รายงานการวิจัยนักศึกษาระดับปริญญาโท

เรื่อง

การศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา

A Study of Multiplicative Thinking Levels of Elementary School Students

วิจักษณ์ ปันสีมา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2559)

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นายวิจักษณ์ ปันสีมา แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....	ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สุวพานิช)	(ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย)
.....	กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต. ดร.อรัญ ซุยกระเดื่อง)	(ผู้ทรงคุณวุฒิ)
.....	กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ)	(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)
.....	กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เสน่ห์ หมายจากกลาง)	(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

.....	.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวาท ทองบุ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ตีเมืองซ้าย)
คณบดีคณะครุศาสตร์	คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
	วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง : การศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา
ผู้วิจัย : วิจักษณ์ ปันสีมา **ปริญญา :** ค.ม. (คณิตศาสตรศึกษา)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ดร. เสน่ห์ หมายจากกลาง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา และ 2) ศึกษาระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 199 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิตามสัดส่วน (Proportional Stratified Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ เป็นแบบอัตนัย และ 2) แบบสัมภาษณ์การคิดเกี่ยวกับการคูณ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้วิธีการศึกษาเฉพาะรายกรณี (Case Study Method) และนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis)

ผลการวิจัยพบว่า

1) ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษาจำนวนนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มพื้นฐาน คิดเป็นร้อยละ 79.40 จำแนกตามระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณได้ดังนี้ ระดับ 0 คิดเป็นร้อยละ 1.51 ระดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 60.80 และระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 17.09 และ ในกลุ่มสูง คิดเป็นร้อยละ 20.60 จำแนกตามระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ได้ดังนี้ ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 19.09 และระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 1.51

2) ระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง เมื่อเผชิญสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ จะสามารถตีความโจทย์ เข้าใจปัญหา แก้ปัญหาโดยอาศัยแนวคิดการคูณได้ เริ่มคิดเป็นนามธรรม เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของจำนวน สามารถแก้ปัญหาได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม และสามารถแสดงแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

TITLE : A Study of Multiplicative Thinking Levels of Elementary School Students

AUTHOR : Wijak Punseema **DEGREE :** M.Ed. (Mathematics Education)

ADVISORS : Dr. Yuthapong Tipchat Major Advisor

Dr. Sane Mayjakklang Co-advisor

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY, 2016

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to study multiplicative thinking levels of the elementary school students and 2) to study the grade that the children begin to demonstrate multiplicative thinking. The sample consisted of 199 elementary school students of Rajabhat Maha Sarakham University Demonstration School, in the academic year of 2015 who were obtained through use of proportional stratified random sampling. The instruments were 1) multiplicative thinking level test 2) multiplicative thinking interview. The collected data were analyzed using a frequency, a percentage, average, standard deviation and a case study method; the findings were presented using the descriptive analysis.

Results were as follows:

1. The majority of the elementary school were in Low - Multiplicative Thinking Levels (79.40%) which were Level 0 (1.51%), Level 1 (60.80%) and Level 2 (17.09%). The elementary school were in High - Multiplicative Thinking Levels (20.60%) which are Level 3 (19.09%) and Level 4 (1.51%)

2. The grade level that the children begin to demonstrate multiplicative thinking was grade 4. The interviews found that students ,who is at High - Multiplicative Thinking Levels, when faced with the multiplicative problems, they can interpret and understand problems, understand the relationship of numbers, solve by relying on the concept of multiplication, have the abstract thinking, can solve both directly and indirectly problems and express ideas effectively.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. เสน่ห์ หมายจากกลาง กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สุวพานิช ประธานกรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร. อรัญ ซุยกระเดื่อง กรรมการสอบ อาจารย์ ดร.วันทิตา ทะลาสี อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญอาจารย์ ดร.ทนงเกียรติ พลไชยา ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ผู้อำนวยการและนักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการพิจารณาทุนสนับสนุนการวิจัย ปีงบประมาณ 2559 จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ผู้มีพระคุณ ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีอุปการะทุกท่าน

วิจักษณ์ ปันสีมา

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

กิตติกรรมประกาศ ..... ค
บทคัดย่อ ..... ง
ABSTRACT ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ฌ
สารบัญแผนภาพ ..... ญ
สารบัญตารางภาคผนวก ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ภูมิหลัง 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 5
ขอบเขตการวิจัย 5
นิยามศัพท์เฉพาะ 6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา 11
การคูณ 18
การคิด 23
การคิดเกี่ยวกับการคูณ 31
ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระดับการคิด 55
แบบทดสอบ 66
แบบสัมภาษณ์ 78
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 86
กรอบแนวคิดในการวิจัย 92

หัวเรื่อง **หน้า**

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 93
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 93
เครื่องมือวิจัย 96
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย 96
การเก็บรวบรวมข้อมูล 99
การวิเคราะห์ข้อมูล 99
สถิติที่ใช้ในการวิจัย 102
บทที่ 4 ผลการวิจัย 105
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 105
ผลการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา 105
ผลการศึกษาระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูง 106
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ 110
วัตถุประสงค์การวิจัย 110
สรุปผลการวิจัย 110
อภิปรายผลการวิจัย 111
ข้อเสนอแนะ 115
บรรณานุกรม 117
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 125
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือ 136
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม 151
ภาคผนวก ง รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย 157
ภาคผนวก จ หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ และขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล 159
ประวัติผู้วิจัย 165

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 มาตรฐาน ค 1.2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	14
2	เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบบ้านผีเสื้อ (Butterfly House)	44
3	เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบโต๊ะและเก้าอี้ (Tables and Chairs)	46
4	เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบการจัดเก็บกระถาง (Packing Pots)	47
5	เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบหอยทากว่องไว (Speedy Snail)	48
6	เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบค่ายผจญภัย (Adventure Camp)	49
7	เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบโรงอาหารเคเปอร์ (Canteen Capers)	49
8	เกณฑ์การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ	50
9	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ	53
10	การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ	54
11	จำนวนกลุ่มตัวอย่างของนักเรียน แต่ละชั้นปี	94
12	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ	100
13	การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ	101
14	จำนวนและร้อยละของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณตามระดับของการคิด	105
15	ระดับชั้นของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง	106

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 ภาพแสดงการจับคู่กระโปรง 1 ตัวกับเสื้อ 2 ตัว 19

2 ภาพแสดงตารางที่มี 3 แถว แถวละ 7 ช่อง 20

3 ภาพแสดงการคิดเกี่ยวกับการคูณของ Carroll 32

4 ภาพแสดงปลาที่ถูกใช้ในงานของ Clark, F.B. 38

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ **หน้า**

1 แบบทดสอบบ้านของผีเสื้อ (Butterfly House) 41
2 แบบทดสอบโต๊ะและเก้าอี้ (Table and Chairs) 41
3 แบบทดสอบการจัดเก็บกระถาง (Packing Pots) 42
4 แบบทดสอบหอยทากว่องไว (Speedy Snail) 42
5 แบบทดสอบค่ายผจญภัย (Adventure Camp) 43
6 แบบทดสอบโรงอาหารเคเปอร์ (Canteen Capers) 43
7 โมเดลของ Lesh (Lesh's Model) 62
8 กรอบแนวคิดในการวิจัย 92
9 จำนวนขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นปี 95

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

1 รายการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ 141
2 ผลรวมและค่า IOC ของแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ 148
3 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบวัดระดับ
การคิดเกี่ยวกับการคูณ 149
4 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบวัดระดับ
การคิดเกี่ยวกับการคูณ ใช้จริง 10 ข้อ หลังเลือกข้อที่เหมาะสม 150
5 จำนวนและร้อยละของนักเรียนระดับประถมศึกษา ตามระดับการคิด
เกี่ยวกับการคูณ จำแนกตามชั้น 152
6 คะแนนการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา
ตามประเภทของสถานการณ์ปัญหา 154
7 ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เป็นกรณีศึกษา 154
8 คะแนนการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา
ที่เป็นกรณีศึกษา 155

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เป็นการก้าวเข้าไปสู่การเปลี่ยนแปลงทั้งทางสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และการเมืองของทุกประเทศ ศตวรรษที่ 21 นั้นครอบคลุม ช่วงเวลาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001-2100 วิจารณ์ พานิช (2554 : 1-2) ให้ความหมายของศตวรรษที่ 21 ว่าเป็นโลกที่เปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นและไม่แน่นอน ความรู้เปลี่ยนชุด งอกเร็ว สารสนเทศเพิ่มแบบระเบิด คนถูกกระแสรอบทิศ ในขณะที่วัตถุมากล้น จิตวิญญาณจาง นอกจากนี้โลกยังเชื่อมถึงกันหมด คนเปลี่ยน ชีวิตเปลี่ยน งานเปลี่ยน กระแสการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นปัจจัยการเปลี่ยนผ่าน เช่น การก้าวขึ้นมาทางเศรษฐกิจของเอเชีย ที่เกิดจากการรวมตัวกันในภูมิภาคในนามอาเซียน หรือภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปจนยากที่จะกำหนดฤดูกาล เป็นต้น คนในยุคใหม่ท่ามกลางพลวัตการเปลี่ยนแปลง ดังกล่าว จึงต้องมีความพร้อมที่จะเผชิญกับความเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนผ่านเหล่านี้ หากสังคมหรือพลเมืองขาดความพร้อมในการก้าวผ่านก็จะทำให้ประเทศไม่สามารถเดินต่อได้จนเสี่ยงกับการเป็นรัฐที่ล้มเหลว ดังนั้น ในการก้าวสู่ศตวรรษที่ 21 ของประเทศไทยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมพร้อมคนไทย เพื่อนำพาสังคมและประเทศไทยเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ได้อย่างสง่างาม สอดคล้องกับเป้าประสงค์ของการศึกษาไทยในศตวรรษที่ 21 นั่นคือ การศึกษาไทยช่วยบ่มเพาะคนไทยให้เป็นคนไทยที่มีศักยภาพ กล่อมเกลาให้เป็นคนที่มีคุณธรรม จริยธรรม มีความสุข ช่วยนำประเทศไปสู่ระดับการพัฒนาอย่างสมดุลและยั่งยืน พร้อมกับเป็นสังคมที่อยู่ดีมีสุข (Well-Being Nation) แนวโน้มสภาวการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลก ย่อมจะส่งผลต่อการบรรลุเป้าประสงค์หลักของการจัดการศึกษาไทยในทุก ๆ ด้าน ตลอดจนการปรับตัวเข้ากับกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคใหม่ในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นประเทศไทยต้องก้าวเข้าสู่กระแสใหม่ของการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบเศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge-Based Economy) ซึ่งต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาทุนมนุษย์ (Human Capital) การใช้และการต่อยอดองค์ความรู้ การให้ความสำคัญกับการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (Science, Technology and Innovation) ดังนั้น ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการพัฒนากำลังคนที่เหมาะสม และ

การจัดการศึกษาให้สอดรับกับกระแสการเปลี่ยนแปลง ทักษะที่ทุกคนต้องเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ตั้งแต่ชั้นอนุบาลไปจนถึงมหาวิทยาลัยและตลอดชีวิต คือ 4R 7C ซึ่งประกอบด้วยทักษะ 2 กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน (ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ. 2558 : 5-6) ได้แก่ กลุ่ม 4R แบ่งเป็น 3 ทักษะหลักที่ควรเน้น คือ การรู้เรื่องหนังสือ (Literacy) การรู้เรื่องจำนวน (Numeracy) และ การให้เหตุผล (Reasoning) ส่วนกลุ่ม 7C ประกอบด้วยทักษะหลัก ดังนี้ ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Skills) ทักษะการทำงานอย่างรวมพลัง (Collaborative Skills) ทักษะการสื่อสาร (Communicative Skills) ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ (Computing Skills) ทักษะอาชีพและทักษะชีวิต (Career and Life Skills) ทักษะการใช้ชีวิตในวัฒนธรรมข้ามชาติ (Cross-Cultural Skills) และทักษะสุดท้ายที่เป็นจุดเน้นสำคัญมากทักษะหนึ่งนั้น ก็คือ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking Skills) ซึ่งทักษะนี้จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยการฝึกฝน “การคิด”

การคิด (Thinking) เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากสำหรับมนุษย์ ได้มีนักวิชาการหลายท่าน กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า การคิดช่วยให้บุคคลมองเห็นภาพปัญหาต่างๆ ในอนาคต ได้คิดหาแนวทางในการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงได้ และการคิดที่มีคุณภาพโดยเฉพาะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะทำให้ผู้ที่คิดจนเป็นนิสัย มีการทบทวนสิ่งที่คิด และมีการปรับปรุงคุณภาพการคิดอยู่เสมอ ทำให้เป็นคนที่มีความสามารถในหลายๆ ด้าน มีผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ ทำให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ (Dewey. 1933 : 36-48 ; ลักขณา สริวัฒน์. 2549 : 89-91; สุวิทย์ มูลคำ. 2549 : 13) สำหรับการคิดทางคณิตศาตร์ (Mathematical Thinking) เป็นกระบวนการภายในสมองที่เรามองไม่เห็น แต่สามารถทราบถึงการคิดหรือความคิดของบุคคลได้โดยการสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกมาในรูปภาษาพูด หรือ ลักษณะท่าทาง ท่าที ที่เป็นผลจากความคิดที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล การคิดนั้นสามารถแบ่งได้หลายประเภทหลายลักษณะ (สุวิทย์ มูลคำ. 2549 : 86) ยกตัวอย่างเช่น คิดคล่อง คิดหลากหลาย คิดละเอียด คิดชัดเจน คิดอย่างมีเหตุผล คิดกว้าง คิดไกล คิดลึกซึ้ง คิดถูกทาง เป็นต้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2556 : 1) ยังได้กล่าวอีกว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งต้องใช้ทักษะหลายด้านร่วมกันเพื่อแก้ปัญหา โดยทั่วไปสามารถจำแนกระดับการคิดได้เป็น 2 ระดับ ได้แก่ การคิดระดับต้น (Lower – Order Thinking) เป็นการคิดที่อาศัยทักษะขั้นพื้นฐานสำหรับใช้แก้ปัญหาที่ไม่สลับซับซ้อน และการคิดระดับสูง (Higher – Order Thinking) เป็นการคิดที่มีความซับซ้อนและใช้ทักษะหลายด้านไปพร้อมกัน รวมทั้งต้องอาศัยการคิดระดับต้นเป็นพื้นฐาน สำหรับคณิตศาตร์แล้วการคิดคำนวณ

เริ่มต้นจากการดำเนินการพื้นฐาน บวก ลบ คูณ หาร และ National Council for Curriculum and Assessment (2013 : 1) ได้กล่าวว่า การคิดที่เป็นกุญแจสำคัญของการพัฒนาเด็ก แต่ในเวลาเดียวกันก็เป็นกำแพงใหญ่ที่จะต้องก้าวข้ามไปให้ได้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของเด็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กในระดับประถมศึกษา นั่นก็คือ การคิดเกี่ยวกับการคูณ

