 ตามลำดับ

1.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน

ความหมายของเศษส่วน

โดว์เนส และปาลิ่ง (ศิริพร ป้อมบุบผา. 2541 : 18 ; อ้างอิงจาก Downes and Paling. 1957 : 340) ได้ให้ความหมายของเศษส่วนไว้ว่าเศษส่วนมาจากคำว่า Frangere ซึ่งเป็นคำละติน แปลว่า แยกออก หมายถึง การนำเอาของชิ้นหนึ่งหรือจำนวนหนึ่งมาแยกออกเป็นส่วนย่อยที่เท่ากัน ส่วนย่อยที่เท่ากันนี้เป็นเศษส่วนของทั้งหมด

ฮาทุง (ศิริพร ป้อมบุบผา. 2541 : 18 ; อ้างอิงจาก Gartung. 1958 : 140) ได้ให้ความหมายของเศษส่วนไว้ 4 ประการ คือ

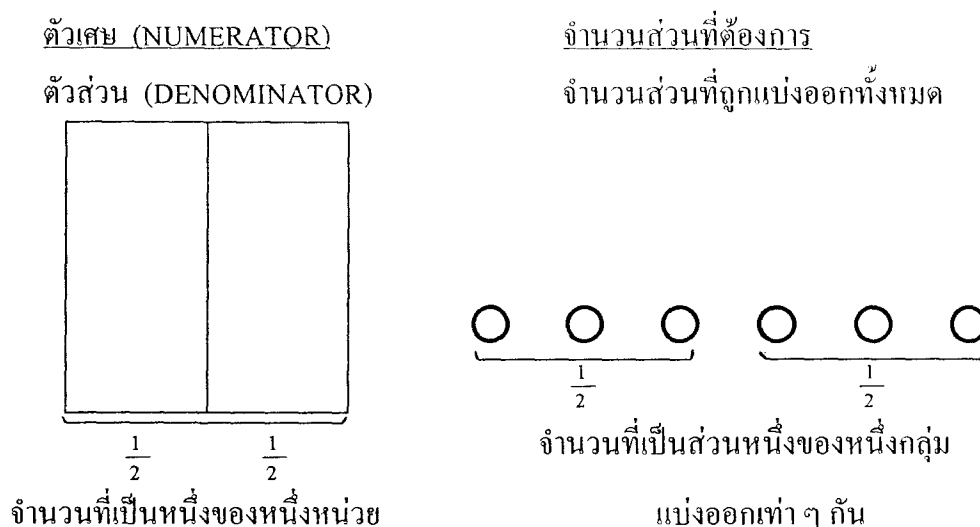
1. เศษส่วน แทนหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งในจำนวนเต็ม เช่น $\frac{3}{4}$ หมายถึง 3 ใน 4 ส่วน
2. เศษส่วน แทนอัตราส่วน เช่น $\frac{2}{3}$ หมายความว่า 2 ต่อ 3
3. เศษส่วน แทนอัตราส่วนที่เท่า ๆ กัน ของหนึ่งหน่วยหรือหนึ่งกลุ่ม
4. เศษส่วน แทนการหาร เช่น $\frac{2}{3}$ หมายถึง 2 หารด้วย 3

เลย์ (สุนีย์ กมลศิริประเสริฐ. 2529 : 30 ; อ้างอิงจาก Lay. 1968 : 128) ได้ให้ความหมายของเศษส่วนไว้ว่าเป็นจำนวนที่เขียนไว้ในรูปของ $\frac{a}{b}$ ทั้ง a และ b เป็นตัวเลขแทนจำนวนเต็ม และ b ต้องไม่เท่ากับ 0 เรียก a ว่าตัวเศษ (Numerator) และ b ว่าตัวส่วน (Denominator)

แฟร์ และฟิลิปส์ (สุนีย์ กมลศิริประเสริฐ. 2529 : 30 ; อ้างอิงจาก Fehr and Phillips. 1972 : 237) กล่าวว่า เศษส่วน หมายถึง เลข 2 จำนวนที่เขียนอยู่ในรูปของ $\frac{n}{y}$, $y \neq 0$ ซึ่งสามารถสื่อความหมายได้ 3 ประการ คือ

1. อัตราส่วน
2. การหาร
3. ส่วนที่แบ่งออกเท่า ๆ กัน จากหนึ่งหน่วยหรือหนึ่งกลุ่ม

สปิตเซอร์ (ศิริพร ป้อมบุบผา. 2541 : 19 ; อ้างอิงจาก Spitzer. 1972 : 214) กล่าวว่า เศษส่วน หมายถึง จำนวนที่เป็นส่วนหนึ่งของหนึ่งหน่วย หรือหนึ่งกลุ่มที่ถูกแบ่งออกเท่า ๆ กัน โดยมีเส้นแบ่งส่วน (Fraction Bar) เป็นเส้นกั้นระหว่างเศษและส่วน



ภาพประกอบ 6 จำนวนที่เป็นส่วนหนึ่งหน่วยและหนึ่งกลุ่ม

เฟดซาเมน (ศิริพร ป้อมบุปผา. 2541 : 19 - 20 ; อ้างอิงจาก Feddzament. 1973 : 170) กล่าวว่า เศษส่วน หมายถึง การเปรียบเทียบเลข 2 จำนวน แต่ละจำนวนเรียกว่า ตัวเศษ (Numerator) และตัวส่วน (Denominator) ตัวเศษ หมายถึง ส่วนที่แบ่งเท่า ๆ กัน ที่แบ่งมาจากส่วนทั้งหมด ตัวส่วน หมายถึง ส่วนแบ่งของสิ่งของทั้งหมดที่แบ่งออกเท่า ๆ กัน และส่วนที่แบ่งออกนี้จะต้องไม่น้อยกว่า 1

จากความหมายของเศษส่วนที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เศษส่วน หมายถึง จำนวนที่เป็นส่วนหนึ่งของหนึ่งหน่วย หรือหนึ่งกลุ่ม ที่ถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อยเท่า ๆ กัน ส่วนย่อยที่เท่ากันนี้ เป็นเศษส่วนของทั้งหมด

ธรรมชาติของเศษส่วน

เกลนน (ศิริพร ป้อมบุปผา. 2541 : 20 ; อ้างอิงจาก Glenn. 1957 : 250 - 255) ได้ให้ข้อคิดว่าการเข้าใจความหมายของเศษส่วนและตัวส่วนนั้นเป็นกุญแจที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนเรื่องเศษส่วน ซึ่งยากสำหรับเด็กมาก และการเริ่มต้นเกี่ยวกับเรื่องเศษส่วนจะต้องเลือกเฉพาะเศษส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเด็กก่อน แล้วจึงสอนส่วนที่ยากและสลับซับซ้อนยิ่งขึ้นตามลำดับ

ลาร์สัน (ประณิดา อุทาน. 2532 : 27 ; อ้างอิงจาก Larson. 1966 : 296) ได้ให้ข้อคิดว่าการสอนเรื่องเศษส่วนนั้น ครูจะต้องนำประสบการณ์ของเด็กมาใช้ในการสัมพันธ์กับการเรียนการสอน และการสอนเรื่องเศษส่วนที่ดีนั้นจะต้องยกตัวอย่างจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมก่อนแล้วจึงเป็นทั้งรูปธรรมและนามธรรมตามลำดับ

แฟร์ และฟิลิปส์ (สิริพร ป้อมบุบผา. 2541 : 20 ; อ้างอิงจาก Fehr and Phillips. 1972 : 236) ได้กล่าวว่า เศษส่วนเหมือนจำนวนทั่ว ๆ ไป แต่มีลักษณะเป็นนามธรรม ครูควรอธิบายให้เด็กเห็นจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม โดยให้เด็กได้ทำกิจกรรม หลังจากนั้นจึงค่อย ๆ นำไปสู่ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเศษส่วน

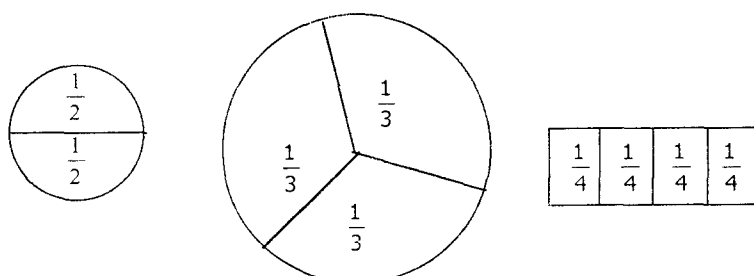
จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การสอนเศษส่วนเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่จะให้เข้าใจความหมายของตัวเศษและตัวส่วนอย่างแท้จริง ครูผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และนำประสบการณ์ของนักเรียนมาใช้ให้สัมพันธ์กัน ควรสอนจากรูปธรรมไปหานามธรรม เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่สมบูรณ์ และนำความรู้ไปใช้ได้

การสอนเศษส่วน

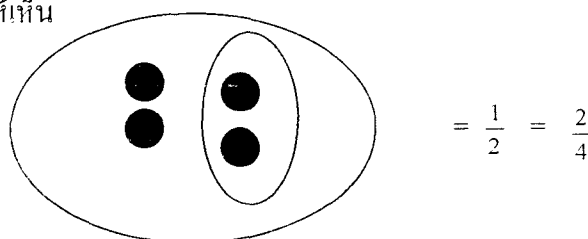
โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520 : 115 - 116) ได้เสนอลำดับขั้นการสอนเศษส่วนไว้ดังนี้

1. ใช้คำพูดอย่างธรรมดา เช่น คำว่า ครึ่งหนึ่ง หนึ่งในสาม เสี้ยวหนึ่ง เป็นต้น
2. ใช้แบ่งของจริงเทียบกับคำพูด เช่น แบ่งขนมเป็น 2 ส่วน แต่ละส่วนเรียกว่า ครึ่งหนึ่ง

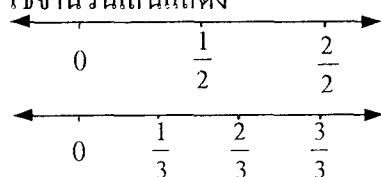
เขียนแทนด้วย $\frac{1}{2}$



3. ใช้สิ่งของ (เซต) แบ่งให้เห็น



4. ใช้จำนวนเส้นแสดง



5. แสดงวิธีเขียนเศษส่วน เช่น

1 $\longrightarrow$ เศษ
 - $\longrightarrow$ เส้นแบ่ง
 2 $\longrightarrow$ ส่วน

อธิบายความหมาย

2 หมายถึง ของสิ่งหนึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน

1 หมายถึง จำนวนส่วนที่มีหลังการแบ่ง

6. ยกตัวอย่างเศษส่วนให้ดูหลาย ๆ ชนิด แล้วแยกให้นักเรียนดูว่ามีอะไรบ้าง ซึ่งจะแยกออกได้ดังนี้

6.1 เศษส่วนที่เท่ากัน เช่น $\frac{1}{2} = \frac{2}{4} = \frac{4}{8}$ โดยการเขียนไดอะแกรมให้ดู

1							
$\frac{1}{2}$				$\frac{1}{2}$			
$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{4}$	
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$

6.2 เศษส่วนแท้ คือ เศษส่วนจำนวนที่แสดงว่ามีค่าน้อยกว่า 1 คือ เศษน้อยกว่าส่วนนั่นเอง เช่น $\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{5}{8}, \frac{10}{11}$

6.3 เศษส่วนไม่แท้ คือ เศษส่วนที่สามารถหาค่าเป็นจำนวนเต็มได้ในเศษส่วนนั้น ซึ่งแยกออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

เศษส่วนที่มีเศษและส่วนเท่ากัน เศษส่วนชนิดนี้เป็นจำนวนเต็ม 1 หน่วยเท่านั้น
 ได้แก่ $\frac{2}{2}, \frac{5}{5}, \frac{25}{25}, \frac{100}{100}$

เศษส่วนที่มีเศษมากกว่าส่วน หรือเศษเกิน เศษส่วนชนิดนี้สามารถที่จะหาจำนวนเต็มได้และยังเหลือเศษอยู่ เช่น $\frac{5}{3}$ ซึ่งเท่ากับ $1\frac{2}{3}, \frac{8}{5}, \frac{9}{2}$

เศษส่วนที่เป็นจำนวนคณะ หมายถึง เศษส่วนที่เกิดจากเศษเกินแล้วเขียนเป็นจำนวนเต็มกับเศษส่วนด้วย เช่น $2\frac{1}{3}, 5\frac{2}{5}, 8\frac{4}{11}$

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2535 : 157 - 158) ได้กล่าวถึง การสอนเศษส่วนไว้ดังนี้

1. จะต้องเน้นให้นักเรียนเห็นว่าตัวส่วนของเศษส่วนต้องแสดงจำนวนของส่วนย่อยที่เท่ากัน ถ้าจำนวนของส่วนย่อยไม่เท่ากันจะเขียนในรูปของเศษส่วนไม่ได้

2. สื่อการสอนสำเร็จรูป หรือสื่อการสอนที่ครูสร้างเอง เช่น แบบรูปเรขาคณิตสามารถแบ่งเป็นส่วนที่เท่ากันทุกประการได้ แต่สื่อการสอนประเภทของจริง เช่น ผลไม้ ครูควรพยายามหาผลไม้ที่ถูกที่แสดงรูปทรงเรขาคณิตได้ใกล้เคียงที่สุด และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าการใช้เศษส่วนในชีวิตประจำวันเป็นการกะประมาณ

3. การฝึกนักเรียนให้เขียนจำนวนนับในรูปของเศษส่วน และการเขียนเศษส่วนให้อยู่ในรูปของจำนวนนับ ช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับและเศษส่วนได้ดี

4. การสอนการบวก ลบ และคูณเศษส่วน นักเรียนพอจะหาข้อสรุปเป็นวิธีคิดคำนวณจากการสังเกตภาพและเส้นจำนวนได้ เพราะวิธีคำนวณไม่ซับซ้อน ส่วนการหารเศษส่วนนั้นนักเรียนอาจจะไม่สามารถสรุปเป็นวิธีคำนวณจากการสังเกตภาพและเส้นจำนวนได้ เพราะวิธีคำนวณไม่ตรงไปตรงมาแบบการบวก การลบ และการคูณเศษส่วน ดังนั้นสำหรับการสอนการหารเศษส่วนครูอาจารย์แสดงวิธีคำนวณแบบต่าง ๆ ให้ดู แล้วนำผลหารไปเทียบกับผลหารที่อ่านได้จากภาพหรือเส้นจำนวน ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลหารเท่ากัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวิธีคำนวณดังกล่าวให้คำตอบที่ถูกต้องได้ จึงสรุปเป็นวิธีคำนวณในการหารเศษส่วน

5. ในการสอนให้เกิดความคิดรวบยอดเรื่องใดควรควบคุมตัวเลขให้ง่ายและสามารถแสดงความคิดรวบยอดของเรื่องได้ เช่น การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน โจทย์ $6 \div \frac{2}{3} = ?$ เหมาะสมกว่า $6 \div \frac{4}{5} = ?$ เพราะ $6 \div \frac{2}{3}$ เมื่ออธิบายด้วยภาพหรือเส้นจำนวนแล้ว นักเรียน เข้าใจได้ง่าย เพราะคำตอบได้เป็นจำนวนนับ คือแสดงให้เห็นว่า 6 แบ่งออกทีละ $\frac{2}{3}$ พบว่า 9 ครั้ง จึงจะหมด ส่วน $6 \div \frac{4}{5}$ เมื่ออธิบายด้วยภาพหรือเส้นจำนวนแล้ว แสดงด้วยภาพหรือเส้นจำนวนนักเรียนเข้าใจได้ยาก เพราะได้จำนวนครั้งไม่ลงตัวคือ 6 แบ่งออกทีละ $\frac{4}{5}$ พบว่าได้ 7 $\frac{1}{2}$ ครั้ง

สำเร็จ พิมพ์สาร (2537 : 36) ได้กล่าวถึง การสอนเศษส่วนจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. การสอนที่เริ่มจากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม การยกตัวอย่างจากของจริงหรืออุปกรณ์ที่จับต้องได้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
2. นักเรียนต้องมีพื้นฐานในเรื่องของจำนวนนับมาเป็นอย่างดี
3. เริ่มจากเนื้อหาและตัวเลขที่ง่าย ๆ ไปก่อน ได้แก่ ความหมายของเศษส่วนการอ่าน การเขียนเศษส่วน แล้วจึงค่อยเริ่มการสอนการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน ตามลำดับต่อไป

โดว์เนส และปาลิ่ง (ประณีตา อุทาน. 2532 : 29 ; อ้างอิงจาก Downes and Paling. 1957 : 252 - 255) ได้กล่าวว่า การสอนเศษส่วนนั้น ควรสอนเศษส่วนที่พบในชีวิตจริงแก่นักเรียนที่เริ่มเรียนเศษส่วน และควรเริ่มจากเศษส่วนที่มองเห็นเข้าใจง่าย เช่น เศษหนึ่งส่วนสอง เศษหนึ่งส่วน

สาม ฯลฯ การสอนต้องประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ โดยให้นักเรียนได้ลงมือกระทำเอง กระทำกับวัตถุหลาย ๆ อย่าง เพื่อป้องกันมิให้นักเรียนเข้าใจผิดว่าเศษส่วนใช้ได้เฉพาะรูปนั้นรูปนี้เท่านั้น ดังนั้นอุปกรณจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการสอนเรื่องเศษส่วน

กิบป์ (ศิริพร ป้อมบุบผา. 2541 : 23 ; อ้างอิงจาก Gibb. 1959 : 91) ได้กล่าวว่า สังกัปเกี่ยวกับเศษส่วนเป็นเรื่องยากสำหรับเด็กเพราะเศษส่วนเป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนอีกแบบหนึ่งที่มีทั้งตัวเศษและตัวส่วน ซึ่งทั้งตัวเศษและตัวส่วนจะต้องมีความสัมพันธ์กัน จะแยกออกจากกันโดด ๆ ไม่ได้

ลาร์สัน (สุณีย์ กมลศิริประเสริฐ. 2529 : 33 ; อ้างอิงจาก Larson. 1966 : 296) กล่าวว่า การสอนเศษส่วนจะต้องโยงไปให้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนได้พบเห็นอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน การสอนเศษส่วนที่ดีนั้นจะต้องยกตัวอย่างจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม แล้วจึงเป็นกึ่งรูปธรรมและนามธรรมตามลำดับ

ดักเนทท์ (ศิริพร ป้อมบุบผา. 2541 : 23 ; อ้างอิงจาก Dugnette. 1972 : 273- 275) ได้กล่าวไว้ว่า ครูไม่ควรปล่อยให้นักเรียนเรื่องเศษส่วนโดยปราศจากอุปกรณที่เป็นวัสดุ ดักเนทท์ได้นำเอาความคิดของเปียเจ (Piaget) มาอ้างว่า “การใช้สัญลักษณ์ของเด็กจะเริ่มเมื่อเด็กมีอายุประมาณ 12 ปี การให้เด็กโดยทั่ว ๆ ไป เรียนสิ่งที่เป็นนามธรรมจึงเป็นเรื่องยาก” และเขาได้กล่าวถึงความคิดของเปียเจที่เกี่ยวข้องกับการสอนเศษส่วนว่า ครูควรเริ่มสอนด้วยประสบการณ์จริงๆ และให้คงไว้จนนักเรียนสามารถจะปฏิบัติการกับสัญลักษณ์ได้ ควรจะให้ผู้เรียนก้าวจากของจริงไปสู่ สิ่งที่เป็นนามธรรมด้วยความสามารถของผู้เรียนเองมากกว่าที่จะบังคับให้เรียน การใช้ห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะจะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบสังกัปเกี่ยวกับเศษส่วนด้วยตนเองได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

โซคุโฮ (ศิริพร ป้อมบุบผา. 2541 : 24 ; อ้างอิงจาก Shokoohi. 1980 : 40) กล่าวว่าเป็นที่ยอมรับกันว่าการสอนโดยให้เด็กปฏิบัตินั้นสามารถช่วยให้เด็กเกิดความรู้ความเข้าใจได้ แต่วิธีการสอนคูณและหารเศษส่วน ซึ่งเป็นวิธีที่ถูกต้องทางคณิตศาสตร์นั้นไม่ให้ผลเป็นที่พอใจ ทั้งนี้เพราะได้พัฒนาวิธีการสอนจากความคิดของผู้ใหญ่เป็นเกณฑ์ โดยมองข้ามความสามารถของเด็กไปว่า เด็กมีความสามารถที่จะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ และจากการสังเกตความสามารถในการเรียนเรื่องการคูณและหารเศษส่วนของเด็กอายุ 8 ขวบ พบว่า เด็กอายุ 8 ขวบ มีพื้นฐานที่ดีสำหรับที่จะเข้าใจความคิดเบื้องต้นในการคูณและหารเศษส่วนแล้ว

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน จะเห็นได้ว่าในการเรียนการสอนเศษส่วน ควรเริ่มจากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม เป็นเศษส่วนที่พบในชีวิตจริง ยกตัวอย่างจากของจริงหรือ

อุปกรณ์ที่จับต้องได้ มีกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียนเป็นผู้กระทำจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

เนื้อหาการสอนเรื่องเศษส่วน

เนื้อหาเรื่องเศษส่วนนั้นเมื่อพิจารณาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 แล้วจะมีเนื้อหาดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 เนื้อหาเศษส่วนชั้น ป.4 - 6

เนื้อหา	ประถมศึกษาปีที่ 4	ประถมศึกษาปีที่ 5	ประถมศึกษาปีที่ 6
เศษส่วน	- เศษส่วนของจำนวนนับ - การเปรียบเทียบเศษส่วน - เศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน - เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ	- เศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน - เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ - การเปรียบเทียบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันและไม่เท่ากัน - เศษส่วนอย่างต่ำ - เศษเกิน - จำนวนคละ - เศษเกินและจำนวนคละ	- เศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน - การเปรียบเทียบเศษส่วน
การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน	- การบวกลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน - การคูณจำนวนนับกับเศษส่วน	- การบวกลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน - สมบัติการสลับที่ของการบวกเศษส่วน - สมบัติการเปลี่ยนกลุ่มของการบวกเศษส่วน - การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน - การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน	- การบวกลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน - การบวก ลบ คูณ หาร เศษเกินและจำนวนคละ - การบวก ลบ คูณ หาร ระคน - เศษซ้อน

ตาราง 2 (ต่อ)

เนื้อหา	ประถมศึกษาปีที่ 4	ประถมศึกษาปีที่ 5	ประถมศึกษาปีที่ 6
	- โจทย์ปัญหา	- โจทย์ปัญหาการบวก ลบ เศษส่วน - โจทย์ปัญหาการคูณและ การหารเศษส่วน - โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน	- โจทย์ปัญหาเศษส่วน

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ. (2538). คู่มือครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). หน้า 21-22. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

จากตารางจะเห็นได้ว่าในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีเนื้อหาเพิ่มขึ้นจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พอสังเขปดังนี้ การหารเศษส่วน คุณสมบัติต่าง ๆ ของเศษส่วน เศษเกินและจำนวนคละ โจทย์ปัญหาระคน และในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีเนื้อหาเพิ่มขึ้นจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพียงเนื้อหาเดียว คือ เศษซ้อน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า เนื้อหาเศษส่วนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีมาก และจากการศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนการสอนกลุ่มทักษะ (คณิตศาสตร์) ระดับประถมศึกษา ของโครงการพัฒนาคุณภาพการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน ปี 2537 มีผลการวิจัยดังนี้

การวิจัยระยะที่ 1 (ปีการศึกษา 2536) เป็นการศึกษาพัฒนาชุดของแบบสอบคณิตศาสตร์ ในระดับประถมศึกษา เพื่อวัดพัฒนาการในช่วงระดับความต่อเนื่องของความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการนำข้อสอบที่ค้นคว้าได้ไปใช้ในการพัฒนาระบบการสอน เพื่อปรับระดับข้อสอบให้สอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียน พบว่า

ข้อสอบที่จัดว่าง่ายมากคือ การบวกและการลบ

ข้อสอบที่ยากที่สุดของนักเรียนทั้งชั้น คือ เรื่องเศษส่วน โดยข้อสอบที่ถือว่ายากมาก คือ การบวก ลบ เศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน และการบวกจำนวนเต็มกับเศษส่วน (ที่ปรากฏคำตอบตัวเลือกในลักษณะของเศษเกิน) (กรมวิชาการ. 2538 : 24)

การวิจัยระยะที่ 2 (ปีการศึกษา 2537) เป็นการศึกษาความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้านเศษส่วนมีลำดับขั้นการเรียนรู้จากง่ายไปหายาก เรียงตามลำดับดังนี้ (กรมวิชาการ. 2538 : 29)

1. การบวกเศษส่วนทั้งสองจำนวน แต่ละจำนวนเป็นเลขหลักเดียว ส่วนมีค่าเท่ากัน
2. การคูณเศษส่วนทั้งสองจำนวน แต่ละจำนวนเป็นเลขหลักเดียว

3. การบอกค่าจำนวนเต็มทีละรูปในรูปของเศษส่วน
4. การเทียบจำนวนเพื่อทำให้เศษส่วนทั้งสองจำนวนมีค่าเท่ากัน
5. การทำเศษส่วนเกินให้เป็นจำนวนคละ
6. การบวก ลบ เศษส่วนทั้งสองจำนวน ที่มีตัวส่วนมีค่าไม่เท่ากัน เศษและส่วนแต่ละจำนวนเป็นเลขไม่เกินสองหลัก
7. การหารเศษส่วนแท้กับเศษส่วนแท้
8. การหารเศษส่วนแท้กับจำนวนเต็ม
9. การบวกลบเศษส่วนแท้กับจำนวนเต็ม

และจากการระดมสมองร่วมกันคิดร่วมกันทำระหว่างผู้รู้และผู้ปฏิบัติ สรุปได้ว่า ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนเรื่องเศษส่วน คือ นักเรียนไม่เข้าใจความหมายของเศษส่วน จำนวนคละ เศษเกิน ไม่เข้าใจการหารด้วยเศษส่วนหรือจำนวนเต็ม ทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำไม่ถูกต้อง เปรียบเทียบกับเศษส่วนที่มีค่าเท่ากันไม่เป็น ไม่เข้าใจหลักการลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน (กรมวิชาการ. 2538 : 55) และจากการสังเคราะห์ข้อมูลเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนในกลุ่มทักษะ (คณิตศาสตร์) ระดับประถมศึกษา ในหัวข้อปัญหาการเรียนการสอน ซึ่งรูปแบบที่ผิดพลาดในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน พบว่า มีรูปแบบที่ผิดพลาด โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้

ตาราง 3 รูปแบบที่ผิดพลาดในการเรียนเรื่องเศษส่วน

การบวก	การลบ	การคูณ	การหาร
1. เป็นเรื่องที่นักเรียนไม่มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเศษส่วนและการบวกเศษส่วน	1. เป็นเรื่องที่นักเรียนไม่มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเศษส่วนและการลบเศษส่วน	1. เป็นเรื่องที่นักเรียนไม่มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเศษส่วนและการคูณเศษส่วน	1. เป็นเรื่องที่นักเรียนไม่มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเศษส่วนและการหารเศษส่วน
2. เป็นเรื่องการทำส่วนให้เท่ากันผิด	2. เป็นเรื่องการทำส่วนให้เท่ากันผิด	2. เป็นเรื่องของการไม่มีทักษะในการคูณจำนวนเต็ม ทำให้ไม่สามารถนำความรู้มาใช้ในการคูณเศษส่วน	2. เป็นเรื่องของการไม่มีทักษะในการคูณจำนวนเต็มทำให้ไม่สามารถนำความรู้มาใช้ในการหารเศษส่วน
3. เป็นเรื่องการทำจำนวนคละเป็นเศษเกินผิด	3. เป็นเรื่องการทำจำนวนคละเป็นเศษเกินผิด	3. เป็นเรื่องของการทอนเศษส่วนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำผิด	3. เป็นเรื่องของการทอนเศษส่วนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำผิด

ตาราง 3 (ต่อ)