การคิดเกี่ยวกับการคูณ(Multiplicative Thinking) จำเป็นที่จะต้องเข้าใจความหมายเกี่ยวการคูณ(Multiplication) เป็นพื้นฐาน การคูณนั้นเป็นการดำเนินการอย่างหนึ่ง ซึ่งไม่ได้เป็นการดำเนินการของการบวกซ้ำๆ เพียงเท่านั้น แต่เป็นนามธรรมขั้นสูงที่มีหลายมิติ เป็นการดำเนินการที่จำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูงจากพื้นฐานแนวคิดการบวก มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์หลายมุมมอง หลายมิติ หลายระดับ (Clark, F. B. 1993 : 45; Isoda and Nakamura. 2010 : 18; สมทรง สุวพานิช. 2541 : 164; ปรีชา เนาว์เย็นผลและคณะ. 2554 : 23) ซึ่งปัญหาการคูณนั้นแบ่งออกเป็น 5 ประเภทของสถานการณ์ที่แตกต่างกัน (Schwartz. 1988 : 41-52; Riedesel, C. A. 1990 : 92; Greer. 1992 : 276-295) ได้แก่ การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน (Equal Groups) พหุคูณของจำนวน (Multiplying Factor) ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product) ผลคูณของสัดส่วน (Multiple Proportion) และ การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle Area) คนที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณจะสามารถคิดจำนวนต่างๆ อย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ เช่น จำนวนนับ ทศนิยม เศษส่วน อัตราส่วน ร้อยละ และพีชคณิตในระดับสูงต่อไป เป็นต้น สามารถตีความและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคูณซึ่งประกอบด้วยสัดส่วนทั้งทางตรงและทางอ้อม และจะสามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพได้ในหลายลักษณะ เช่น คำพูด แผนภาพ สัญลักษณ์ ท่าทาง และการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithms) (Siemon, D. et al. 2006 : 113) การคิดเกี่ยวกับการคูณนั้นมีความสำคัญและจำเป็น เนื่องจากเป็นแนวคิดพื้นฐานในการทำความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาประสิทธิภาพของเทคนิคในการคิดคำนวณ และการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น (National Council for Curriculum and Assessment. 2013 : 1) นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้นักเรียนเริ่มเรียนรู้เนื้อหาพื้นฐานเกี่ยวกับการคูณตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และได้มีนักวิจัยหลายท่านกล่าวถึงปัญหาเรื่องการคูณของนักเรียนว่า นักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้นไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับการคูณหรือปัญหาการนำสูตรคูณไปใช้อย่างมีความหมายได้ (Behret et al. 1994; cited in Confrey & Smith. 1995 : 66-86) เมื่อเรียนถึงชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เนื้อหาจะยิ่งมีความซับซ้อนมากขึ้น เป็นการคูณด้วยเศษส่วนและทศนิยมซึ่งจำเป็นต้องใช้การคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูง นักเรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาการเรียนในชั้นที่สูงขึ้น ซึ่งมี

สาเหตุหนึ่งมาจากการขาดความเข้าใจในการคิดเกี่ยวกับการคูณจึงส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (Steffe, L. 1991 : 177-178; Clark, F. B. 1993 : 1-73; National Council for Curriculum and Assessment. 2013 : 1) ดังนั้นจึงควรจะมุ่งเน้นเสริมสร้างศักยภาพการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียน ซึ่งในการที่จะพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณนั้นจำเป็นต้องทราบถึงระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียน

นักวิจัยในต่างประเทศหลายท่านตระหนักถึงความสำคัญและได้มีการศึกษาเกี่ยวกับระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ (Level of Multiplicative Thinking) จากระดับที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับพื้นฐานไปสู่ระดับที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูงไว้หลากหลาย เช่น Clark, F.B. (1993 : 58-65) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคูณ โดยแบ่งระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณออกเป็น 4 ระดับได้แก่ ระดับที่ยังมองไม่เห็นความสอดคล้อง ระดับที่สามารถเปรียบเทียบปริมาณได้ ระดับของการมีแนวคิดการบวก และระดับการพัฒนาเป็นแนวคิดการคูณ Sullivan et al. (2001 : 233-240) ได้จำแนกการคิดเกี่ยวกับการคูณออกเป็น 7 ระดับ ได้แก่ ระดับการคิดเบื้องต้น ระดับการนับจำนวนกลุ่ม ระดับการสร้างแบบจำลอง ระดับการคิดแบบเป็นธรรมนาม ระดับการใช้ยุทธวิธีสำหรับการคูณ ระดับการใช้ยุทธวิธีสำหรับการหาร และระดับการขยายผลและประยุกต์ใช้การคูณและหาร นอกจากนี้ Jacob, L. and Willis, S. (2003 : 2-8) ได้จำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับการนับแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ระดับการนับโดยใช้แนวคิดการบวก ระดับการนับแบบกลุ่มต่อหนึ่ง ระดับความสัมพันธ์แบบการคูณ และระดับการดำเนินการโดยใช้ตัวแปร และ Siemon, D. et al. (2006 : 113) ได้จำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณออกเป็น 8 ระดับ ได้แก่ ระดับการสร้างแบบจำลองขั้นต้น ระดับการสร้างแบบจำลองโดยการหยั่งรู้ ระดับการรับรู้ ระดับการค้นพบยุทธวิธี ระดับการเสริมสร้างยุทธวิธี การขยายผลยุทธวิธี ระดับการเชื่อมโยง และระดับการรอบรู้ เป็นต้น จากนั้นนำแนวคิดเกี่ยวกับระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณดังกล่าวไปใช้เพื่อพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณของเด็กนักเรียนต่อไป จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นว่าต่างประเทศได้ให้ความสำคัญและสนใจศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณเป็นอย่างมาก แต่จากการศึกษางานวิจัยในประเทศไทยพบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ (O-NET) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556 มีคะแนนเฉลี่ย 36.35 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100

คะแนน และปีการศึกษา 2557 มีคะแนนเฉลี่ย 37.35 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งประเทศ และต่ำกว่ามาตราฐานขั้นต่ำร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2558 : เว็บไซต์) นอกจากนี้ยังต่ำกว่าเป้าหมายของสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการที่ตั้งไว้ที่ ร้อยละ 55 เมื่อพิจารณาเนื้อหาที่เกี่ยวกับการคูณจะอยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา คะแนนจากการประเมินมาตรฐานดังกล่าวในปีการศึกษา 2556 เท่ากับ 40.67 คะแนน และปีการศึกษา 2557 เท่ากับ 41.67 คะแนน จากผลการประเมินดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงปัญหาด้านคุณภาพของนักเรียนและการจัดการศึกษาคณิตศาตร์ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างเร่งด่วน ตั้งแต่ในระดับประถมศึกษาเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการจำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณและเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เกี่ยวกับการคูณให้เหมาะสมกับศักยภาพตามระดับการคิดของนักเรียน และเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและเต็มตามศักยภาพของนักเรียนให้กลายเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา
2. เพื่อศึกษาระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 383 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 199 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิตามสัดส่วน (Proportional Stratified Random Sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย ได้แก่ ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ และ ระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการคูณ ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

นิยามศัพท์เฉพาะ

การคิด (Thinking) หมายถึง กระบวนการทำงานทางสมอง ที่เกิดจากการกระทบของสิ่งเร้า มีกระบวนการอันหลากหลายและซับซ้อน เป็นความสามารถเฉพาะตัวของแต่ละบุคคลในการใช้กระบวนการคิดนำไปสู่พฤติกรรมการคิดที่สื่อออกมาเป็นรูปธรรม ก่อให้เกิดแนวปฏิบัติในการดำเนินชีวิต โดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์ ทักษะ และความรู้ใหม่ได้รับมาจากสิ่งแวดล้อม ผ่านการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 แล้วทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์และประเมินค่าอย่างมีระบบ เพื่อช่วยในการลงข้อสรุปและจัดการกับความรู้ที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบในการแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

การคูณ (Multiplication) หมายถึง การดำเนินการอย่างหนึ่ง ซึ่งไม่ได้เป็นการดำเนินการของการบวกซ้ำๆ เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการดำเนินการหลายมิติที่มีความเป็นนามธรรมขั้นสูง จำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูงที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดการบวก มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์หลายมุมมอง หลายมิติ หลายระดับ ซึ่งจำแนกปัญหาเกี่ยวกับการคูณออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1) การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน (Equal Groups) เป็นสถานการณ์ที่ลักษณะกลุ่มของสิ่งของจำนวนเท่ากันทุกกลุ่ม หรือซ้ำๆกันหลายๆครั้ง ซึ่งนำมารวมกัน 2)พหุคูณของจำนวน (Multiplying Factor) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเท่าของกลุ่มหนึ่งๆ แสดงโดยคำว่า “x เท่าของ” หรือ “มากเป็น n เท่า” 3) ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian

Product) เป็นสถานการณ์ซึ่งเกี่ยวข้องกับบทนิยามที่ว่า m n สามารถเขียนอยู่ในรูปของคู่อันดับ (Ordered Pair) โดยตัวแรกของคู่อันดับมาจากสมาชิกของ m และตัวหลังมาจากสมาชิกของ n 4) ผลคูณของสัดส่วน (Multiple Proportion) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการคูณของจำนวนที่แฝงด้วยสัดส่วน และ 5) การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle Area) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม โดยใช้ความกว้าง ความยาว หรือ การแบ่งพื้นที่ภายในออกเป็นตารางหน่วยแล้วนับจำนวน

การคิดเกี่ยวกับการคูณ (Multiplicative Thinking) หมายถึง กระบวนการทำงานภายในสมอง ที่เกิดขึ้นเมื่อเผชิญสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ โดยสามารถคิดเป็นนามธรรม คิดเกี่ยวกับจำนวนต่างๆ อย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ เช่น จำนวนนับ ทศนิยม เศษส่วน อัตราส่วน และร้อยละ สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนในหลายมุมมองหรือหลายมิติ ตีความและแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพในหลายลักษณะ เช่น คำพูด แผนภาพ สัญลักษณ์ ท่าทาง และการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithms)

ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ (Multiplicative Thinking Levels) หมายถึง การจัดระดับความสามารถของการคิดจากเผชิญสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ ดังนี้ ระดับ 0 การคิดเบื้องต้น เป็นระดับที่สามารถสังเกตได้เพียงความแตกต่างมากกว่าและน้อยกว่าเท่านั้น ยังไม่สามารถนับจำนวนได้ ระดับ 1 การคิดโดยใช้การนับ เป็นระดับที่สามารถใช้ยุทธวิธีในการนับจำนวนเพื่อหาจำนวนของสิ่งของชนิดเดียวกันจากหลายๆ กลุ่มได้ จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม หรือ อาศัยการสร้างแบบจำลอง ระดับ 2 การคิดโดยใช้การบวก เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณในปัญหาที่ซับซ้อนหรือไม่คุ้นเคย โดยอาศัยแนวคิดการบวก การวาดภาพ อีกทั้งเข้าใจการคงที่ของจำนวนเมื่อมีการจัดเรียงใหม่ และ สามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้ในบางส่วน ระดับ 3 การคิดโดยใช้การคูณ เป็นระดับที่สามารถตีความ เข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการคูณ มีการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดการคูณ เริ่มคิดเป็นนามธรรมได้ ไม่ต้องใช้การสร้างแบบจำลองหรือการรับรู้โดยตรง เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของกลุ่มที่มีขนาดเท่ากัน จำนวนกลุ่มและผลรวมทั้งหมด ซึ่งสามารถคิดย้อนกลับได้ ทำให้แก้ปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ และ สามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้สมบูรณ์ และ ระดับ 4 การขยายผลการคิด : เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณโดยใช้ยุทธวิธีต่างๆ สมบัติของการคูณ หรือดำเนินการโดยใช้ตัวแปร นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง

รวมทั้งการแสดงแนวคิดโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มพื้นฐาน (Low - Multiplicative Thinking Levels) หมายถึง การจัดกลุ่มระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณตั้งแต่ระดับที่ 0 – 2 ซึ่งนักเรียนจะมีการคิดพื้นฐาน สามารถเปรียบเทียบจำนวน สามารถแก้ปัญหาการคูณ โดยอาศัยแนวคิดการบวก การวาดภาพ และสามารถสร้างบางรายการของปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้

ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง (High - Multiplicative Thinking Levels) หมายถึง การจัดกลุ่มระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณระดับ 3 – 4 เป็นระดับที่พัฒนาจากการคิดพื้นฐานสู่การคิดระดับสูง สามารถตีความ เข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการคูณ มีการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาการคูณโดยใช้แนวคิดการคูณ เริ่มคิดเป็นนามธรรมได้ ไม่ต้องใช้การสร้างแบบจำลองหรือการรับรู้โดยตรง เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของจำนวน แก้ปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ สามารถสร้างรายการทั้งหมดของปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้ สามารถใช้ยุทธวิธีต่างๆ สมบัติของการคูณ หรือดำเนินการโดยใช้ตัวแปร ต่อยอดความรู้ไปใช้จริงได้ และ แสดงแนวคิดโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ (Multiplicative Thinking Level Test) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้จำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ พัฒนาจากเครื่องมือของ Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย ชนิดเติมคำตอบและแสดงร่องรอยการคิด จำนวน 10 ข้อ ครอบคลุมสถานการณ์ปัญหาการคูณทั้ง 5 ประเภท ได้แก่ การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน พหุคูณของจำนวน ผลคูณของสัดส่วน ผลคูณคาร์ทีเซียน และการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สามารถจำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 0 การคิดเบื้องต้น ระดับ 1 การคิดโดยใช้การนับ และระดับ 2 การคิดโดยใช้การบวก ระดับ 3 การคิดโดยใช้การคูณ และระดับ 4 การขยายผลการคิด

แบบสัมภาษณ์การคิดเกี่ยวกับการคูณ (Multiplcative Thinking Interview) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาการคิดเกี่ยวกับการคูณ เป็นแบบมีโครงสร้าง มีการกำหนดประเด็นคำถามไว้ล่วงหน้าแน่นอน ซึ่งเป็นการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคลแบบตัวต่อตัวให้ได้ข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าในด้านการคิด คุณลักษณะ ความรู้สึกและพฤติกรรมของนักเรียน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยจะเป็นข้อสนเทศให้หน่วยงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและผู้ที่สนใจตระหนักถึงความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์มากขึ้น เพื่อเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งเป็นแนวทางในการจัดหลักสูตรเกี่ยวกับการคูณให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน เป็นแนวทางในการพัฒนาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา และการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆที่จะเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา

2. การคูณ

    2.1 ความหมายของการคูณ

    2.2 ความสำคัญของการคูณ

    2.3 ประเภทของปัญหาการคูณ

3. การคิด

    3.1 ความหมายของการคิด

    3.2 ความสำคัญของการคิด

    3.3 ระดับของการคิด

4. การคิดเกี่ยวกับการคูณ

    4.1 ความหมายของการคิดเกี่ยวกับการคูณ

    4.2 ความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณ

    4.3 ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

    4.4 การวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

5. ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระดับการคิด

    5.1 ทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget

    5.2 ทฤษฎีการเรียนการสอนของ Bruner

    5.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky

    5.4 ทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของ Diene

6. แบบทดสอบ

7. แบบสัมภาษณ์

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

9. กรอบแนวคิดในการวิจัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ได้กล่าวถึงรายละเอียดเนื้อหาตามหัวข้อต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 1-5)

1. สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

1.1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

1.2 การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

1.3 เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติการนึกภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Ttranslation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

1.4 พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความ

คิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

1.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. คุณภาพผู้เรียน

2.1 คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังได้กำหนดคุณภาพผู้ที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีความรู้ความสามารถ ดังนี้

2.1.1 มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

2.1.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตรความจุ เวลาและเงินสามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2.1.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก รวมทั้ง จุด ส่วนของเส้นตรง รังสี เส้นตรง และมุม

2.1.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูป และอธิบายความสัมพันธ์ได้

2.1.5 รวบรวมข้อมูล และจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับตนเองและสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งได้

2.1.6 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.2 คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังได้กำหนดคุณภาพผู้ที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีความรู้ความสามารถ ดังนี้

2.2.1 มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง ร้อยละ การดำเนินการของจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ สามารถหาค่าประมาณของจำนวนนับและทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งได้