การบวก	การลบ	การคูณ	การหาร
4. เป็นเรื่องของการไม่มีทักษะในการบวกจำนวนเต็ม ทำให้ไม่สามารถนำความรู้มาช่วยในการหาคำตอบในการบวกเศษส่วน		4. เป็นเรื่องการทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกินผิด	4. เป็นเรื่องการทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกินผิด

ที่มา : กรมวิชาการ. กองวิจัยทางการศึกษา. (2538) การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนกลุ่มทักษะ (คณิตศาสตร์) ระดับประถมศึกษา. หน้า 150-151. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

จากตาราง 3 จะเห็นได้ว่ารูปแบบที่ผิดพลาดในการเรียนเรื่องเศษส่วนที่มากที่สุดเป็นเรื่องที่นักเรียนไม่มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเศษส่วนและการบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า

1. เนื้อหาเศษส่วนของชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพิ่มขึ้นจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องการหารเศษส่วน คุณสมบัติต่าง ๆ ของเศษส่วน เศษเกินและจำนวนคละ โจทย์ปัญหาหระคน
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ทำแบบสอบที่สร้างขึ้นตามบทเรียนและข้อสอบได้มีสารวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากตามแนวทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบ (Item Response Theory) พบว่า ข้อสอบที่ยากที่สุดของนักเรียนทั้งชั้นคือเรื่องเศษส่วน
3. จากการสังเคราะห์ข้อมูลเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนกลุ่มทักษะ (คณิตศาสตร์) ระดับประถมศึกษา พบว่า รูปแบบที่ผิดพลาดในการเรียนเรื่องเศษส่วนที่มากที่สุดคือนักเรียนไม่เข้าใจความคิดรวบยอดของเศษส่วน

ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาเรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1.3 เอกสารและทฤษฎีเกี่ยวกับสติปัญญา

ความหมายของสติปัญญา

คัทเทลล์ (เขาวา เดชะคุปต์. 2536 : 13 ; อ้างอิงจาก Cattell. 1950 : 478) กล่าวว่า สติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์ แบ่งออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้สองลักษณะ คือ สติปัญญาที่ปราศจากการเรียนรู้และประสบการณ์ แต่เป็นผลมาจากพันธุกรรม หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็น

ปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิด สมรรถภาพสมองด้านนี้จะมีแทรกอยู่ในทุกอริยาบถของกิจกรรมทางสมอง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความคิดหรือการแก้ปัญหาก็ตาม เช่น ความสามารถในการใช้เหตุผล การมองเห็นความสัมพันธ์ เป็นต้น คัทเทิลล์เรียกสติปัญญาลักษณะนี้ว่าเป็น “ความสามารถที่ลื่นไหล” (Fluid Ability) และอีกส่วนหนึ่งที่เป็นสติปัญญาที่เป็นผลของประสบการณ์และการเรียนรู้ที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีประสบการณ์มากยิ่งขึ้นที่เขาเรียกว่า “ความสามารถที่สั่งสม” (Crystallize Ability)

(กู๊ด (เยาพา เคชะคุปต์. 2536 : 13 ; อ้างอิงจาก Good. 1950 : 225) ให้ความหมายของสติปัญญาเอาไว้ว่า หมายถึงความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์อย่างรวดเร็ว เป็นความสามารถทางสมองในการรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งความสามารถทางสมองนี้สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือทดสอบทางสติปัญญา

เวคสเลอร์ (นงนุช ปันยัสสีห์. 2525 : 9 ; อ้างอิงจาก Wechsler. 1958 : 7) กล่าวว่า สติปัญญาเป็นความสามารถของบุคคลในการทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างมีจุดหมาย คิดหาเหตุผล และสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ

ราเวน (วรวิทย์ พิงวิวัฒน์นิกุล. 2540 : 11 ; อ้างอิงจาก Raven. 1962 : 2) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษกล่าวว่า สติปัญญาหมายถึงความสามารถในการสังเกต (Observation) การเข้าใจอย่างแจ่มชัด (Clear Thinking) และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ (Logical Method of Reasoning)

บินेट (บุญไท เจริญผล. 2533 : 8 ; อ้างอิงจาก Binet. 1968 : 14 - 15) กล่าวถึงความหมายของสติปัญญาว่าเป็นผลรวมของความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถหลายประการที่สำคัญคือความสามารถในการตัดสินใจ การคิดหาเหตุผล และความสามารถในการปรับตัว

มอสโควิทซ์ (วรวิทย์ พิงวิวัฒน์นิกุล. 2540 : 11 ; อ้างอิงจาก Moskowitz. 1969 : 246 - 248) กล่าวว่า สติปัญญาหมายถึงคุณภาพหรือประสิทธิภาพของพฤติกรรมที่บุคคลนั้นแสดงออกภายในช่วงเวลาที่กำหนดให้แน่นอน รวมทั้งความสามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้สำเร็จและรวดเร็ว

บอลด์วิน (ปราโมทย์ จันทร์เรือง. 2536 : 25 ; อ้างอิงจาก Baldwin. 1980 : 555) กล่าวว่า สติปัญญาคือความสามารถในการรับรู้ การเรียนรู้และการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ให้มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในการใช้เหตุผลและพฤติกรรมอื่น ๆ ที่มีเป้าหมาย

จากแนวคิดต่าง ๆ ที่กล่าวมา สรุปได้ว่า สติปัญญาหมายถึงความสามารถทางสมองของมนุษย์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อการแสดงออกในการตัดสินใจ การคิดหาเหตุผล การมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รวมถึงความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligences)

การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) นักจิตวิทยาชาวอเมริกันเป็นผู้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีพหุปัญญาให้เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางในแวดวงการศึกษา ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่เกี่ยวกับสติปัญญาของมนุษย์ โดยอธิบายว่ามนุษย์แต่ละคนมีระดับความสามารถหรือสติปัญญาด้านต่าง ๆ ในระดับหนึ่ง โดยที่แต่ละคนจะมีระดับความสามารถแต่ละด้านไม่เท่ากัน และมีการผสมผสานความสามารถต่างๆ ในตัวเองที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งความสามารถเหล่านี้สามารถพัฒนาได้ (เชิดศักดิ์ ชุมชุม. 2540 : 41 ; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 135 ; วาริรัตน์ แก้วอุไร และสุปรานี ไกรวัฒนุสรณ์. 2541 : 84)

ประเภทของสติปัญญา การ์ดเนอร์ได้อธิบายเกี่ยวกับเกณฑ์และที่มาของการคัดเลือกสติปัญญาแต่ละด้านไว้ในหนังสือ Frames of Mind (1983) และได้อธิบายพอสังเขปเกี่ยวกับสติปัญญาแต่ละด้านในหนังสือ Multiple Intelligences : The Theory in Practice โดยย้ำว่าสติปัญญาแต่ละด้านเหล่านี้ไม่ได้ทำงานแยกขาดจากกัน แต่จะทำงานร่วมกัน จะมีการผสมผสานการใช้สติปัญญาด้านต่างๆ เข้าด้วยกัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 136) สติปัญญาแต่ละด้านมีดังนี้

1. สติปัญญาด้านภาษา (Linguistic Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการใช้ภาษา ไม่ว่าจะเป็นการพูด เช่น นักเล่านิทาน นักพูด นักการเมือง หรือการเขียน เช่น กวี นักเขียนบทละคร บรรณาธิการ นักหนังสือพิมพ์ ปัญญาทางด้านนี้ยังรวมถึงความสามารถในการจัดกระทำเกี่ยวกับโครงสร้างของภาษา เสียง ความหมาย และเรื่องเกี่ยวกับภาษา เช่น สามารถใช้ภาษาในการหวานล่อม อธิบาย และอื่น ๆ

2. สติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligence) เป็นความสามารถสูงในการใช้ตัวเลข เช่น นักบัญชี นักคณิตศาสตร์ นักสถิติ และผู้ให้เหตุผลดี เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักตรรกศาสตร์ นักจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ปัญญาทางด้านนี้ยังรวมถึงความไวในการเห็นความสัมพันธ์ แบบแผน ตรรกวิทยา การคิดเชิงนามธรรมและการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (Cause-effect) และการคิดคาดการณ์ (If-then) วิธีที่ใช้ ได้แก่ การจำแนกประเภท การจัดหมวดหมู่ การสันนิษฐาน สรุป คิดคำนวณ และตั้งสมมติฐาน

3. สติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการมองเห็นพื้นที่ ได้แก่ นายพราน ลูกเสือ ผู้นำทาง และสามารถปรับปรุงและคิดวิธีการใช้พื้นที่ได้ดี เช่น สถาปนิก มัณฑนากร ศิลปิน นักประดิษฐ์ ปัญญาทางด้านนี้รวมถึงความไวต่อสี เส้น รูปร่าง เนื้อที่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านี้ นอกจากนี้ยังหมายถึงความสามารถที่จะมองเห็นและแสดงออกเป็นรูปร่างถึงสิ่งที่เห็น และความคิดเกี่ยวกับพื้นที่

4. สถิติปัญญาด้านการเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ (Bodily-Kinesthetic Intelligence) คือความสามารถสูงในการใช้ร่างกายของตนเองแสดงความคิด ความรู้สึก ได้แก่ นักแสดง นักแสดงท่าไม้ นักกีฬา นาฏกร นักฟิสิกส์ และความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์ เช่น นักปั้น ช่างแกะสลัก ช่างตัดเย็บ ปัญญาทางด้านนี้รวมถึงทักษะทางกาย เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ความยืดหยุ่น ความประณีต และความไวทางประสาทสัมผัส

5. สถิติปัญญาด้านดนตรี (Musical Intelligence) คือ ความสามารถสูงทางด้านดนตรี ได้แก่ นักดนตรี นักแต่งเพลง นักวิจารณ์ดนตรี ปัญญาทางด้านนี้รวมถึงความไวในเรื่องจังหวะ ทำนอง เสียง ตลอดจนความสามารถในการเข้าใจและวิเคราะห์ดนตรี

6. สถิติปัญญาด้านการเข้ากับผู้อื่น (Interpersonal Intelligence) คือ ความสามารถสูงในการเข้าใจ อารมณ์ ความรู้สึก ความคิดและเจตนาของผู้อื่น ทั้งนี้รวมถึงความไวในการสังเกตน้ำเสียง ใบหน้า ท่าทาง ทั้งยังมีความสามารถสูงในการรู้ถึงลักษณะต่าง ๆ ของสัมพันธภาพของมนุษย์และสามารถตอบสนองได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เช่น สามารถทำให้บุคคลหรือกลุ่มบุคคลปฏิบัติตาม

7. สถิติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence) คือความสามารถสูงในการรู้จักตนเอง และสามารถประพฤติปฏิบัติตนได้จากความรู้จักตนเอง ความสามารถในการรู้จักตน จะได้แก่ รู้จักตัวเองตามความเป็นจริง เช่น มีจุดอ่อน จุดแข็งเรื่องใด มีความรู้เท่าทันอารมณ์ ความคิด ความปรารถนาของตน มีความสามารถที่จะฝึกตนเอง และเข้าใจตนเอง

8. สถิติปัญญาด้านความเข้าใจในธรรมชาติ (Naturalist Intelligence) คือ ความสามารถในการรู้จักธรรมชาติของพืชและสัตว์ สามารถจัดจำแนกประเภท ชาลส์ ดาร์วิน เป็นผู้หนึ่งที่มีปัญญาด้านนี้สูง (อาร์ สันทรวี. 2535 : 1 - 2)

จากทฤษฎีปัญญาดังกล่าวจะเห็นว่าความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์มี 8 ด้าน ซึ่งผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาสติปัญญา 4 ด้านคือ ด้านภาษา ด้านเหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ ด้านเนื้อหา มิติสัมพันธ์ และด้านการเข้าใจตนเอง กมล ชื่นทองคำ (2527 : 36) กล่าวว่า สาเหตุหนึ่งที่นักเรียนไม่สามารถทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้คือนักเรียนขาดทักษะในการอ่าน เนื่องจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อความและตัวเลข ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการอ่าน สามารถเข้าใจความหมายของศัพท์ต่างๆ และสามารถตีความว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดให้ และต้องทราบอะไร ประจักษ์ อายานาม (2534 : 17) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาแขนงหนึ่งที่เน้นการให้เหตุผลการคิดคำนวณแต่ละขั้นตอนจะต้องมีเหตุผลอยู่ในตัวเอง แรนนัคซี (กัลยาณี อุกฤษ. 2542 : 17; อ้างอิงจาก Rannucci. 1964 : 19-23) กล่าวว่า ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น มีความ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง เพราะคณิตศาสตร์ทุกวิชาไม่ว่าจะเป็นเลขคณิต พีชคณิต

เลขาคณิต หรือแคลคูลัส เวลาคำนวณต้องใช้คุณสมบัติทางมิติสัมพันธ์ในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ทั้งนั้น โดยทุกคนมักจะลงมือด้วยการเขียนรูป หรือนึกภาพเอาในอากาศ ถ้าสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปที่ซับซ้อนได้ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก็จะง่ายขึ้น ดังนั้นจะเห็นว่า ความสามารถทางภาษา เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ เนื้อหามิติสัมพันธ์ จะมีความสัมพันธ์กับคณิตศาสตร์ หมายความว่าคนที่เรียนคณิตศาสตร์ได้ดี จะต้องมีความสามารถในการเข้าใจภาษาได้ดีพอสมควร มีความชำนาญในการคิดคำนวณ มีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล และมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ได้ดี ตลอดจนจะต้องมีความเข้าใจในตนเองที่เพอร์เฟกต์ (ประเสริฐ เทพสร. 2536 : 26; อ้างอิงจาก Purkey. 1970 : 2) เชื่อว่า ความรู้สึกลึกซึ้งเกี่ยวกับ ตนเองของเด็กเป็นแรงผลักดันเบื้องต้น ที่ทำให้เด็กพยายามทำงานให้บรรลุเป้าหมาย อันมีผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบคัวร์า (สุภาพร บุญวัน. 2539 : 15; อ้างอิงจาก Bandura. 1986) กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองนั้นเป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของบุคคลว่าสามารถที่จะทำพฤติกรรมบางอย่างได้สำเร็จหรือไม่อยู่ในระดับใด ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของบุคคลว่าเขาสามารถทำได้ด้วยทักษะที่มีอยู่ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาสติปัญญาทั้ง 4 ด้านดังกล่าว และความสามารถทางสติปัญญาทั้ง 4 ด้าน มีรายละเอียดดังนี้

1. สติปัญญาด้านภาษา (Linguistic Intelligence)

เป็นความสามารถที่จะใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจ ในการติดต่อสื่อสาร ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ มนุษย์จะใช้ความเข้าใจในการใช้ภาษาเมื่อต้องการถ่ายทอดความคิด ไม่ว่าจะเป็นการพูด เช่น นักเล่านิทาน นักพูด นักการเมือง หรือการเขียน เช่น กวี นักเขียนบทละคร บรรณาธิการ นักหนังสือพิมพ์ ปัญญาทางด้านนี้ยังรวมถึงความสามารถในการจัดกระทำเกี่ยวกับโครงสร้างของภาษา เสียง ความหมาย และเรื่องเกี่ยวกับภาษา เช่น ความสามารถใช้ภาษาในการหว่านล้อม อธิบาย และอื่น ๆ (วาริรัตน์ แก้วอุไร และสุปราณี ไกรวัฒนสุรัตน์. 2541 : 85 ; อารี สันทรวี. 2535 : 1) โดยมีสมองส่วนที่เรียกว่า Broca's Area ควบคุมเรื่องการเรียบเรียงประโยคที่ถูกต้องตามหลักภาษา บุคคลที่สมองส่วนนี้ถูกทำลายอาจเข้าใจข้อความที่ฟังและอ่านเป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถเรียบเรียงคำพูดเป็นประโยคได้ นอกจากประโยคง่าย ๆ ซึ่งภาษาเป็นสติปัญญาที่สามารถใช้อย่างอิสระโดยอาศัยช่องทางการเรียนรู้หรือการแสดงออกเฉพาะประเภทใดประเภทหนึ่งก็ได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 138) จะเห็นได้ว่าคนที่ใช้ภาษาในการหาเลี้ยงชีพแสดงออกถึงควมมีสติปัญญาทางภาษาอย่างชัดเจน (สุรศักดิ์ หลาบมาลา. 2541 : 13)

ลักษณะบุคคลที่มีสติปัญญาด้านภาษา

- 1) เป็นบุคคลที่เห็นคุณค่าของหนังสือและชอบพูดหรือเล่าในสิ่งที่ได้อ่าน
- 2) มีความจำดีในเรื่อง ชื่อต่าง ๆ สถานที่ วันเดือนปี หรือสิ่งเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่พบ
- 3) สามารถนึกคิดถ้อยคำต่าง ๆ ในใจได้ก่อนที่จะพูดหรืออ่านสิ่งนั้น ๆ
- 4) สื่อสารกับผู้อื่นในการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี
- 5) สนุกสนานกับการเล่นเกมที่เกี่ยวกับการใช้คำ การพูดคำสัมผัส การเล่นคำพวน คำต่าง ๆ
- 6) เป็นผู้มีความสามารถด้านการเขียน สะกดคำได้ถูกต้อง และใช้คำศัพท์ต่าง ๆ ได้ดี
- 7) มีความสามารถในการเรียนรู้ภาษาอื่น ๆ ได้ดี
- 8) มีความพยายามที่จะพัฒนาการใช้ภาษาของตนเอง จะสามารถสร้างคำทั้งในการพูด และการเขียน ในรูปแบบใหม่ ๆ ได้เสมอ
- 9) เป็นผู้ที่รักการอ่าน การเขียน การเล่าเรื่อง แต่งคำประพันธ์ ได้ว่าที่ เล่าซ้ำกัน ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ
- 10) มีความสนใจในอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการใช้ภาษา เช่น กวี นักพูด นักเขียน นักกฎหมาย เป็นต้น
- 11) มีทักษะทางภาษาที่มีประสิทธิภาพทั้งการฟัง พูด อ่านและเขียน กล่าวคือสามารถฟังด้วยความเข้าใจ ตีความหมายของสิ่งที่ฟังได้ถูกต้อง สามารถพูดโดยใช้ถ้อยคำที่เหมาะสมกับผู้ฟังทุกประเภท สามารถอ่านเรื่องต่าง ๆ ด้วยความเข้าใจ สรุปย่อ จดจำและอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และสามารถเขียนด้วยถ้อยคำ จำนวนที่สละสลวยเป็นที่เข้าใจและมีประสิทธิภาพ (การสัมมนาหลักสูตรบูรณาการเพื่อการพัฒนาพหุปัญญา. 2541 : 10 - 11)

การพัฒนาสติปัญญาด้านภาษา

ภาษาเป็นสิ่งที่มนุษย์สามารถพัฒนาได้ ธรรมชาติของมนุษย์เริ่มมีการพัฒนาภาษาตั้งแต่วัยทารกในครรภ์มารดา ซึ่งในการจัดการเรียนการสอน ครูสามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความสามารถทางภาษาได้ โดยการพัฒนาทักษะทั้ง 4 ด้าน คือ ฟัง พูด อ่าน และเขียน ให้มีประสิทธิภาพ

- 1) ด้านการฟัง ในห้องเรียนส่วนใหญ่ นักเรียนได้ใช้ทักษะการฟังมากอยู่แล้วในสิ่งที่ครูสอน แต่ขาดการฝึกการฟังให้มีประสิทธิภาพ ทำให้ไม่สามารถจับใจความสำคัญ สรุปความไม่ได้ จึงควรจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ฟัง เช่น การฟังคำประพันธ์ที่หลากหลาย ฟังการอ่านออกเสียง จับใจความ เรื่องสั้นหรือฟังการเล่าเรื่อง จะทำให้นักเรียนสนใจและฝึกการฟังได้

2) ด้านการพูด ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการพูดด้วยการจัดกิจกรรมที่เสริมการพูด เช่น การอภิปรายแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ ให้นักเรียนเล่าเรื่องหรือประสบการณ์ต่าง ๆ พุดรายงานหรือฝึกสัมภาษณ์บุคคลต่าง ๆ เป็นต้น

3) ด้านการอ่าน ครูต้องพยายามจัดเนื้อหาเพื่อส่งเสริมการอ่านที่มีความหลากหลายให้นักเรียนไปค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เพื่อนำเสนอในห้องเรียน และต้องมีการตรวจสอบความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนเสมอ

4) ด้านการเขียน ครูสามารถส่งเสริมกิจกรรมการเขียนได้มากมายทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น การเขียนคำขวัญ เพลง โคลง กลอน เรื่องสั้น เรื่องขำขัน นิทาน หรือสรุปเรื่องที่ฟังหรืออ่านตามความเข้าใจของนักเรียน เป็นต้น (การสัมมนาหลักสูตรบูรณาการเพื่อการพัฒนาพหุปัญญา. 2541 : 11 - 12)

จะเห็นได้ว่าการพัฒนาสติปัญญาด้านภาษานั้น นักเรียนสามารถฝึกทักษะการฟัง พูด อ่าน และเขียนได้ในทุกรายวิชา โดยที่ครูเป็นผู้กำหนดหรือจัดกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมทักษะทั้ง 4 ด้านให้กับนักเรียนได้ เมื่อนักเรียนมีความรักภาษา สนุกกับภาษา ก็จะทำให้นักเรียนเรียนได้ดี ก่อให้เกิดความเข้าใจ และความสำเร็จในการเรียนได้ทุกรายวิชา

แบบฝึกหัดที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาสติปัญญาด้านภาษา

- 1) เรียนรู้ความหมายของคำที่น่าสนใจใหม่ ๆ ในแต่ละวันและฝึกใช้ในการสนทนา
- 2) เล่นเกมที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำต่าง ๆ เช่น ปริศนาอักษรไขว้ สแครปเบิ้ล เป็นต้น
- 3) ดูละครโทรทัศน์หรือเรื่องราวการสืบสวน แล้วเขียนหรือวาดคะเนเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต
- 4) สนทนาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น มีการถาม การอภิปราย หรือการโต้แย้ง
- 5) นำเสนอหัวข้อเรื่องที่นำเสนอและเรื่องที่สนุกตื่นเต้นเช่นความคิดเห็นทางการเมือง หนังสือที่อ่านหรือพูดถึงใครสักคนที่เรารู้จัก (วาริรัตน์ แก้วอุไร และสุปราณี ไกรวัฒนุสรณ์. 2541 : 85)

2. สติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์

(Logical-Mathematical Intelligence)

เป็นความสามารถเข้าใจหลักการของเหตุและผลอย่างที่นักวิทยาศาสตร์และนักตรรกศาสตร์ปฏิบัติ หรือความสนใจในการจัดกระทำกับตัวเลข ปริมาณและการปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ (บวก ลบ คูณ หาร) อย่างที่นักคณิตศาสตร์กระทำกัน (สุรศักดิ์ หลาบมาลา. 2541 : 13) ซึ่งความสามารถนี้จะถูกนำมาใช้เมื่อเราต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือต้องเผชิญกับ

สิ่งท้าทายใหม่ ซึ่งบางครั้งเราเรียกว่าการคิดแบบวิทยาศาสตร์ (วารินทร์ แก้วอุไร และสุปราณี ไกรวัฒน์สุรณ. 2541 : 85) ผู้ที่มีสติปัญญาด้านนี้สูงการแก้ปัญหาจะเป็นสิ่งที่ชัดเจน เกิดอย่างเป็นระบบและแน่นอน คือผู้ที่มีความสามารถในการใช้ตัวเลขสูง เช่น นักบัญชี นักคณิตศาสตร์ นักสถิติ และผู้ให้เหตุผลได้ดี เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักตรรกศาสตร์ นักจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ผู้ที่มีปัญญาด้านนี้ยังมีความไวในการเห็นความสัมพันธ์ แบบแผน ตรรกวิทยา การคิดเชิงนามธรรม การคิดที่เป็นเหตุเป็นผล และการคิดคาดการณ์ (If - then) โดยใช้วิธีการจำแนกประเภท การจัดหมวดหมู่ การสันนิษฐาน สรุป คิดคำนวณ และตั้งสมมติฐาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 135 ; อารี สันทรวี. 2535 : 1 - 2) การ์ดเนอร์ ได้กล่าวถึงปัญญาด้านนี้ โดยสรุปว่าประกอบด้วยความสามารถที่จำแนกออกได้เป็น 3 ด้าน ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน (การสัมมนาหลักสูตรบูรณาการเพื่อการพัฒนาพหุปัญญา. 2541 : 13) คือ

- 1) ด้านการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Mathematics)
- 2) ด้านวิทยาศาสตร์ (Science)
- 3) ด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic)

ลักษณะบุคคลที่มีสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์

- 1) เข้าใจสิ่งต่าง ๆ และบทบาทของสิ่งเหล่านั้นตามสภาพที่เป็นอยู่ในสิ่งแวดล้อม
- 2) เข้าใจในเรื่องจำนวน ตัวเลข และมีทักษะในการคิดคำนวณ เช่น การประมาณค่า การทำนายค่าทางสถิติ การแสดงผลข้อมูลโดยกราฟแบบต่าง ๆ รวมทั้งรู้จักใช้เทคนิคในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- 3) มีทักษะในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาเหตุและผล (Critical Thinking)
- 4) เข้าใจรูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยรู้จักใช้สัญลักษณ์ที่เป็นรูปธรรมเพื่อแสดงสิ่งที่เป็นนามธรรม สามารถอธิบายโน้ตสโน้ตในเรื่องต่าง ๆ ได้
- 5) มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) รู้จักรวบรวมข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน และลงข้อสรุปเพื่อแก้ปัญหาที่พบได้
- 6) ชอบศึกษาหรือเรียนในวิชาที่ซับซ้อน เช่น แคลคูลัส, วิทยาศาสตร์, คอมพิวเตอร์ เป็นต้น
- 7) ชอบในอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ การใช้เหตุผล และวิทยาศาสตร์ เช่น นักบัญชี นักวิทยาศาสตร์ นักคอมพิวเตอร์ นักกฎหมาย และวิศวกร
- 8) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ชอบศึกษากลไกการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ (การสัมมนาหลักสูตรบูรณาการเพื่อการพัฒนาพหุปัญญา. 2541 : 13)

การพัฒนาสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์

ในการเรียนการสอนสามารถสอดแทรกกิจกรรมเพื่อพัฒนาให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความสามารถด้านนี้ได้ทุกรายวิชา โดยครูผู้สอนสามารถบูรณาการกิจกรรมต่างๆ เพื่อพัฒนาสติปัญญาได้อย่างหลากหลายรูปแบบ (การสัมมนาหลักสูตรบูรณาการเพื่อการพัฒนาหุปัญญา. 2541 : 14 - 15)

1) การจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนที่เหมาะสม

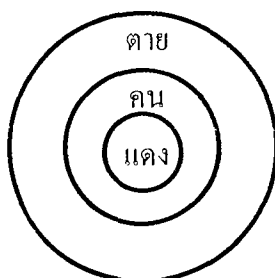
- ☐ การสอนโดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด
- ☐ เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น
- ☐ ให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง
- ☐ ให้โอกาสนักเรียนได้สังเกตและศึกษาค้นคว้าคำตอบด้วยตนเอง
- ☐ ประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

2) สอนให้คิดอย่างมีเหตุผลเชิงตรรกะ เช่น

- ☐ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย
 - ☐ การระบุปัญหา
 - ☐ การตั้งสมมติฐาน
 - ☐ การตรวจสอบสมมติฐาน
 - ☐ สรุปข้อมูล
- ☐ การคิดแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking Problem Solving)

3) การสอนตรรกะโดยวิธีนิรนัย (Deductive Logic)

- ☐ การลงข้อสรุป (Conclusion) จากประโยคข้อความที่นำมา 2 ข้อความ เรียกว่า Syllogisms เช่น “คนทุกคนต้องตาย แดงเป็นคน ดังนั้นแดงต้องตาย”
- ☐ การลงข้อสรุปโดยใช้ Venn Diagrams



4) การสอนตรรกะโดยวิธีอุปนัย (Induction Logic)

- ☐ การระบุความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ จำนวน 2 คู่ เช่น

สุนัข	: สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	::	งู	: สัตว์เลื้อยคลาน
กรุงเทพ	: ประเทศไทย	::	ลอนดอน	: ประเทศอังกฤษ

5) การสอนการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์

- ☐ การหาค่าเฉลี่ย
- ☐ การหาค่าร้อยละ
- ☐ การวัด
- ☐ การหาโอกาสน่าจะเป็น
- ☐ การบวก ลบ คูณ หาร ตัวเลข
- ☐ การบอกเวลา
- ☐ การคิดเงิน

6) ให้มีการทำนายเหตุการณ์ล่วงหน้าโดยฝึกอ่านเรื่องหรือบทความ ซึ่งขณะอ่านจะหยุดบางช่วง เพื่อให้นักเรียนได้ลงทำนายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่อไป

7) หลังจากอ่านหรือเรียนเรื่องหนึ่งเรื่องใดจบ ให้นักเรียนสรุปใจความสำคัญ (Main Ideas) หรือเขียนสรุปเรื่องโดยย่อ

แบบฝึกหัดที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาศติปัญญา ด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์

1) จัดกลุ่มสิ่งของที่สุ่มมาได้จำนวน 12 ชิ้น โดยให้หาเหตุผลที่จัดหมวดหมู่ของสิ่งนั้น เช่น ลูกากขนาค รูปราง สี ประโยชน์ใช้สอย เป็นต้น

2) จัดทำโครงการซึ่งดำเนินการตามขั้นตอน เช่น การสร้างสิ่งต่าง ๆ หรือการประกอบอาหาร

3) หาตัวเลขที่ขาดหายไปในลักษณะของเลขอนุกรมได้ เป็นต้น
(วาริรัตน์ แก้วอุไร และสุปราณี ไกรวัตนุสสรณ์. 2541 : 86)

3. สถิติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligence)

สถิติปัญญาด้านนี้เป็นความสามารถของสมองมนุษย์ที่เกิดขึ้นก่อนที่มนุษย์จะมีภาษาใช้ เพราะจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์มีการพบภาพเขียนตามผนังถ้ำในประเทศฝรั่งเศส สเปน และแอฟริกา ซึ่งเป็นฝีมือของมนุษย์ยุคน้ำแข็ง ก่อนคริสต์ศักราช 6,000 - 10,000 ปี (การสัมมนาหลักสูตรบูรณาการเพื่อการพัฒนาหุปัญญา. 2541 : 18) บุคคลที่มีความสามารถทางด้านนี้มากก็อาจจะเป็นคนเก่งทางด้านกราฟิก แคะสลัก หรือสถาปนิกมากกว่าจะเป็นนักดนตรีหรือนักเขียน ไม่ว่าจะเป็นความสามารถสูงในการมองเห็นพื้นที่ เช่น นายพราน ลูกเสือ ผู้นำทาง และสามารถปรับปรุงและคิดวิธีการใช้เนื้อที่ได้ดี เช่น มัณฑนากร ศิลปิน นักประดิษฐ์ ปัญญาทางด้านนี้รวมไปถึงความไวต่อสี เส้น รูปราง เนื้อที่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านี้ นอกจากนี้ยังหมายถึงความ

สามารถที่จะมองเห็น และแสดงออกเป็นรูปร่างถึงสิ่งที่เห็นและความคิดเกี่ยวกับพื้นที่ (สุรศักดิ์ หลาบมาลา. 2541 : 13 ; อารี สันหลวี. 2535 : 2)

ลักษณะบุคคลที่มีสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์

- 1) ชอบมองและสังเกตรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็นได้ดี ไม่ว่าจะเป็นรูปร่าง ลักษณะ สี ฯลฯ
- 2) บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว คล่องแคล่ว และถูกต้อง
- 3) สามารถอธิบายรายละเอียดของภาพหรือแผนผังต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี
- 4) ชอบการเขียนภาพ วาดภาพ ประดิษฐ์วัตถุสิ่งของ ทั้งงานปั้นและงานฝีมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานทัศนศิลป์
- 5) ชอบเล่นเกมที่เกี่ยวกับการสร้างภาพหรือจินตนาการในใจ เช่น หมากรุก, หมากรอส, ปริศนาคำไขว้, รูปภาพที่ตัดเป็นชิ้นๆ สำหรับต่อเล่น
- 6) เขียนแผนผังแสดงตำแหน่งที่ตั้งของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
- 7) มีความสนใจในการประกอบอาชีพเกี่ยวกับศิลปะ เช่น นักถ่ายรูป วิศวกร นักออกแบบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จิตรกร รวมทั้งนักบิน นักสถาปนิก ฯลฯ
- 8) สร้างสรรค์ผลงานแปลกใหม่เกี่ยวกับงานทางศิลปะอยู่เสมอ
- 9) มีมุมมองสิ่งต่างๆ ที่แตกต่างไปจากคนอื่น (New Perspective) รวมทั้งมองเห็นในสิ่งที่ซ่อนหรือแฝงอยู่โดยที่คนอื่นอาจไม่เห็นหรือไม่เข้าใจเช่น การมองภาพศิลปะ (การสัมมนาหลักสูตรบูรณาการเพื่อการพัฒนาหุปัญญา. 2541 : 18 - 19)

การพัฒนาสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์

- 1) การใช้อุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น กระตุ้นความสนใจของนักเรียน
 - ☐ สื่อสายตา เช่น กระดาษ, ซอล์ก, ดินสอสี, สีระบายภาพ, กล้องถ่ายรูป, คอมพิวเตอร์, วิกิทัศน์, เครื่องฉายภาพ ฯลฯ
 - ☐ พื้นที่สำหรับแสดงผลงานต่าง ๆ เช่น งานศิลป์, ภาพถ่าย, บทความ รวมทั้งอุปกรณ์สำหรับติดตั้งงานแสดง
 - ☐ การกระตุ้นความสนใจในเรื่องที่เรียนโดยการใช้ตัวอย่างงานศิลป์, โปสเตอร์, ภาพถ่าย, แผนผัง, แผนที่ ให้นักเรียนได้เห็น
 - ☐ การเปลี่ยนสถานที่เรียนหรือนั่งทำงาน เพื่อสร้างบรรยากาศแปลกใหม่ให้เกิดแรงบันดาลใจหรือสร้างจินตนาการ

□ ใช้การสื่อสารแบบ ภาษากายแทนการพูดในบางครั้ง เพื่อฝึกให้นักเรียนได้สังเกตและเข้าใจในสิ่งที่ครูต้องการสื่อให้นักเรียนทราบ เช่น การใช้สีหน้า, ท่าทาง, โทนเสียง เป็นต้น

2) ฝึกให้นักเรียนจดบันทึกโดยใช้ Concept Mapping หรือ Mind Mapping

3) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างภาพหรือจินตนาการตามความรู้สึกของตัวเอง เช่น ให้นักเรียนมองดูเมฆ แล้วพิจารณาว่ามีลักษณะคล้าย ๆ กับสิ่งต่าง ๆ เช่น หน้าคน, สัตว์ หรือสิ่งของต่าง ๆ ให้นักเรียนวาดภาพหรือประดิษฐ์งานปั้นตามจินตนาการ หรือความรู้สึกในหัวข้อที่กำหนดให้

4) ให้นักเรียนเล่นเกมที่พัฒนาการมองเห็นหรือมิติสัมพันธ์ เช่น หมากรุก, รูปภาพที่ตัดเป็นชิ้นๆ สำหรับต่อเล่น

5) ให้นักเรียนได้ฝึกการออกแบบหรือตกแต่งสถานที่ เช่น ห้องเรียน หรือเวทีการแสดงต่างๆ ด้วยความคิดของนักเรียนเอง (การสัมมนาหลักสูตรบูรณาการเพื่อการพัฒนาพหุปัญญา. 2541 : 19)

แบบฝึกหัดที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์

1) มองดูเมฆกับเพื่อน ๆ เพื่อจินตนาการว่ามีลักษณะคล้ายกับสิ่งใด

2) ใช้จินตนาการและอธิบายความแตกต่างของประวัติศาสตร์ในสมัยต่างๆ หรือจินตนาการว่าได้มีการพูดคุยกับวีรบุรุษ วีรสตรี จินตนาการลักษณะของตัวละครจากวรรณคดี

3) พยายามที่จะแสดงออกถึงความคิดความรู้สึกโดยการระบายสี ปั้น โดยใช้จินตนาการที่แตกต่างกัน รูปแบบ รูปร่าง การออกแบบและสี (วาริรัตน์ แก้วอุไร และสุปราณี ไกรวัฒน์สรณ์. 2541 : 86)

4. สติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence)

เป็นความสามารถที่จะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวเอง รู้ว่าตนเป็นใคร มีความสามารถทำอะไรได้บ้าง รู้ว่าตนมีความต้องการทำอะไร สิ่งใดควรหลีกเลี่ยง สิ่งใดควรเสาะหา รวมถึงมีจุดอ่อน จุดแข็งเรื่องใด มีความรู้เท่าทันในอารมณ์ ความคิด ความตั้งใจ ความปรารถนาในตน มีความสามารถที่ฝึกตนเอง เข้าใจตนเอง (กมล สดประเสริฐ. 2540 : 12 ; สุรศักดิ์ หลาพมาลา. 2541 : 14) ผู้ที่มีสติปัญญาด้านนี้จะช่วยให้รู้จักการพิจารณาตนเอง ซึ่งจะทำให้บุคคลนั้นมีรูปแบบการดำเนินชีวิตของตนเอง มีชีวิตชีวาและมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าสมองที่ควบคุมสติปัญญาด้านนี้ถูกทำลาย อาจกลายเป็นคนเฉื่อยชา เชื่องช้า ไม่นิยมนิยาร้าย ซึมเศร้า และไม่รู้ตัวว่าตนเองมีการเปลี่ยนแปลง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 140)

ลักษณะบุคคลที่มีสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง

- 1) รู้จักขอบเขตและการแสดงออกของอารมณ์อย่างเหมาะสม
- 2) แสดงความคิดเห็นและความรู้สึกในเรื่องต่าง ๆ พอเหมาะ
- 3) มีเป้าหมายในการดำเนินชีวิตที่แน่นอนและในรูปแบบที่ถูกต้อง
- 4) ทำงานได้ด้วยตัวเอง
- 5) มีพัฒนาการในด้านการเรียนรู้และบุคลิกภาพ
- 6) สามารถทำความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประสบการณ์ของชีวิตตัวเอง เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาตัวเองให้ดีขึ้น
- 7) เข้าใจถึงความสำคัญของตัวเองที่มีอิทธิพลหรือมีบทบาทและความสัมพันธ์ต่อบุคคลอื่น

การพัฒนาสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง

- 1) การจัดสภาพโรงเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นคุณค่าของตัวเอง (Self Esteem)
 - ☐ ให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างเสมอภาคกัน
 - ☐ ให้ชุมชนและนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดแผนการดำเนินงานของโรงเรียน
- 2) สอนให้นักเรียนรักและภูมิใจในตัวเอง โดยให้เห็นคุณค่าของตัวเอง
 - ☐ Compliment Circles โดยให้นักเรียนนั่งเป็นวงกลมแล้วให้นักเรียนคนหนึ่งนั่งกลางวง ให้คนที่เหลือพูดถึงคนที่อยู่ตรงกลางในด้านดี จากนั้นให้ผลัดกันมานั่งตรงกลางวงจนครบทุกคน
 - ☐ Individual Acknowledgement โดยให้แต่ละคนพูดถึงข้อดีของเพื่อนในห้องทุกคนให้ครบถ้วน ซึ่งอาจจะใช้การเขียนในกระดาษแล้วครูรวบรวมให้แก่นักเรียนแต่ละคน
 - ☐ Peer Support โดยให้นักเรียนที่เก่งช่วยสอนคนที่อ่อน
- 3) สอนให้นักเรียนรู้จักกำหนดจุดมุ่งหมายในการทำงานและการดำเนินชีวิต
- 4) ให้นักเรียนรู้จักการแสดงออกในเรื่องความรู้สึกและอารมณ์ โดยใช้สถานการณ์จำลอง มีการควบคุมและแก้ไขความรู้สึกและอารมณ์ด้วยวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสม
- 5) ให้นักเรียนได้ระบายความรู้สึกและอารมณ์ผ่านงานศิลปะตามความถนัดและความสนใจของนักเรียน
- 6) ให้นักเรียนเขียนบันทึก (Journal Writing) ที่สะท้อนถึงความคิด ความรู้สึกต่อเหตุการณ์สำคัญในแต่ละวัน (การสัมมนาหลักสูตรบูรณาการเพื่อการพัฒนาพหุปัญญา. 2541 : 25 - 26)

แบบฝึกหัดที่จะช่วยให้เกิดการพัฒนาสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง

1) เก็บบันทึกรายงานสะท้อนความคิด ความรู้สึก และเหตุการณ์สำคัญ ๆ ในแต่ละวัน โดยพยายามใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่หลากหลาย เช่น การเขียน การวาดภาพ การร้องเพลง เป็นต้น

2) ทำตัวเป็นผู้สังเกตการณ์เฝ้าดูความคิดของตนเอง ความรู้สึก และอารมณ์ สังเกตการแสดงออกของอารมณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น โกรธ ตื่นเต้น เป็นต้น

3) ประเมินความคิดของตนเองในรูปแบบสถานการณ์ที่แตกต่างกัน เช่น เมื่อเกิดวิกฤตการณ์จะตัดสินใจอย่างไรเมื่อมีทางเลือกหลาย ๆ ทาง

4) จัดทำกราฟแสดงอารมณ์ แสดงให้เห็นจุดสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละวัน บันทึกเหตุการณ์ที่ทำให้เราเกิดอารมณ์ที่แตกต่างกันมาก (วารีรัตน์ แก้วอุไร และสุปราณี ไกรวัตนุสสรณ์. 2541 : 89)

พื้นฐานของทฤษฎีปัญญ

การ์ดเนอร์มีเกณฑ์ในการพิจารณาความสามารถพิเศษต่างๆ เช่น ทางดนตรี พื้นที่ ร่างกาย การเคลื่อนไหว เป็นปัญญาเฉพาะตัว (อารี สันทวิ. 2535 : 2 - 5) ดังนี้

1. ปัญญามีลักษณะเฉพาะด้านจากการศึกษาเรื่องสมอง การ์ดเนอร์พบว่าบุคคลที่ประสบอุบัติเหตุและสมองด้านซ้าย ซึ่งเป็นปัญญาด้านภาษาถูกทำลาย บุคคลผู้นั้นจะมีความยากลำบากในการพูด อ่าน เขียน และการใช้ภาษา แต่เขาก็สามารถร้องเพลง เต้นรำ มีความรู้สึกและมีสัมพันธภาพกับผู้อื่นเหมือนกัน และบุคคลที่สมองด้านขวาถูกทำลายทำให้หมดความสามารถทางด้านดนตรี จึงเป็นที่เชื่อว่าปัญญาความฉลาดแต่ละด้านจะอยู่ตามที่ตั้งต่าง ๆ ของสมอง (ดูตาราง 4)

2. ตัวอย่างนักปราชญ์และบุคคลที่มีความสามารถพิเศษ ซึ่งจะมีความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่งเด่นออกมาชัดเจน แต่ความสามารถอื่น ๆ ค่อย เช่น ตัวเอกของภาพยนตร์เรื่อง The Rain Man ซึ่งอ้างอิงจากเรื่องจริงมีความสามารถทางคณิตศาสตร์อย่างมหัศจรรย์ แต่ปัญญาทางด้านอื่นต่ำมาก ใช้ภาษาไม่ได้ ไม่มีมนุษยสัมพันธ์ และไม่เข้าใจตนเอง

3. พัฒนาการของปัญญาและผลงานสูงสุด ความงอกงามของปัญญา ความฉลาดแต่ละด้านจะมีวิวัฒนาการต่างๆ กัน บางด้านจะเห็นได้ชัดตั้งแต่วัยเด็กเช่น ด้านดนตรี โมสาร์ทสามารถแต่งดนตรีได้ตั้งแต่อายุ 4 ขวบ บางด้านปรากฏเห็นชัดในตอนอายุวัยรุ่นเช่น ด้านคณิตศาสตร์ แบลส ปาสกาล (Blaise Pascal) และคาร์ล เฟรเดริค กอส (Karl Friedrich Gauss) บางด้านจะประสบความสำเร็จทำงานได้ถึงขั้นสูงสุดอายุประมาณ 40-50 ปี หรือหลังจากนี้ ได้แก่ นักประพันธ์ นักเขียนนวนิยาย และคุณยายโมเสส (Grandma Moses) เริ่มฝึกวาดภาพเมื่ออายุ 75 ปี และประสบความสำเร็จสูงสุด โดยมีตารางสรุปพัฒนาการของปัญญาแต่ละด้าน (ดูตาราง 4)

การ์ดเนอร์ (Gardner. 1993) กล่าวว่า เราจะทราบถึงขั้นสูงสุดของปัญญาแต่ละด้านจากผลงานของผู้นั้น โดยมีตารางผลงานสูงสุดของปัญญาแต่ละด้าน (ดูตาราง 5)

4. ปัญญาแต่ละด้านมีประวัติวิวัฒนาการอันยาวนาน การ์ดเนอร์ สรุปว่าปัญญาแต่ละด้านมีวิวัฒนาการในช่วงระยะเวลาอันยาวนาน เช่น ปัญญาด้านพื้นที่ (Spatial Intelligence) จะเห็นจากภาพเขียนในถ้ำก่อนประวัติศาสตร์ ปัญญาทางด้านดนตรี จะเห็นได้จากเครื่องดนตรีในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ โดยมีตารางเกี่ยวกับคุณค่าของปัญญาแต่ละด้านในประวัติศาสตร์ (ดูตาราง 6)

5. ข้อเสนอสนับสนุนจากแบบทดสอบทางจิตวิทยา การ์ดเนอร์ กล่าวว่าแบบทดสอบมาตรฐานปัจจุบันอาจจะทดสอบความฉลาดหรือปัญญาบางด้านได้ เช่น แบบทดสอบเชาว์ปัญญาสำหรับเด็กของเวคสเลอร์ (Wechsler Intelligence for Children)

6. ข้อเสนอสนับสนุนจากงานจิตวิทยาการทดลอง จากการศึกษาทางจิตวิทยาการทดลองพบว่าปัญญาความฉลาดแต่ละด้านนั้นจะอยู่แยกกันเช่น บุคคลที่อ่านหนังสือได้เก่งแต่ไม่สามารถถ่ายโอนความสามารถนี้ไปยังคณิตศาสตร์ได้ หรือบางคนมีความจำดีในเรื่องคำพูดและภาษา แต่จำหน้าคนไม่ได้เลย ดังนั้นมนุษย์แต่ละคนจะมีความสามารถต่าง ๆ กันในด้านต่าง ๆ

7. มีชุดความสามารถในการกระทำของปัญญาแต่ละด้าน การ์ดเนอร์ กล่าวว่า ปัญญาแต่ละด้านจะมีชุดความสามารถของตนเอง เช่น ปัญญาทางด้านดนตรี จะมีความสามารถซึ่งทำให้เกิดความไวต่อจังหวะ เสียง ทำนอง เป็นต้น

8. ปัญญาแต่ละด้านสามารถมีระบบสัญลักษณ์ของตน การ์ดเนอร์ กล่าวว่า เครื่องบ่งชี้ที่แสดงความแตกต่างระหว่างคนกับสัตว์ชนิดอื่น คือ สามารถสร้างสัญลักษณ์ และปัญญาแต่ละด้านจะมีสัญลักษณ์ของตัวเอง โดยมีตารางแสดงตัวอย่างสัญลักษณ์ของปัญญาแต่ละด้าน (ดูตาราง 5)

ตาราง 4 ลักษณะเฉพาะด้านของปัญญาจากการศึกษาเรื่องสมองและการพัฒนาการของปัญญา

ปัญญา	ระบบประสาท	ลักษณะพัฒนาการ	วิธีการที่วัฒนธรรมยกย่อง
ด้านภาษา	ขมับด้านซ้ายและหูด้านหน้า (บริเวณโบรคาและเวมมิก)	“ผลิตคอกออกผล” ตั้งแต่วัยเด็ก และอยู่ไปจนถึงวัยชรา	การเล่านิทาน วรรณคดี ฯลฯ
ด้านเหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์	ด้านหูซ้าย	สูงสุดตอนวัยรุ่นและผู้ใหญ่ตอนต้น เริ่มเสื่อมถอยตั้งแต่อายุ 40 ปี	การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีคณิตศาสตร์ การนับ และระบบแยกประเภท ฯลฯ

ตาราง 4 (ต่อ)

ปัญหา	ระบบประสาท	ลักษณะพัฒนาการ	วิธีการที่วัฒนธรรมยกย่อง
ด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์	บริเวณส่วนหลังของสมองซีกขวา	ความคิดเชิงเรขาคณิตจะเริ่มตั้งแต่ปฐมวัย และคิดรูปแบบรูปคิด ประมาณ 9-10 ปี แต่ความไวต่อศิลปะจะมีตั้งแต่เด็กจนวัยชรา	ผลงานศิลปะ ระบบการนำทางการออกแบบ สถาปัตยกรรม การประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ฯลฯ
ด้านการเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ	เซเรเบลลัม และโมเตอร์คอร์เทกซ์	แตกต่างกันตามลักษณะองค์ประกอบ เช่น ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และประเภทของการแสดงออก เช่น ยิมนาสติก เบสบอล การแสดงทำไม้	ผลงานประดิษฐ์ด้วยมือ เล่นกีฬา การแสดงละคร การเต้นรำ การปั้น แกะสลัก ฯลฯ
ด้านดนตรี	ขมับด้านขวา	เป็นปัญหาที่พัฒนาก่อนสุดอัจฉริยะเด็ก ๆ จะผ่านวิกฤตการณ์ พัฒนาหลายขั้น	การแต่งเพลง การแสดง การอัดเทป ฯลฯ
ด้านการเข้ากับผู้อื่น	สมองซีกขวาและระบบลิมบิก	ระยะ 3 ปีแรกของชีวิตเป็นระยะสำคัญในการสร้างความสัมพันธ์ชีวิต	ผลงานการเมือง ระบบขนานบุญ สังคม
ด้านการเข้าใจตนเอง	สมองด้านหน้าและระบบลิมบิก	ความสัมพันธ์ระหว่างตนกับผู้อื่น พัฒนาระหว่าง 3 ปีแรกของชีวิต ซึ่งเป็นระยะวิกฤติในการพัฒนา	ระบบศาสนา ทฤษฎีจิตวิทยา พิธีกรรมต่าง ๆ

ที่มา : อารี สันทรวี. (2535). *พหุปัญญาและการเรียนแบบร่วมมือ*. หน้า 7. กรุงเทพฯ : สมาคมเพื่อการศึกษาเด็กจัดพิมพ์.

ตาราง 5 ผลงานสูงสุดและระบบสัญลักษณ์ของปัญญาแต่ละด้าน

ปัญญา	องค์ประกอบแกน	ระบบสัญลักษณ์	ลักษณะผลิตสูงสุด
ด้านภาษา	ไวต่อเสียงของคำ โครงสร้าง สร้างความหมาย และหน้าที่ของคำในภาษา	ระบบภาษาที่มีการสะกดคำ	นักเขียน นักพูด เช่น เวอร์จิเนีย วูลฟ์ และมาร์ติน ลูเธอร์คิง
ด้านเหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์	มีความไวในการวินิจฉัยแบบแผน จำนวนและเหตุผล สามารถวิเคราะห์เหตุผลซับซ้อน	ภาษาคอมพิวเตอร์ (เช่น ปาสคาล)	นักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ เช่น มาดาม คิวรี และเบลส ปาสคาล
ด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์	สามารถรับรู้สิ่งที่มองเห็นภายนอก และแปลงกลับเป็นการรับรู้ภายในได้	ภาษารูปภาพ (เช่น ภาษาจีน)	จิตรกร สถาปนิก เช่น ฟรีดาคาห์ไล และ ไอ.एम.ไพ
ด้านการเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ	สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายและมีความสามารถทางมือกับวัตถุ	ภาษามือ ภาษาเบรล	นักกีฬา นักเต้นรำ นักปั้น เช่น เจสซี โอเว, มาร์ธา แกรห์ม และออกุส โรแดง
ด้านดนตรี	เข้าใจและสามารถผลิตจังหวะ ทำนอง และมีความเข้าใจซาบซึ้ง	ระบบโน้ตดนตรี ระบบรหัสโทรเลข	นักแต่งเพลง นักแสดง เช่น สตีฟวี วันเดอร์ และมีโดรี
ด้านการเข้ากับผู้อื่น	สามารถวินิจฉัยและปฏิบัติตัวอย่างเหมาะสมต่ออารมณ์และความต้องการของผู้อื่น	สิ่งที่ช่วยให้รู้ในสังคม เช่น ท่าทาง การแสดงออกบนใบหน้า	นักแนะแนว นักการเมือง เช่น คาร์ล โรเจอร์ส และเนลสัน แมนเดลา
ด้านการเข้าใจตนเอง	สามารถจำแนกความรู้สึกของตน รู้จุดอ่อนและจุดแข็งของตน	สัญลักษณ์เกี่ยวกับตน เช่น ความฝัน ผลงานศิลปะ	นักจิตบำบัด ผู้นำทางศาสนา เช่น ซิกมันด์ فروยด์ และพระพุทธเจ้า

ที่มา : อารี สันทรวี. (2535). *พหุปัญญาและการเรียนแบบร่วมมือ*. หน้า 6. กรุงเทพฯ : สมาคมเพื่อการศึกษาเด็กจัดพิมพ์.

ตาราง 6 ประวัติวิวัฒนาการของปัญญาแต่ละด้าน

ปัญญา	การเริ่มต้นของ วิวัฒนาการ	ปรากฏในสัตว์อื่น	องค์ประกอบทางประวัติศาสตร์ (คิดจากปี ค.ศ.1990หรือ พ.ศ.2533)
ด้านภาษา	อักษรเขียนมีมา 30,000 กว่าปี	ลิงออกชื่อได้	มีการถ่ายทอดภาษาทางวามาจาน กระทั่งมีตัวหนังสือและการพิมพ์
ด้านเหตุผลเชิง ตรรกะและ คณิตศาสตร์	ระบบจำนวนและ ปฏิทิน	ผึ้งสามารถคำนวณ ระยะทางโดยการ เต้นรำ	มีความสำคัญมากขึ้นด้วยอิทธิพล ของคอมพิวเตอร์
ด้านเนื้อหาที่มี สัมพันธ	การวาดภาพฝาผนังใน ถ้ำ	สัตว์หลายชนิดมี สัญชาตญาณของการ มีพื้นที่ของตน	มีความสำคัญมากขึ้นด้วย เทคโนโลยีด้านการดูและวิดีโอ
ด้านการเคลื่อนไหว ร่างกายและ กล้ามเนื้อ	การใช้เครื่องมือของ มนุษย์ยุคแรก	การใช้เครื่องมือของ สัตว์บางประเภท	มีความสำคัญในยุคเกษตรกรรม
ด้านดนตรี	มีหลักฐานว่ามนุษย์สมัย แรกมีเครื่องดนตรี	นกร้องเพลง	มีความสำคัญมากในวัฒนธรรม ที่ยังใช้การสื่อสารทางวาจา และ การติดต่อสื่อสารจะใช้ดนตรีมาก
ด้านการเข้ากับ ผู้อื่น	ชีวิตในยุคแรก ๆ จะมี การรวมกลุ่มอยู่ด้วยกัน และในการล่าสัตว์หา อาหาร	ความสัมพันธ์ระหว่าง แม่กับลูกในสัตว์ หลายชนิด	มีความสำคัญมากขึ้นในเศรษฐกิจ ที่มีการบริการ
ด้านการเข้าใจ ตนเอง	พิธีกรรมทางศาสนา ของมนุษย์ในยุคแรก ๆ	ลิงชิมแปนซีสามารถ รู้จักตนในกระจก ถึง ชนิดต่าง ๆ รู้จักกลัว	มีความสำคัญมากขึ้นในสังคม อนาคตที่ซับซ้อนและต้องการ ความสามารถในการเลือก

ที่มา : อารี สันทรวี. (2535). *พหุปัญญาและการเรียนแบบร่วมมือ*. หน้า 8. กรุงเทพฯ : สมาคมเพื่อ
การศึกษาเด็กจัดพิมพ์.