2.2.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร ความจุ เวลา เงิน ทิศ แผนผัง และขนาดของมุม สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2.2.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด มุม และเส้นขนาน

2.2.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้ แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัวและแก้สมการนั้นได้

2.2.5 รวบรวมข้อมูล อภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่งแผนภูมิแท่ง เปรียบเทียบ แผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้น และตาราง และนำเสนอข้อมูลในรูปของแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการคาดคะเนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

2.2.6 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเกี่ยวกับการคูณ สำหรับนักเรียนประถมศึกษามากที่สุด คือ มาตรฐานการเรียนรู้ในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ซึ่งจะประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ 4 มาตรฐาน ดังนี้

3.1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

3.2 มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

3.3 มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

3.4 มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สรุปได้ว่า มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับการคิดเกี่ยวกับการคูณมากที่สุด คือ มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

4. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา มีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 มาตรฐาน ค 1.2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.1	1. บวก ลบ และบวกลบระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งร้อยและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	-
	2. วิเคราะห์และหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งร้อยและศูนย์	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	
ป.2	1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งพันและศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. วิเคราะห์และหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งพันและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบคำ	- ความหมายของการคูณ และการใช้เครื่องหมาย × - การคูณจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนไม่เกินสองหลัก - การบวก ลบ คูณ หารระคน - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร - โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน - การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร
ป.3	1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบและสร้างโจทย์ได้	- การคูณจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนไม่เกินสี่หลัก - การคูณจำนวนสองหลักกับจำนวนสองหลัก - การบวก ลบ คูณ หารระคน - โจทย์ปัญหาการคูณ - โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน - การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร
ป.4	1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	- การคูณจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนมากกว่าสี่หลัก - การคูณจำนวนมากกว่าหนึ่งหลักกับจำนวนมากกว่าสองหลัก

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	2. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ และสร้างโจทย์ได้	- การบวก ลบ คูณ หารระคน - โจทย์ปัญหาการคูณจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนมากกว่าสี่หลัก - โจทย์ปัญหาการคูณจำนวนมากกว่าหนึ่งหลักกับจำนวนมากกว่าสองหลัก - โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน - การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร
	3. บวกและลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน	-
ป.5	1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณระคนของเศษส่วน พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. บวก ลบ คูณ และบวก ลบ คูณระคนของทศนิยมที่คำตอบเป็นทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 3. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ และสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนับได้	- การคูณเศษส่วนกับจำนวนนับ - การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน - การบวก ลบ คูณระคนของเศษส่วน - การคูณทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งกับจำนวนนับ - การคูณทศนิยมหนึ่งตำแหน่งกับทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง - การบวก ลบ คูณระคนของทศนิยม - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ - การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน - โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณระคนของ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		เศษส่วน - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ ทศนิยม และการสร้างโจทย์ปัญหา
ป.6	1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วน จำนวนคละ และทศนิยม พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับ เศษส่วน จำนวนคละ ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ และสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนับได้	- การบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วน - การบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนคละ - การบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ - การบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยมที่มีผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง - การบวก ลบ คูณ หารระคนของทศนิยมผลลัพธ์เป็นทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ - การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของจำนวนนับ - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วน - โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของทศนิยม - การสร้างโจทย์ปัญหาการคูณ การหาร และการคูณ หารระคนของทศนิยม

สรุปได้ว่า เนื้อหาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเกี่ยวกับการคูณ (Multiplicative Thinking) ตรงกับสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชี้ให้เห็นว่าเนื้อหาเกี่ยวกับการคูณและโจทย์ปัญหาการคูณเริ่มมีการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และเนื้อหาเกี่ยวกับการคูณและโจทย์ปัญหาการคูณของจำนวนนับและศูนย์กับจำนวนนับมีตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นที่สูงขึ้นเนื้อหาที่เพิ่มจะยิ่งมีความซับซ้อนมากขึ้นเป็นการคูณด้วยเศษส่วนและทศนิยม

การคูณ

การคูณ (Multiplication) เป็นการดำเนินการอย่างหนึ่ง ซึ่งไม่ได้เป็นการดำเนินการของการบวกซ้ำๆ เพียงเท่านั้น แต่เป็นนามธรรมขั้นสูงที่มีหลายมิติ ซึ่งเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน จำเป็นต่อการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูง และสำคัญต่อเรื่องอื่นๆ อีกมาก จากการศึกษาเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการคูณ จึงขอทำความเข้าใจในประเด็นต่างๆ ตามลำดับดังนี้ ความหมายของการคูณ ความสำคัญของการคูณ และประเภทของโจทย์ปัญหาการคูณ

1. ความหมายของการคูณ

ความหมายของการคูณได้มีการกล่าวถึงไว้หลายทัศนะ ดังนี้

Clark, F. B. (1993 : 45) ได้กล่าวถึงความหมายของการคูณไว้ว่า การคูณไม่ใช่การบวกซ้ำๆเพียงเท่านั้น แต่เป็นการดำเนินการซึ่งเป็นนามธรรมขั้นสูงกว่าการบวก เป็นการดำเนินการที่จำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูงจากพื้นฐานแนวคิดการบวก มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์หลายมุมมอง แต่การบวกนั้นไม่จำเป็น

Graeber and Tanenhaus (1993 : 99) ได้กล่าวถึงความหมายของการคูณไว้ว่า สำหรับนักเรียนส่วนใหญ่แล้วการคูณคือการบวกซ้ำและดูเหมือนว่าจะง่ายที่สุดต่อการทบทวนและนำไปใช้ เรียก โมเดลการบวกซ้ำว่า แบบจำลองพื้นฐานของการคูณ ซึ่งมีผลโดยนัยต่อความหมายและการใช้การคูณ แม้ว่าในบุคคลที่ฝึกฝนคณิตศาสตร์มามาก

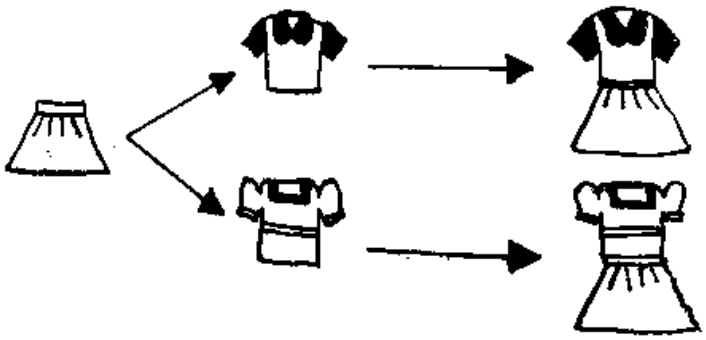
Isoda and Nakamura (2010 : 18) ได้กล่าวถึงความหมายของการคูณไว้ว่า การคูณหมายถึง วิธีการหาผลรวมของกลุ่มที่มีขนาดเดียวกัน และเป็นวิธีการหาผลของการบวกซ้ำ และ

ความหมายของ “เท่า” นักเรียนใช้การคูณเพื่อหาจำนวนของวัตถุสิ่งของที่มีหลายหน่วย เมื่อทราบจำนวนของวัตถุสิ่งของในหนึ่งหน่วย” และใช้เป็น “วิธีการหาผลรวมที่ใช้จำนวนหนึ่งเป็นเท่าๆ” รวมทั้ง “การแสดงประโยคสั้นๆ ในรูปแบบการบวกซ้ำ”

ชูชาติ เชิงฉลาด (2521 : 164) ได้กล่าวถึงความหมายของการคูณไว้ว่า การคูณมีความหมายได้ 2 ลักษณะคือ

1. การคูณเป็นการแสดงการหาคำตอบอย่างง่าย ๆ ที่ได้มาจากการบวกจำนวนที่เท่า ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง ด้วยการนำเอาจำนวนที่เท่ากันคูณกับจำนวนครั้งที่นำมารวมกัน เช่น ตัวอย่าง มีถ้วย 2 แถว แถวละ 4 ใบ มีถ้วยทั้งหมดกี่ใบ ประโยคสัญลักษณ์แสดงการบวก $4+4=8$ ประโยคสัญลักษณ์แสดงการคูณ $2\times4=8$ ดังนั้น $4+4=2\times4=8$

2. การคูณเป็นการจัดคู่สิ่งของต่าง ๆ เช่น ตัวอย่าง มีกระโปรง 1 ตัว มีเสื้อ 2 ตัว จะจัดเป็นชุดต่าง ๆ กันได้กี่ชุด จัดได้ 2 ชุด (ภาพที่ 1) ประโยคสัญลักษณ์แสดงการคูณ $1\times2=2$

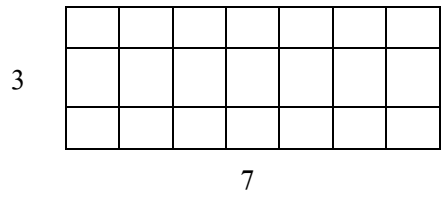


ภาพที่ 1 ภาพแสดงการจับคู่กระโปรง 1 ตัวกับเสื้อ 2 ตัว

สมทรง สุวพานิช (2541 : 164) ได้ให้ความหมายของไว้ว่า การคูณ หมายถึง การบวกจำนวนที่เท่า ๆ กันหลาย ๆ จำนวน ซึ่งแสดงด้วยการคูณจำนวนเพียงสองจำนวน คือ จำนวนครั้งที่นำมารวมกับจำนวนแต่ละครั้งที่เท่ากัน เช่น $2+2+2=3\times2=6$

ปรีชา เนาว์เย็นผล และคณะ (2554 : 23) ได้กล่าวถึงความหมายของการคูณไว้ว่า การคูณในแง่ของการบวกซ้ำ ๆ กันของจำนวนที่เท่ากัน หรือการรวมกันของกลุ่มที่เท่ากัน เช่น มีนักเรียน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ดังนั้นมีนักเรียน $5+5+5=3\times5=15$ คน ส่วนการคูณในอีกแง่ของการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยการนับตารางหน่วย เช่น กำหนดให้ $\square$ 1 ช่อง

แทนการหาพื้นที่ 1 ตารางหน่วย รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ประกอบด้วยตารางที่มี 3 แถว แต่ละแถวมี 7 ช่อง จะมีพื้นที่ $3 \times 7 = 21$ ตารางหน่วย (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ภาพแสดงตารางที่มี 3 แถว แถวละ 7 ช่อง

สรุปได้ว่า การคูณ หมายถึง การดำเนินการอย่างหนึ่ง ซึ่งไม่ได้เป็นการดำเนินการของการบวกซ้ำๆ เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการดำเนินการหลายมิติที่มีความเป็นนามธรรมขั้นสูง จำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูงที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดการบวก มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์หลายมุมมอง หลายมิติ หลายระดับ

2. ความสำคัญของการคูณ

ทัศนะต่าง ๆ ที่แสดงถึงความสำคัญของการคูณ มีแตกต่างกันดังนี้

Downton (2011 : 3-6) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคูณไว้ว่า ทักษะทางคณิตศาสตร์รวมถึงการคูณเป็นพื้นฐานสำคัญอย่างยิ่งในขณะที่ทักษะวิชาการอื่น ๆ ถูกสร้าง บุคคลที่ประสบความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์มีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จในด้านอื่น ๆ เช่นกัน

สมทรง สุวพานิช (2541 : 164) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคูณไว้ว่า การคูณเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นของคนเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน และจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นสูง นอกจากนี้การคูณยังมีความสำคัญต่อคนเราในเรื่องอื่น ๆ อีกดังนี้

1. การคูณเป็นเครื่องมือที่สำคัญของวิทยาศาสตร์

2. การคูณเป็นทักษะที่สัมพันธ์กับทักษะการบวก การลบ และการหาร ดังนั้นถ้าเด็กมีทักษะการคูณจะทำให้มีทักษะอื่นตามไปด้วย

3. การคำนวณเรื่องต่าง ๆ เช่น การหาพื้นที่ การก่อสร้าง และอื่น ๆ ต้องอาศัยทักษะการคูณเป็นเครื่องมือทั้งสิ้น

4. การคูณเป็นเครื่องมือทำให้การคิดคำนวณเรื่องต่าง ๆ ได้รวดเร็ว

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2542 : 26) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคูณไว้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์และพบว่าปัญหาเรื่องการคูณและการ

หารถูกพบมากที่สุด จึงส่งผลต่อเนื่องถึงความสำเร็จในการเรียนเนื้อหาวิชาที่ต้องใช้การคำนวณดังกล่าว สาเหตุที่สำคัญมีสองประการ คือ การขาดความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการคูณ หาร และนักเรียนท่องสูตรคูณไม่ได้หรือไม่คล่อง สำหรับการท่องสูตรคูณนั้นยังเป็นสิ่งจำเป็นต่อการคิดคำนวณในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาเป็นอย่างมาก แม้ดูเป็นเรื่องเล็กน้อย แต่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน นักเรียนที่ท่องสูตรคูณไม่คล่องจะคิดคำนวณได้ช้า ได้คำตอบที่ผิดพลาดและรู้สึกไม่สนุกในการเรียนคณิตศาสตร์อีกต่อไป จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาทางแก้ไขให้ได้ในช่วงแรก ๆ ของการเรียนคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า การคูณนั้นมีความสำคัญอย่างมากเป็นพื้นฐานสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์และจำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์ชั้นสูง เป็นทักษะที่สัมพันธ์กับทักษะการบวก การลบ และการหาร สามารถเชื่อมโยงกับทักษะอื่น ๆ ทำให้มีทักษะอื่น ๆ ตามไปด้วย เป็นเครื่องมือสำคัญของวิทยาศาสตร์ ในการคำนวณเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรวดเร็วในคิดคำนวณ อีกทั้งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน ซึ่งบุคคลที่ประสบความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์มีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จในด้านอื่น ๆ เช่นกัน

3. ประเภทของปัญหาการคูณ

ประเภทของปัญหาการคูณได้มีนักการศึกษาจำแนกประเภทจากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการคูณไว้หลายทัศนะ ดังนี้

Schwartz (1988 : 41-52) ได้แบ่งประเภทของปัญหาการคูณไว้ 3 ประเภทดังนี้

1. $E \times I = E'$ เป็นรูปแบบทั่วไปที่สุดและสามารถแสดงโดยใช้การบวกซ้ำได้เมื่อ E เป็นจำนวนเต็ม ตัวอย่างเช่น มีลูกอมรวมจำนวนเท่าไรที่อยู่ในกระเป๋า 5 ใบ ที่มีลูกอม 6 เม็ดต่อถุง

2. $E \times E' = E''$ เป็นรูปแบบของผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product) ตัวอย่างเช่น มีวิธีการที่เป็นไปได้กี่แบบที่จะสวมชุดจาก กระโปรง 5 แบบกับเสื้อ 6 แบบ?

3. $I \times I' = I''$ เป็นรูปแบบของผลคูณของสัดส่วน (Multiple Proportion) ตัวอย่างเช่น ในหนึ่งวันเราไปไกลเท่าไร ถ้าเดินทางได้ระยะทาง 5 ไมล์ต่อชั่วโมงเป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน

Riedesel, C. A. (1990 : 92) ได้จัดรูปแบบหรือประเภทสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ มีตัวอย่างดังนี้ (เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก)

1. Rate : ปลูกต้นไม้ 4 แถว แถวละ 3 ต้น ปลูกต้นไม้กี่ต้น (4×3)

2. Multiplying Factor : แก้วมีเงิน 3 บาท ก้อยมีเงินเป็น 4 เท่าของแก้ว ก้อยมีเงินกี่บาท (4×3)

3. Cartesian Product : รถรุ่นหนึ่งมี 3 แบบ แต่ละแบบมี 4 สี เลือกซื้อรถโดยเลือกทั้งแบบและสีได้กี่วิธี (3×4)

Greer (1992 : 276-295) ได้จำแนกประเภทของปัญหาการคูณตามสถานการณ์ที่สำคัญไว้ดังนี้

1. การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน (Equal Groups) เป็นสถานการณ์ที่ลักษณะกลุ่มของสิ่งของจำนวนเท่ากันทุกกลุ่ม หรือซ้ำๆกันหลายๆครั้ง หรือการกระทำที่ซ้ำๆกันโดยธรรมชาติ เกิดขึ้นได้ในลักษณะต่างๆกันในชีวิตประจำวัน เช่น คน n คน มีนิ้ว 5n นิ้ว หรือ เดินทีละ 3 ก้าว 4 ครั้ง หรือ การให้ของจำนวนเท่าเดิมแก่คนหลายคน เป็นต้น

2. อัตรา (Rate) เป็นอีกลักษณะหนึ่งของการรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน (Equal Groups) ตัวอย่างเช่น เด็กคนหนึ่งมีขนม 4 ก้อน ถ้าเด็ก 3 คนจะมีขนมรวมกันกี่ก้อน จะเห็นว่าจำนวนก้อนต่อเด็กคูณด้วยจำนวนเด็กทั้งหมด ทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเด็กกับจำนวนของขนม สถานการณ์เช่นนี้เรียกว่า การกำหนดเฉพาะ (Particular) เมื่อเด็กมี 3 คน

3. การเปรียบเทียบการคูณ (Multiplicative Comparison) สถานการณ์ลักษณะนี้แสดงโดยคำว่า “x เท่าของ” หรือ “มากเท่ากับ n เท่า” ตัวอย่างเช่น แดงมีมะม่วง 3 เท่าของดำ ถ้าดำมีมะม่วง 4 ผล แดงจะมีมะม่วงกี่ผล ในสถานการณ์นี้จะเห็นว่ามะม่วงทุก ๆ 1 ลูกของดำจะเป็น 3 ลูกของแดงเสมอ จึงทำให้ 3 เป็นตัวคูณ (Multiplier) และ 4 เป็นตัวตั้ง (Multiplicand)

4. ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product) สถานการณ์ลักษณะนี้จะเกี่ยวข้องกับบทนิยามที่ว่า m×n สามารถเขียนอยู่ในรูปของคู่อันดับ (Ordered Pair) โดยตัวแรกของคู่อันดับมาจากสมาชิกของ m และตัวหลังมาจากสมาชิกของ n การกระทำเช่นนี้แสดงให้เห็นจำนวนเต็ม เมื่อคูณกันแล้วจะทำให้เกิดมีการต่อเนื่องจำนวนใหม่ขึ้น (Historical Terms) ตัวอย่างเช่น ถ้าเด็กชาย 4 คน เด็กหญิง 3 คน กำลังรำวง อยากทราบว่าเขาจะจับคู่กันได้ทั้งหมดกี่คู่โดยไม่ซ้ำกัน

5. การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Area) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งความยาวของด้านทั้งสี่จะต้องเป็นจำนวนเต็ม การหาพื้นที่จะทำได้โดยใช้สูตรความกว้าง×ความยาว สมมติให้สี่เหลี่ยมมีด้านกว้างคือ 4 ซม. และด้านยาวคือ 3 ซม. ดังนั้นพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมนี้คือ 4×3 การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ อาจหาได้จากการแบ่งพื้นที่ภายในออกเป็นตารางหน่วย แล้วนับจำนวนตารางหน่วยนั้น

สรุปได้ว่า ปัญหาการคูณนั้นสามารถจำแนกออกเป็น 5 ประเภทของสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ได้แก่

1. การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน (Equal Groups) เป็นสถานการณ์ที่ลักษณะกลุ่มของสิ่งของจำนวนเท่ากันทุกกลุ่ม หรือซ้ำๆกันหลายๆครั้ง ซึ่งนำมารวมกัน

2. พหุคูณของจำนวน (Multiplying Factor) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเท่าของกลุ่มหนึ่งๆ แสดงโดยคำว่า “x เท่าของ” หรือ “มากเป็น n เท่า”

3. ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product) เป็นสถานการณ์ซึ่งเกี่ยวข้องกับบทนิยามที่ว่า $m \times n$ สามารถเขียนอยู่ในรูปของคู่อันดับ (Ordered Pair) โดยตัวแรกของคู่อันดับมาจากสมาชิกของ m และตัวหลังมาจากสมาชิกของ n

4. ผลคูณของสัดส่วน (Multiple Proportion) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการคูณของจำนวนที่แฝงด้วยสัดส่วน

5. การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle Area) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม โดยใช้ความกว้าง $\times$ ความยาว หรือ การแบ่งพื้นที่ภายในออกเป็นตารางหน่วยแล้วนับจำนวน

การคิด

การคิด (Thinking) เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากสำหรับการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาพัฒนาตนเองให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์และอยู่อย่างมีความสุข เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดจึงขอทำความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ตามลำดับดังนี้ ความหมายของการคิด ความสำคัญของการคิด และระดับของการคิด

1. ความหมายของการคิด

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้หลายทัศนะ ดังนี้

Russell (1956 : 3-28) กล่าวว่า การคิดเป็นกระบวนการ การคิดอาจจะเริ่มจากการตั้งต้นที่บางสิ่งบางอย่างผ่านไปสู่แบบรูปของความสัมพันธ์ และไปสู่จุดมุ่งหมายหรือข้อสรุป การเรียนรู้จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพในการคิดแบบต่างๆ เขาได้จำแนกการคิดในสถานการณ์ต่างๆ ออกเป็น 6 ประเภท คือ การคิดแบบการหยั่งรู้ (Perceptual Thinking) การคิดแบบเชื่อมโยง (Associative Thinking) การคิดแบบอุปนัย-นิรนัย (Inductive-Deductive Thinking) ซึ่งนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ การคิดแบบสร้างสรรค์หรือจินตนาการ (Creative or Imaginative

Thinking)การคิดแบบวิจารณญาณ (Critical Thinking) และ การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving)

Good, C.V. (1959 : 570) ให้ความหมายของการคิดไว้ 4 นัย สรุปได้ดังนี้

1. การคิด หมายถึง กระแสของการคิดที่ยังไม่ได้รับการจัดระเบียบหรือความคิดที่ ไม่ได้ถูกกำหนดกฎเกณฑ์ ข้อบังคับต่าง ๆ หรือเป็นกระแสของการจินตนาการ ความรู้ความซาบซึ้ง ความประทับใจ ความทรงจำ และความหวัง

2. การคิด เป็นการคาดคะเนหรือเดาโดยไม่มีขอบเขตตั้งแต่ระดับขั้นพื้นฐานรวมไป ถึงระดับที่สูงกว่า และปรากฏชัดในความพยายามที่จะลงความเห็น

3. การคิด หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองหรือการทำสมาธิ โดยปราศจากความ มุ่งมั่นที่จะควบคุมธรรมชาติหรือประสบการณ์โด ๆ

4. การคิด คือ การมองบางสิ่งบางอย่างด้วยการคิดพิจารณาไตร่ตรองหรือมีความ รอบคอบ เพื่อให้บรรลุถึงการตั้งมั่นในความเชื่อและการควบคุมการกระทำ

Piaget (1977 : 21) ได้กล่าวถึงการคิดของบุคคลโดยสรุปได้ว่า เป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการดูดซึมที่เกิดจากการพบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม แล้วดูดซึมภาพหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้าไว้ในความคิดตน และเป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้างโดยการจัดสิ่ง เร้าใหม่ให้เข้ากับความรู้หรือความคิดเดิม บุคคลจะใช้กระบวนการนี้ทั้ง 2 ลักษณะร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับการคิดของตนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่อีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

Berger, M.C. (1984 : 306) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดเป็นลักษณะเฉพาะของมนุษย์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองของบุคคล (Cognitive Process) มีแนวทางอันแน่วแน่โดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์จากสิ่งแวดล้อมต่างๆผ่านเข้ามาทางอวัยวะรับสัมผัส การรู้สึก การรับรู้ และระบบความจำ มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อม และนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบ มีเหตุผลเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ การแก้ปัญหานั้นอาศัยนามธรรม และสัญลักษณ์เป็นส่วนใหญ่ การคิดมักจะจบลงด้วยการสรุปผลในขั้นสุดท้าย

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548 : 9) ให้ความหมายของการคิด สรุปได้ว่า เป็นกระบวนการทำงานของสมองที่เกิดขึ้นภายใน ขึ้นอยู่กับความสามารถของสมองแต่ละซีกของ มนุษย์ ซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล

สุวิทย์ มูลคำ (2549 : 13) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อมนุษย์สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมรอบตัว อาจจะเป็นข้อมูลหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นสิ่งเร้า ซึ่งมนุษย์สามารถรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย หลังจากนั้นมนุษย์จะเริ่มตอบสนองด้วยการคิดก่อนที่จะแสดงออกด้วยการพูดหรือการกระทำ ถ้าหากสิ่งเร้าใดๆ ที่ทำให้มนุษย์เกิดข้อสงสัย ความขัดแย้ง หรือ ปัญหา จะทำให้มนุษย์เกิดความทุกข์ เกิดความไม่สบายกายไม่สบายใจ เรียกว่า อยู่ในภาวะความไม่สมดุล จะกระตุ้นให้มนุษย์ต้องปรับสภาวะให้สมดุลจึงทำให้เกิดกระบวนการคิด พร้อมกับความพยายามดิ้นรนคิดหาหนทาง หาวิธีการแก้ปัญหา ตอบข้อสงสัย ขจัดความขัดแย้ง เพื่อให้ความทุกข์หมดไปจากตัวเองก่อให้เกิดความสุขหรืออยู่ในภาวะสมดุล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 124) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับทักษะในหลายด้าน เช่น การสังเกต การตีความหมายเพื่อทำความเข้าใจ การวิเคราะห์แยกแยะ และการลงข้อสรุป เพื่อจัดการกับความรู้ที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบ และใช้การแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ กระบวนการคิดเหล่านี้จะครอบคลุมด้านการวิเคราะห์ การแปลความ การสื่อสาร การให้เหตุผล การแสดงแนวคิดการตัดสิน และการประเมินค่า การแสดงพฤติกรรมเหล่านี้จึงขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหาที่เผชิญอยู่

สรุปได้ว่า การคิด หมายถึง กระบวนการทำงานทางสมอง ที่เกิดจากการกระทบของสิ่งเร้า มีกระบวนการอันหลากหลายและซับซ้อน เป็นความสามารถเฉพาะตัวของแต่ละบุคคลในการใช้กระบวนการคิดนำไปสู่พฤติกรรมการคิดที่สื่อออกมาเป็นรูปธรรม ก่อให้เกิดแนวปฏิบัติในการดำเนินชีวิต โดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์ ทักษะ และความรู้ใหม่ได้รับมาจากสิ่งแวดล้อม ผ่านการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 แล้วทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์และประเมินค่าอย่างมีระบบ เพื่อช่วยในการลงข้อสรุปและจัดการกับความรู้ที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบในการแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

2. ความสำคัญของการคิด

ความสำคัญของการคิดได้มีผู้แสดงทัศนะไว้หลากหลาย ดังนี้

Dewey (1933 : 36-48) นักจิตวิทยาชาวอเมริกาได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิด ซึ่งสรุปใจความสำคัญได้ว่า การคิดเป็นสิ่งที่มีคุณค่าเพราะการคิดช่วยให้คนได้มองเห็นภาพปัญหาต่าง ๆ ในอนาคตซึ่งจะช่วยให้บุคคลได้คิดหาแนวทางในการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงได้ และการคิดช่วยขยายความหมายของสิ่งต่าง ๆในโลกได้ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการคิด

คือ คนจะมีการปฏิบัติหรือการกระทำตามที่เขาคิด ถึงแม้ว่ามันจะถูกหรือผิดก็ตาม สิ่งที่บุคคลรู้จะเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดครั้งแรกแล้วจึงนำไปสู่การคิดในสิ่งอื่น ๆ ซึ่งก่อให้เกิดความสมบูรณ์ของกระบวนการคิดนั้น เนื่องจากการคิดมีอิทธิพลอย่างมากจากภายในตัวบุคคล และสังคม

อุษณีย์ โพธิสุข และคณะ (2547 : 125) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า ความสำคัญและผลิตผลของการคิดเป็นเรื่องที่สำคัญและเป็นคุณสมบัติที่พิเศษที่เกิดขึ้นในตัวมนุษย์ ในการฝึกฝนทักษะการคิดด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่หลากหลาย เป็นกระบวนการที่สำคัญยิ่งของคุณภาพการคิดที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้อีก

ลักขณา สริวัฒน์ (2549 : 89-91) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า ถ้าแต่ละคนคิดดี คิดถูกทาง คิดเหมาะสม การดำเนินชีวิตของคนและความเป็นไปของสังคมก็จะดำเนินไปอย่างมีคุณค่า การคิดจึงเป็นเรื่องที่สำคัญของมนุษย์ การคิดเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่ซับซ้อน สังคมจะก้าวหน้าไปได้ก็เมื่อบุคคลในสังคมมีความคิด รู้จักคิดป้องกัน หรือคิดแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และพัฒนาปรับปรุงภาวะต่าง ๆ ให้ดีขึ้น คนต้องอาศัยความคิดเป็นสิ่งนำไปสู่การดำเนินชีวิต การดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผล

สุวิทย์ มูลคำ (2549 : 13) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า การมีทักษะกระบวนการคิดที่รวดเร็วที่สุด ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกที่เกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต เป็นการแสดงถึงคุณภาพของนักเรียนที่เป็นมนุษย์อย่างสมบูรณ์ที่บ่งถึงมีลักษณะของการเป็นคนเก่ง เป็นคนดี และเป็นคนที่มีความสุข

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2555 : 126) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า การคิดเป็นธรรมชาติที่เกิดขึ้นกับทุกคนและมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน คนที่มีความเป็นอัจริยะบุคคลจะสามารถสร้างระบบการคิดที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าคนทั่วไป คุณภาพของนักเรียนที่เป็นมนุษย์อย่างสมบูรณ์สามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาพัฒนาตนเองให้มีประสิทธิภาพ เป็นบุคคลที่เก่งในด้านการคิด เป็นผู้ที่คิดดี มีความชัดเจน

ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ (2558 : 126-127) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า การคิดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นมากสำหรับมนุษย์ มีผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของการเป็นมนุษย์อย่างสมบูรณ์ที่มีลักษณะของการเป็นคนเก่ง เป็นคนดี และเป็นคนที่มีความสุข การคิดที่มีคุณภาพโดยเฉพาะ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะทำให้ผู้ที่คิดจนเป็นนิสัย มีการทบทวนสิ่งที่คิด และมีการปรับปรุงคุณภาพการคิดอยู่เสมอ ทำให้เป็นคนที่มีความสามารถในหลาย ๆ ด้าน

สรุปได้ว่า การคิดนั้นเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากสำหรับมนุษย์ ช่วยให้บุคคลมองเห็นภาพปัญหาต่าง ๆ ในอนาคต ได้คิดหาแนวทางในการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงได้ และการคิดที่มีคุณภาพโดยเฉพาะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะทำให้ผู้ที่คิดจนเป็นนิสัย มีการทบทวนสิ่งที่คิดและมีการปรับปรุงคุณภาพการคิดอยู่เสมอ ทำให้เป็นคนที่มีความสามารถในหลายๆ ด้าน มีผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ ทำให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข และสังคมมีการเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