ประโยชน์ของพหุปัญญา

กรีนฮอก (สตรัคคี หลาบมาลา. 2541 : 15 ; อ้างอิงจาก Greenhawk. 1997) ได้รวบรวม
งานวิจัยเกี่ยวกับประโยชน์ของพหุปัญญาในห้องเรียนไว้ได้ 5 รายการ ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความสามารถของตนเองและคนอื่น
2. ช่วยให้นักเรียนใช้ประโยชน์จากจุดแข็งของตน และปรับปรุงจุดอ่อนของตน
3. ช่วยเสริมความมั่นใจในตนเองของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนกล้าทำงานที่ยากกว่าเดิม
4. ช่วยให้นักเรียนเรียนได้ดีขึ้น เพราะทำให้เกิดการจดจำไม่ลืม โดยเฉพาะบทเรียนที่ใช้ฝึกหลายปัญหา
5. ช่วยในการประเมินทักษะพื้นฐานและระดับสูงของนักเรียนได้อย่างแม่นยำ

ทฤษฎีพหุปัญญาเชื่อว่าทุกคนมีปัญหาทั้ง 8 ด้าน เพียงแต่จะมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละด้าน ซึ่งปัญหาแต่ละด้านสามารถพัฒนาได้ขึ้นอยู่กับ การได้รับการฝึกฝนอบรม และส่งเสริมสมรรถภาพของปัญหาด้านต่าง ๆ โดยที่ปัญหาด้านต่าง ๆ จะทำงานร่วมกัน ปัญหาด้านหนึ่งเสริมหรือกระตุ้นปัญหาด้านอื่น และถ้าบุคคลที่มีปัญหาด้านต่าง ๆ เหล่านี้ได้มีโอกาสที่จะใช้ความสามารถในทางที่เหมาะสมกับตนเอง ปัญหาต่าง ๆ ที่มีมากในสังคมจะได้รับการแก้ไข โดยใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของสติปัญญาของคนที่อยู่อย่างเต็มที่

กระบวนการสอนเพื่อเกิดการพัฒนาสติปัญญา

อารี สันทรวี (2535 : 15 - 26) ได้กล่าวถึงทฤษฎีพหุปัญญากับยุทธวิธีการสอนว่า ทฤษฎีพหุปัญญาได้เปิดโอกาสให้ครูได้ใช้ยุทธวิธีการสอนหลากหลายที่นำมาใช้ในชั้นเรียน เพราะเด็กแต่ละคนมีความสามารถและความฉลาดแตกต่างกัน ยุทธวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเด็กกลุ่มหนึ่งอาจจะไม่เหมาะสมกับเด็กอีกกลุ่มหนึ่ง ครูจึงควรใช้ยุทธวิธีการสอนหลาย ๆ วิธี ดังนี้

1. ยุทธวิธีสอนสำหรับสติปัญญาด้านภาษา ซึ่งสามารถใช้ได้กับผู้เรียนหลายแบบ และมีกิจกรรมแบบเปิดที่จะดึงปัญญาด้านภาษาของผู้เรียนออกมา โดยครูเป็นผู้จัดกิจกรรมที่จะช่วยส่งเสริมสติปัญญาด้านนี้ เช่น

การเล่านิทาน อาจจะสอดแทรกความคิดรวบยอดที่จะให้เด็กอยู่ในนิทานซึ่งให้เรื่องนิทานเป็นเรื่องที่สอนหรือสื่อกับเด็กโดยตรง

การระดมพลังสมอง เป็นการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนทุกอย่างที่คิดว่าสัมพันธ์กับเรื่อง โดยยึดถือว่าทุกความคิดมีความสำคัญ และให้นักเรียนร่วมกันได้ไตร่ตรองข้อคิดที่กล่าวมาและหาทางนำไปใช้

การอัดเสียงลงเทป ช่วยให้นักเรียนรู้จักความสามารถทางเสียงของตน และอำนาจของคำพูดในการสื่อสารและแสดงความรู้สึก รวมถึงยังช่วยให้ได้ข้อมูลย้อนกลับ

การเขียนบันทึกประจำวัน โดยกำหนดหัวข้อหรือสถานการณ์ให้ ในการบันทึกนี้ นักเรียนอาจใช้ปัญญาด้านอื่นเข้ามาด้วย เช่น วาดภาพ มีภาพถ่ายหรือบทสนทนา

การตีพิมพ์หนังสือ โดยได้จากการที่นักเรียนเขียนงานส่งครู สามารถนำมารวบรวม และเย็บเป็นเล่มและเผยแพร่ให้ผู้อื่นอ่าน

2. ยุทธวิธีการสอนสำหรับสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ เช่น

การคำนวณและจำนวน โดยครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้วิชาอื่น ๆ เช่น การคาดคะเน การประมาณ

การจัดหมวดหมู่และแยกประเภท เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลในการเรียนเรื่องต่าง ๆ มา จะช่วยให้จำง่ายและเหมาะในการอภิปราย

คำถามแบบโซกราตีส ครูเป็นผู้ตั้งคำถามความคิดเห็นของนักเรียน เป็นกระบวนการสอนให้คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในการสนทนาซักถาม

วิธีสอนแบบฮิวริสติก เป็นการนำยุทธวิธีการสอนแบบต่าง ๆ กฎเกณฑ์ระเบียบต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล

วิธีสอนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีอยู่ในวิชาทุกวิชาจะช่วยยกระดับการคิดของนักเรียน

3. ยุทธวิธีการสอนสำหรับสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ โดยจะกล่าวถึงยุทธวิธีการสอน 5 วิธี ที่จะรู้ปัญญาด้านนี้ของนักเรียน

การให้เห็นเป็นภาพ อาจให้นักเรียนหลับตาและนึกเป็นภาพของเรื่องที่ได้เรียนและให้เห็นภาพเรื่องราวที่จะจำ ไม่ว่าจะเป็นคำศัพท์ กฎคณิตศาสตร์ สูตรวิทยาศาสตร์

สี โรงเรียนควรจะอนุญาตให้นักเรียนใช้ดินสอสีหรือปากกาสีต่าง ๆ และควรได้รับการฝึกฝนให้ใช้สีต่าง ๆ เช่น ข้อมูลสำคัญสีแดง ข้อมูลสนับสนุนสีเขียว และข้อมูลที่ยังไม่ชัดเจนสีส้ม

รูปภาพเปรียบเทียบ โดยครูให้นักเรียนคิดเรื่องนั้นให้เป็นรูปภาพ เช่น บอกให้นักเรียนลองคิดถึงพัฒนาการของประเทศสหรัฐฯ จากรัฐต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบกับ การขยายตัวของอะมิบา

การวาดภาพความคิด โดยให้วาดภาพแนวคิดที่สำคัญของเรื่องที่เรียน ซึ่งเป็นการประเมินความเข้าใจของนักเรียน และนักเรียนได้คิดไตร่ตรองในหัวเรื่องนั้นในการวาดเป็นภาพ

การใช้สัญลักษณ์กราฟิก ครูอาจใช้รูปภาพ เส้นต่าง ๆ ขยายความเรื่องที่สอนโดยให้น้ำหนักของเส้นแตกต่างกัน

4. ยุทธวิธีการสอนสำหรับสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ครูจำเป็นต้องหาโอกาสให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตนเองในฐานะเป็นเอกัตบุคคล ยุทธวิธีต่อไปนี้จะช่วยครูด้วยวิธีต่าง ๆ

คิดตรึงตรองครึ่งละ 1 นาที ครูอาจจะให้เวลานอกแก่นักเรียนครึ่งละ 1 นาที คิดตรึงตรองเรื่องที่เรียน จะช่วยให้นักเรียนได้หยุดคิดแล้ว ยังเป็นการเตรียมตัวสำหรับกิจกรรมต่อไป

สัมพันธ์กับตน โดยตรง ครูจะนำเรื่องที่สอนให้สัมพันธ์กับความรู้สึกและประสบการณ์ของนักเรียน โดยใช้คำถาม เช่น นักเรียนในห้องนี้ใครเคย ..., นักเรียนเคยวางแผนที่จะ ..., ใครเคยไปต่างประเทศบ้าง ... เป็นต้น

เกิดอารมณ์ การที่จะกระตุ้นการเรียนรู้ต้องกระตุ้นสมองแห่งอารมณ์ ครูจึงต้องสอนด้วยความรู้สึกและสร้างบรรยากาศให้นักเรียนได้หัวเราะ เกิดความรู้สึกรุนแรงทำให้ต้องแสดงความคิดเห็น หรือตื่นเต้นในเรื่องที่เรียนโดยสร้างความรู้สึกร่วมให้นักเรียน ได้แก่ เป็นต้นแบบอารมณ์ ให้นักเรียนแสดงอารมณ์ได้อย่างปลอดภัย ไม่ส่งเสริมให้มีการตำหนิวิจารณ์ และยอมรับอารมณ์ต่าง ๆ ของนักเรียน และจัดประสบการณ์ที่ทำให้เกิดอารมณ์

ตั้งจุดมุ่งหมาย มีความสามารถในการตั้งจุดมุ่งหมายที่เป็นจริงได้ ครูจะช่วยนักเรียนได้ในการฝึกตั้งจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายในชีวิต เช่น ให้นักเรียนตั้งจุดมุ่งหมายที่ต้องการจะเรียนในวันนี้ นักเรียนต้องการจะเห็นตัวเองทำอะไรในอีก 25 ปีข้างหน้า นักเรียนตั้งเป้าว่าเธอมนี้อะไรจะได้เกรดอะไร เป็นต้น

วรรณิ โสภประยูร (2541 : 20 - 24) กล่าวถึงรูปแบบการสอนแบบวรรณิที่มี 8 ขั้น ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นทบทวน ขั้นสอน ขั้นสรุป ขั้นสร้างเจตคติ ขั้นนำไปใช้ ขั้นฝึกทักษะ และขั้นประเมินผลที่ใช้ทฤษฎีหลายทฤษฎีผสมผสานหรือบูรณาการเข้าด้วยกัน จึงทำให้วิธีสอนแบบวรรณิ มีลักษณะบูรณาการที่ดีและเป็นไปตามหลักปรัชญาของครุธรรม โดยมีแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ 10 ทฤษฎี รวมทั้งทฤษฎีพหุปัญญาด้วยที่ใช้เป็นทฤษฎีพื้นฐานของวิธีสอนแบบวรรณิ

วาริรัตน์ แก้วอุไร และสุปราณี ไกรวันนุสสรณ์ (2541 : 90 - 92) ได้กล่าวถึงวิธีสอนด้วยพหุปัญญาสรุปได้ 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นตอนกระตุ้นให้เกิดความสามารถด้านต่าง ๆ (Awaken the Intelligence) การกระตุ้นหรือเตรียมการต้องเกี่ยวข้องกับการฝึกปฏิบัติทั้งทางร่างกายและสมอง เพื่อเป็นการเตรียมการของความสามารถด้านนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความพร้อมที่จะดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป เช่น ถ้าเราต้องการกระตุ้นความสามารถในการมองเห็น/มิติสัมพันธ์ก็ต้องให้เด็กได้ฝึกการวาดรูประบายสี เป็นต้น

วัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการคือ

1.1 เพื่อสร้างความตระหนักถึงความสามารถทางปัญญาด้านต่าง ๆ ที่เรามีอยู่ และเพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้ด้านนั้น ๆ มากขึ้น

1.2 เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ถึงกลวิธีต่าง ๆ ในการเตรียมตัว หรือเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการขั้นตอนต่อไปทั้งในระบบประสาทและทางร่างกาย

2. **ขั้นเสริมและพัฒนาความสามารถ (Amplifying the Intelligence)** ความสามารถทางปัญญาแต่ละด้านสามารถพัฒนาและเสริมได้ ซึ่งเหมือนกับทักษะต่าง ๆ ถ้าเราฝึกฝนมาก ๆ ก็เกิดความชำนาญมาก

วัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ เพื่อเสริมและพัฒนาจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องในแต่ละด้าน

3. **ขั้นการสอนให้เกิดความสามารถทางปัญญา (Teaching with Intelligence)** เป็นขั้นที่ใช้ทักษะด้านต่าง ๆ หากความรู้เพิ่มเติมหรือทำให้เกิดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์คือ ต้องใช้บทเรียนที่จะให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการเรียนรู้ได้หลายวิธี เพื่อให้บรรลุเป้าหมายส่วนรวม

4. **ขั้นการถ่ายโอนความรู้ (Transferring the Intelligence)** เป็นขั้นการนำความรู้และความสามารถมาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตจริง

วัตถุประสงค์ คือ การทำให้ความสามารถทางปัญญาเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางสมอง เจตคติ และการเคลื่อนไหวของร่างกาย

การ์ดเนอร์ (เน็คคักดี ชุมนุช, 2540 : 41 - 42 ; อ้างอิงจาก Gardner, 1991) เชื่อว่าครูที่ดีควรจะสามารถใช้วิธีการสอนหลาย ๆ แบบเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน และเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยการด์เนอร์ได้ยกตัวอย่างของการสอนในวิชาธรรมชาติวิทยาเรื่องวิวัฒนาการและวิชาสังคมศึกษา เรื่อง ประชาธิปไตย ดังนี้

ตาราง 7 ตัวอย่างการสอนวิชาธรรมชาติวิทยาเรื่องวิวัฒนาการและวิชาสังคมศึกษาเรื่องประชาธิปไตย

วิธีการ	การสอนเรื่องวิวัฒนาการ	การสอนเรื่องประชาธิปไตย
1.การพรรณนา (Narrational Entry Point)	ครูอาจจะชี้ให้ผู้เรียนเห็นเส้นทางของวิวัฒนาการ	เริ่มจากประเทศกรีกหรือในอเมริกา จุดเริ่มต้นของรัฐบาลภายใต้รัฐธรรมนูญ
2.การใช้เหตุผลและตัวเลข (Logical-Quantitative Entry Point)	ครูอาจจะให้ผู้เรียนฝึกเปรียบเทียบพันธุ์พืชหรือสัตว์หลายส่วนของโลก หรือในยุคสมัยที่ต่าง ๆ กัน หรือครูอาจจะจัดสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะได้อภิปรายถกเถียงในเรื่องกระบวนการของวิวัฒนาการ	จัดให้ผู้เรียนได้ศึกษารูปแบบของการลงคะแนนในรัฐสภา หรือให้มีการศึกษาแนวคิดและการโต้เถียงในการเลือกหรือไม่เลือกประชาธิปไตยในหมู่ของผู้ก่อการ

ตาราง 7 (ต่อ)

วิธีการ	การสอนเรื่องวิวัฒนาการ	การสอนเรื่องประชาธิปไตย
3.การให้ผู้เรียนได้เข้าใจพื้นฐานของเรื่องราว (Foundational Entry Point)	ครูใช้วิธีการพื้นฐานความเข้าใจ หรือครูอาจจะให้ผู้เรียนได้ศึกษาความแตกต่างระหว่างวิวัฒนาการและการปฏิบัติ เหตุผลที่ต้องมองหาจุดเริ่มต้นและการเปลี่ยนแปลงประเด็นด้านความรู้ของแนวคิด วัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายปลายทาง	ให้ศึกษาความหมายของรากศัพท์ประชาธิปไตย ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้หลักการตัดสินใจในแนวประชาธิปไตย และแนวการประชาธิปไตย และแนวการตัดสินใจในรูปแบบอื่น ๆ
4.การใช้วิธีการด้านสุนทรียศิลป์ (Esthetic Approach)	ให้ผู้เรียนได้ศึกษาโครงสร้างต้นไม้แสดงวิวัฒนาการหรือรูปร่างของพันธุ์พืช หรือพันธุ์สัตว์ที่เปลี่ยนแปลงไป	จัดให้ผู้เรียนฟังการเล่นดนตรี แบบที่มีนักดนตรีทั้งกลุ่มต่างเล่นดนตรีของตัวเอง และแบบการเล่นดนตรีภายใต้การควบคุมของผู้ควบคุมวงคนเดียว คือ เปรียบเทียบการเล่นดนตรีแบบ String Quartet และ Orchestra หรือไม่ก็ให้ผู้เรียนได้ศึกษาเปรียบเทียบการโน้มน้าของการลงคะแนนเสียงของกลุ่มต่าง ๆ ในรัฐสภา
5.การใช้วิธีจัดประสบการณ์ (An Experiential Approach)	ให้นักเรียนได้ลองเลี้ยงแมลงหวี่ แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ	ครูอาจจะจัดให้มีคณะกรรมการของชั้นหรือของห้อง ให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกฝนการใช้หลักการประชาธิปไตย และศึกษาเปรียบเทียบการตัดสินใจ โดยใช้กระบวนการประชาธิปไตย และการสั่งการในรูปแบบต่าง ๆ

ที่มา : เนติศักดิ์ ชุมนุช. (2540, กรกฎาคม-กันยายน). “การนำเข้าสู่บทเรียน ข้อเสนอของฮาวเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner),” วารสารโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. (4) : 41 - 42.

แคมป์เบลล์ (สุรศักดิ์ หลาบมาลา. 2541 : 14 ; อ้างอิงจาก Campbell. 1997) ได้กล่าวถึงการใช้หุปัญญาในห้องเรียนว่าสามารถกระทำได้ ดังนี้

1. ใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน เช่น เด็กบางคนอาจจะเข้าใจกราฟหรือพีชคณิต บนกระดานดำยาก ครูสามารถนำนักเรียนทำกราฟที่สนามโดยทุกคนเป็นจุด ๆ หนึ่งบนเส้นกราฟ หรือในออสตรเลีย โรงเรียนแห่งหนึ่งมีสนามเล่นปูลูอิฐเป็นรูปสุริยจักรวาล ครูนำนักเรียนมาเรียนดาราศาสตร์ในสนาม เด็ก ๆ เป็นดวงดาวต่าง ๆ หมุนรอบดวงอาทิตย์

2. ใช้การเสริมบทเรียน โดยมีการจัดลำดับคำหัพปัญหา เช่น ใช้ศิลปะหรือการละครในการเรียนวรรณคดี เรียนดาราศาสตร์หัวข้อสุริยจักรวาล โดยใช้ปัญญาทางตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์วัดระยะทางระหว่างดวงดาวที่สนามกับดาวต่าง ๆ รอบดวงอาทิตย์

3. ใช้ในการส่งเสริมการทำงานด้วยตนเอง โดยครูให้เด็กคิดริเริ่ม ค้นคว้า ดำเนินงาน และรายงานผลการทำโครงการของตนเอง

4. ใช้ในการประเมินผล เมื่อเด็กทำโครงการเสนอหรือแสดงโครงการให้ฝึกประเมินงานของตนเอง หรือให้เพื่อน ๆ ช่วยประเมิน

5. การฝึกเป็นลูกมือ โดยการคัดเนอร์ได้เสนอให้ฝึก 3 ด้านคือ ด้านศิลปหัตถกรรม ด้านวิชาการ และด้านร่างกาย

แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้วัดความสามารถทางสติปัญญา

1. แบบทดสอบสแตนฟอร์ด-บินด์ (Stanford-Binet) ในปี ค.ศ.1905 บินด์ (Alfred Binet) และซิมอน (Theodore Simon) ได้ร่วมกันสร้างแบบทดสอบสติปัญญาที่มีชื่อเรียกว่า บินด์-ซิมอนสเกล (Binet Simon Scale) ใช้ทดลองกับเด็กอายุ 3-11 ปี จำนวน 50 คน ร่วมกับเด็กเรียนช้าและเด็กปัญญาอ่อนอีกกลุ่มหนึ่ง (อารี พันธมณี. 2534 : 61)

เนื้อหาของแบบทดสอบสแตนฟอร์ด-บินด์ วัดความสามารถดังนี้ (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 60 - 67)

- 1.1 ภาษา (Language) เรียกชื่อวัตถุจากภาพ นิยามคำ หาคำที่เสียงคล้องกัน
- 1.2 เหตุผล (Reasoning) ให้ตอบปัญหา (ไม่ใช่คณิตศาสตร์) ให้หาข้อความที่ถามประหลาด ๆ ใช้คำถามตรรกวิทยาง่าย ๆ
- 1.3 ความจำ (Memory) จำประโยค จำตัวเลข
- 1.4 มโนภาพ (Conceptual) อธิบายสุภาษิต หาพื้นฐานที่สิ่งนั้นเหมือนกัน
- 1.5 ปัญญาทางสังคม (Social Intelligence) เข้าใจเอกลักษณ์ของสังคมและความสัมพันธ์ของเอกลักษณ์นั้น ๆ หาภาพที่แสดงออกแบบเบา ๆ
- 1.6 เหตุผลทางตัวเลข (Numerical Reasoning) เปลี่ยนตัวเลขในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์

1.7 ทักษะการมองเห็น (Visual-Motor) การประกอบรูปได้ตามแบบที่กำหนด เครื่องมือที่ใช้ในแบบทดสอบนี้มีบัตรคำ วัตถุ และภาพ

2. แบบทดสอบเวคสเลอร์ (Wechsler Scales) เป็นแบบทดสอบรายบุคคลมี 3 ระดับคือ

2.1 แบบทดสอบสำหรับผู้ใหญ่ มีชื่อว่า WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale)

2.2 แบบทดสอบสำหรับเด็ก มีชื่อว่า WISC (Wechsler Intelligence Scale for Children)

2.3 แบบทดสอบสำหรับเด็กก่อนวัยเรียน มีชื่อว่า WPPSI (Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence)

แบบทดสอบของเวคสเลอร์ทุกระดับ แบ่งเป็นองค์ประกอบใหญ่ ๆ 2 องค์ประกอบ คือ

แบบทดสอบภาษา (Verbal Scale) ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ 6 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบความรู้ทั่วไป ความเข้าใจ ตัวเลข เหตุผล ภาษา และความจำลำดับเลข

แบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance Scale) ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ 6 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแบบแผน การวิเคราะห์ส่วนประกอบของภาพที่ขาดหายไป การเรียงรูปภาพ การสังเคราะห์ ความจำสัญลักษณ์ และการเลือกทางเดิน

3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาของโอติส-เลนนอน (Otis-Lennon Mental Ability Test มีชื่อย่อว่า OLMAT) ใช้วัดความสามารถทางสติปัญญา 6 ระดับ ตั้งแต่อนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 4 องค์ประกอบ ดังนี้

3.1 ความเข้าใจด้านภาษา (Verbal Comprehension) โดยวัดคำที่มีความหมายเหมือนกัน คำตรงกันข้าม ประโยคสมบูรณ์ และการกระจายประโยค

3.2 เหตุผลด้านภาษา (Verbal Reasoning) โดยวัดอักษรไขว้ในตาราง อุปมาอุปไมย ด้านภาษา จัดเข้าพวกด้านภาษา สรุปความ และการเลือกแบบตรรกวิทยา

3.3 เหตุผลภาพ (Figural Reasoning) วัดอุปมาอุปไมยภาพ อนุกรมภาพ และภาพตารางสัมพันธ์

3.4 ปริมาณเหตุผล (Quantitative Reasoning) วัดตัวเลขอนุกรม และเลขคณิตเหตุผล

4. แบบทดสอบคาลิฟอร์เนีย ออฟเมนตัลแมจิวริตี (California Test of Mental Maturity) มีชื่อว่า CTMM สร้างโดย Elizabeth T. Sullivan, Willis W. Clark และ Ernest W. Tiegs เป็นแบบทดสอบที่เน้นโครงสร้างขององค์ประกอบเป็นสำคัญ สร้างตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงระดับผู้ใหญ่ มี 6 ระดับ มี 5 องค์ประกอบ

องค์ประกอบที่ 1 เหตุผลทางตรรกวิทยา (Logical Reasoning) มุ่งวัดความสามารถทางด้านอนุมานและอุปมาน โดยใช้เหตุผลทางตรรกวิทยา ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบ วัดความสามารถด้านตรงข้าม ด้านความเหมือนกัน และด้านอุปมาอุปไมย

องค์ประกอบที่ 2 มิติสัมพันธ์ (Spatial Relationship) มุ่งวัดความสามารถในการมองเห็นภาพสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดด้านขวาและซ้าย และแบบทดสอบทักษะการมองภาพพื้นที่

องค์ประกอบที่ 3 ตัวเลขเหตุผล (Numerical Reasoning) มุ่งวัดเหตุผลเกี่ยวกับปริมาณ เน้นความเข้าใจในโมโนภาพของตัวเลข ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดอนุกรมตัวเลข ค่าของตัวเลข และโจทย์ปัญหา

องค์ประกอบที่ 4 มโนภาพด้านภาษา (Verbal Concept) มุ่งวัดด้านความเข้าใจภาษา และการลงสรุปเหตุผลทางภาษา ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบสรุปความและความเข้าใจด้านภาษา

องค์ประกอบที่ 5 ความจำ (Memory) มุ่งวัดความสามารถในการระลึกนึกออกสิ่งที่ได้รู้ได้เห็นหรือได้ฟังมา ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความจำทันที ทันใดและแบบเว้นช่วง

5. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญา (Primary Mental Abilities Tests) มีชื่อย่อว่า PMA สร้างโดย L.L. Thurstone เพื่อวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

5.1 ความสามารถด้านภาษา (Verbal Factor ใช้ตัวย่อว่า V) เป็นความสามารถที่จะแสดงออกมาด้วยคำศัพท์ หรือความหมายทางภาษาทั้งหลาย

5.2 ความสามารถด้านจำนวน (Number Facility ใช้ตัวย่อว่า N) เป็นการวัดความสามารถด้านตัวเลขโดยการเปรียบเทียบจำนวนปริมาณที่แตกต่างกัน รวมถึงโจทย์คณิตศาสตร์เหตุผลด้วย

5.3 ความสามารถด้านเหตุผล (Reasoning ใช้ตัวย่อว่า R) เป็นความสามารถด้านการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล เป็นพื้นฐานการจัดเข้าพวกของคำ การจัดเข้าพวกของภาพ ตลอดจนอนุกรมด้านเหตุผล

5.4 ความสามารถในการสังเกตรับรู้ (Perceptual Speed ใช้ตัวย่อว่า P) เป็นการวัดความสามารถด้านประสาทสายตาที่มองเห็นความเหมือน และความต่างของสิ่งที่กำหนดไว้ให้เพียงใด การแยกความแตกต่างของสิ่งที่กำหนดให้ อาจจะเป็นภาพเสมือนหรือภาพทรงเรขาคณิต และสัญลักษณ์ซึ่งจะต้องทำได้รวดเร็วและแม่นยำ

5.5 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Relations ใช้ตัวย่อว่า S) เป็นการวัดความสามารถที่มองเห็นวัตถุหรือภาพทรงต่าง ๆ ที่หมุนเวียนหรือเปลี่ยนที่ เช่น ตัดภาพ ประกอบภาพ หมุนภาพ เป็นต้น

แบบทดสอบ พี เอ็ม เอ นี้ผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อใช้ในการประเมินการพัฒนาความสามารถของเด็กแต่ละคน โดยเลือกใช้ 3 องค์ประกอบได้แก่ ความสามารถด้านภาษา ความสามารถด้านเหตุผล และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เพื่อให้สอดคล้องกับความมุ่งหมายของการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสามารถด้านภาษา ประกอบด้วย แบบทดสอบคำตรงข้ามและแบบทดสอบตีความ
2. ความสามารถด้านเหตุผล ประกอบด้วย แบบทดสอบสรุปความ และแบบทดสอบอุปมาอุปไมย
3. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วย แบบทดสอบหมุนภาพและแบบทดสอบประกอบภาพ

1.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบวรรณิ

เมื่อปี พ.ศ.2506 วรรณิ โสมประยูร แห่งภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ได้คิดริเริ่มวิธีสอนคณิตศาสตร์รูปแบบใหม่ขึ้นใช้ทดลองสอนขณะที่เป็นนิสิตฝึกสอนที่โรงเรียนวัดโสมนัสธรรมหาวิหาร ต่อมาในปี พ.ศ.2510 เขียนแผนภูมิรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ขึ้นไว้เป็นหลักฐานครั้งแรก ขณะเป็นครูอยู่ที่โรงเรียนคาราคามของกรมสามัญศึกษา และได้มีการปรับปรุงและพัฒนาเรื่อยมา จนกระทั่ง พ.ศ.2535 เป็นรูปแบบการสอนที่ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาอย่างสมบูรณ์ที่สุดที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน ซึ่งเป็นวิธีสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถม ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลการเรียนรู้ทุก ๆ ด้านในลักษณะผสมผสานหรือบูรณาการ โดยนำเอาหลักปรัชญา จิตวิทยา ทฤษฎีการเรียนรู้และนวัตกรรม มาผสมผสานเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยกระบวนการสอน 8 ขั้นตอน ซึ่งสัมพันธ์และเชื่อมโยงอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ ซึ่งบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้ตั้งชื่อรูปแบบการสอน ซึ่งเป็นวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่ของรองศาสตราจารย์วรรณิ โสมประยูร ว่า “วิธีสอนแบบวรรณิ” โดยมีรายละเอียดดังนี้