3. ระดับของการคิด

ระดับของการคิดได้มีนักการศึกษาแสดงทัศนะไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Bloom, B. S. (1961: 9) ได้จัดระดับของการคิด (Bloom's Taxonomy) เป็น 6 ขั้น คือ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า ซึ่งขั้นความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ เป็นการคิดระดับพื้นฐาน และขั้นการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เป็นการคิดในระดับสูง

Krulik and Rudnick (1993 : 3) ได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ขั้น

1. ขั้นระลึก (Recall) จัดเป็นทักษะการคิดที่เป็นธรรมชาติเกือบเป็นอัตโนมัติ เป็นความสามารถในการระลึกข้อเท็จจริง

2. การคิดพื้นฐาน (Basic) เป็นความเข้าใจความคิดรวบยอด เป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3. การคิดขั้นวิเคราะห์ (Critical) เป็นความคิดที่ใช้ในการเชื่อมโยงและประเมินลักษณะทั้งหมดของทางแก้ปัญหา ประกอบด้วยการจำ การเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล เพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลได้

4. การคิดขั้นสร้างสรรค์ (Creative) เป็นความคิดที่ซับซ้อน ความคิดระดับนี้จะนำไปส่การผลิตสิ่งประดิษฐ์ที่คิดหรือจินตนาการขึ้นเอง

Mazano (2001: 10-12) ได้ปรับปรุงจากแนวคิดของ Bloom โดยให้ชื่อใหม่ว่า "New Taxonomy of Educational Objectives" ซึ่งได้อธิบายถึงตัวแปรเกี่ยวกับกระบวนการภายในสมอง โดยกล่าวถึงระบบ ภายในสมอง 3 ระบบ คือ ระบบของตนเอง ระบบการควบคุมการรู้คิดของตนเอง และ ระบบทางด้านการรู้คิด ซึ่งระบบทั้งสามจะใช้ในการเก็บสะสมความรู้ที่อยู่ในองค์ประกอบที่สี่ของแบบจำลอง พฤติกรรม นอกจากนี้ Mazano ยังได้จัดแบ่งระบบ

ภายในสมองทั้ง 3 ระบบ ตามกระบวนการภายในสมองออกเป็น 6 ระดับ โดยที่ ระดับที่ 6 และระดับที่ 5 เป็นการจัดการและการกระทำทั่วไปของเด็กที่อยู่ภายนอกระบบการรู้คิด ส่วนระดับที่ 4 ลงมาถึงระดับที่ 1 จะอยู่ภายในระบบการรู้คิด ซึ่งเป็นการอธิบายถึงระดับของความคิดที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ระดับที่ 1 : การตรวจสอบแก้ไข เป็นการกระตุ้นและถ่ายโอนความรู้จากความจำถาวร (Permanent Memory) ไปสู่ความจำในการลงมือทำ (Working Memory) การตรวจสอบแก้ไขเป็นกระบวนการที่อยู่ในระบบการรู้คิดและเป็นกระบวนการซึ่งมีมาแต่กำเนิด กระบวนการตามสภาพจริง ที่จัดอยู่ในการตรวจสอบแก้ไขนี้ค่อนข้างจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของความรู้ที่ได้รับการตรวจสอบแก้ไข ถ้ากล่าวตามนัยของความรู้ที่เป็นข้อมูล การตรวจสอบแก้ไขจะรวมถึงการถ่ายโอนอย่างง่ายเกี่ยวกับรายละเอียดหรือแนวคิดที่รวบรวมมาจากความจำถาวรไปสู่ความจำในการลงมือทำ ซึ่งตาม New Taxonomy การตรวจสอบแก้ไขเทียบได้กับการระลึก (Recall) เช่นเมื่อนักเรียนแก้ไขข้อมูลที่ขัดแย้งกันจากความจำถาวรและสะสมมันไว้ในความจำในการลงมือทำ ข้อมูลนี้จะรวมถึงการระลึกถึงรายละเอียดจากตัวแปรข้อมูลด้วย นั่นคือ เมื่อข้อมูลได้รับการแก้ไขจากความจำถาวร มันจะบรรจุองค์ประกอบที่ไม่ชัดเจนในประสบการณ์เริ่มต้นของนักเรียนเกี่ยวกับข้อมูล เพราะว่าโดยธรรมชาติคนเราจะวางแผนอย่างละเอียดกับข้อมูลเริ่มต้นที่นำไปสู่ความจำในการลงมือทำ

ระดับที่ 2 : ความเข้าใจ ประกอบด้วยกระบวนการที่สัมพันธ์กันสองกระบวนการคือการสังเคราะห์และการนำเสนอตัวแทนความคิด การสังเคราะห์เป็นกระบวนการเกี่ยวกับการกลั่นความรู้ ที่ประกอบด้วย การนำออก (Deletion) การสร้างกรณีทั่วไป และ การสร้างองค์ความรู้ใหม่ (Construction) ส่วนการนำเสนอตัวแทนความคิดเป็นกระบวนการแห่งความเข้าใจของการสร้างสรรค์ สัญลักษณ์ที่มีความต่อเนื่องกันในความรู้ซึ่งให้กำเนิดเส้นทางที่เป็นกระบวนการของการสังเคราะห์ การนำเสนอตัวแทนความคิดเป็นการแปลงความรู้ไปสู่สัญลักษณ์ มโนภาพ (ที่ไม่ใช่ภาษา) บางอย่าง การนำเสนอตัวแทนความคิดทางสัญลักษณ์ที่เป็นที่รู้จักกันดีในชั้นเรียนตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือผังความคิด (Graphic Organizers) ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงภาษาและสัญลักษณ์เข้าด้วยกัน

ระดับที่ 3 : การวิเคราะห์ ในกระบวนการวิเคราะห์จะประกอบด้วยการดำเนินการทางการคิด 5 ประเภทคือ 1) การจับคู่ (Matching) เป็นการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ 2) การจัดหมวดหมู่ (Classification) เป็นการจัดกลุ่มของข้อมูลตามความเหมาะสม 3) การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน (Error Analysis) 4) การสร้างกรณีทั่วไป

(Generalization) เป็นการอนุมานสิ่งที่เคยเรียนแล้วไปสู่สถานการณ์และสิ่งแวดล้อมใหม่และ 5) รายละเอียด (Specification) เป็นการสร้างข้อมูลที่อาศัยการทำนาย ซึ่งการดำเนินการทางการคิดเหล่านี้จะผุดขึ้นมาอย่างเป็นธรรมชาติโดยปราศจากการคิดอย่างมีจิตสำนึก (Conscious Thought)

ระดับที่ 4 : การใช้ประโยชน์จากความรู้ เป็นกระบวนการที่แต่ละคนจะใช้เพื่อทำให้งานของตนประสบผลสำเร็จ ในระดับนี้จะจำแนกการใช้ประโยชน์จากความรู้ออกเป็น 4 ประเภท คือ 1) การตัดสินใจ (Decision Making) 2) การแก้ปัญหา (Problem Solving) 3) การค้นพบที่ได้มาจากการทดลอง (Experimental Inquiry) และ 4) การสืบเสาะหาความรู้ (Investigation)

ระดับที่ 5 : ระบบการควบคุมการรู้คิดของตนเอง เป็นการรับรู้เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ของเด็ก เป็นความคิดในการรวบรวมกระบวนการคิดของเด็กเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายสามารถสะท้อนและปรับความคิดของตัวเอง ระบบการควบคุมการรู้คิดของตนเองจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ 1) การกำหนดเป้าหมายเฉพาะ (Goal Specification) 2) การควบคุมกระบวนการ (Process Monitoring) 3) การควบคุมความชัดเจน (Monitoring Clarity) และ 4) การควบคุมความถูกต้อง (Monitoring Accuracy)

ระดับที่ 6 : ระบบของตนเอง เป็นตัวบงการแรงจูงใจและความสนใจของคน ประกอบด้วย ระบบที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของเจตคติ ความเชื่อ และอารมณ์ ซึ่งปฏิสัมพันธ์ของ องค์ประกอบเหล่านี้เป็นตัวกำหนดแรงจูงใจและความสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบของตนเองจะเป็นตัวกำหนดว่าคนเราจะเข้าไปพัวพันกับภาระงานหรือไม่เข้าไปพัวพันกับภาระงานนั้น ถ้าเรามีความสนใจในภาระงานใด ตัวแปรที่เกี่ยวกับความคิด ได้แก่ ระบบการควบคุมการรู้คิดของตนเอง ระบบการรู้คิดและตัวแปรด้านความรู้จะถูกนำมาใช้ ระบบของตนเองประกอบด้วย 1) การตรวจสอบความสำคัญ (Examining Importance) 2) การตรวจสอบประสิทธิภาพ (Examining Efficacy) 3) การตรวจสอบการตอบสนองทางอารมณ์ (Examining Emotional Response) และ4) การตรวจสอบ แรงจูงใจทั้งหมด (Examining Overall Motivation)

ทิศนา แขมมณี (2544 : 16) ได้กล่าวไว้ว่า เมื่อพิจารณาจากกลุ่มของความคิดแล้ว สามารถแบ่งระดับการคิดได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. การคิดระดับพื้นฐาน เป็นการคิดทั่วไป ไม่มีความลึกซึ้ง สลับซับซ้อนมากมาย

2. การคิดระดับกลาง เป็นการคิดที่มีความซับซ้อน เป็นการคิดที่ต้องใช้เชาว์ไหวพริบในการคิดหาคำตอบ

3. การคิดระดับสูง เป็นการคิดที่มีความสลับซับซ้อนสูงมาก จะต้องใช้ศักยภาพทางสติปัญญา ความรู้ความสามารถ และต้องใช้การฝึกฝนมีพื้นฐานในการคิดแบบต่างๆ จึงจะสามารถคิดหาคำตอบได้ เพราะในการพัฒนาความคิดให้ถึงระดับสูงนั้นจำเป็นต้องอาศัยการคิดขั้นต้นและขั้นกลางเข้ามาเป็นพื้นฐานในการคิดเสมอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556 : 1) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งต้องใช้ทักษะหลายด้านร่วมกันเพื่อแก้ปัญหา โดยทั่วไปสามารถจำแนกระดับการคิดได้เป็น 2 ระดับ ได้แก่

1. การคิดระดับต้น (Lower – Order Thinking) เป็นการคิดที่อาศัยทักษะขั้นพื้นฐานสำหรับใช้แก้ปัญหาที่ไม่สลับซับซ้อน การคิดระดับต้น ประกอบด้วย การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม ข้อเท็จจริง การทำความเข้าใจ การแปลความหมาย และการนำความรู้ไปใช้

2. การคิดระดับสูง (Higher – Order Thinking) เป็นการคิดที่มีความซับซ้อนและใช้ทักษะหลายด้านไปพร้อมกัน รวมทั้งต้องอาศัยการคิดระดับต้นเป็นพื้นฐาน การคิดระดับสูงที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ มี 4 ด้าน ได้แก่ 1) การคิดแก้ปัญหา 2) การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ 3) การตัดสินใจ และ 4) การคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นปัญหา การใช้ความรู้และเลือกวิธีการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา โดยทั่วไปการคิดแก้ปัญหาจะต้องอาศัยการสังเกต ค้นหารูปแบบ และสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

2.2 การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจสถานการณ์บทความ หรือข้อความ และวิเคราะห์ข้อความนั้น ๆ ก่อนลงข้อสรุป และเนื่องจากในกระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ต้องมีการพิจารณาข้อความ จึงต้องอาศัยความสามารถด้านการอ่านและการเขียนซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานด้านการศึกษาร่วมด้วย การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ประกอบด้วยการลงข้อสรุป การยอมรับเหตุการณ์บางอย่าง การตัดสินคุณค่า การแปลความหมาย และการประเมินค่าจากการสังเกต

2.3 การตัดสินใจ (Decision Making) เป็นการคิดเพื่อพิจารณาและตัดสินใจเลือกทางเลือกอย่างมีเหตุผล ด้วยการพิจารณาจากข้อเท็จจริงและทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นไปได้พร้อมทั้งแสดงข้อสนับสนุนหรือข้อโต้แย้งที่เป็นเหตุผลของการตัดสินใจ

การกำหนดรูปแบบในการตัดสินใจจะต้องมีการรวบรวมสารสนเทศ ประเมินค่าทางเลือกต่าง ๆ และเลือกใช้เกณฑ์สำหรับการตัดสินใจให้สอดคล้องกับสถานการณ์

2.4 การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นความสามารถในการคิดที่มีการสร้างหรือขยายแนวความคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากเดิม เพื่อปรับปรุงพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม การคิดสร้างสรรค์ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ ตลอดจนต้องใช้การจินตนาการและใช้วิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า ระดับการคิด เป็นการจัดลำดับความสามารถในการคิด แบ่งออกได้ 2 ระดับ ได้แก่ การคิดระดับพื้นฐาน ซึ่งเป็นการคิดทั่วไปที่ไม่ซ้อน ไม่ลึกซึ้ง ประกอบด้วย การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม การทำความเข้าใจ การแปลความหมาย และการนำความรู้ไปใช้ และการคิดระดับสูง ซึ่งเป็นการคิดที่มีความสลับซับซ้อนสูง ต้องเชื่อมโยง อาศัยการฝึกฝนทักษะจากการใช้การคิดพื้นฐานแบบต่างๆ หลายด้านไปพร้อมๆกัน จนสามารถพัฒนาการคิดที่คิดเป็นนามธรรมขั้นสูง ประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์สิ่งใหม่ และประเมินค่าได้

การคิดเกี่ยวกับการคูณ

การคิดเกี่ยวกับการคูณ (Multiplicative Thinking) เป็นแนวคิดพื้นฐานในการทำความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาประสิทธิภาพของเทคนิคในการคิดคำนวณ และการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องต่อการคิดเกี่ยวกับการคูณที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ จึงขอทำความเข้าใจในประเด็นต่างๆ ตามลำดับดังนี้ ความหมายของการคิดเกี่ยวกับการคูณ ความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณ ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ และ การวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

1. ความหมายของการคิดเกี่ยวกับการคูณ

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้หลายทัศนะดังนี้

Clark, F. B. (1993 : 66) ได้กล่าวถึงการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ว่าเป็นการคิดที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความสัมพันธ์สองลักษณะในเวลาเดียวกัน โดยเป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่เป็นนามธรรมมากกว่าหนึ่งระดับได้ (ระดับที่มีหนึ่งหน่วยนั้นอยู่และระดับที่สูงขึ้นไปมากกว่าหนึ่งขั้น) และการสร้างความสัมพันธ์ในหลายมุมมอง

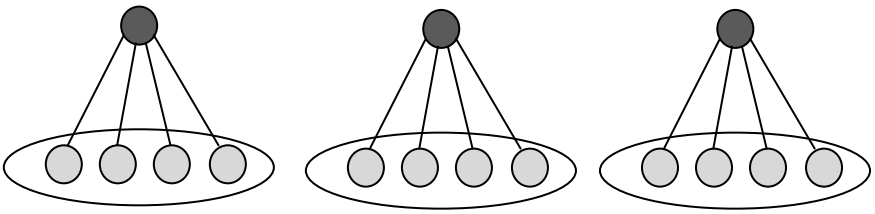
Siemon, D. et al. (2006 : 113) ได้กล่าวถึงการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ว่า เป็นการคิดซึ่งจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการคิดต่อจำนวนต่างๆอย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ เช่น จำนวนนับและศูนย์ ทศนิยม เศษส่วนทั่วไป อัตราส่วน และ ร้อยละ

2. ความสามารถในการตีความและแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณทั้งทางตรงและทางอ้อม

3. การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพจากหลากหลายลักษณะ เช่น คำพูด แผนภาพ สัญลักษณ์ ท่าทาง และการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithms)

Carroll, J. (2007 : 5) ได้ให้ความหมายของการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ว่า เป็นการจัดการสถานการณ์ปัญหาด้วยการคูณ เป็นการพิจารณาสิ่งที่อยู่ระดับเดียวกันจำนวนหนึ่ง ๆ รวมให้เป็นเซต สร้างเป็นหนึ่งหน่วยนับ ในเวลาเดียวกันก็รักษาธรรมชาติลักษณะของหน่วยนั้นเป็นองค์ประกอบของมัน การคิดเกี่ยวกับการคูณจะเกี่ยวข้องกับการใช้งานหนึ่งหน่วยนับนี้ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพแสดงการคิดเกี่ยวกับการคูณของ Carroll

สรุปได้ว่า การคิดเกี่ยวกับการคูณ หมายถึง กระบวนการทำงานภายในสมอง ที่เกิดขึ้นเมื่อเผชิญสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ โดยสามารถคิดเป็นนามธรรม คิดเกี่ยวกับจำนวนต่างๆ อย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ เช่น จำนวนนับ ทศนิยม เศษส่วน อัตราส่วน และร้อยละ สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนในหลายมุมมอง หรือหลายมิติ ตีความและแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพในหลายลักษณะ เช่น คำพูด แผนภาพ สัญลักษณ์ ท่าทาง และการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithms)

2. ความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ทัศนะต่าง ๆ ที่แสดงถึงความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณ มีแตกต่างกัน ดังนี้

Steffe, L. (1991 : 177-178) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ว่า เมื่อขาดการคิดเกี่ยวกับการคูณจะเป็นอุปสรรคในเชิงความคิดของเด็ก เพื่อที่จะเรียนรู้ลักษณะของระบบการนับ การบวก โดยใช้ยุทธวิธีต่างๆ และการสร้างความสัมพันธ์การคูณ

นักเรียนในชั้นที่สูงขึ้นจะพบความยุ่งยากเนื่องจากพื้นฐานเหล่านี้ และยากจะแสดงแทนสิ่งที่เป็นรูปธรรม หรือ ภาพจากการจัดกลุ่ม หรือ การบรรยายโดยใช้ภาษาพูด

Clark, F. B. (1993 : 1-73) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ว่า เด็กจำนวนมากมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นที่สูงขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นเพราะพวกเขาถูกสอนให้รู้จักการคูณโดยใช้แนวคิดการบวกซ้ำ ๆ เพียงอย่างเดียว จนกว่าเด็กจะมีการคิดเกี่ยวกับการคูณ พวกเขาไม่สามารถทำความเข้าใจการคูณได้

National Council for Curriculum and Assessment (2013 : 1) ได้กล่าวว่า การคิดเกี่ยวกับการคูณ เป็นแนวคิดพื้นฐานสำคัญในการทำความเข้าใจจำนวนตรรกยะและในการพัฒนาประสิทธิภาพของเทคนิคในการคิดคำนวณในภายหลัง การเปลี่ยนแปลงจากแนวคิดการบวกสู่แนวคิดการคูณไม่ได้ตรงไปตรงมา และ เนื่องจากการทำความเข้าใจการคิดเกี่ยวกับการคูณเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในช่วงปลายของระดับประถมศึกษา ดังนั้นจึงควรจะมุ่งเน้นเสริมสร้างศักยภาพการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียน

สรุปได้ว่า การคิดเกี่ยวกับการคูณนั้นมีความสำคัญจำเป็น เนื่องจากเป็นแนวคิดพื้นฐานในการทำความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาประสิทธิภาพของเทคนิคในการคิดคำนวณและการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงจากแนวคิดการบวกสู่แนวคิดการคูณไม่ได้ตรงไปตรงมา จึงยากที่จะพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณ โดยเฉพาะในช่วงปลายของระดับประถมศึกษา มีผลต่อความก้าวหน้าทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นจึงควรจะมุ่งเน้นเสริมสร้างศักยภาพการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียน

3. ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ระดับของการคิดเกี่ยวกับการคูณมีนักการศึกษาแสดงทัศนะไว้แตกต่างกัน ดังนี้

Clark, F. B. (1993 : 58-65) ได้แบ่งระดับของการคิดเกี่ยวกับการคูณเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 เป็นระดับการคิดที่ไม่สามารถสังเกตความสอดคล้องได้ หรือสามารถสังเกตได้เพียงเปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่าเท่านั้น

ระดับที่ 2 เป็นระดับการคิดที่มีแนวคิดการบวก สามารถเปรียบเทียบจำนวนและสังเกตปริมาณที่เพิ่มขึ้นได้

ระดับที่ 3 เป็นระดับการคิดที่มีแนวคิดการบวก และเริ่มตอบสนองต่อการคูณมีการนำจำนวน “เท่า” มาคิด แต่ยังใช้การบวก

ระดับที่ 4A เป็นระดับการคิดที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณ ใช้แนวคิดการคูณ แต่ต้องอาศัยการชี้แนะ

ระดับที่ 4B เป็นระดับการคิดที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณ ใช้แนวคิดการคูณอย่างถูกต้องโดยไม่ต้องอาศัยการชี้แนะ

Sullivan et al. (2001 : 233-240) ได้จำแนกการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ 7 ระดับ เริ่มจากระดับ 0 ถึง ระดับ 6 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 0 การคิดเบื้องต้น (Not Apparent) ในระดับนี้เด็กสามารถนับจำนวนในหน่วยย่อย แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์หรือนับจำนวนรวมทั้งหมดได้

ระดับ 1 การนับจำนวนกลุ่ม (Counting Group Items as Ones) ระดับนี้เด็กสามารถนับจำนวนเพื่อหาจำนวนสิ่งของทั้งหมดจากสิ่งของชนิดเดียวกันหลายๆกลุ่มได้

ระดับ 2 การสร้างแบบจำลอง (Modelling Multiplication and Division : All Objects Perceived) ระดับนี้เด็กสามารถจำลองสิ่งของทั้งหมดเพื่อแก้สถานการณ์เกี่ยวกับการคูณและการหารได้ จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม

ระดับ 3 การคิดแบบเป็นนามธรรม (Abstracting Multiplication and Division) ระดับนี้เด็กสามารถแก้ปัญหาการคูณโดยใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ได้ เช่น การสับเปลี่ยน การนับข้าม เป็นต้น

ระดับ 4 การใช้ยุทธวิธีสำหรับการคูณ (Basic, Derived and Intuitive Strategies for Multiplication) ระดับเด็กสามารถแก้ปัญหาการคูณโดยใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ได้ เช่น การสับเปลี่ยน, การนับข้าม เป็นต้น

ระดับ 5 การใช้ยุทธวิธีสำหรับการหาร (Basic, Derived and Intuitive Strategies for Division) ระดับนี้เด็กสามารถแก้ปัญหาการหารโดยใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ได้ เช่น การใช้กฎและสร้างจากหลักการต่างๆ

ระดับ 6 การขยายผลและประยุกต์ใช้การคูณและหาร (Extending and Applying Multiplication and Division) ระดับนี้เด็กสามารถต่อยอดความรู้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อนักเรียนเข้าสู่ระดับ 3 การคิดแบบเป็นนามธรรมจะเป็นระดับที่มีการคิดในระดับสูง สามารถเผชิญสถานการณ์เกี่ยวกับการคูณอย่างมีความมั่นใจและแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพด้วยการคิดเกี่ยวกับการคูณ

Jacob, L. and Willis, S. (2003 : 2-8) ได้กล่าวถึงระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณไว้ 5 ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 1 การนับแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-To-One Counting) เด็กในระดับนี้จะมีการคิดโดยใช้การนับแบบหนึ่งต่อหนึ่งได้เท่านั้น เพื่อตอบปัญหาว่ามีจำนวนทั้งหมดเท่าไร ถ้ามีการจัดเรียงหรือการวางใหม่เด็กกลุ่มนี้จะไม่ทราบว่าจำนวนยังคงเดิม เขาจะเริ่มนับใหม่เพื่อตอบปัญหาเดิม

ระดับ 2 การนับโดยใช้แนวคิดการบวก (Additive Composition) เด็กที่เข้าใจว่าการนับเป็นการหาปริมาณที่แน่นอนจะอยู่ในระดับนี้ พวกเขาจะรู้ว่าการจัดเรียงใหม่ หรือใช้วิธีนับที่ต่างออกไป จำนวนของปริมาณนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อมีการรวมกันสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่ง 4 อีกกลุ่ม 9 เด็กในระดับนี้ไม่จำเป็นต้องกลับไปเริ่มนับทั้งหมดใหม่ พวกเขาสามารถนับเริ่มจาก 4 หรือ 9 ได้เลย

ระดับ 3 การนับแบบกลุ่มต่อหนึ่ง (Many-To-One Counting) เด็กในระดับนี้จะเข้าใจว่าแต่ละกลุ่มนับได้และสามารถมองความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่มได้ในเวลาเดียวกัน คือ จำนวนกลุ่มและจำนวนในแต่ละกลุ่ม รวมทั้งรู้ว่ากลุ่มใดๆ เป็นหน่วยหนึ่ง ซึ่งสามารถเป็นตัวแทนของกลุ่มอื่นๆได้และสามารถนับหน่วยทั้งหมดเพื่อหาจำนวนรวมได้

ระดับ 4 ความสัมพันธ์แบบการคูณ (Multiplicative Relations) เมื่อเด็กเข้าใจถึงสถานการณ์การคูณที่เกี่ยวข้องกับสามจำนวน อันได้แก่ จำนวนกลุ่ม จำนวนภายในกลุ่ม และจำนวนรวมทั้งหมด และสามารถแก้ปัญหาของการคูณและการหารได้ ตัวอย่างเช่น เขารู้วิธีหา 6 เท่าของจำนวนภายในกลุ่ม หรือหา 1 ใน 6 ของจำนวนรวมทั้งหมด ในปัญหาเกี่ยวกับการคูณหากทราบจำนวนสองจำนวนก็สามารถดำเนินการเพื่อหาจำนวนที่เหลือได้ หากมีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนทั้งสาม จะทำให้เขาเข้าใจและใช้ความสัมพันธ์แบบผกผัน การสลับที่ การให้เหตุผล Part-part whole และสมบัติการแจกแจงของการคูณได้

ระดับ 5 การดำเนินการโดยใช้ตัวแปร (Operating on the operator) เด็กในระดับนี้จะสามารถดำเนินการโดยใช้ตัวแปรในการแก้ปัญหาสถานการณ์ทางพีชคณิต และดำเนินการต่างๆ ได้

ซึ่งระดับ 2 การนับโดยใช้แนวคิดการบวก และระดับ 3 การนับแบบกลุ่มต่อหนึ่ง จัดเป็นระดับพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการบวก เมื่อถึงระดับ 4 ความสัมพันธ์แบบการคูณจะชี้ให้เห็นว่านักเรียนเริ่มใช้การคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูง และสุดท้ายเมื่อถึงระดับ 5

การดำเนินการโดยใช้ตัวแปร ชี้ให้เห็นว่านักเรียนสามารถใช้การคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูงได้อย่างสมบูรณ์

Siemon, D. et al. (2006 : 113) ได้จำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณออกเป็น 8 ระดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระดับที่ 1 การสร้างแบบจำลองขั้นต้น (Primitive Modeling) เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณและการหารอย่างง่ายที่เกี่ยวข้องกับจำนวนน้อยๆได้ แต่ต้องอาศัยการวาด การสร้างแบบจำลองและยุทธวิธีในการนับจำนวนทั้งหมด อาจจะใช้การนับข้ามสำหรับกลุ่มที่มีจำนวนน้อยกว่า 5 ได้ สามารถสังเกตรูปแบบของแบบรูปอย่างง่ายได้ แต่ยังไม่ปรากฏการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับนี้ ยังไม่สามารถมองเป็นหน่วยใหญ่ได้ ยังไม่สามารถคิดคำนวณอย่างเป็นระบบและคิดอย่างมีประสิทธิภาพได้

ระดับที่ 2 การสร้างแบบจำลองโดยการหยั่งรู้ (Intuitive Modeling) เป็นระดับที่แสดงการคิดโดยใช้การนับอย่างเป็นระบบ นิยมใช้จำนวน 2 หรือ 5 มานับเพิ่มเพื่อหาจำนวนรวมทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแบ่งกลุ่มออกเป็นจำนวนเท่าๆกันได้ รู้จักการรวมหน่วยเล็กให้เป็นหนึ่งหน่วยใหญ่ รู้จักการคูณ แต่ยังไม่สามารถนำแนวคิดมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ สามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเชียนได้ในบางส่วน

ระดับที่ 3 การรู้สึกนึกคิด (Sensing) เป็นระดับการคิดแสดงให้เห็นถึงการใช้สัดส่วน การนับอย่างเป็นระบบและใช้เทคนิคในการคิดได้เป็นอย่างดี เช่น การเพิ่มสองเท่า (Doubling) และการแบ่งครึ่ง(Halving) สามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเชียนได้แต่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดให้เข้าใจได้ เริ่มที่จะคำนวณเกี่ยวกับจำนวนที่มีค่ามากขึ้นได้ แต่ยังใช้วิธีการนับหรือการบวกในการแก้ปัญหา

ระดับที่ 4 การค้นพบยุทธวิธี (Strategy Exploring) เป็นระดับการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยเกี่ยวกับการคูณและการหารจำนวนนับสองหลักได้ โดยอาศัยแนวคิดการบวก ส่วนในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเกี่ยวกับจำนวนที่มีค่ามากๆหรือทศนิยม จะใช้การวาดภาพและยุทธวิธีง่าย ๆ ในการแก้ปัญหาดังกล่าว แต่บางครั้งไม่สามารถแสดงแนวคิดออกมาให้เห็นได้

ระดับที่ 5 การเสริมสร้างยุทธวิธี (Strategy Refining) เป็นระดับการคิดที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาประเภทหลายขั้นตอนเกี่ยวกับสัดส่วนอย่างง่ายได้อย่างเป็นระบบ แสดงให้เห็นถึงแนวคิดเกี่ยวกับการคูณแต่ยังไม่ชัดเจน โดยยังมีการใช้แนวคิดการบวกมาใช้ในแก้ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วน แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวในกรณีที่เป็นจำนวนที่มีค่ามาก ๆ

ได้ สามารถเรียงลำดับจำนวนที่เป็นจำนวนเท่าของ 1 หรือ 10 หรือ 100 ได้ สามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้แต่ยังอาศัยแนวคิดการบวก เริ่มเชื่อมโยงแนวคิดเกี่ยวกับสัดส่วนไปสู่ทศนิยมและร้อยละได้แต่ยังไม่มีประสิทธิภาพ

ระดับที่ 6 การขยายผลยุทธวิธี (Strategy Extending) เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับผลคูณคาร์ทีเซียนได้สมบูรณ์อย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาการคูณและการหารที่เกี่ยวข้องกับจำนวนสองหลัก แบบรูปและสัดส่วนได้ แต่บางครั้งยังไม่สามารถอธิบายถึงยุทธวิธีที่ใช้อย่างชัดเจนได้ สามารถจัดรูปและเปรียบเทียบเศษส่วนที่ลดลงทีละครึ่งได้ ใช้ยุทธวิธีการแบ่งเศษส่วนอย่างง่ายได้ พัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับสัดส่วนแต่ยังไม่สามารถอธิบายการคิดได้ สามารถคิดคำนวณในใจโดยการใช้กฎการคูณและการหารได้