จุดมุ่งหมายของวิธีสอนแบบวรรณิ

เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาและพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้สำเร็จลุล่วง วิธีสอนแบบวรรณิจึงมีจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดค้นและค้นพบองค์ความรู้และสร้างมโนทัศน์ได้จากประสบการณ์ของตนเอง และสามารถนำสิ่งที่ค้นพบไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างแท้จริง

2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้แบบมีส่วนร่วมโดยการให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางและให้แสดงพฤติกรรมหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองมากที่สุด พร้อมทั้งเน้นการเรียนรู้ด้วยการกระทำประกอบสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ

3. เพื่อให้นักเรียนรู้จักเรียนและทำงานอย่างมีระเบียบและเป็นระบบ อันจะส่งผลช่วยให้ยกระดับศักยภาพในการเรียนรู้หรือมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้อย่างสมบูรณ์ทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งให้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยความสุขและรักวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

4. เพื่อช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ซึ่งกำลังเป็นปัญหาของนักเรียนตามโรงเรียนทั่วไปทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค รวมทั้งเพื่อช่วยยกระดับความคงทนในการเรียนรู้ควบคู่กันไปด้วย (วรรณิ โสมประยูร. 2541 : 18)

คุณลักษณะเฉพาะของวิธีสอนแบบวรรณิ

1. วิธีสอนแบบวรรณิเป็นรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยกระบวนการสอน 8 ขั้นตอน ซึ่งสัมพันธ์และเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ แต่ครูผู้สอนก็สามารถจะยืดหยุ่นหรือปรับเปลี่ยนได้ ขั้นตอนเหล่านี้เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อนหรือยุ่งยาก และสามารถใช่วิธีสอนหรือกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย รวมทั้งสื่อการเรียนการสอนและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบก็ยังหาง่ายอีกด้วย

2. ในรูปแบบการสอนมีขั้นนำและทบทวนแยกออกจากกัน เพื่อช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้ขั้นตอนสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง และยังมีขั้นสร้างเจตคติอีกต่างหาก เพื่อช่วยโน้มน้าวจิตใจให้นักเรียนเกิดศรัทธาและมองเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์และรักวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

3. ทุกขั้นตอนในรูปแบบการสอนเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางและมีอิสระในการคิด การแสดงออก และการปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และสร้างองค์ความรู้ใหม่ รวมทั้งให้นักเรียนมีโอกาสฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มที่

4. วิธีสอนแบบวรรณิช่วยเพิ่มบรรยากาศสุนทรีย์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีชีวิต น่าสนใจ และสนุกสนาน ซึ่งทำให้ทั้งครูและนักเรียนสอนและเรียนร่วมกันอย่างมีความสุข เพราะถือว่าความน่าเบื่อหน่ายและความเคร่งเครียดนั้นเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการเรียนรู้

5. วิธีสอนแบบวรรณิเน้นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทุก ๆ ด้านในลักษณะองค์รวม ผลการเรียนรู้ที่รับจากการนำรูปแบบการสอนไปใช้จึงอยู่ในเกณฑ์สูงอย่างน่าพอใจเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งพบจากผลการวิจัยแบบสังเคราะห์งานวิจัยหลายครั้งว่า ได้ผลสูงกว่าแบบการสอนอื่น ๆ ที่ครูทั่วไปใช้กันอยู่ภายในประเทศ (วรรณิ โสมประยูร. 2541 : 12 - 13)

ปรัชญาพื้นฐานของวิธีสอนแบบวรรณิ

1. การสอนคณิตศาสตร์มิใช่มุ่งประเด็นจะให้เด็กมีทักษะการคิดคำนวณหรือคิดเลขเร็วเพียงอย่างเดียว แต่ควรจะต้องคำนึงถึงผลการเรียนรู้ด้านอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ การคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การมีความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ ตลอดจนการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ อีกด้วย

2. ในการสอนเพื่อฝึกทักษะและพัฒนาปฏิสัมพันธ์ที่ดีนั้น ครูควรสอนให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์และทักษะทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งควรจะได้แทรกความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและคุณธรรมจริยธรรมทางด้านต่าง ๆ ไปด้วยพร้อม ๆ กัน

การสอนคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ได้ผลดีและเต็มศักยภาพนั้น นอกจากให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางแล้วควรจะต้องสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยวิธีการค้นพบความรู้นั้นๆ ด้วยตนเอง เพราะจะช่วยให้เด็กเข้าใจอย่างซาบซึ้งและจดจำสิ่งที่เรียนไปได้ยาวนาน พร้อมทั้งยังสามารถนำวิธีการหรือเทคนิคไปใช้แก้ปัญห่อื่น ๆ ได้

4. สื่อการสอนหรือวัสดุอุปกรณ์เป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ เพราะเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรมที่เกี่ยวกับความคิดหรือจินตนาการ นักเรียนจึงต้องเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ โดยการปฏิบัติจริง และด้วยสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ

5. ในการประเมินผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ควรจะวัดเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือคะแนนเพียงด้านเดียว แต่ควรวัดสมรรถภาพให้ครบทุก ๆ ด้าน เช่น ความรู้ ความเข้าใจ เจตคติ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา และการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในวิชาอื่น ๆ รวมทั้งในชีวิตประจำวันด้วย (วรรณิ โสมประยูร. 2541 : 20)

ทฤษฎีพื้นฐานของวิธีสอนแบบวรรณิ

วิธีสอนแบบวรรณิ มีลักษณะบูรณาการ (Integration) ที่ดีและเป็นไปตามหลักปรัชญาขององค์รวม (Holism) โดยมีแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานในการสร้างที่สอดคล้องและอ้างอิงได้กับหลักจิตวิทยาการศึกษาหรือทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ถึง 10 ทฤษฎีด้วยกัน สรุปได้ดังนี้

1. ทฤษฎีการผ่อนคลาย (Suggestopedia...Georgi Lozanoy)

ทฤษฎีการผ่อนคลายมุ่งใช้การเร่งระดมคำแนะนำสั่งสอน เพื่อเพิ่มระดับสติปัญญาและความทรงจำของเด็ก ด้วยการประยุกต์เทคนิคการผ่อนคลายความเครียดและความสนุกสนานเพลิดเพลินมาใช้ประกอบการเรียนการสอน เน้นภายในห้องเรียนที่มีบรรยากาศและสิ่งทีเื้ออานวยความสะดวกสบาย ทำให้สดชื่นแจ่มใส และมีเสียงเพลงหรือดนตรีประกอบ พร้อมทั้งให้นักเรียนได้รับการฝึกหัดเป็นพิเศษในเรื่องโยคะและการทำสมาธิ เพื่อช่วยส่งเสริมความทรงจำและช่วยพัฒนาร่างกาย จิตใจ สังคมและอารมณ์แห่งการเรียนรู้

2. ทฤษฎีการเสริมแรง (Operant Conditioning ... B.F. Skinner)

ทฤษฎีการเสริมแรงเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำเอง และการกระทำใด ๆ ถ้าได้รับการเสริมแรงย่อมมีแนวโน้มที่จะทำให้มีพฤติกรรมที่ดีขึ้น ทฤษฎีนี้ได้เน้นการแบ่งจุดประสงค์ในการเรียนรู้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละส่วนจะได้รับการเสริมแรงด้วยวิธีการต่าง ๆ เป็นส่วน ๆ ไป มีเงื่อนไขว่าจะต้องกำหนดจังหวะหรือระยะเวลาในการเสริมแรงนั้นให้เหมาะสมด้วย ทั้งนี้เพื่อจุดมุ่งหมายที่สำคัญในการพัฒนาแนวคิดหรือมโนทัศน์ ทักษะ และพฤติกรรมทางสังคม

3. ทฤษฎีการเชื่อมโยงจิตสำนึก (Apperception ... J.F. Herbart)

ทฤษฎีการเชื่อมโยงจิตสำนึกเชื่อว่า การเรียนของเด็กเกิดขึ้นเพราะความสนใจเป็นเหตุ ครูผู้สอนจึงควรจะต้องเร้าให้เด็กเกิดความสนใจในบทเรียนหรือสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้เรียนเสียก่อน โดยการใช้กิจกรรม สื่อการสอน หรือสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ แล้วจึงเริ่มดำเนินการเพื่อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ต่อไปด้วยการถ่ายทอดความรู้ใหม่ให้มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว ซึ่งนับว่าเป็นกระบวนการเชื่อมต่อความคิดใหม่เข้าไปประสานกับความคิดเก่าที่ได้เก็บสั่งสมไว้

4. ทฤษฎีการฝึกสมอง (Mental Discipline ... Plato)

ทฤษฎีการฝึกสมองเน้นการพัฒนาสมองโดยตรง ด้วยวิธีการสอนให้เข้าใจและฝึกหัดหรือปฏิบัติให้มาก ๆ จนเกิดเป็นทักษะและความคงทนในการเรียนรู้ขึ้นมา หลังจากนั้นนักเรียนก็สามารถถ่ายโยงความรู้และทักษะไปใช้เองโดยอัตโนมัติ

5. ทฤษฎีการหยั่งรู้ (Insight Through Configuration of a Perceived Situation ... Gestalt Psychology)

ทฤษฎีการเรียนรู้หรือการหยังเป็นกลุ่มหนึ่งของทฤษฎีเกสตัลท์ ที่เชื่อว่าการเรียนรู้ ส่วนรวมหรือภาพรวมทั้งหมดมีความสำคัญมากกว่าส่วนย่อยรวมกัน โดยเน้นเรื่องการรับรู้และการ เชื่อมโยงประสบการณ์เก่าเข้ากับประสบการณ์ใหม่ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา หรือการหยังรู้ ดังนั้นถ้าการพัฒนาในเรื่องการหยังรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือสามารถแก้ปัญหาได้ดี เพราะเป็นการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาได้โดยการตระหนักรู้ด้วยตนเองอย่างทันทีทันใด จึงทำให้ สามารถมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ

6. ทฤษฎีการสรุป (Generalization ... C.H. Judd)

ทฤษฎีการสรุปเน้นความสำคัญของการสรุปเรื่องต่าง ๆ จากประสบการณ์ทั้งโดยทาง ตรงและทางอ้อมที่นักเรียนได้รับ รวมทั้งเน้นความสามารถในการพินิจพิจารณาและตรวจสอบแนว คิดทั่วไป ทั้งของตนเองและผู้อื่น เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านวิชาการให้เกิดสมรรถภาพทาง สติปัญญาหรือความคงแก่เรียน โดยครูผู้สอนควรจะต้องชี้แนะ แนะนำหรือนำทางให้นักเรียนมี ความสามารถและทักษะในการสรุปหลักเกณฑ์ กฎ สูตร หรือมโนทัศน์อื่น ๆ พร้อมทั้งให้สามารถ นำความรู้เหล่านั้นไปใช้กับประสบการณ์ใหม่ในชีวิตประจำวันว่าควรจะทำปฏิบัติต่อสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างไรจึงจะได้ผลดีที่สุด

7. ทฤษฎีการสอนแบบธรรมชาติ (The Natural Approach)

ทฤษฎีการสอนแบบธรรมชาติ เน้นการเรียนรู้ที่เกิดจากความพร้อมของสภาพการณ์ หรือสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติและธรรมชาติของการรับรู้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถช่วย ให้นักเรียนทำการสรุป ทำความเข้าใจ หรือหยังรู้ให้เกิดสติปัญญาขึ้นมาได้เอง และนำสิ่งที่เป็น ธรรมชาติมาใช้ให้เกิดการเรียนรู้ และประยุกต์ความรู้ไปใช้แก้ปัญหาธรรมชาติด้วย แต่ครูผู้สอนจะ ต้องจัดกระบวนการหรือกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมหรือ ความรู้ที่นักเรียนเคยได้รับมาก่อน รวมทั้งจะต้องคำนึงถึงธรรมชาติตามวัยของเด็กและความแตก ต่างระหว่างบุคคลด้วย

8. ทฤษฎีการเชื่อมโยงสภาพการณ์จากสิ่งเร้าและสิ่งตอบสนอง (Connectionism ... E.L. Thorndike)

ทฤษฎีการเชื่อมโยงสภาพการณ์จากสิ่งเร้าและสิ่งตอบสนองมีหลักเบื้องต้นว่า การ เรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยที่การตอบสนองมักจะออกมาใน รูปแบบต่างๆ หลายรูปแบบ ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองของผู้เรียนในแต่ละขั้นอย่าง ต่อเนื่อง โดยอาศัยกฎการเรียนรู้ 3 กฎดังนี้

8.1 กฎของการฝึกหัดหรือการกระทำซ้ำ (The Law of Exercise or Repection) กล่าวคือ ยิ่งมีการตอบสนองสิ่งเร้ามากและบ่อยครั้งเท่าใด สิ่งนั้นย่อมจะอยู่คงทนนานยิ่งขึ้นเท่านั้น แต่หากไม่ได้ปฏิบัติ ตัวเชื่อมนั้นจะอ่อนกำลังลง

8.2 กฎแห่งผล (Law of Effect) บางทีเรียกว่า หลักของความพึงพอใจและความเจ็บปวด (Pleasure - Pain Principle) การตอบสนองจะมีกำลังเพิ่มขึ้นหากเกิดความพึงพอใจตามมา และจะอ่อนลงหากเกิดความไม่พอใจ

8.3 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) เมื่อกระแสประสาทมีความพร้อม ที่จะกระทำและได้กระทำเช่นนั้นจะก่อให้เกิดความพึงพอใจ แต่ถ้ายังไม่พร้อมและต้องกระทำย่ำแย่ ก่อให้เกิดความรำคาญ

9. ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences หรือ MI ... H. Gardner)

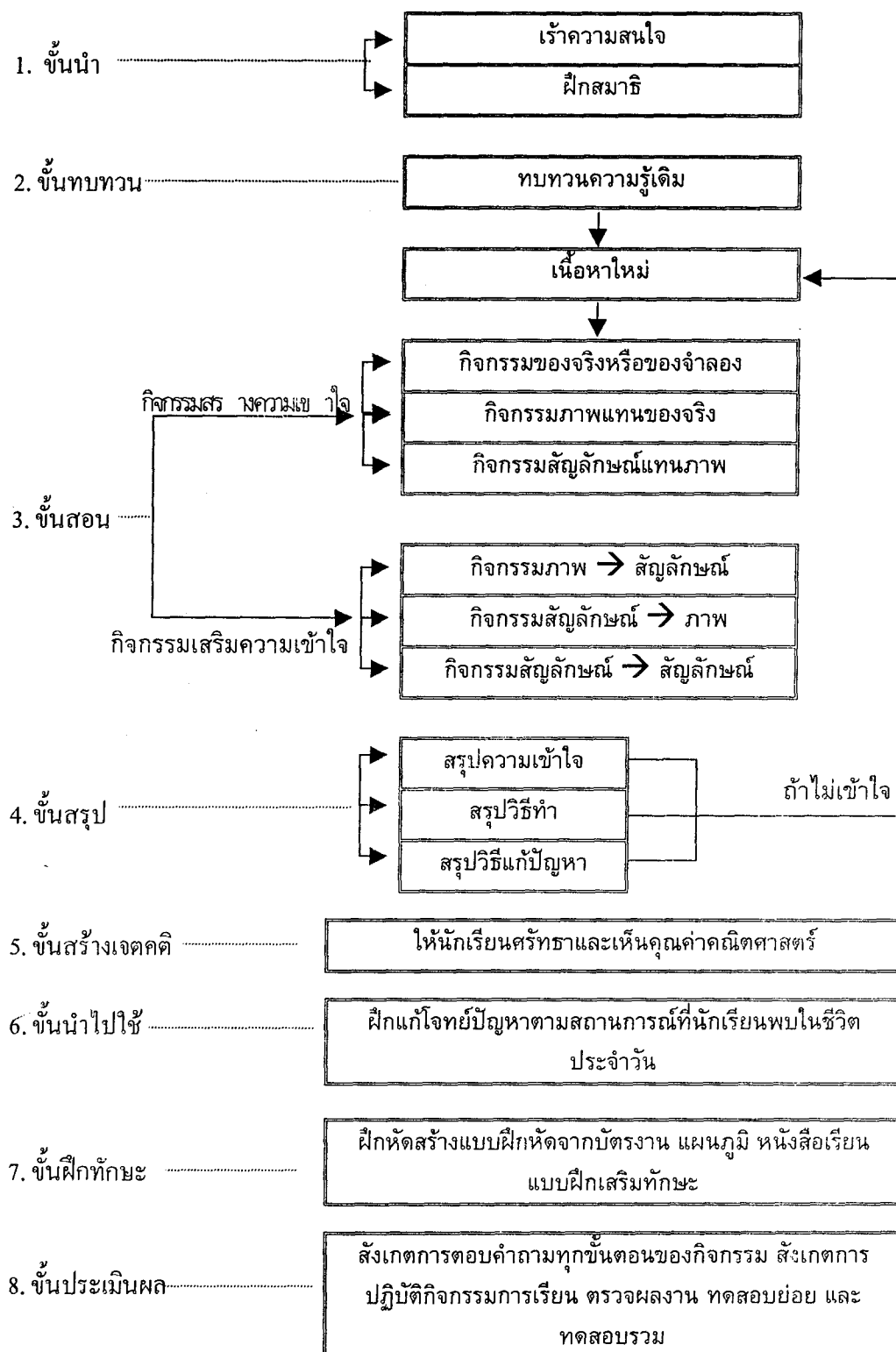
ทฤษฎีพหุปัญญาตระหนักถึงสติปัญญาด้านต่าง ๆ ในภาพรวมจำนวน 8 ด้านด้วยกัน สติปัญญาเหล่านี้มักมีการเชื่อมโยงและพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันอยู่เสมอ ทฤษฎีพหุปัญญาเชื่อว่า สติปัญญาทั้งหลายจะช่วยทำให้บุคคลประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ทั้งทางด้านส่วนตัว และส่วนรวม ซึ่งจะมีผลให้เห็นได้ทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพราะตามธรรมชาติคนเราย่อมต้องใช้ สติปัญญาหลาย ๆ ด้านหรือทุกด้านในการคิด ศึกษา ค้นคว้า และแก้ปัญหาต่าง ๆ อยู่เสมอ

สติปัญญา 8 ด้านดังกล่าว ได้แก่ ด้านภาษา ด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ ด้านเนื้อหาหาคณิตสัมพันธ์ ด้านการเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ ด้านดนตรี ด้านการเข้ากับผู้อื่น ด้านการเข้าใจตนเอง ด้านความเข้าใจในธรรมชาติ ดังนั้นตามแนวคิดและความมุ่งหมายของทฤษฎีนี้จึงเห็นว่าครูผู้สอนจะต้องสรรหาวิธีการเรียนการสอนต่าง ๆ ที่เหมาะสม และกระทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อผสมผสานหรือบูรณาการสติปัญญาทุก ๆ ด้าน ให้เกิดเป็นภาพรวมขึ้น เต็มศักยภาพของผู้เรียน

10. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Approach)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์หรือการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้โดยเน้นการเรียนรู้ต้องแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองว่า ความรู้คือโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive restructuring) ที่สร้างจากประสบการณ์และโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ โครงสร้างทางปัญญาที่สร้างขึ้นใหม่นี้จะเป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างโครงสร้างทางสติปัญญาใหม่ ๆ ต่อไปได้อีก การเรียนรู้แบบนี้จึงเป็นกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้ที่เน้นความรู้เดิมให้เป็นความรู้ใหม่ ตามปรัชญาคอนสตรัคติวิสต์ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียนและผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นเอง

ลำดับขั้นของวิธีสอนแบบวรรณิ



ภาพประกอบ 7 แสดงการจัดขั้นตอนและกิจกรรมการสอนตามวิธีสอนแบบวรรณิ

(วรรณิ โสภประยูร. 2541 : 28)

จากภาพประกอบ 7 จะเห็นว่าการสอนคณิตศาสตร์ตามวิธีสอนแบบวรรณิได้จัดเป็นลำดับขั้นตอนและกิจกรรมการสอนไว้ดังนี้ (วรรณิ โสมประยูร. 2541 : 29 - 32)

1. ขั้นนำ เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนให้ตื่นตัว กระตือรือร้น และอยากเรียนรู้ในบทเรียน โดยใช้เพลงประกอบท่าทาง เกม นิทาน สถานการณ์ ดนตรี หรือกิจกรรมเข้าจังหวะ
2. ขั้นทบทวน เพื่อเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ โดยใช้เกม นิทาน ปัญหาสถานการณ์ การคิดในใจ หรือกิจกรรมอื่นๆ
3. ขั้นสอน เป็นขั้นที่ทำให้เกิดแนวคิดมโนทัศน์ โดยครูควรใช้ของจริงหรือของจำลอง รูปภาพ และสัญลักษณ์ เพื่อนำไปสู่การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร การคาดคะเน การแก้ปัญหา และการคิดคำนวณโดยมีทั้งกิจกรรมสร้างความเข้าใจ และกิจกรรมเสริมความเข้าใจ
4. ขั้นสรุป มีการสรุปความเข้าใจ สรุปวิธีทำ และสรุปวิธีแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนช่วยกันสรุปมโนทัศน์ หลักการ วิธีแก้ปัญหาและประโยชน์สัญลักษณ์ การคิดคำนวณวิธีคิด ข้อควรสังเกต สูตร กฎ โดยครูอาจใช้คำถาม เพื่อถามนำทั้งตัวคำตอบและวิธีการที่จะได้คำตอบ ด้วยการใช้เทคนิคการถามหลาย ๆ แบบ และให้ทุก ๆ คนได้มีส่วนร่วม
5. ขั้นสร้างเจตคติเพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นประโยชน์และคุณค่าของบทเรียน และวิชาคณิตศาสตร์ ควรเริ่มด้วยการสร้างสัมพันธภาพด้วยมิตรไมตรีและความเป็นกันเอง รวมถึงบุคลิกภาพและสุขภาพทางอารมณ์ของครู โดยมีกิจกรรมที่ช่วยสร้างเจตคติ เช่น ให้นักเรียนช่วยกันสรุปประโยชน์หรือคุณค่าของบทเรียนที่มีต่อตนเองและผู้อื่น ซึ่งการสร้างเจตคติจะแทรกอยู่ในการเรียนการสอนทุก ๆ ชั้น
6. ขั้นนำไปใช้ มุ่งฝึกให้นักเรียนรู้จักนำปัญหาตามธรรมชาติที่หลากหลายและท้าทายความคิดในชีวิตประจำวัน ทั้งของส่วนตัวและส่วนรวมไปฝึกแก้ไขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อจะได้นำวิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหาถ่ายโยงไปใช้ในชีวิตจริง
7. ขั้นฝึกทักษะ ฝึกทำแบบฝึกหัดจากแผนภูมิ บัตรงาน หนังสือเรียน และแบบฝึกหัดเสริมทักษะ
8. ขั้นประเมินผล โดยสังเกตการตอบคำถามหรือการถามคำถามทุกขั้นตอนการสอน สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนและการมีส่วนร่วมทั้งการตรวจผลงาน การทดสอบย่อย และการทดสอบรวม

จากการสังเคราะห์ข้อมูลเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนในกลุ่มทักษะ (คณิตศาสตร์) ระดับประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหาและนวัตกรรมที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนในกลุ่มทักษะ (คณิตศาสตร์) จากเอกสารจำนวนทั้งสิ้น 270 เล่ม แยกเป็นงานวิจัยประเภทสำรวจ 80 เล่ม ประเภทการทดลอง 186 เล่ม และการวิจัยเชิงวิเคราะห์ความ

สัมพันธ 4 เล่ม โดยศึกษาจากแหล่งข้อมูลซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา ทั้งในส่วนกลาง ส่วนภูมิภาค และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถจำแนกผลการสังเคราะห์ด้านนวัตกรรมที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน (กรมวิชาการ. 2538 : 145) สรุปผลได้ดังนี้

1. วิธีสอนแบบบรรยาย เป็นวิธีสอนที่ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มากที่สุด ใน 25 วิธี

2. วิธีสอนแบบบรรยาย เป็นวิธีสอนที่ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ได้มากที่สุด ใน 10 วิธี

3. วิธีสอนแบบบรรยายกับวิธีสอนแบบ สสวท. (เรื่องการคูณ การหาร และการหาเศษส่วน) เป็นวิธีสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายจะมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่าวิธีสอนแบบ สสวท.