ระดับที่ 7 การเชื่อมโยง (Connecting) เป็นระดับที่สามารถแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาของการคูณและการหารจำนวนนับโดยใช้ยุทธวิธีต่างๆได้ โดยการอธิบายและเขียนอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน แบบรูปอย่างง่าย และร้อยละได้ ใช้แนวคิดเศษส่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เริ่มมีการเชื่อมโยงระหว่างปัญหาวิธีการแก้ปัญหาและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ระดับที่ 8 การไตร่ตรองการคิด (Reflective Knowing) เป็นระดับที่สามารถแสดงแนวคิดได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์เพื่ออธิบายและแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเกี่ยวกับการคูณในสถานการณ์ปัญหาของเศษส่วนและทศนิยมได้ สามารถเขียนแบบรูปในรูปทั่วไปได้ เริ่มแสดงแนวคิดอย่างเป็นระบบในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและปัญหาปลายเปิดได้

สรุปได้ว่า ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณเป็นการจัดระดับความสามารถสู่การคิดเกี่ยวกับการคูณ เมื่อเผชิญสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ ได้แก่

ระดับ 0 การคิดเบื้องต้น : เป็นระดับที่สามารถสังเกตได้เพียงความแตกต่างมากกว่าและน้อยกว่าเท่านั้น ยังไม่สามารถนับจำนวนได้

ระดับ 1 การคิดโดยใช้การนับ : เป็นระดับที่สามารถใช้ยุทธวิธีในการนับจำนวนเพื่อหาจำนวนของสิ่งของชนิดเดียวกันจากหลายๆกลุ่มได้ จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม หรือ อาศัยการสร้างแบบจำลอง

ระดับ 2 การคิดโดยใช้การบวก : เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณในปัญหาที่ซับซ้อนหรือไม่คุ้นเคย โดยอาศัยแนวคิดการบวก การวาดภาพ อีกทั้งเข้าใจการคงที่ของจำนวนเมื่อมีการจัดเรียงใหม่ และ สามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้ในบางส่วน

ระดับ 3 การคิดโดยใช้การคูณ : สามารถตีความ เข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการคูณ มีการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดการคูณ เริ่มคิดเป็นนามธรรมได้ ไม่ต้องใช้การสร้างแบบจำลองหรือการรับรู้โดยตรง เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของ กลุ่มที่มีขนาดเท่ากัน (ตัวตั้ง) จำนวนกลุ่ม (ตัวคูณ) และผลรวมทั้งหมด (ผลลัพธ์) ซึ่งสามารถคิดย้อนกลับได้ ทำให้แก้ปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ และสามารถสร้างรายการทั้งหมดของปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้

ระดับ 4 การขยายผลการคิด : เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณโดยใช้ยุทธวิธีต่างๆ สมบัติของการคูณ หรือดำเนินการโดยใช้ตัวแปร นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง รวมทั้งการแสดงแนวคิดโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยของนักคณิตศาสตร์ (Clark, F. B. 1993 : 58-65 ; Sullivan et al. 2001 : 233-240 ; Jacob, L. and Willis, S. 2003 : 2-8) สามารถจัดกลุ่มระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มพื้นฐาน ได้แก่ ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณระดับ 0 – 2 และ กลุ่มสูง ได้แก่ ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณระดับ 3 – 4

4. การวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงการวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ดังนี้

Clark, F. B. (1993 : 47-57) ได้กล่าวถึงการวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ประกอบไปด้วยแบบจำลองปลา 3 ตัว 3 ขนาด มีความยาว 5 10 และ 15 เซนติเมตร ตามลำดับ แสดงในภาพที่ 4 มีลักษณะคล้ายปลาไหล ความยาวแตกต่างกันแต่ความกว้างไม่ต่างกัน และวัสดุอีกอย่างคือชิพพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร จำนวน 100 อัน

ภาพที่ 4 แสดงปลาที่ถูกใช้ในงานของ Clark, F.B.

2. วิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสัมภาษณ์รายบุคคล โดยใช้อุปกรณ์ให้เด็กได้เห็นภาพและจับต้องได้ มีหลักการหนึ่งข้อคือ “ปลาขนาดกลาง B กินเป็น 2 เท่าของปลาขนาดเล็ก A และ ปลาขนาดใหญ่ C กินเป็น 3 เท่าของปลาขนาดเล็ก A” จากนั้นจึงใช้คำถามนำ ให้เด็กได้เห็นความสัมพันธ์ของจำนวนในการกินอาหารของปลาทั้งสาม ให้เด็กได้แสดงความคิดออกมา พร้อมกับถ่ายวิดีโอไว้เพื่อนำมาถอดโปโตคอล เครื่องมือนี้เพียงพอสำหรับการจำแนกระดับเด็กที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณและเด็กที่คิดแนวคิดการบวกเพียงเท่านั้น ทำให้จำแนกเด็กออกได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ยังมองไม่เห็นความสอดคล้อง ระดับที่สามารถเปรียบเทียบปริมาณได้ ระดับของการมีแนวคิดการบวก และระดับการพัฒนาเป็นแนวคิดการคูณ

Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) ได้พัฒนาเครื่องมือในการวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ เป็นการวัดสิ่งที่เราไม่สามารถมองเห็นโดยตรง จึงออกแบบแบบจำลองที่สัมพันธ์กับสิ่งที่เป็นนามธรรม ซึ่งประกอบด้วย จำนวนกลุ่มที่เท่ากัน จำนวนของกลุ่ม และจำนวนทั้งหมด ออกแบบเครื่องมือวัดเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนรูบริค และวิเคราะห์ผลด้วยเทคนิคการวัดของ Rasch โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนรูบริค (Scoring Rubric) แตกต่างกันไปในแต่ละชุดและแต่ละข้อ แบบทดสอบจะเป็นเซตของแบบทดสอบหลายชุดด้วยกัน มีจำนวนทั้งหมด 5 เซต ซึ่งในหนึ่งเซตจะประกอบด้วยแบบทดสอบหลัก 1 ชุด และแบบทดสอบเสริมอีก 4-5 ชุด โดยที่แบบทดสอบหลักจะมีจำนวนข้อและให้รายละเอียดมากกว่า เช่น บ้านของผีเสื้อ (Butterfly House) มีจำนวน 9 ข้อ หรือ โต๊ะและเก้าอี้ (Tables and Chairs) มีจำนวน 13 ข้อ ส่วนแบบทดสอบเสริมจะมีคำถามเพียง 2-4 ข้อ ได้แก่ การจัดเก็บกระถาง (Packing Pots) งานเลี้ยงพิซซ่า (Pizza Party) จำนวนที่หายไป (Missing Number) โรงอาหารเคเปอร์ ค่ายผจญภัย (Adventure Camp) เติมรถเมล์ (Filling the Buses) ฯลฯ

ตัวอย่างแบบทดสอบเซตที่ 2 จากแบบประเมินการคิดเกี่ยวกับการคูณในหนังสือ Scaffolding Numeracy in the Middle Years ประกอบด้วยแบบทดสอบ 6 ชุด ได้แก่

1. บ้านของผีเสื้อ (Butterfly House) เป็นแบบทดสอบหลัก จำนวน 9 ข้อ
2. โต๊ะและเก้าอี้ (Tables and Chairs) เป็นแบบทดสอบเสริม จำนวน 5 ข้อ

3. การจัดเก็บกระถาง (Packing Pots) เป็นแบบทดสอบเสริม จำนวน 4 ข้อ

4. หอยทากว่องไว (Speedy Snail) เป็นแบบทดสอบเสริม จำนวน 3 ข้อ

5. ค่ายผจญภัย (Adventure Camp) เป็นแบบทดสอบเสริม จำนวน 2 ข้อ

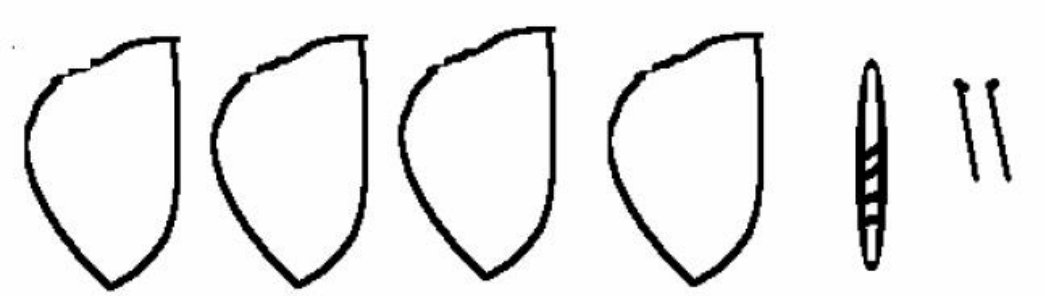
6. โรงอาหารเคเปอร์ (Canteen Capers) เป็นแบบทดสอบเสริม จำนวน 2 ข้อ

มีรายละเอียดดังนี้

BUTTERFLY HOUSE…

เด็ก ๆ กลุ่มหนึ่งเข้าไปเที่ยวบ้านของผีเสื้อในสวนสัตว์

พวกเขาได้เรียนรู้ว่า ผีเสื้อประกอบไปด้วย ปีก 4 ปีก ลำตัว 1 ตัว และ หนวด 2 เส้น



ในระหว่างที่อยู่ในบ้านผีเสื้อ พวกเขาได้สร้างแบบจำลองผีเสื้อขึ้นและตอบคำถามต่อไปนี้

(ในแต่ละข้อ ให้นักเรียนอธิบายและแสดงร่องรอยการคิดอย่างละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้)

1. ในการสร้างแบบจำลองผีเสื้อ 7 ตัว ต้องมีจำนวนปีก ลำตัว และหนวดอย่างละเท่าไร

2. ถ้ามีส่วนประกอบของผีเสื้อ ได้แก่ 16 ปีก 4 ลำตัว และ 8 หนวด จะสามารถสร้างแบบจำลองผีเสื้อได้กี่ตัว

3. ในการสร้างแบบจำลองผีเสื้อ 98 ตัว ต้องมีจำนวนปีก ลำตัว และหนวดอย่างละเท่าไร

4. ถ้ามีส่วนประกอบของผีเสื้อ ได้แก่ 29 ปีก 8 ลำตัว และ 13 หนวด จะสามารถสร้างแบบจำลองผีเสื้อได้กี่ตัว

5. ในการเลี้ยงผีเสื้อ 2 ตัว ต้องใช้น้ำ 5 หยดต่อวัน จะต้องใช้น้ำกี่หยดในการเลี้ยงผีเสื้อ 12 ตัว ในแต่ละวัน

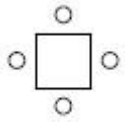
6. ถ้ามีน้ำอยู่ 55 หยดต่อวัน จะสามารถเลี้ยงผีเสื้อได้กี่ตัว

7. ถ้ามีน้ำอยู่ 135 หยดต่อวัน จะสามารถเลี้ยงผีเสื้อได้กี่ตัว
8. ในการสร้างแบบจำลองผีเสื้อ ถ้ามีลำตัวสีเทา สีน้ำตาลและสีดำ มีหนวดยาวและสั้น จะสามารถจำลองผีเสื้อให้แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่แบบ
9. จากข้อ 8 ในการสร้างแบบจำลองผีเสื้อ นอกจากจะมีลำตัวสีเทา สีน้ำตาลและสีดำ มีหนวดยาวและสั้น แล้วปีกสามารถเป็นสีเหลืองล้วน สีน้ำเงินล้วนและสีแดงล้วนได้ จะสามารถจำลองผีเสื้อให้แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่แบบ

แผนภาพที่ 1 แบบทดสอบบ้านของผีเสื้อ (Butterfly House)

TABLE AND CHAIRS…

สมาคมดีนวางแผนจะจัดงานเลี้ยงบนถนน โดยพวกเขามีโต๊ะที่นั่งได้ 4 คนจำนวนมาก ดังภาพ

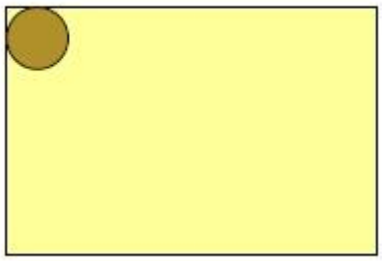


สมาคมต้องการจะวางโต๊ะเรียงติดกันเป็นเส้นตรงบนถนน ให้ตอบคำถามต่อไปนี้
1. จงวาดภาพโต๊ะเรียงติดกัน 2 ตัว แล้วคนจะสามารถนั่งรอบโต๊ะนี้ได้ทั้งหมดกี่คน
2. จงวาดภาพโต๊ะเรียงติดกัน 4 ตัว แล้วคนจะสามารถนั่งรอบโต๊ะนี้ได้ทั้งหมดกี่คน
3. จงวาดภาพโต๊ะที่วางเรียงติดกันซึ่งสามารถนั่งได้ 8 คน แล้วจำเป็นต้องใช้โต๊ะทั้งหมดกี่ตัว
4. จงวาดภาพโต๊ะที่วางเรียงติดกันซึ่งสามารถนั่งได้ 12 คน แล้วจำเป็นต้องใช้โต๊ะทั้งหมดกี่ตัว
5. จงวาดภาพโต๊ะที่วางเรียงติดกันซึ่งสามารถนั่งได้ 20 คน แล้วจำเป็นต้องใช้โต๊ะทั้งหมดกี่ตัว

แผนภาพที่ 2 แบบทดสอบโต๊ะและเก้าอี้ (Table and Chairs)

PACKING POTS…

จิมทำงานในโรงเพาะพันธุ์พืช เขาต้องเอากระถางวางลงในถาดเพื่อนำไปที่ตลาด (ในแต่ละข้อ ให้นักเรียนอธิบายและแสดงร่องรอยการคิดอย่างละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้)
1. ในการวางกระถาง จิมจัดวางให้ชิดและพอดีที่สุดเท่าที่ทำได้ เพื่อไม่ให้กระถางเคลื่อนได้ง่าย ในถาดดังรูป จะต้องทั้งหมดกี่กระถางเพื่อให้เต็มถาดพอดี



2. จิมจัดวางกระถางลงถาดสีดำที่บรรจุได้ 35 กระถาง ดังรูป ถ้ามีถาดสีดำ 3 ถาด จะมีทั้งหมดกี่กระถาง

3. ถ้ามี 14 ถาดที่แต่ละถาดบรรจุได้ 35 กระถาง จะสามารถวางพืชได้ทั้งหมดเท่าไร
4. ถ้าจิมมีพืชทั้งหมด 560 กระถาง ต้องใช้ถาดที่บรรจุได้ 35 กระถางทั้งหมดกี่ถาด

แผนภาพที่ 3 แบบทดสอบการจัดเก็บกระถาง (Packing Pots)

SPEEDY SNAIL…

1. หอยทากของแฮรี่สามารถเดินไปได้ 15 เซนติเมตรต่อนาที หอยทากของแฮรี่จะสามารถเดินไปได้ไกลเท่าไรเมื่อผ่านไป 34 นาที
2. หอยทากของซาแมนท่า เดินไปได้ 1.59 เมตรภายใน 6 นาที หอยทากของซาแมนท่าจะสามารถเดินไปได้ไกลกี่เมตรเมื่อผ่านไป 17 นาที
3. แฮรี่ส่งหอยทากเข้าวิ่งแข่ง โดยที่หอยทากของแฮรี่วิ่งได้ 15 เซนติเมตรต่อนาที และหอยทากของคู่แข่งวิ่งได้ไกล 3.71 เมตรภายใน 24 นาที หอยทากตัวไหนวิ่งได้เร็วกว่ากัน

แผนภาพที่ 4 แบบทดสอบหอยทากว่องไว (Speedy Snail)

ADVENTURE CAMP…

ค่ายรีฟตัน จัดกิจกรรมขึ้น 4 ฐาน นักเรียนจะต้องเข้าร่วมกิจกรรมละครั้งในหนึ่งสัปดาห์ ในวันพฤหัสบดี นักเรียนสามารถเลือกเข้ากิจกรรมใด ๆ ก็ได้อีกครั้ง ตารางต่อไปนี้แสดง จำนวนนักเรียนที่เลือกเข้ากิจกรรมแต่ละฐานของนักเรียนชั้นปีที่ 5 และ 7