4. วิธีสอนซ่อมเสริมตามวิธีของวอร์เร็น เป็นวิธีสอนที่ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ โดยพบว่าวิธีสอนแบบบรรยายเป็นวิธีหนึ่งใน 5 วิธี

5. วิธีสอนแบบบรรยาย เป็นวิธีสอนที่ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์เพียงวิธีเดียว (กรมวิชาการ. 2538 : 153 - 155)

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบบรรยาย จะเห็นว่าวิธีสอนแบบบรรยายเป็นวิธีสอนที่มีลำดับขั้นการสอนที่เป็นระบบ มีกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติได้อย่างหลากหลาย ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอด และพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น การคิดคำนวณ การคาดคะเน การคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร ก่อให้เกิดความสนุกสนาน น่าสนใจ และมีอิสระในการคิด อีกทั้งยังส่งเสริมเจตคติในการเรียนให้นักเรียนเกิดศรัทธาและเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วน

ชาตรี เมืองนาโพธิ์ (ไพศาล เทพศรี. 2522 : 20 - 21 ; อ้างอิงจาก Muangnapore. 1975 : 1-3) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเรียนรู้สัจกับพื้นฐานและการอ่านเขียนสัญลักษณ์ของเศษส่วน ของนักเรียนระดับ 3-4 ในโรงเรียนต่าง ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ผู้วิจัยได้ทดลองสอนสัจกับพื้นฐานเกี่ยวกับเศษส่วนแก่นักเรียน 15 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็นสามกลุ่ม แล้วนำไปเปรียบเทียบกับ การสอนเศษส่วนโดยวิธีธรรมดา ซึ่งสอนโดยครูประจำชั้น ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยในการทดสอบระหว่างกลุ่มที่สอนโดยผู้วิจัย และครูประจำชั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สัจกับพื้นฐานเกี่ยวกับเศษส่วน มีผลในด้านที่เกี่ยวกับความจำ และการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่าการสอนด้วยวิธีสอนธรรมดา ที่ระดับความเชื่อมั่น .02 และ .05

แสดงให้เห็นว่าการวางแผนตามลำดับขั้นในการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่มีความประโยชน์ และจำเป็นอย่างยิ่ง เมื่อนำผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการเรียนโดยใช้สังกัดพื้นฐานไปเปรียบเทียบกับนักเรียนระดับ 7 ที่ทำการทดสอบโดยใช้ข้อสอบมาตรฐานของ NLSMA (The National Longitudinal Study of Mathematic Abilities) ในข้อความที่เกี่ยวกับเศษส่วนและเส้นจำนวน การใช้เศษส่วนที่เป็นแผนภูมิวงกลมและแผนภูมิที่แบ่งออกเป็นส่วน ๆ ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05 ซึ่งแสดงว่าการสอนโดยใช้สังกัดพื้นฐานของเศษส่วนดีกว่าวิธีอื่น และหัวเรื่องที่เป็นอุปสรรคสำคัญในการสอนเศษส่วนคือ การใช้เศษส่วนแทนของหลายหน่วย การเท่ากันของเศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วน การกระจายเศษส่วน การนำเศษส่วนไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ไพศาล เทพศรี (2522 : 42 - 43) ได้ทดลองสอนเรื่องเศษส่วนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับร่างครั้งที่ 1) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 3 กลุ่มคือ กลุ่มนักเรียนในกรุงเทพมหานคร กลุ่มนักเรียนในเมืองและกลุ่มนักเรียนในชนบท ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเศษส่วน ก่อนทดลองสอนและภายหลังทดลองสอนแล้วของนักเรียนแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเศษส่วนภายหลังทดลองสอนแล้วของทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกัน กลุ่มนักเรียนกรุงเทพมหานครและกลุ่มนักเรียนในเมืองมีความสามารถในการเรียนเรื่องเศษส่วนสูงกว่านักเรียนในชนบท และกลุ่มนักเรียนในเมืองมีความสามารถในการเรียนเรื่องเศษส่วนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนในกรุงเทพมหานคร

จารุณี เชิงเห็น (2524 : 34) ได้ทดลองศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เมื่อสอนโดยแยกกลุ่มตามความสามารถกับไม่แยกกลุ่มตามความสามารถ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยแยกกลุ่มตามความสามารถกับไม่แยกกลุ่มตามความสามารถ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเศษส่วนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่สอนโดยวิธีแยกกลุ่มตามความสามารถสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่สอนโดยวิธีไม่แยกกลุ่มตามความสามารถ

อุษาพร กลิ่นเกษร (2524 : 19) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทศนิยมและเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนทศนิยมก่อนเศษส่วน กับนักเรียนที่เรียนเศษส่วนก่อนทศนิยม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทศนิยมและเศษส่วนของนักเรียนที่เรียนทศนิยมก่อนเศษส่วน สูงกว่านักเรียนที่เรียนเศษส่วนก่อนทศนิยมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จันทนา เลิศวิริยะพงศ์ (2527 : 53) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่องการคูณและหารเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีสอนแบบ มศว (วรรณิ โสมประยูร) กับวิธีสอนแบบ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เศรษฐศักดิ์ หนูทอง (2527 : 71) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนซ่อมเสริมเรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้บทเรียนโปรแกรม แบบฝึกหัดเพิ่มเติม และซ่อมเสริมตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อุทัย เพชรช่วย (2527 : 64) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ ที่สอนโดยกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูง ปานกลาง และสอนโดยครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำทั้งสามกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูง สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ปานกลาง กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยครูและกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุนีย์ กมลศิริประเสริฐ (2529 : 98) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนของวรรณิ และวิธีสอนของ สสวท. โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มทดลอง สอนโดยวิธีสอนของวรรณิ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอน

กลุ่มควบคุมที่ 1 สอนโดยวิธีสอนของ สสวท. ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอน

กลุ่มควบคุมที่ 2 สอนโดยวิธีสอนของ สสวท. ซึ่งครูประจำชั้นเป็นผู้สอน

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ด้านความรู้ความเข้าใจของกลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านทักษะการคิดคำนวณและการนำไปใช้ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 ไม่แตกต่างกัน

ประณิดา อุทาน (2532 : 85) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามวิธีสอนของวรรณิกับวิธีสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามวิธีสอนของวรรณิสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สายหยุด เอียนสี (2534 : 57) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยสอนแบบพัฒนารายบุคคลซึ่งร่วมทำงานเป็นคณะกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของกลุ่มที่สอนแบบพัฒนารายบุคคล ซึ่งร่วมทำงานเป็นคณะสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทองศักดิ์ วังสงค์ (2535 : 58) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนของ สสวท. ของกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง และกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิ กับวิธีสอนของ สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำที่ได้รับการสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทองระย้า นัยชิด (2536 : 96) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนระหว่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมด้วยชุดการสอนซ่อมเสริมตามจุดบกพร่องของเนื้อหา กับนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พงษ์ศักดิ์ ศรีจันทร์ (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนด้วยเกมกับการสอนด้วยวิธีของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยใช้เกมสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนตามวิธีของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เฉลิมศักดิ์ ภูมิ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เรื่องเศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตยา พัวรัตน์ (2541 : 90) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการสอนแบบวรรณิในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการสอน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร ป้อมบุบผา (2541 : 105) ได้ศึกษาผลการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งมี 13 ชุด ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ภายหลังได้รับการสอนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนสำเร็จรูป สูงกว่าก่อนได้รับการสอนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนสำเร็จรูป และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ชุดที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 และ 13 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ชุดที่ 7 ส่วนชุดที่ 12 ปรากฏว่าคะแนนสอบหลังการเรียนแตกต่างกับคะแนนสอบก่อนการเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

โรมัส (ศิริพร ป้อมบุบผา. 2541 : 78 - 79 ; อ้างอิงจาก Thomas. 1976 : 137 - 141) ได้ทำการทดลองสอนเศษส่วน เรื่อง การบวกและการคูณเศษส่วน การทดลองครั้งนี้ทดลองกับเด็ก 200 คน โดยแยกเด็กออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มอายุ 13 ปี และกลุ่มอายุ 17 ปี กลุ่มละ 100 คน ให้เด็กทั้งสองกลุ่มตอบคำถาม ซึ่งถามว่า $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \square$ และ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \square$ แล้วนำผลการสอบของเด็กทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน และได้ผลออกมาดังนี้ เรื่อง การบวกเศษส่วน เด็กอายุ 13 ปี และ 17 ปี ตอบถูกร้อยละ 42 และร้อยละ 66 ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่าเด็กที่ตอบผิดนั้นจะมีวิธีค้นหาคำตอบต่าง ๆ กัน เช่น เอาเศษบวกกับเศษ และเอาส่วนบวกกับส่วน จะได้คำตอบเป็น $\frac{2}{4}$ เด็กอายุ 13 ปี และ 17 ปี ที่ตอบโดยวิธีคิดแบบนี้ถึงร้อยละ 30 และร้อยละ 16 ตามลำดับ ที่ตอบผิดโดยเฉพาะส่วนมาบวกกัน ได้คำตอบเป็น $\frac{1}{4}$ เด็กอายุ 13 ปี และ 17 ปี ตอบถูกร้อยละ 62 และ 74 ตามลำดับ ส่วนเด็กที่ตอบผิดนั้น มีวิธีคิดดังนี้คือ เอาเศษบวกเศษ และเอาส่วนคูณส่วน ได้คำตอบเป็น $\frac{2}{4}$ เด็กอายุ 13 ปี และ 17 ปี จะตอบผิดถึงร้อยละ 6 และ 5 ตามลำดับ มีเด็กจำนวนหนึ่งตอบเป็น $\frac{3}{3}$ ทั้งนี้เพราะเด็กคิดว่าเป็นการบวกเศษส่วน เด็กอายุ 13 ปี และ 17 ปี ที่ตอบเช่นนี้มีร้อยละ 5 และ ร้อยละ 4 ตามลำดับ โรมัสได้กล่าวสรุปว่า การสอนเศษส่วนในขณะที่เด็กมีทักษะในการคำนวณน้อย และไม่เข้าใจมโนภาพเกี่ยวกับเศษส่วนดีนั้น ครูมักจะประสบความล้มเหลว เด็กส่วนมากจะตอบคำถามโดยปราศจากความคิดพื้นฐานทางจำนวน ในตอนสุดท้ายโรมัสได้เสนอแนะว่าการเรียนการสอนให้ได้ผลดีนั้น ควรจะเน้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการเรียนการสอนกับการพัฒนาความคิดรวบยอด และการพัฒนาความคิดรวบยอดนั้นควรจะเน้นการปฏิบัติที่ต้องใช้รูปธรรมให้มากที่สุด

ฮันดิง (พงษ์ศักดิ์ ศรีจันทร์. 2537 : 28 ; อ้างอิงจาก Hunting. 1984 : 26 - 33) ได้ศึกษาความเข้าใจเศษส่วนที่มีค่าเท่ากันของนักเรียนระดับ 4 จำนวน 9 คน ระดับ 7 จำนวน 10 คน และระดับ 8 จำนวน 10 คน โดยให้นักเรียนพหุนี้หาคำตอบเศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน และตรวจคำตอบของตนโดยการตัดทอนเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ Hunting ใช้วิธีการดำเนินการแบบตัวต่อตัวของนักเรียนเหล่านี้ในเนื้อหาเดียวกัน ครูจะให้ความช่วยเหลือเด็กที่ทำไม่ได้ การสอนจะเป็นแบบถาม ตอบ

สัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนระดับ 4 ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเศษส่วนที่มีค่าเท่ากันได้น้อย แม้จะใช้สื่อช่วยให้เห็นค่าจริงของเศษส่วน การหาตัวประกอบมาคูณจำนวนน้อย เพื่อให้ได้เศษส่วนจำนวนหนึ่งที่มีค่าเท่ากัน จำนวนผู้ที่ทำได้ถูกต้องมี 31% นอกนั้นใช้วิธีอื่น เช่น ใช้การเปรียบเทียบอัตราส่วนมี 8% ใช้การเดา 5% ใช้การคูณไขว้ 4% ใช้การจัดกลุ่ม 3% และใช้ความจำมี 2%

แพทริเซีย (พงษ์ศักดิ์ ศรีจันทร์. 2537 : 28 ; อ้างอิงจาก Patricia. 1988 : 2012-A) ได้ศึกษาบทบาทของมโนทัศน์เรื่องเศษส่วนต่อวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 2 จำนวน 24 คน นักเรียนถูกสอบสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลหลังจากได้รับการสอนอย่างละเอียดในเรื่องการบวกเศษส่วนแล้ว โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นที่ได้รับการทดสอบ เพื่อหาว่านักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการบวกเศษส่วนในเรื่อง Conceptual Instruction (CI) จำนวน 16คน และอีก 8 คน ทดสอบหา Procedural Instruction (PI) ผลการศึกษา พบว่า หลังจาก ทดสอบหลังเรียนแล้ว นักเรียนกลุ่ม CI จำนวน 9 คน มีความรู้เกี่ยวกับเศษส่วนอย่างสมบูรณ์ แต่มีนักเรียนเพียง 2 คนเท่านั้นที่ได้แก้ปัญหการบวกเศษส่วนและการใช้ความรู้เรื่องมโนทัศน์ของเศษส่วน ส่วนนักเรียนกลุ่ม PI สามารถจดจำและถ่ายโอนกฎที่ได้เรียนรู้ไปแล้วอย่างแม่นยำ แม้ว่าในกระบวนการแก้ปัญหาจะใช้ความรู้เรื่องมโนทัศน์ของเศษส่วนเพียงเล็กน้อย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเศษส่วนทั้งในและต่างประเทศที่กล่าวมาสรุปได้ว่าเศษส่วนเป็นเรื่องที่ยากต่อความเข้าใจของนักเรียน ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนเข้าใจความหมายของเศษส่วนในลักษณะต่าง ๆ กัน และพยายามสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากรูปธรรมให้มากที่สุด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา

เชิดศักดิ์ โฉวาสินธุ์ (2530 : 103 - 110) ได้ศึกษาผลการฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองพื้นฐาน 4 ด้าน ได้แก่ การสังเกต การประยุกต์ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ โดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองมีประสิทธิภาพในการพัฒนาคุณภาพการคิดระดับความรู้ ความจำ และสูงกว่าความรู้ความจำได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ

สุรน สิริวิชชาพร (2533 : 72 - 73) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 7 แบบเป็นตัวแทนอิสระ และผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นตัวแทน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 7 แบบ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .5137 ถึง .6362 มีค่านำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ตั้งแต่ .0332 ถึง .2573 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยรรยง ปกป้อง (2534 : 117 - 118) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบสถานการณ์ของแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ แบบลูกบาศก์ 5 แบบ เป็นตัวแปรอิสระ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวแทน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนทดสอบด้านมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบมีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบกับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 4 คู่

สมบูรณ์ หมุนแก้ว (2534 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถทางภาษาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 1 ซึ่งความสามารถทางภาษาคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการวิเคราะห์ภาษาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการตีความ แปลความ ทำความเข้าใจภาษาคณิตศาสตร์และสามารถใช้ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลภาษาคณิตศาสตร์ ที่อยู่ในรูปของสถานการณ์ หรือคำถามที่ต้องการแก้ไข ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 1 มีความสามารถในการวิเคราะห์ภาษาคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.10 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และมีความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล คิดเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.80 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

สมพร ประยูรภิตติกุล (2535 : 52 - 53) ได้ศึกษาผลของการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลมีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กมลชนก พิพัฒนชัยนันท์ (2538 : 60) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบแบ่งเป็น

ระยะสั้น ๆ หลายช่วง กลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบแบ่งเป็นระยะยาว 3 ช่วง และกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบระยะยาวช่วงเดียว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ แบบแบ่งเป็นระยะสั้น ๆ หลายช่วงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบระยะยาวช่วงเดียว และฝึกแบบแบ่งเป็นระยะยาว 3 ช่วง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลธิชา ศีลวัตตะ (2538 : 64) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะ 5 ประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะ 5 ประการคือ ทักษะด้านการสังเกต การมองเห็นความสัมพันธ์ ความจำ การมีขั้นตอน และการมีเหตุผล กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะ 5 ประการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก

ธานินทร์ เสนิยวัฒน์ ณ อุรุยา (2539 : 55 - 56) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียนฟิสิกส์ ของนักเรียนสังกัดกรมสามัญในจังหวัดอ่างทอง จำนวน 222 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางสมองด้านภาษา ด้านตัวเลข ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านเหตุผล และด้านการรับรู้ มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียนฟิสิกส์ในการบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถทางสมองด้านตัวเลขกับความสามารถทางสมองด้านเหตุผล มีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางการเรียนฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถทางสมองด้านภาษา มีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับความสามารถทางสมองด้านการรับรู้อย่างรวดเร็ว และด้านมิติสัมพันธ์ ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนฟิสิกส์อย่างไม่มีนัยสำคัญ

ทิพวรรณ วังเย็น (2541 : 52) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และคะแนนจากความสามารถทางสมองแต่ละด้าน คือ ความสามารถทางภาษา ความสามารถทางจำนวน ความสามารถทางมิติสัมพันธ์ และความสามารถในการรับรู้อย่างรวดเร็ว มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้ง 4 ฉบับ

ฮิลล์ (ทิพวรรณ วังเย็น. 2541 : 20 ; อ้างอิงจาก Hill. 1957 : 618 - 622) ได้ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย พบว่าสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทางบวก โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสมรรถภาพสมอง ด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ .70

เวลล์แมน (กมลชนก พิพัฒนชัยนันท์. 2538 : 27 ; อ้างอิงจาก Wellman. 1957 : 512 - 517) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับนักเรียนเกรด 11 - 12 จำนวน 136 คน พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .411, .466 และ .503 ตามลำดับ โดยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุด

มาร์ติน (ทิพวรรณ วังเย็น. 2541 : 20 ; อ้างอิงจาก Martin. 1964 : 2547 - 2548-A) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมอง ด้านเหตุผล ความเข้าใจในการอ่าน และความคล่องในการคำนวณที่มีต่อการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 4 พบว่า สมรรถภาพสมอง ด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เท่ากับ .61

รันแนคซี (กมลชนก พิพัฒนชัยนันท์. 2538 : 28 ; อ้างอิงจาก Rannucci. 1964 : 19 - 23) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมิธ (ทิพวรรณ วังเย็น. 2541 : 20 ; อ้างอิงจาก Smith. 1964 : 115) ได้ศึกษาว่าสมรรถภาพสมองด้านใดใช้พยากรณ์ผลการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีคือ สมรรถภาพสมองด้านตัวเลข สมรรถภาพสมองด้านภาษา สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ สมรรถภาพสมองด้านอนุमान และสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล

เวรี (กมลชนก พิพัฒนชัยนันท์. 2538 : 29 ; อ้างอิงจาก Very. 1964 : 1371) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถด้านจำนวนและความสามารถด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชีจ (ทิพวรรณ วังเย็น. 2541 : 21 ; อ้างอิงจาก Shich. 1985 : 3633) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เจตคติ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7-8 พบว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ และเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับคะแนนสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชาย-หญิง พบว่า 'สหสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับคะแนนสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชายสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เรดฟอร์ด (Radford. 1994 : Abstract) ได้ศึกษาผลกระทบของการใช้ทฤษฎีปัญหาของผลที่เกิดจากการใช้ทฤษฎีปัญหาและทฤษฎีการเรียนรู้อื่น ๆ ต่อการจัดการเรียนรู้ใน

เด็กอายุ 13 ปี โดยศึกษาจากผู้ปกครอง ครู และตัวผู้เรียน เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต แฟ้มงาน วิดีโอ การสัมภาษณ์ และการบันทึกรายการ พบว่า มีความรู้สึกเข้มแข็งในชุมชน มีการรับรู้ว่ามีโรงเรียนมีบรรยากาศดีสร้างความประทับใจให้เด็ก ๆ ทุกคน มีการพัฒนาการเรียนรู้ การคิดขั้นสูง มีการกระตุ้นความสนใจ แรงจูงใจ และยกระดับการเรียนรู้ให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

คาร์สัน (Carson. 1995 : Abstract) ได้ศึกษาความแตกต่างในชั้นเรียน: ทฤษฎีพหุปัญญา กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายในการศึกษาเพื่อตัดสินว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิม และตามทฤษฎีพหุปัญญาจะมีความแตกต่างกันอย่างไร กับการพัฒนารายบุคคลและรายกลุ่ม โดยศึกษาเปรียบเทียบจากข้อมูลพื้นฐานด้านวัฒนธรรม เชื้อชาติ มีการแบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีกระบวนการทดลอง 6 ขั้นตอน คือ การทดสอบก่อนเรียน กำหนดปัญหา วิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหา สังเกตผล และทดสอบหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANOVA พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพราะทฤษฎีพหุปัญญาในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าทฤษฎีแบบดั้งเดิม

มิวเลอร์ (Mueller. 1995 : Abstract) ได้ศึกษาสิ่งที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีพหุปัญญาในการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยมีจุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการยอมรับสาระความรู้จากกลุ่มที่มีศักยภาพเหมือนกัน และแตกต่างกันตามหลักทฤษฎีพหุปัญญาด้วยการสอนแบบร่วมมือของนักเรียนเกรด 4 มีการแบ่งกลุ่มตามความถนัด ด้วยการสัมภาษณ์ การสำรวจและการสังเกต แล้วแบ่งกลุ่มที่มีความสามารถเหมือนกัน 4 คน ต่างกัน 4 คน มีการสอนแบบร่วมมือทั้ง 2 กลุ่ม มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างโดยเก็บข้อมูลจากการสังเกต การบันทึกกิจกรรมแต่ละด้าน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่มีศักยภาพเหมือนกันทางคณิตศาสตร์ มีความสมบูรณ์ในการทำโครงการจากการเรียนมากกว่ากลุ่มที่มีศักยภาพต่างกัน เนื่องจากทุกคนมีบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบ ส่วนกลุ่มที่มีศักยภาพต่างกันต้องใช้เวลาและความร่วมมือมากขึ้น ส่วนมากจะทำงานเฉพาะตามที่ตนถนัด

แมดสัน (Madsen. 1996 : Abstract) ได้ศึกษาการทดสอบทฤษฎีพหุปัญญาในเด็กเล็ก อายุ 2 ปี และ 4 ปี ศึกษาเปรียบเทียบใน 10 ศูนย์ดูแลเด็ก เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ จากเด็ก 12 คน เพื่อศึกษาพฤติกรรม การปฏิบัติกิจกรรม การใช้เวลาทำกิจกรรมของเด็กโดยเก็บข้อมูลจากเอกสาร วิดีโอเทป การสังเกตและการสัมภาษณ์บุคคลตั้งแต่เวลา 07.15-09.00 น. ทุกวัน เพื่อดูว่าทฤษฎีพหุปัญญาจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเด็กเล็ก และจะอธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนรู้ได้อย่างไร ผลการศึกษาพบว่าเด็กแต่ละคนมีพัฒนาการที่แตกต่างกัน โดยแต่ละคนจะมีความสามารถอย่างน้อย 3 ลักษณะขึ้นไป

สก๊อต (Scott. 1996 : Abstract) ได้ศึกษาทฤษฎีพหุปัญญากับเด็กปัญญาเลิศชาวแอฟริกัน-อเมริกัน ซึ่งเด็กเหล่านี้ขาดโอกาสความเสมอภาคในการเข้าสอบรับการคัดเลือกจากแบบสอบมาตรฐานที่ใช้อยู่ทำให้เด็กเหล่านี้ไม่ได้รับการคัดเลือกเข้ามา ต่อมา มีการประเมินผลจำแนกสติปัญญาด้วยวิธีการหลากหลาย มีการใช้เพิ่มสะสมผลงานในการประเมินผลงาน ซึ่งเป็นแนวคิดสอดคล้องกับการคัดเลือกตามทฤษฎีพหุปัญญา จำแนกความสามารถเด็กตามผลการประเมินที่หลากหลาย ผลการทดสอบเปรียบเทียบแล้ว พบว่าได้ผลการทดสอบที่ตรงกันในด้านมิติสัมพันธ์ การเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ และความเข้าใจตนเอง

ไวซ์แมน (Wiscman. 1997 : Abstract) ได้ศึกษาข้อบ่งชี้การใช้ทฤษฎีพหุปัญญาในโรงเรียนมัธยม ในวิชาวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาของอเมริกาในอดีตใช้แบบทดสอบ Standard Binet-test เพื่อจัดความสามารถทางภาษาและการคำนวณจากความเชื่อว่า มนุษย์มีความสามารถทางสติปัญญา 2 ด้าน แต่การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้ทฤษฎีพหุปัญญาต่อการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ และฟิสิกส์ประยุกต์) เป็นการทดสอบยืนยันว่าผลการดำเนินงานจะได้ผลเช่นเดียวกับการทดสอบแบบเดิม ๆ การวิเคราะห์พบว่า ผลการทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ การเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ ความเข้าใจตนเอง

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าความสามารถทางสติปัญญาด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านภาษา ด้านตัวเลข ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถทางสติปัญญาเป็นความสามารถของบุคคลในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ โดยความสามารถทางสติปัญญาเหล่านี้สามารถพัฒนาได้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบวรรณิ

ชาชูศักดิ์ ศรีสันต์ (2528 : 70) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีสอนของ สสวท. กับวิธีสอนของวรรณิ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการคูณของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญแทน แจ่มศรี (2529 : 100) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวน ห.ร.ม. หรือ ค.ร.น. ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนของวรรณิ กับวิธีสอนของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านความรู้ความเข้าใจของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมทั้งสอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านทักษะการคิดคำนวณของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมที่ 1

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และด้านการนำไปใช้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งสอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และด้านการนำไปใช้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งสอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุพพันธ์ ตีปยานนท์ (2529 : 68) ได้ทำการทดลองสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร โดยครูกับกลุ่มเพื่อนด้วยวิธีสอนของวรวรรณ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองที่ 1 ผู้วิจัยสอนซ่อมเสริมโดยวิธีสอนของวรวรรณ กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มเพื่อนสอนซ่อมเสริมโดยวิธีสอนของวรวรรณ กลุ่มควบคุมครูประจำการสอนซ่อมเสริมโดยวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการหารของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัทมา ทองรุ่ง (2529 : 81 - 82) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนของวรวรรณ กับวิธีสอนของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ ฉบับความรู้ความเข้าใจและทักษะการคำนวณ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอน ของวรวรรณ ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนของ สสวท. ที่สอนโดยครูประจำชั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ฉบับการนำไปใช้ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนของวรวรรณ ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนของ สสวท. ที่สอนโดยครูประจำชั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมคิด เดชคง (2529 : 60) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีสอนของ สสวท. และวิธีสอนของวรวรรณ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมพร ดอกกล้าเจียก (2529 : 59) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนของ สสวท. และวิธีสอนของวรวรรณ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการหารของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

สุชาติ พันธุ์บุญปลูก (2529 : 65) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยวิธี

สอนของ สสวท. และวิธีสอนของวรรณิ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนของ สสวท. กับวิธีสอนของวรรณิแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หะเอม ขวณิชชัยชาญ (2530 : 82) ได้ทำการทดลองสอนคณิตศาสตร์เรื่องการคูณและการหารกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันโดยใช้วิธีสอนแบบวรรณิ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการคูณและการหารระหว่างนักเรียนซึ่งมีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ปานกลาง และสูง ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิไลวรรณ เอื้อสุวรรณ (2531 : 92) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน โดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระหว่างนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ปานกลาง และสูง ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัลยา ตูลพิจิตร (2532 : 59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถทางการอ่านในวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้หนังสือเรียนเล่มเดียวกันระหว่างวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางการอ่านในวิชาภาษาไทยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วงเดือน อภิชาติ (2532 : 74 - 75) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีสอนของ สสวท. กับวิธีสอนของวรรณิ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยครูประจำการตามวิธีสอนแบบ วรรณิ แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยผู้วิจัยตามวิธีสอนแบบวรรณิ แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณา ไมตรีวงษ์ (2532 : 63) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูปเรขาคณิต และรูปทรงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีสอนของ สสวท. กับวิธีสอนแบบวรรณิ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนของ สสวท. กับวิธีสอนแบบวรรณิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อังคณา กุมารติ (2532 : 59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เงิน และการบันทึกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน โดยวิธีสอนของ สสวท. กับวิธีสอนแบบวรรณิ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิ กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทพร กัณหสุวรรณ (2533 : 87) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนและความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีสอนแบบวรรณิ โดยการใช้ภาพกระดานชอล์กกับภาพเหมือนจริง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วรนุช โดปู้ (2533 : 74) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีสอนของ สสวท. กับวิธีสอนแบบวรรณิ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทยา ฤทธิ์ (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการสอนแบบวรรณิ กับการสอนตามคู่มือครู ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบวรรณิ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นุชลดา ส่องแสง (2540 : 70 - 71) ได้สร้างชุดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นโดยใช้ขั้นตอนการสอนตามวิธีสอนแบบวรรณิ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การบวกและการลบ ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สนิ เจอะสุข (2540 : 62) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ขั้นตอนชี้แนะความเข้าใจ โจทย์ปัญหาของสตีฟ โดยวิธีสอนโจทย์ปัญหาแบบวรรณิ ผลการวิจัยพบว่า ไม่พบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กตিকা สุวรรณสมพงษ์ (2541 : 100) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลาและเงิน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามวิธีสอนแบบวรรณิ ที่ใช้แบบฝึกหัดที่สร้างขึ้นกับใช้แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามวิธีสอนแบบวรรณิที่ใช้แบบฝึกหัดที่สร้างขึ้น กับใช้แบบฝึกหัดในหนังสือเรียนไม่แตกต่างกัน

นลินี ทิหอคำ (2541 : 98) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเรื่องโจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของวิธีสอนแบบวรรณิ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้วิธีสอนแบบร่วมมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยวิธีสอนแบบวรรณิ จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบต่าง ๆ พบว่า ส่วนมากวิธีสอนแบบวรรณิจะช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบอื่น ๆ แต่ก็ยังมีบางเรื่องที่จะเน้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งสรุปได้ว่า วิธีสอนแบบวรรณิมีขั้นตอนการสอนที่เป็นลำดับขั้น และใช้สถานการณ์ให้นักเรียนเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดี จึงได้ช่วยยกระดับผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

กลุ่มตัวอย่าง

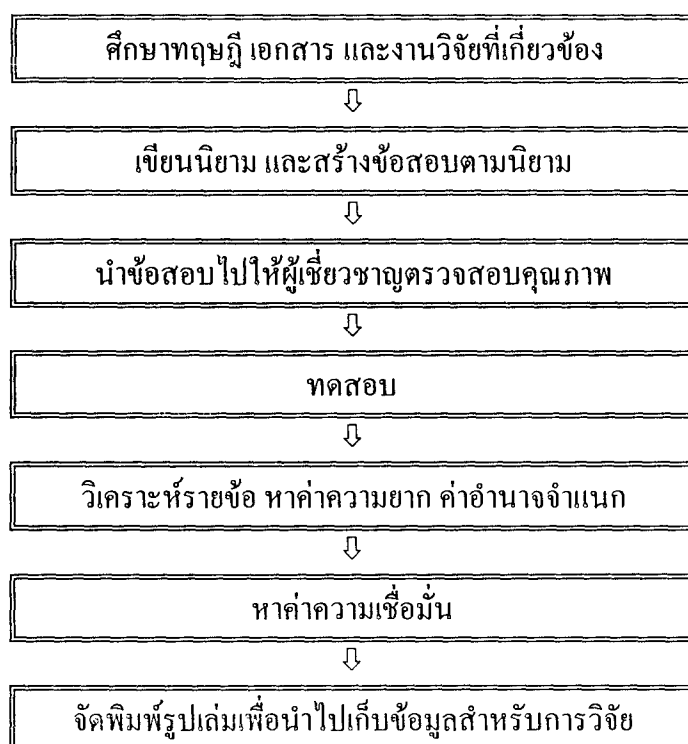
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนเดชอนุสรณ์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน จำนวน 41 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 21 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 4 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ ดังนี้
 - 1.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา
 - 1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์
 - 1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์
 - 1.4 แบบทดสอบวัดความเข้าใจในตนเอง
2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 15 ข้อ
3. แผนการสอนตามวิธีสอนแบบวรรณิ บทที่ 6-7 เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 แผน

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับขั้น ดังนี้



ภาพประกอบ 8 ลำดับขั้นในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญา

1. วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญา

ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญามีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.1 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสติปัญญาโดยใช้ทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ ใช้วัดความสามารถทางสติปัญญา 4 ด้านคือ ความสามารถด้านภาษา ความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดความเข้าใจในตนเอง ผู้วิจัยใช้มาตรประเมินแบบลิเคิร์ตแบ่งออกเป็น 5 ระดับ

1.1.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสติปัญญาในวิชาคณิตศาสตร์

1.2 เขียนนิยามปฏิบัติการของความสามารถทางสติปัญญาทั้ง 4 ฉบับ คือแบบทดสอบวัดความสามารถด้านภาษา ความสามารถด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ ความสามารถด้านการเข้าใจตนเอง และเขียนข้อสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาทั้ง 4 ฉบับ ฉบับละ 50 ข้อ มีตัวอย่างดังนี้

1.2.1 ความสามารถด้านภาษา แบ่งเป็น 2 ตอนคือ แบบทดสอบคำตรงข้าม และแบบทดสอบตีความ

ตอนที่ 1 แบบทดสอบคำตรงข้ามให้นักเรียนเลือกคำที่มีความหมายตรงข้ามกับคำที่กำหนดให้
ตัวอย่างเช่น ข้อ (0) หนา

ก. บาง

ข. อ่อน

ค. แดบ

ง. สั้น

จ. แข็ง

คำตอบที่ถูกต้องของข้อ (0) คือ ก.