ชั้น	กำแพงหิน	เรือแคนู	การยิงธนู	เงื่อน
ชั้นปีที่ 5	15	18	24	18
ชั้นปีที่ 7	19	21	38	22

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเลือกเข้าฐานกิจกรรมของนักเรียนชั้นปีที่ 5 และ 7 ได้ว่าอย่างไร
2. ผู้อำนวยการค่ายกล่าวว่า “ฐานเรือแคนูได้รับความสนใจจากนักเรียนชั้นปีที่ 5 มากกว่านักเรียนชั้นปีที่ 7” นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวนี้หรือไม่ อย่างไร

แผนภาพที่ 5 แบบทดสอบค่ายผจญภัย (Adventure Camp)

CANTEEN CAPERS…

โรงอาหารของโรงเรียนจัดอาหารกลางวันเป็นชุดขนมปัง โดยมีให้เลือกเป็นขนมปัง 2 ชนิด แยม 4 ชนิด และเครื่องดื่ม 3 ชนิด ดังนี้

ขนมปัง	แยม	เครื่องดื่ม
1. ตัดขอบ 2. ธัญพืช	1. เนย 2. สลัด 3. ชีส 4. ทูน่า	1. น้ำส้ม 2. น้ำแอปเปิ้ล 3. น้ำโคล่า

(ในแต่ละข้อ ให้นักเรียนอธิบายและแสดงร่องรอยการคิดอย่างละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้)

1. แคลร์ต้องการสั่งขนมปังทาเนยกับเครื่องดื่ม เธอจะสามารถสั่งเป็นแบบใดได้บ้าง ให้เขียนรายการทั้งหมดที่เป็นไปได้
2. ถ้ามีนักเรียน 23 คนในห้อง ทุกคนจะสามารถสั่งขนมปังทาแยมกับเครื่องดื่มไม่ให้ซ้ำกันได้หรือไม่ อย่างไร

แผนภาพที่ 6 แบบทดสอบโรงอาหารเคเปอร์ (Canteen Capers)

2. วิธีการที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำได้โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบอัตนัยหนึ่งชุด จากนั้นให้คะแนนแต่ละข้อตามเกณฑ์การให้คะแนนรูบริคที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งเกณฑ์รูบริคในแต่ละข้อจะแตกต่างกัน จากนั้นคิดคะแนนรวมของทั้งชุด สุดท้ายประเมินระดับการคิดของนักเรียนจากคะแนนรวมทั้งหมดที่ได้โดยจำแนกออกเป็น 8 ระดับตามเกณฑ์ของคะแนนที่ได้ตั้งไว้ ดังนี้

ระดับที่ 1 การสร้างแบบจำลองขั้นต้น (Primitive Modeling)

ระดับที่ 2 การสร้างแบบจำลองโดยการหยั่งรู้ (Intuitive Modeling)

ระดับที่ 3 การรับรู้ (Sensing)

ระดับที่ 4 การค้นพบยุทธวิธี (Strategy Exploring)

ระดับที่ 5 การเสริมสร้างยุทธวิธี (Strategy Refining)

ระดับที่ 6 การต่อยอดยุทธวิธี (Strategy Extending

ระดับที่ 7 การเชื่อมโยง (Connecting)

ระดับที่ 8 การรอบรู้ (Reflective Knowing)

ตัวอย่างเกณฑ์ให้คะแนนแต่ละข้อในแบบทดสอบเซตที่ 2 จากแบบประเมินการคิดเกี่ยวกับการคูณในหนังสือ Scaffolding Numeracy in the Middle Years (Siemon, D. et al. 2006 : 113-118) มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบบ้านผีเสื้อ (Butterfly House)

BUTTERFLY HOUSE…

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด - ตอบถูก (ปีก 28 ปีก ลำตัว 7 ตัว หนวด 14 เส้น)	0 1
2	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด - ตอบถูก (ผีเสื้อ 4 ตัว)	0 1
3	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด - ตอบถูกบางส่วน โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ หรือตอบถูก โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวก เช่น 98+98+98+98	0 1

BUTTERFLY HOUSE…

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
	- ตอบถูกทั้งหมด (ปีก 392 ปีก ลำตัว 98 ตัว หนวด 196 เส้น) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ เช่น ขั้นตอนวิธีคูณ หรือ การใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการคำนวน เช่น 400-8 ในการคูณ 4×98	2
4	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด - ตอบถูก (ผีเสื้อ 6 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวกหรือการนับ หรือ ตอบผิด โดยแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ - ตอบถูก (ผีเสื้อ 6 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณอย่างชัดเจน เช่น ไม่สามารถเป็น 7 ตัวได้ เพราะมีจำนวนหนวดไม่พอ	0 1 2
5	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด - ตอบถูก (30 หยด) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวก เช่น นับจำนวนทั้งหมด หรือ 5+5+5+5+5+5 หรือ ใช้ยุทธวิธีการนับเพิ่มทีละเท่าตัว หรือ ตอบผิด โดยแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ - ตอบถูก (30 หยด) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณอย่างชัดเจนถึงความสัมพันธ์ของสัดส่วน เช่น 2 ตัวใช้ 5 หยด 6 เท่าของ 2 ดังนั้น 6 เท่าของ 5 จึงต้องใช้น้ำ 30 หยด	0 1 2
6	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด - ตอบถูก (ผีเสื้อ 22 ตัว) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวก เช่น นับจำนวนทั้งหมด หรือ 5+5+5+... หรือ ตอบผิด โดยแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ - ตอบถูก (ผีเสื้อ 22 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณอย่างชัดเจนถึงความสัมพันธ์ของสัดส่วน เช่น 2 ตัวใช้ 5 หยด 55 ตัวเป็น 11 เท่าของ 5 ดังนั้น จะได้ 2×11 ตัว	0 1 2
7	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด - ตอบถูก (ผีเสื้อ 54 ตัว) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวก เช่น นับจำนวนทั้งหมด หรือ 5+5+5+... หรือ ตอบผิด โดยแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ	0 1

BUTTERFLY HOUSE…

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 54 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณอย่างชัดเจนถึงความสัมพันธ์ของสัดส่วน ดังข้อ 6	2
8	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 6 ตัว) แต่ไม่มีร่องรอยการคิด	1
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 6 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการการคิดอย่างเข้าใจ เช่น วาดเป็นแผนภูมิต้นไม้ หรือ การสร้างรายการทั้งหมดอย่างเป็นระบบ	2
9	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 18 ตัว) แต่ไม่มีร่องรอยการคิด	1
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 18 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยแนวคิดพื้นฐาน เช่น วาดภาพทั้งหมด หรือ การนับทั้งหมด อย่างไม่เป็นระบบ	2
	- ตอบถูก (ผีเสื้อ 18 ตัว) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการการคิดอย่างเข้าใจ เช่น วาดเป็นแผนภูมิต้นไม้ หรือ การสร้างรายการทั้งหมดอย่างเป็นระบบ	3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบโต๊ะและเก้าอี้ (Tables and Chairs)

TABLE AND CHAIRS…

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (6)	1
2	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (10)	1
3	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (3)	1
4	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (5)	1
5	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบถูก (9)	1

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบการจัดเก็บกระถาง (Packing Pots)

PACKING POTS…

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบผิด แต่แสดงให้เห็นร่องรอยการวาดอย่างเป็นระบบลงในถาด หรือตอบถูก (24 กระถาง) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยของการนับจำนวนทั้งหมด	1
	- ตอบถูก (24 กระถาง) โดยวาดภาพหรืออธิบายชี้ให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ เช่น $4 \times 6 = 24$	2
2	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบผิด แต่แสดงให้เห็นร่องรอยว่าจำเป็นต้องใช้การคูณ หรือ ตอบถูก (105 กระถาง) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยของการนับหรือการบวกซ้ำ เช่น 35+35+35 = 105	1
	- ตอบถูก (105 กระถาง) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ เช่น $3 \times 35 = 105$	2
3	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบผิด แต่แสดงให้เห็นร่องรอยว่าจำเป็นต้องใช้การคูณ หรือ ตอบถูก (490 กระถาง) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยของการนับหรือการบวกซ้ำหรืออธิบายไม่ชัดเจน	1
	- ตอบถูก (490 กระถาง) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ หรือ การใช้ยุทธวิธีในการคำนวณอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น 10 ถาด เป็น 350 อีก 4 ถาดเป็น 140 ดังนั้นจึงรวมเป็น 490 หรือ $14 \times 35 = 490$	2
4	- ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด	0
	- ตอบผิด แต่แสดงให้เห็นร่องรอยว่าจำเป็นต้องใช้การคูณ หรือ ตอบถูก (16 ถาด) แต่แสดงร่องรอยการคิดไม่ชัดเจน	1
	- ตอบถูก (16 ถาด) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ หรือการใช้ยุทธวิธีในการคำนวณอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น 10 เท่าของ 35 เป็น 350 อีก 5 เท่าเป็น 175 ดังนั้น 15 จึงเป็น 525 ต้องใช้อีกถาด หรือ $560 \div 35 = 16$	2

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบหอยทากว่องไว (Speedy Snail)

TABLE AND CHAIRS…

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิดโดยไม่มีร่องรอยการคิด - ตอบผิด แต่มีร่องรอยการคิดชี้ให้เห็นว่าพยายามคูณ 15 ด้วย 34 หรือ - ตอบถูก (510 ซม. หรือ 5.1 เมตร) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวก - ตอบถูก (510 ซม. หรือ 5.1 เมตร) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ เช่น วิธีคูณ 15 ด้วย 34 หรือ ยุทธวิธีพหุคูณของ 10 คือ 10×34 รวมกับครึ่งหนึ่งของจำนวนที่ได้	0 1 2
2	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิดโดยไม่มีร่องรอยการคิด - ตอบผิด แต่มีร่องรอยการคิดชี้ให้เห็นว่าใช้การคิดอย่างเหมาะสม เช่น หาระยะทางไปเดินได้ใน 1 นาที แต่ไม่ชัดเจนหรือไม่สมบูรณ์ - ตอบผิด แต่มีร่องรอยการคิดชี้ให้เห็นว่าพยายามใช้แนวคิดการคูณ เช่น 6 เป็น 1.59 / 12 เป็น 3.18 / 18 เป็น 4.77 หรือ ตอบถูก (4.505 เมตร) แต่มีร่องรอยการคิดไม่เพียงพอ - ตอบถูก (4.505 เมตร) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณ เช่น 0.265 เมตรต่อนาที × 17 หรือ คำนวณระยะทางใน 18 นาที แล้วลบออก 0.265	0 1 2 3
3	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิดโดยไม่มีร่องรอยการคิด - ตอบผิด แต่แสดงให้เห็นร่องรอยว่าจำเป็นต้องใช้การคูณ หรือ ตอบถูก (หอยทากของคู่แข่งเร็วกว่า) แต่แสดงให้เห็นร่องรอยของการคิดไม่เพียงพอ - ตอบถูก (หอยทากของคู่แข่งเร็วกว่า) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณและใช้หน่วยได้อย่างเหมาะสม เช่น คำนวณระยะทางต่อนาทีของทั้งสองตัวเปรียบเทียบกัน หรือ คำนวณหอยทากแฮร์รี่ใน 24 นาที	0 1 2

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบค่ายผจญภัย (Adventure Camp)

ADVENTURE CAMP…

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิดโดยไม่มีร่องรอยการคิด	0
	- อธิบาย โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสองจำนวน โดยอาศัยจำนวนเพียงจำนวนที่เห็น เช่น ฐานยิงธนูได้รับความสนใจมากที่สุดจากนักเรียนชั้นปีที่ 5 และ 7 หรือ นักเรียนชั้นปีที่ 7 ชอบฐานกำแพงหินมากกว่านักเรียนชั้นปีที่ 5	1
	- อธิบาย โดยมีอย่างน้อย 1 ความสัมพันธ์ที่สังเกตถึงความแตกต่างของจำนวนนักเรียนทั้งหมดของชั้นนักเรียนปีที่ 5 และ 7	2
2	- ไม่มีคำตอบ	0
	- ตอบผิด (ไม่เห็นด้วย) โดยอ้างถึงจำนวนที่เห็นเพียงอย่างเดียว	1
	- ตอบถูก (เห็นด้วย) โดยมีการอธิบายสนับสนุนน้อยไม่เพียงพอ	2
	- ตอบถูก (เห็นด้วย) โดยมีการอธิบายซึ่งคำนึงถึงจำนวนของนักเรียนทั้งหมด แต่ไม่ได้ใช้เศษส่วนหรือร้อยละอธิบายให้เห็นชัดเจน เช่น 18 จาก 75 มากกว่า 21 จาก 100	3
	- ตอบถูก (เห็นด้วย) โดยมีการอธิบายซึ่งคำนึงถึงจำนวนของนักเรียนทั้งหมด และใช้เศษส่วนหรือร้อยละอธิบายให้เห็นชัดเจน เช่น ชั้นปีที่ 7 คิดเป็นร้อยละ 21 และชั้นปีที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 24 เพราะ 18/75 = 6/25 = 24/100 = 24%	4

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนรูบริคของแบบทดสอบโรงอาหารเคเปอร์ (Canteen Capers)

CANTEEN CAPERS…

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิดโดยไม่มีร่องรอยการคิด	0
	- ตอบผิด แต่แสดงร่องรอยให้เห็นว่ามีมากกว่า 1 แบบ หรือ ตอบถูก (6 แบบ) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการคิดเพื่อสนับสนุนการคิดน้อยไม่เพียงพอ	1
	- ตอบถูก (6 แบบ) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการบวกหรือการนับ เช่น เขียนรายการครบทั้งหมดหรือวาดรูปอย่างไม่เป็นระบบ	2

CANTEEN CAPERS…

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
	- ตอบถูก (6 แบบ) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณหรือแสดงการคิดอย่างเป็นระบบ เช่น 2×3 เพราะ ขนมปัง 2 ชนิด โดยเลือกน้ำดื่ม 3 ชนิดสำหรับขนมปังแต่ละชนิด หรือ เขียนรายการครบทั้งหมดหรือวาดรูปอย่างเป็นระบบ	3
2	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิดโดยไม่มีร่องรอยการคิด - ตอบถูก (ได้) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการคิดเพื่อสนับสนุนการคิดน้อยไม่เพียงพอ เช่น เขียนรายการครบทั้งหมดหรือวาดรูปอย่างไม่เป็นระบบ - ตอบถูก (ได้) โดยแสดงให้เห็นร่องรอยการใช้แนวคิดการคูณหรือแสดงการคิดอย่างเป็นระบบ เช่น เขียนรายการครบทั้งหมดหรือวาดรูปอย่างเป็นระบบ หรือ 24 จาก 2×4×3	0 1 2

ตัวอย่างเกณฑ์การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในแบบทดสอบเซตที่ 2 จากแบบประเมินการคิดเกี่ยวกับการคูณในหนังสือ Scaffolding Numeracy in the Middle Years Siemon, D. et al. (2006 : 117-118) มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 8 เกณฑ์การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

คะแนนรวม	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ	รายละเอียด
44-48	8	- การไตร่ตรองการคิด (Reflective Knowing) เป็นระดับที่สามารถแสดงแนวคิดได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์เพื่ออธิบายและแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเกี่ยวกับการคูณในสถานการณ์ปัญหาของเศษส่วนและทศนิยมได้ สามารถเขียนแบบรูปในรูปทั่วไปได้ เริ่มแสดงแนวคิดอย่างเป็นระบบในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและปัญหาปลายเปิดได้
37-43	7	- การเชื่อมโยง (Connecting) เป็นระดับที่สามารถแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาของการคูณและการหารจำนวนนับโดยใช้ยุทธวิธี