ตอนที่ 2 แบบทดสอบตีความให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้และตอบคำถาม

ตัวอย่างเช่น ข้อ (00) มีปัญหาย่าท้องแก่ทางแก้มเสมอ เป็นคำกล่าวในลักษณะใด

ก. คำสั่งสอน

ข. คำเสนอแนะ

ค. ขอร้อง

ง. เตือนสติ

จ. ปลุกใจ

คำตอบที่ถูกต้องของข้อ (00) คือ ง.

1.2.2 ความสามารถด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2

ตอนคือ แบบทดสอบสรุปความ และแบบทดสอบอุปมาอุปไมย

ตอนที่ 1 แบบทดสอบสรุปความให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่กำหนดให้และหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

ตัวอย่างเช่น ข้อ (0) ถ้าเขาถูกลอตเตอรี่รางวัลที่ 1 เขาจะทำบุญเลี้ยงพระ 60 รูป ถ้าเขาถูกรางวัลที่ 2 เขาจะทำบุญเลี้ยงพระ 30 รูป แต่เขาถูกรางวัลที่ 3 เขาจะอย่างไร

ก. เลี้ยงพระ 15 รูป

ข. เลี้ยงพระ 9 รูป

ค. ซื้อของถวายพระอย่างเดียว

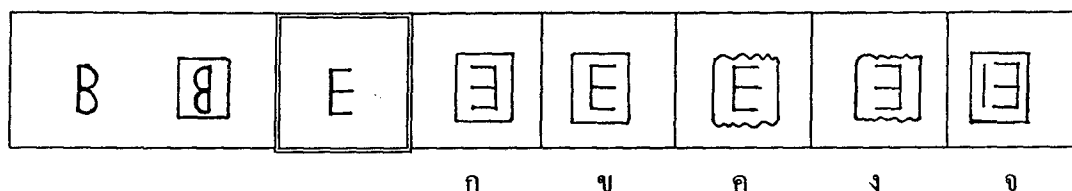
ง. ไม่ทำบุญเลย

จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

คำตอบที่ถูกต้องของข้อ (0) คือ จ.

ตอนที่ 2 แบบทดสอบอุปมาอุปไมย ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพ 2 ภาพทางซ้ายมือ แล้วหาตัวเลือกมาสัมพันธ์กับภาพทางขวามือ

ตัวอย่างเช่น ข้อ (00)

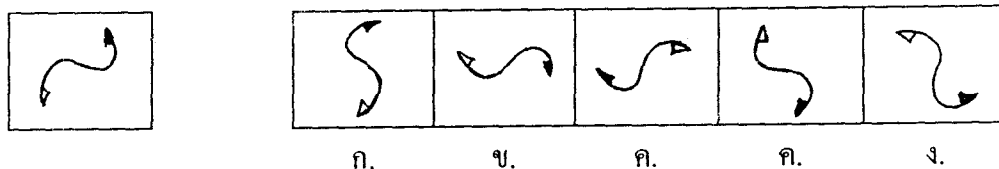


คำตอบที่ถูกต้องของข้อ (00) คือ ก

1.2.3 ความสามารถด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ แบ่งเป็น 2 ตอน คือ แบบทดสอบหมุนภาพ และแบบทดสอบประกอบภาพ

ตอนที่ 1 แบบทดสอบหมุนภาพ ให้นักเรียนพิจารณาว่าภาพใดเกิดจากการหมุนภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือไปตามเข็มนาฬิกา

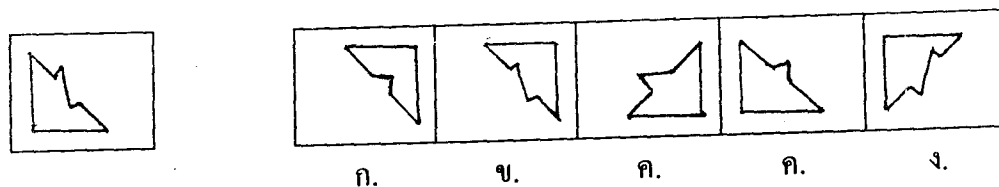
ตัวอย่างเช่น ข้อ (0)



คำตอบที่ถูกต้องของข้อ (0) คือ ง.

ตอนที่ 2 แบบทดสอบประกอบภาพ ให้นักเรียนหาภาพที่จะมาประกอบกับภาพที่กำหนดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ตัวอย่างเช่น ข้อ (00)



คำตอบที่ถูกต้องของข้อ (00) คือ ข.

1.2.4 ความสามารถด้านการเข้าใจตนเอง แบ่งเป็น 2 ตอนคือ การประเมินความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับตนเอง และการรับรู้ความสามารถของตน

ตอนที่ 1 การประเมินความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับตนเอง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้สึกเช่นนั้น

ตัวอย่างเช่น

ข้อความ	ไม่จริงเลย	ไม่จริง	ค่อนข้างจริง	จริง	จริงที่สุด
1. ฉันเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี					✓
2. ฉันไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์	✓				

ตอนที่ 2 การรับรู้ความสามารถของตนเอง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้สึกเช่นนั้น

ตัวอย่างเช่น

ข้อความ	แน่ใจว่า ทำไม่ได้ จริง ๆ	ค่อนข้าง แน่ใจว่า จะทำได้	ไม่ค่อย แน่ใจว่า จะทำได้	ค่อนข้าง แน่ใจว่า จะทำได้	แน่ใจว่า ทำได้ จริง ๆ	คำตอบ
1. $5\frac{2}{3} + 1\frac{4}{5} - 3\frac{1}{3}$					✓	$4\frac{2}{15}$

1.3 นำแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลการศึกษาตรวจสอบความเที่ยงตรงตามคำนิยาม

1.4 นำแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ ฉบับละ 50 ข้อ ที่ปรับปรุงรูปแบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน ที่โรงเรียนจารุวรรณวิทยา และ โรงเรียนเม่งฮ้วงฮัก โดยนักเรียนต้องทำข้อสอบทั้ง 4 ฉบับ

1.5 นำผลการทดสอบฉบับที่ 1-3 มาตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบเลย หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน และหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ คัดเลือกข้อที่อยู่ในเกณฑ์คือ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกข้อสอบไว้ชุดละ 30 ข้อ แล้วนำไปทดสอบเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 4 มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับตนเอง ข้อคำถามเชิงนิมิต
(Positive)

ข้อละ 5 คะแนน ถ้าตอบจริงที่สุด

ข้อละ 4 คะแนน ถ้าตอบจริง

ข้อละ 3 คะแนน ถ้าตอบค่อนข้างจริง

ข้อละ 2 คะแนน ถ้าตอบไม่จริง

ข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบไม่จริงเลย

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) ให้คะแนนคำตอบในแต่ละช่องตรงกัน
ข้ามกับข้อคำถามเชิงนิมิต

ตอนที่ 2 การรับรู้ความสามารถของตนเอง

ข้อละ 5 คะแนน ถ้าตอบแน่ใจว่าทำได้จริง ๆ

ข้อละ 4 คะแนน ถ้าตอบค่อนข้างแน่ใจว่าจะทำได้

ข้อละ 3 คะแนน ถ้าตอบไม่ค่อยแน่ใจว่าจะทำได้

ข้อละ 2 คะแนน ถ้าตอบค่อนข้างแน่ใจว่าจะทำไม่ได้

ข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบแน่ใจว่าทำไม่ได้จริง ๆ

และหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้สูตรการทดสอบค่าที แล้วเลือกไว้เฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจ
จำแนกตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป และหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา

2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ ตลอดจนหลักสูตร
และคู่มือครู

2.2 วางแผนการสร้างแบบทดสอบโดยกำหนดเนื้อหาและทำตารางวิเคราะห์
รายละเอียด

2.3 สร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์รายละเอียด มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย
โดยวัดตามรายสมรรถภาพ 3 ด้านคือ ความเข้าใจในหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ความ
สามารถในการคิดคำนวณ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ
ตัวอย่างเช่น

ข้อ (0) " $\frac{3}{7}$ ของน้ำตาล $\frac{4}{6}$ กิโลกรัม คิดเป็นน้ำตาลทรายเท่าไร "

จากโจทย์ เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

คำตอบที่ถูกต้องของข้อ (0) คือ $\frac{3}{7} \times \frac{4}{6} = \square$

ข้อ (00) $4\frac{1}{3} + 2\frac{1}{3} - 3\frac{2}{3} + 5\frac{1}{3}$ เท่ากับเท่าไร

คำตอบที่ถูกต้องของข้อ (00) คือ $8\frac{1}{3}$

ข้อ (000) $\frac{2}{3}$ ของผ้า 3 เมตร ยาวเท่ากับกี่เซนติเมตร

คำตอบที่ถูกต้องของข้อ (000) คือ 200

2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขและดูความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2.5 นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 25 ข้อ ที่ปรับปรุงรูปแบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยทดสอบ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน ที่โรงเรียนจารุวรรณวิทยา และโรงเรียนเม่งฮ้วงฮัก

2.6 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด หรือไม่ตอบเลย ให้ 0 คะแนน และหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ คัดเลือกข้อที่อยู่ในเกณฑ์คือค่าความยากง่ายตั้งแต่ .20 ถึง .80 และหาค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยคัดเลือก ข้อสอบไว้จำนวน 15 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20)

3. แผนการสอนตามวิธีสอนแบบวรรณิ

แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรประถมศึกษาปีที่ 5 ตามวิธีสอนแบบวรรณิ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหา จุดประสงค์และความคิดรวบยอดของวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรประถมศึกษา และคู่มือครูคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเศษส่วน

3.2 ศึกษาวิธีสร้างแผนการสอนตามลำดับขั้นการสอนของวรรณิ

3.3 เขียนแผนการสอนรายคาบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับเนื้อหา

3.4 นำแผนการสอนที่เขียนแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์ตามวิธีสอนแบบวรรณิ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญคือ รองศาสตราจารย์วรรณิ โสมิตรประยูร แห่งมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เป็นผู้ตรวจ แนะนำ หรือปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ที่ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัย Pretest-Posttest Control Group Design ซึ่งมีลักษณะของแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตาราง 8 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂
C	T ₁	~X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E หมายถึง กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิ

C หมายถึง กลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบปกติ

T₁ หมายถึง การสอบก่อนที่จะทำการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิ วิชาคณิตศาสตร์
เรื่องเศษส่วน

T₂ หมายถึง การสอบหลังจากการทดลองสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิ
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน

X หมายถึง การสอนโดยใช้วิธีสอนแบบวรรณิ

~X หมายถึง การสอนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ก่อนดำเนินการทดลอง ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาทั้ง 4 ฉบับ และแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และบันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนสอบก่อนเรียนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดของการทดลอง ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาทั้ง 4 ฉบับ และแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

4. ตรวจสอบผลการทดสอบและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาพัฒนาการของผู้เรียนตามแบบแผนการวิจัย และดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test for Independent Samples

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 หาค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ TESTQUAL (สุทธิวรรณ พิศศักดิ์โสภณ. 2541 : 22 ; อ้างอิงจาก ไพฑูรย์ โพธิ์สาร. 2538)

1.1.1 ค่าความยาก โดยใช้สูตร

$$P = \frac{R}{T}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยาก
R แทน จำนวนคนที่เลือกตอบ
T แทน จำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

1.1.2 ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตร

$$r = P_H - P_L$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 P_H แทน สัดส่วนของคน que เลือกตอบตัวเลือกนั้นในกลุ่มสูง
 P_L แทน สัดส่วนของคน que เลือกตอบตัวเลือกนั้นในกลุ่มต่ำ

1.1.3 การหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้การทดสอบที (t-test)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

โดยมี $df = n_H + n_L - 2$

เมื่อ t แทน ค่าอำนาจจำแนก
 $\bar{X}_H, \bar{X}_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ
 S_H^2, S_L^2 แทน ความแปรปรวนรวมของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
 n_H, n_L แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

1.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

1.2.1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 226)

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

เมื่อ r_u	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
p	แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ
q	แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ
S_i^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

1.2.2 ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma X^2} \right]$$

เมื่อ α	แทน ค่าความเที่ยง
K	แทน จำนวนข้อสอบ
$\sigma \sigma^2$	แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ .i
σX^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) ก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด โดยใช้สูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
$\sum$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2.2 หาค่าความแปรปรวน ใช้สูตร

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

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 70) ดังนี้

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2] - [Y \sum X^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{XY} แทน สหสัมพันธ์คะแนนตัวแปร X กับตัวแปร Y
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด X
 $\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของ X แต่ละตัวยกกำลังสอง
 $\sum Y^2$ แทน ผลรวมของ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
 $\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณของ X กับ Y
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้ t-test (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537 : 325 ; อ้างอิงจาก Edwards. 1954 : 303)

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

โดยมี $df = N - 2$

เมื่อ t แทน ค่าจากการแจกแจงแบบที
 r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 N แทน จำนวนข้อมูลหรือจำนวนคน

3.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานโดยใช้สูตร t-test for Independent Samples (ชูศรี
วงศ์รัตน์. 2537 : 117)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

โดยมี $df = n_1 + n_2 - 2$

เมื่อ $\bar{X}_1$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มควบคุม

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย เพื่อความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยขอเสนอสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน
p	แทน	ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณคดี กับวิธีสอนแบบปกติ ภายหลังการทดลอง
2. เปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณคดีกับวิธีสอนแบบปกติ ภายหลังการทดลอง
3. เปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณคดีกับวิธีสอนแบบปกติ ภายหลังการทดลอง
4. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง กับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณคดี กับวิธีสอนแบบปกติ ภายหลังการทดลอง
5. เปรียบเทียบความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณคดีกับวิธีสอนแบบปกติ ภายหลังการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา ภายหลังจากที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณีกับวิธีสอนแบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาระหว่างก่อนกับหลังการทดลองทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test Independent แบบ Difference Score ได้ผลปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลองของความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	20	1.8000	2.6872	-0.820	0.417
กลุ่มควบคุม	21	2.6667	3.9285		

จากตาราง 9 พบว่า ความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า มีพัฒนาการได้ไม่มากพอที่จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่าง

2. การเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ภายหลังที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการทดลองทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบ โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test Independent แบบ Difference Score ได้ผลปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลองของความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	20	6.6000	4.6949	2.4760	0.018
กลุ่มควบคุม	21	3.0952	4.3693		

จากตาราง 10 พบว่า ความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิมีความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

3. การเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ภายใต้การ
การสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิและวิธีสอนแบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์
ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test
Independent แบบ Difference Score ได้ผลปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลองของความสามารถ
ทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	20	5.9500	6.0129	1.3570	0.183
กลุ่มควบคุม	21	3.6670	4.7152		

จากตาราง 11 พบว่า ความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า มีการพัฒนาได้ไม่มากพอ
ที่จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่าง

4. การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง กับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ภายหลังจากที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ ได้ผลปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง กับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	r_{xy}	Z	n-3	Z-test
กลุ่มทดลอง	20	0.605	0.701	17	1.487
กลุ่มควบคุม	21	0.837	1.204	18	

จากตาราง 12 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า มีการพัฒนาได้ไม่มากพอที่จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่าง

5. การเปรียบเทียบความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ภายหลังจากที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำผลต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test Independent แบบ Difference Score ได้ผลปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลองของความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	20	4.2500	4.0895	2.1260	0.04
กลุ่มควบคุม	21	1.9524	2.7290		

จากตาราง 13 พบว่า ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวรรณิมีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาบางด้านตามแนวทฤษฎีพุทธิปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนแบบวรรณิ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญา ด้านการเข้าใจตนเองกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ
2. ความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ
3. ความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ
4. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ

5. ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณีสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ของโรงเรียนเดชนุสรณ์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน จำนวน 41 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 21 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญา แบ่งออกเป็น 4 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ

1.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ แบบทดสอบคำตรงข้ามและแบบทดสอบตีความ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่น .69

1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ แบบทดสอบสรุปความและแบบทดสอบอุปมาอุปไมย เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่น .65

1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ แบบทดสอบหมุนภาพและแบบทดสอบประกอบภาพ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่น .87

1.4 แบบทดสอบวัดความเข้าใจในตนเอง แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ การประเมินความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับตนเอง และการรับรู้ความสามารถของตน มีค่าความเชื่อมั่น .81

2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .87

3. แผนการสอนตามวิธีสอนแบบวรรณี บทที่ 6-7 เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 แผน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ก่อนดำเนินการทดลอง ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาทั้ง 4 ฉบับ และแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์
2. ดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนทั้ง 4 ฉบับ และแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน
4. ตรวจสอบผลการทดสอบและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา ความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ ความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test Independent แบบ Difference Score
2. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง กับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ภายหลังจากทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติ Pearson Product Moment Correlation Coefficient

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ มีความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติมีความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติมีความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติมีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติมีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ ความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ จากผลการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยขออภิปรายดังนี้

1. การเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิ กับวิธีสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการทดลองสอนที่จำกัด จึงทำให้ความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาของนักเรียนกลุ่มทดลองยังไม่ได้มีการพัฒนาไปมาก จนกระทั่งแสดงให้เห็นถึงผลของความแตกต่าง อีกประการหนึ่งอาจเป็นเพราะความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาสามารถพัฒนาได้โดยการพัฒนาทักษะทั้ง 4 ด้าน คือ ฟัง พูด อ่าน และเขียน นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการตอบสนองระหว่างครูและนักเรียนทั้งฟัง พูด อ่าน และเขียน ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้การพัฒนาความสามารถทางภาษาจำเป็นต้องมีการฝึกทักษะโดยเฉพาะจึงจะพัฒนาทักษะทางภาษาได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวณี คลองน้อย (2530 : 67) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการฝึกความเข้าใจในการอ่านโดยใช้แบบฝึกหัดกับเขียนสรุปความมีผลการฝึกความเข้าใจในการอ่านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และของสกุณา เปลีชนกลาง (2541 : 67) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการฝึกด้วยกิจกรรมเขียนสรุปความ การทำแบบฝึกหัดและการเขียนแผนภาพโครงเรื่อง มีความเข้าใจในการอ่านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิ กับวิธีสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า สูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 2. อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังนี้ วิธีสอนแบบวรรณิเป็นวิธีสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง มีกระบวนการสอนที่มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ มีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้อย่างหลากหลาย เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีการปฏิบัติจริง ให้เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาและสามารถนำวิธีการหรือเทคนิคไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ รู้จักสรุปและเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ จึงส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์สูง (วรรณิ โสมประยูร. 2541 : 12 – 13) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ประณิศา อุทาน (2532 : 85) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามวิธีสอนของวรรณิจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และของวรรณิ ไผ่ศรีวงษ์ (2532 : 63) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าวิธีสอนแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และของ อังคนา กุมารดิ (2532 : 59) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบวรรณิมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ สูงกว่าวิธีสอนของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การเปรียบเทียบความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังนี้ ความสามารถด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์สามารถพัฒนาได้จากการใช้อุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น เพื่อให้เกิดการสร้างภาพและจินตนาการ ซึ่งในการทดลองสอน กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีการใช้สื่อ อุปกรณ์เหมือนกัน แม้ว่าจะต่างชนิดกัน จึงส่งผลให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มได้รับการพัฒนาไม่แตกต่างกัน และในการใช้สื่อที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นควรมีการฝึกให้มากและหลากหลายในเวลาที่ยาวนาน

4. การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ

จากผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังนี้ ความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเองจะเกิดขึ้นได้จากการทำงานกลุ่ม ซึ่งจากการศึกษาของกิบป์ (นิตยา เขียวทอง, 2526 : 42) พบว่า การทำงานกลุ่มจะช่วยในการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านการรับรู้ความรู้สึก การควบคุมความรู้สึกต่างๆ ของตนเอง และมีการเปลี่ยนแปลงด้านทัศนคติ นอกจากนี้การทำงานกลุ่มยังช่วยสร้างแรงจูงใจให้เกิดมีการตระหนักถึงความรู้สึกของตนเองและผู้อื่น รู้จักตัดสินใจด้วยตนเองและยอมรับตนเอง จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยอาจจะให้นักเรียนทำงานกลุ่มของทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน จึงทำให้ผลการวิจัยไม่แตกต่างกัน อีกประการหนึ่งผู้วิจัยไม่ได้สร้างกิจกรรมที่จะฝึกการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง เนื่องจากผู้วิจัยเน้นการสอนคณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มและมีระยะเวลาที่จำกัดทำให้การวิจัยไม่ปรากฏผลแตกต่างกัน

5. การเปรียบเทียบความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนแบบปกติ

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบวรรณิ มีความเข้าใจในหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการคิดคำนวณ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังนี้ วิธีสอนแบบวรรณิเป็นวิธีสอนที่มีลักษณะบูรณาการที่ดี โดยมีแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ ผสมผสานกันถึง 10 ทฤษฎี แล้วนำมาจัดเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่สัมพันธ์และเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่องเป็นระบบ ประกอบด้วยกระบวนการสอน 8 ขั้น เริ่มจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนให้อยากเรียนรู้ในบทเรียน ขั้นทบทวนความรู้เดิมเพื่อเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ และสิ่งแวดล้อมในชีวิตจริง ขั้นสอนที่มีกิจกรรมสร้างความเข้าใจและเสริมความเข้าใจโดยเริ่มสอนจากของจริงหรือของจำลอง รูปภาพและสัญลักษณ์เพื่อนำไปสู่แนวคิดในขั้นที่สูงขึ้น ขั้นสรุปนักเรียนเป็นผู้สรุปความรู้ที่ได้รับด้วยตนเอง ขั้นสร้างเจตคติเพื่อให้นักเรียนศรัทธาและเห็นคุณค่าของบทเรียน ขั้นฝึกทักษะโดยการทำแบบฝึกหัดจนเกิดความชำนาญ และขั้นประเมินผลมีการทดสอบทุกขั้นตอนการสอน ทั้งทดสอบย่อยและทดสอบรวม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชะเอม ขวลิขัยชาญ (2530 : 82) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันโดยใช้วิธีสอนแบบวรรณิ กับวิธีสอนของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และของ นันทิยา ฤทธิ์ (2536 : บทคัดย่อ) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนแบบ บรรณิกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

วิธีสอนแบบบรรณิ เป็นวิธีสอนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้ เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ กับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นครูผู้สอนควรจะนำไปใช้สอนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน โดยครูผู้ สอนควรทำการสอนตามลำดับขั้นและใช้สื่อการสอนตามงานวิจัยนี้ แต่ในเรื่องของความสามารถ ทางสติปัญญาด้านภาษา ความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์ และความสามารถทาง สติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ควรมีการฝึกทักษะทางภาษา ใช้สื่อการสอน และมีการทำงานกลุ่ม ให้มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา ตามแนวทฤษฎี พหุปัญญาในวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน

2.2 ควรมีการศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา ตามแนวทฤษฎี พหุปัญญาในวิชาอื่นๆ นอกเหนือจากวิชาคณิตศาสตร์ และในระดับชั้นอื่นๆ

2.3 ควรมีการศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา ตามแนวทฤษฎี พหุปัญญาในด้านอื่นๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กัลยา ตูลพิจิต. (2532). การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถทางการอ่านในวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้หนังสือเล่มเล็กระหว่างวิธีสอนแบบวรรณีกับวิธีสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- กตिका สุวรรณสมพงศ์. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเวลาและเงินของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยได้รับการสอนตามวิธีสอนแบบวรรณีกี่ใช้แบบฝึกหัดที่สร้างขึ้นกับใช้แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- กมล ชื่นทองคำ. (2527). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสัมพันธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- กมล สุดประเสริฐ. (2540, เมษายน-มิถุนายน). “พหุปัญญากับการสอนของครู,” โครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. (3) : 10-13.
- กมลชนก พิพัฒน์ชัยนันท์. (2538). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ, กองวิจัยทางการศึกษา. (2538). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน กลุ่มทักษะ (คณิตศาสตร์) ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- กรมวิชาการ. (2535). คู่มือหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2538). คู่มือครูคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- การสัมมนาหลักสูตรบูรณาการเพื่อการพัฒนาพหุปัญญา. (2541, 17-18 สิงหาคม). กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กัลยาณี อุทฤษ. (2542). การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ชุดการศึกษาและปฏิบัติจริง. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

✓ จารุณี เชิงเห็น. (2524). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เมื่อสอนโดยแยกกลุ่มตามความสามารถกับ ไม่แยกกลุ่ม. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

จันทนา เลิศวิริยะพงศ์. (2527). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่องการคูณและการหารเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบมสว กับวิธีสอนแบบ สสวท. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

เจดศักดิ์ ชุมนุ. (2540, กรกฎาคม-กันยายน). “การนำเข้าสู่บทเรียนข้อเสนอของฮาวเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner),” โครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. (4) : 41-43.

เจลิม รอดเขย. (2537). “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับสมรรถภาพการแก้โจทย์ปัญหาในกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ การหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้หนังสืออ่านประกอบกับการสอนปกติ,” การวิจัยทางการศึกษา. 24(4) : 39-42.

เจลิมศักดิ์ ภูมิ. (2538). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

ชลธิชา ศีลวิฑิตะ. (2538). การฝึกทักษะ 5 ประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ชะเอม ขวลิขัยชาญ. (2530). การทดลองสอนคณิตศาสตร์เรื่องการคูณและการหารกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน โดยวิธีสอนแบบวรรณิ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

- ชาญศักดิ์ ศรีสันต์. (2528). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ต่อวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการคูณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีสอนของ สสวท. และวิธีสอนของวรรณิ. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2537). สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เชิดศักดิ์ โฆวาลินธุ์. (2530). การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด. ปรินิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2535). การสร้างเสริมสมรรถภาพการสอนคณิตศาสตร์ของครูประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทนงศักดิ์ วั่งสงค์. (2535). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบวรรณิกับวิธีสอนของ สสวท. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การประถมศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ทองระย้า นัยจิต. (2536). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน ระหว่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมและมีระดับความเข้าใจในการอ่านแตกต่างกัน. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ทิพวรรณ วั่งเย็น. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ธานินทร์ เสนิย์วงษ์ ณ อยุธยา. (2539). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดอ่างทอง. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

- นงนุช ปันจยีสี่. (2525). การสร้างแบบทดสอบวัดสติปัญญานักเรียนอายุ 14 ปี และ 15 ปี ใน
จังหวัดเชียงใหม่. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ :
- บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- นลินี ทิหอคำ. (2541). ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์
ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท
กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- นันทพร กัณหาสุวรรณ. (2533). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนและความคิด
สร้างสรรค์ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีสอนแบบวรรณคดีโดยใช้ภาพกระดานขอลูกกับภาพ
เหมือนจริง. ปริญญาโท กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- นันทิยา ฤทธิ. (2536). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการสอน
แบบวรรณคดี กับการสอนตามคู่มือครูของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงาน
การประถมศึกษา อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.
(การประถมศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- นิตยา พัวรัตน์. (2541). การพัฒนาชุดการสอนแบบวรรณคดีในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา
เศษส่วนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปริญญาโท กศ.ม. (การประถมศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- นิยมชาติ รสโสภา. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มอ่อนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยให้เรียนจากเพื่อน
นักเรียนกลุ่มเก่ง กับเรียนจากครูที่สอนซ่อมเสริมปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์).
พิษณุโลก : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- นุชลดา ส่องแสง. (2540). การสร้างชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องการบวก การลบ ในระดับ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- บุญทัน อยู่ชมบุญ. (2529). พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา.
กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

- บุญแทน แจ่มศรี. (2529). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนของวรรมณี กับวิธีสอนของ สสวท. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- บุญไท เจริญผล. (2533). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญา กับทักษะพื้นฐานทาง คณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัย. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- บุพพัณฑ์ ติปยานนท์. (2529). การทดลองสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการหาร โดยครูกับ กลุ่มเพื่อนด้วยวิธีสอนของวรรมณี. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ประณิตา อุทาน. (2532). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ต่อ การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อำเภอ ไกรภพระ จังหวัดนครสวรรค์ ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริม โดยวิธีสอนแบบวรรมณี กับ วิธีสอนแบบปกติทั่วไป. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ประยูร อาษานาม. (2534, สิงหาคม). “ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา,” *วิจัยสนเทศ*. 11(131) : 17-21.
- _____. (2537). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา : หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : ปรกาศพริก.
- ประเสริฐ เทพสร. (2536). รูปแบบของตัวแปรที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการศึกษา จังหวัดเพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). พิษณุโลก : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- ปราโมทย์ จันทรเรือง. (2536). การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนกับระดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อทักษะการคิดของนักเรียนระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- ปีพมา ทองรุ่ง. (2529). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนของวรรณกับวิธีสอนของ สสวท. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ผ่องใส ห่อทอง. (2538). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการสอนแบบพัฒนารายบุคคลที่ร่วมทำงานเป็นคณะกับการสอนแบบปกติ. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- พงษ์ศักดิ์ ศรีจันทร์. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนด้วยเกมกับการสอนด้วยวิธีของ สสวท. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- พัทธา การะเจดีย์. (2541). การศึกษาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ไพศาล เทพศรี. (2522). การทดลองสอนเรื่องเศษส่วนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับร่างครั้งที่ 1). ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- यरรง ปกป้อง. (2534). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตสัมพันธ์นับลูกบาศก์แบบต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2524). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิพิธการพิมพ์.
- เยาวพา เดชะคุปต์. (2536). ความสามารถทางสติปัญญากับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นเด็กเล็ก โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- รัชณี มณีโกศล. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบ และความคงทนทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการหารที่เรียนโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือ. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

- ✓ ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2541). เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวีริยาสาส์น.
- วงศ์เดือน อภิชาติ. (2532). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีสอนของ สสวท. กับ วิธีสอนของวรรณิ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณุช โดปป์. (2533). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีสอนของ สสวท. กับ วิธีสอนแบบวรรณิ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณภา ไผตวันชัย. (2532). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และ ความคิดสร้างสรรค์ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต และรูปทรงเรขาคณิต ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีสอนของ สสวท. กับวิธีสอนแบบวรรณิ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณิ โสมประยูร. (2541). การวิจัยและพัฒนา รูปแบบการสอนและสื่อการสอนคณิตศาสตร์ระดับ ประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- _____. (2541). วิธีสอนแบบวรรณิ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วรวิทย์ พิงวิวัฒน์กุล. (2540). ความสามารถทางสติปัญญาและความสามารถในการให้เหตุผล เชิงจริยธรรมของสมาชิกสภาผู้แทนราษฎรไทย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วาริรัตน์ แก้วอุไร และสุปราณี ไกรวัฒนุสรณ์. (2541, มกราคม-เมษายน.). “การพัฒนาระบบ การเรียนการสอนตามทฤษฎีพุทฺธิปัญญา,” ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2(3) : 84-104.

- วิไลวรรณ เอื้อสุวรรณ. (2531). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอินทรมพรรยอนุสรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน โดยวิธีสอนแบบวรรณิ กับวิธีสอนของ สสวท. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร ป้อมบุบผา. (2541). ผลการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- เศรษฐศักดิ์ หนูทอง. (2527). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนซ่อมเสริมเรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้บทเรียน โปรแกรมและแบบฝึกหัด. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สฤณา เปลี่ยนกลาง. (2541). การเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่าน และความสนใจในการเรียน ภาษาไทยระหว่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการฝึกด้วยกิจกรรมการเขียน สรุปความ การทำแบบฝึกหัด และการเขียนแผนภาพโครงเรื่อง. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สนิ เจอะสุข. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ขั้นตอนชี้แนะความเข้าใจ โจทย์ปัญหาของสตีฟ โดยวิธีสอนโจทย์ปัญหาแบบวรรณิ. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมคิด เดชคง. (2529). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ เรื่องการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีสอนของ สสวท. และวิธีสอนของวรรณิ. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมจิต ชิวปรีชา. (2529, มีนาคม). “แนวคิดในการสอนคณิตศาสตร์ปัจจุบัน,” การศึกษา กทม. 10(6) : 11-16.

- สมบุรณ์ หมุนแก้ว. (2534). การศึกษาความสามารถทางภาษาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สมพร ดอกคำเจียก. (2529). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และทัศนคติต่อการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนเรื่องการหาร โดยวิธีสอนของ สสวท. กับวิธีสอนของวรรณิ. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมพร ประยูรภักดีกุล. (2535). ผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลที่มีต่อความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ สีนุระเวชญ์ และคณะ. (2539). หนังสือเรียนกลุ่มทักษะที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับกระบวนกรสมบุรณ์แบบ ชั้น ป.5 หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- สายหยุด เอียนสี. (2534). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนแบบพัฒนารายบุคคล ซึ่งร่วมทำงานเป็นคณะกับการสอนแบบปกติ. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- เสาวณี คลองน้อย (2530). เปรียบเทียบผลการฝึกความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดชลบุรี โดยใช้แบบฝึกหัดกับเขียนสรุปความ. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2541). “การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในยุคโลกาภิวัตน์,” ใน สารการศึกษา การเรียนการสอน. หน้า 63. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุชาติ พันธุ์บุญปลูก. (2529). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเวลาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีสอนของ สสวท. และวิธีสอนของวรรณิ. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สุทธีวรรณ พิศักดีโสภณ. (2541). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. มหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- สุธน สิทธิวิชาพร. (2532). ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สุนีย์ กมลศิริประเสริฐ. (2529). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยวิธีสอนของวอร์นีย์ และวิธีสอนของ สสวท. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาพร บุญวัน. (2539). ผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงการอนุมานสาเหตุด้านความพยายาม และด้านกลวิธี ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุรัชย์ ขวัญเมือง (2522). วิธีสอนและการวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 214. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมฝึกหัดครู.
- สุรศักดิ์ หลาบมาลา. (2541, พฤษภาคม). “การใช้พหุปัญญาในห้องเรียน,” กองทุนสงเคราะห์การศึกษาเอกชน. 8(76) : 13-15.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2536). การวัดและประเมินผลในชั้นเรียน กลุ่มทักษะ-คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำเร็จ พิมพ์สาร. (2537). ความเข้าใจเรื่องเศษส่วนของครูผู้สอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การประถมศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์. (2520). เทคนิคและวิธีสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- อังคณา กุมารดี. (2532). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เงินและการบันทึกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถต่างกัน โดยวิธีสอนของ สสวท. กับวิธีสอนแบบวอร์นีย์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

- อัจฉราพรรณ เกิดแก้ว. (2535). “การศึกษาผลการใช้แบบฝึกหัดเสริมที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คุณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2,” *การวิจัยทางการศึกษา*. 22(2) : 89-94.
- อารี พันธุ์มณี. (2534). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เลิฟ แอนด์ ลิฟเพรส.
- อารี สันทรวี. (2535). *พหุปัญญาและการเรียนแบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ : สมาคมเพื่อการศึกษาเด็ก.
- อารีย์ รุ่งนิมิตร. (2537). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เขตการศึกษา 7. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)*. พิษณุโลก : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- อุทัย เพชรช่วย. (2527). *การทดลองสอนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยให้กลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูง และปานกลางเป็นผู้สอนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- อุษาพร กลิ่นเกษร. (2524). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเศษส่วนและทศนิยม โดยเรียนเศษส่วนก่อนทศนิยมกับเรียนทศนิยมก่อนเศษส่วน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- Radford, Janice Dee. (1994). *The Impact of Multiple Intelligences Theory and Flow Theory in The School Lives of Thirteen Children*. Dissertation Thesis, Ed.D. Indiana : Indiana University. Photocopied.
- Carson, Delores. (1995). *Diversity in the Classroom : Multiple Intelligences and Mathematical Problem-Solving*. Alabama : Dissertation Thesis, Ed.D. University of Alabama. Photocopied.
- Mueller, Michelle Maureen. (1995). *The Educational Implications of Multiple Intelligence Groupings Within a Cooperative Learning Environment*. Dissertation Thesis, Ed.D. Illinois : Illinois State University. Photocopied.
- Madsen, Kim Ann. (1996). *An Examination of Multiple Intelligences Exhibited by Preschool Children in a Child Care Center*. Dissertation Thesis, Ed.D. The University of Nebraska-Lincoln. Photocopied.
- Scott, Oscar, Jr. (1996). *Multiple Intelligences and the Gifted Identification of African-American Students*. Dissertation Thesis, Ph.D. Old Dominion University. Photocopied.

Wiseman, D. Kim. (1997). *Idenification of Multiple Intelligences for High School Student in Theoretical and Applied Science Courses (Intelligence Tests, Physics)*. Dissertation Thesis, Ph.D. The University of Nebraska-Lincoln. Photocopied.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือทำปริญญานิพนธ์

1. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1.1 รองศาสตราจารย์กรรณิการ์ พวงเกษม

อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

1.2 รองศาสตราจารย์บุษกร เพชรวิวรรณ์

อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

1.3 รองศาสตราจารย์พวงรัตน์ ทวีรัตน์

อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

2.1 รองศาสตราจารย์กรรณิการ์ พวงเกษม (แบบทดสอบสรุปความ)

อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2.2 อาจารย์พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (แบบทดสอบสรุปความ)

อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2.3 รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ (แบบทดสอบสรุปความ)

อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2.4 รองศาสตราจารย์บุษกร เพชรวิวรรณ์ (แบบทดสอบอุปมาอุปไมย)

อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2.5 อาจารย์ ดร.สุพร เข้มเฮง (แบบทดสอบอุปมาอุปไมย)

อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2.6 อาจารย์ชวลิต รวยอาจัน (แบบทดสอบอุปมาอุปไมย)

อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

3.1 รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์

อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3.2 อาจารย์ ดร.สุพร เข้มเฮง

อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3.3 อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ

อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

4.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประทีป จินจี่

อาจารย์ประจำสถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4.2 อาจารย์สุภาพร ธนะชานันท์

อาจารย์ประจำสถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4.3 อาจารย์ทัศนยา ทองภักดี

อาจารย์ประจำสถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

5. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

5.1 นายสมบุญ โพธิ์อะ

ศึกษานิเทศก์ (หัวหน้ากลุ่มคณิตศาสตร์) สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

5.2 นางนงลักษณ์ ศรีสุวรรณ

ศึกษานิเทศก์ สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

5.3 นางสาวสมพร มั่นทนานุชาติ

ศึกษานิเทศก์ สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

6. แผนการสอนตามวิธีสอนแบบวรรณิ

รองศาสตราจารย์วรรณิ โสมประยูร

รองศาสตราจารย์วรรณิ โสมประยูร

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการสอน
2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา
3. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์
5. แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง
6. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์

(หากมีความสนใจติดต่อที่ผู้วิจัย)

ภาคผนวก ค

ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตาราง 14 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษา

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.72	.39	16	.71	.53
2	.49	.50	17	.46	.32
3	.67	.39	18	.60	.46
4	.41	.46	19	.47	.32
5	.35	.25	20	.58	.25
6	.57	.21	21	.43	.28
7	.57	.25	22	.62	.39
8	.38	.32	23	.45	.50
9	.77	.50	24	.21	.33
10	.76	.25	25	.31	.25
11	.41	.50	26	.55	.28
12	.40	.28	27	.57	.35
13	.60	.50	28	.52	.37
14	.38	.40	29	.40	.25
15	.40	.32	30	.49	.42

ค่าความเชื่อมั่น .69

ตาราง 15 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์

ข้อที่	p	R	ข้อที่	p	r
1	.41	.32	16	.34	.25
2	.51	.33	17	.31	.53
3	.46	.51	18	.27	.57
4	.46	.39	19	.29	.46
5	.50	.29	20	.37	.35
6	.33	.39	21	.47	.42
7	.55	.35	22	.36	.25
8	.61	.46	23	.23	.50
9	.28	.32	24	.75	.28
10	.57	.21	25	.31	.39
11	.55	.46	26	.22	.53
12	.20	.25	27	.27	.35
13	.46	.32	28	.39	.42
14	.64	.42	29	.51	.42
15	.48	.25	30	.21	.53

ค่าความเชื่อมั่น .65

ตาราง 16 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์

ข้อที่	p	R	ข้อที่	p	r
1	.58	.57	16	.71	.35
2	.41	.71	17	.23	.46
3	.50	.71	18	.37	.25
4	.50	.60	19	.55	.25
5	.42	.71	20	.69	.32
6	.51	.67	21	.70	.46
7	.36	.42	22	.40	.50
8	.51	.78	23	.48	.60
9	.62	.57	24	.54	.67
10	.59	.60	25	.76	.35
11	.47	.78	26	.50	.42
12	.29	.60	27	.77	.50
13	.32	.53	28	.72	.60
14	.29	.71	29	.40	.50
15	.50	.60	30	.69	.53

ค่าความเชื่อมั่น .87

ตาราง 17 แสดงค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)
1	9.12	16	7.58
2	5.82	17	7.99
3	6.36	18	6.38
4	9.17	19	4.11
5	6.32	20	4.37
6	4.36	21	5.20
7	5.30	22	6.43
8	7.08	23	4.58
9	7.70	24	5.05
10	7.32	25	5.94
11	7.05	26	6.04
12	2.55	27	6.44
13	9.92	28	5.08
14	3.89	29	4.78
15	2.65	30	5.76

ค่าความเชื่อมั่น .81

ตาราง 18 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อที่	P	r	ข้อที่	p	r
1	.46	.91	9	.50	.83
2	.63	.39	10	.28	.57
3	.59	.30	11	.20	.39
4	.26	.26	12	.43	.70
5	.33	.65	13	.50	.91
6	.39	.61	14	.22	.35
7	.54	.65	15	.50	.91
8	.37	.48			

ค่าความเชื่อมั่น .65

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง (คะแนนก่อน-หลัง)

ตาราง 19 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาของกลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	15	14	11	12	12
2	8	11	12	19	19
3	14	20	13	18	20
4	15	14	14	20	19
5	16	19	15	12	20
6	18	19	16	13	17
7	13	14	17	16	18
8	16	13	18	10	15
9	19	16	19	14	15
10	9	13	20	15	15

ตาราง 20 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านภาษาของกลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	14	9	11	9	18
2	15	14	12	8	13
3	10	16	13	12	16
4	10	14	14	16	17
5	19	19	15	26	25
6	10	14	16	11	18
7	17	20	17	15	18
8	12	17	18	24	19
9	21	20	19	22	22
10	9	18	20	10	14
			21	8	13

ตาราง 21 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิง
ตรรกะและคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	10	18	11	7	13
2	8	6	12	17	26
3	19	26	13	18	24
4	12	19	14	17	18
5	18	24	15	10	14
6	4	19	16	7	15
7	8	19	17	8	15
8	10	15	18	5	13
9	11	18	19	10	17
10	6	2	20	10	26

ตาราง 22 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิง
ตรรกะและคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	10	9	11	14	13
2	11	24	12	9	9
3	11	11	13	19	22
4	12	16	14	15	22
5	13	18	15	23	26
6	9	9	16	13	26
7	16	17	17	13	15
8	10	15	18	22	26
9	15	13	19	24	22
10	7	6	20	9	17
			21	6	10

ตาราง 23 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์
ของกลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	8	16	11	1	18
2	5	4	12	19	20
3	16	25	13	16	23
4	10	14	14	13	15
5	27	27	15	4	15
6	12	22	16	13	17
7	5	24	17	6	18
8	15	18	18	10	17
9	21	18	19	9	15
10	12	9	20	16	22

ตาราง 24 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านเนื้อหามิติสัมพันธ์
ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	11	7	11	14	13
2	21	24	12	7	9
3	19	25	13	11	24
4	6	18	14	20	20
5	13	15	15	28	28
6	9	7	16	16	20
7	15	22	17	21	24
8	11	6	18	20	28
9	21	26	19	14	22
10	8	14	20	4	10
			21	5	9

ตาราง 25 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง
ของกลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	93	93	11	90	88
2	91	79	12	131	132
3	125	136	13	114	123
4	96	96	14	118	109
5	142	147	15	104	103
6	115	103	16	101	102
7	102	103	17	104	95
8	114	110	18	94	97
9	87	85	19	103	95
10	103	68	20	127	117

ตาราง 26 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง
ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	71	81	11	108	101
2	84	85	12	99	86
3	129	120	13	102	98
4	90	99	14	112	95
5	80	102	15	144	125
6	80	95	16	95	107
7	97	93	17	91	84
8	87	90	18	122	120
9	132	141	19	128	135
10	93	89	20	81	83
			21	97	95

ตาราง 27 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	1	8	11	0	3
2	0	0	12	6	11
3	9	4	13	9	11
4	2	7	14	8	12
5	9	15	15	3	10
6	2	9	16	4	9
7	0	10	17	3	0
8	3	9	18	2	9
9	4	10	19	0	8
10	4	1	20	5	13

ตาราง 28 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุม

เลขที่	คะแนน		เลขที่	คะแนน	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	1	4	11	3	6
2	4	3	12	1	0
3	9	8	13	6	8
4	2	8	14	5	5
5	4	7	15	14	9
6	0	7	16	4	8
7	7	8	17	4	7
8	3	5	18	9	9
9	9	13	19	7	12
10	3	4	20	0	2
			21	0	3

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างแผนการสอน

แผนการสอนที่ 1

เศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน

เวลา 3 คาบ

ความคิดรวบยอด

เศษส่วนใด ๆ เมื่อนำจำนวนหนึ่งซึ่งไม่ใช่ศูนย์มาคูณทั้งตัวเศษและตัวส่วน หรือหารทั้งตัวเศษและตัวส่วนจะไม่ทำให้ค่าของเศษส่วนนั้นเปลี่ยนแปลง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อกำหนดเศษส่วนให้สามารถแสดงความหมายของเศษส่วนด้วยภาพได้
2. เพื่อกำหนดภาพของสิ่งของสิ่งหนึ่งหรือหนึ่งกลุ่มให้สามารถเขียนเศษส่วนแสดงความหมายของภาพได้

เนื้อหา

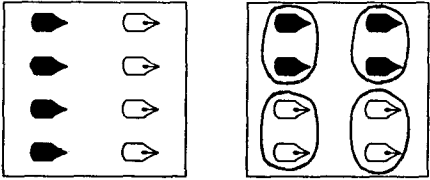
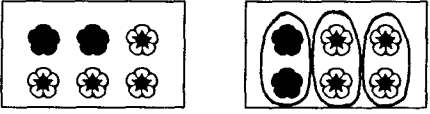
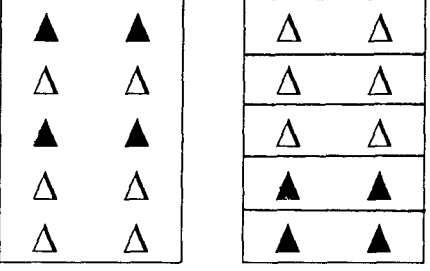
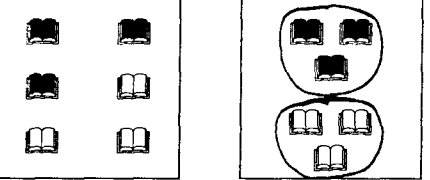
เศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน (ของสิ่งของหนึ่งสิ่งหรือหนึ่งกลุ่ม)

สื่อการเรียนการสอน

1. แผนภูมิเพลง
2. แก้วน้ำ
3. บัตรภาพ
4. บัตรเลข

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน
1. ขั้นนำ ให้นักเรียนร้องเพลงและแสดงท่าทางประกอบ	ร้องเพลงและแสดงท่าทางประกอบ “เศษส่วน เศษส่วน เศษส่วน พวกเราใคร่ครวญ ศึกษากันให้ดี แบ่งส่วนเท่ากัน จำให้ดี อย่ามั่ว รอรี ตั้งใจฟัง ตั้งใจเรียน”
2. ขั้นทบทวน นำแก้วที่มีลักษณะเดียวกันมา 5 ใบ ใบที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ใบที่ 2 แบ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน ใบที่ 3 แบ่งออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน ใบที่ 4 แบ่งออกเป็น 5 ส่วนเท่า ๆ กัน ใบที่ 5 แบ่งออกเป็น 6 ส่วนเท่า ๆ กัน 2.1 ให้นักเรียนสังเกตและบอกว่าแต่ละใบ แบ่งออกเป็นกี่ส่วน 2.2 ให้ตัวแทนนักเรียนออกมารินน้ำใส่แก้ว ทั้ง 5 ใบ ใบละกี่ส่วนก็ได้ตามความคิด ของนักเรียน ให้นักเรียนทั้งห้องบอกค่า เศษส่วนของน้ำในแก้วทั้ง 5 ใบ เมื่อ นักเรียนบอกได้ถูกต้องแล้วเทน้ำออก จากแก้ว ทำกิจกรรมเดิมอีก 2-3 ตัว อย่าง	ตอบคำถาม ตัวแทนนักเรียนออกมารินน้ำใส่แก้วและให้ เพื่อนนักเรียนบอกค่าเศษส่วนให้ถูกต้อง
3. ขั้นสอน 3.1 กิจกรรมสร้างความเข้าใจ ให้นักเรียนดูภาพของสิ่งของสิ่งหนึ่ง และหนึ่งกลุ่ม	

กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน
ตัวอย่างที่ 1  ตัวอย่างที่ 2  ตัวอย่างที่ 3  ตัวอย่างที่ 4 	
3.1.1 นักเรียนบอกค่าของเศษส่วนตามภาพที่ครูชูให้ดู และสังเกตค่าของสิ่งของหนึ่งสิ่ง และหนึ่งกลุ่มว่ามีค่าเป็นอย่างไร ตามตัวอย่างที่ 1-4 3.1.2 แจกภาพเศษส่วน และบัตรเลข เศษส่วนให้นักเรียนทุกคนให้นักเรียนจับคู่กันระหว่างบัตรภาพ และบัตรเลข	บอกค่าของเศษส่วนจากบัตรภาพ 1) $\frac{4}{8}$ $\frac{2}{4}$ 2) $\frac{2}{6}$ $\frac{1}{3}$ 3) $\frac{4}{10}$ $\frac{2}{5}$ 4) $\frac{3}{6}$ $\frac{1}{2}$ จับคู่กันระหว่างบัตรภาพและบัตรเลข

กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน
3.1.3 ให้นักเรียนแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม โดยครูชูบัตรภาพและบัตรเลขเศษส่วนให้นักเรียนออกมาเขียนจำนวนเลขเศษส่วน และวาดภาพบนกระดาน แล้วครูให้ตัวแทนนักเรียนนำบัตรเลขที่ตรงกับบัตรภาพ พูดหรือแสดงบอกค่าเศษส่วน	1. ถ้าครูชูบัตรภาพให้นักเรียนเขียนจำนวนเลข 2. ถ้าครูชูบัตรเลขให้นักเรียนวาดภาพ 3. จับคู่ระหว่างบัตรภาพและบัตรเลขพร้อมทั้งบอกค่าเศษส่วน
3.2 กิจกรรมเสริมความเข้าใจ แจกบัตรเลขเศษส่วนให้นักเรียนทุกคน และครูชูบัตรภาพเศษส่วนขึ้น นักเรียนคนใดมีบัตรเลขที่ตรงกับภาพให้ยื่นขึ้น และบอกค่าเศษส่วนให้เพื่อนฟัง	จับคู่บัตรเลขที่ตรงกับบัตรภาพที่ครูชูขึ้น และบอกค่าเศษส่วน
4. ขั้นสรุป นักเรียนช่วยกันสรุปเศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน	สรุปว่า เศษส่วนใด ๆ เมื่อนำจำนวนหนึ่งซึ่งไม่ใช่ศูนย์มาคูณทั้งตัวเศษและตัวส่วน หรือหารทั้งตัวเศษและตัวส่วน จะไม่ทำให้ค่าของเศษส่วนนั้นเปลี่ยนแปลง
5. ขั้นสร้างเจตคติ นักเรียนบอกประโยชน์ของการเรียนเศษส่วน	อธิบายประโยชน์ที่นำไปใช้ในการเรียนและในชีวิตประจำวัน
6. ขั้นนำไปใช้ นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์หรือสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว และให้เพื่อนนักเรียนช่วยกันตอบ เช่น ■ นักเรียนชายในห้องนี้คิดเป็นเศษส่วนเท่าใดของนักเรียนทั้งหมดในห้อง ■ กระตักน้ำที่มีสีฟ้าคิดเป็นเศษส่วนเท่าใด	ตั้งคำถามและตอบคำถาม
7. ขั้นฝึกทักษะ นักเรียนวาดภาพพร้อมเขียนเลขเศษส่วนให้ตรงกับภาพที่วาด จำนวน 5 ข้อ	วาดภาพและเขียนเลขเศษส่วนกำกับไว้

กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน
8. ชิ้นประเมินผล 8.1 สังเกตจากการร่วมกิจกรรมของนักเรียน 8.2 สังเกตจากการตอบคำถามในกิจกรรม 8.3 ตรวจสอบแบบฝึกหัด	

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล นางสาวชนิดา ตันไพบูลย์
 วัน เดือน ปีเกิด 21 ธันวาคม 2514
 ที่อยู่ปัจจุบัน 53 ซ.เจริญสนิทวงศ์ 63 ถ.เจริญสนิทวงศ์ แขวงบางบำหรุ
 เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700
 โทร. (02)424-2108, (01) 3737307

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2526 ประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนศรีครุฑ กรุงเทพมหานคร
 พ.ศ. 2529 มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนเขมะสิริอนุสสรณ์ กรุงเทพมหานคร
 พ.ศ. 2532 มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนวัดบวรเมณฑิต กรุงเทพมหานคร
 พ.ศ. 2536 ค.บ. (การประถมศึกษา) จากวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
 พ.ศ. 2545 กศ.ม. (การประถมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร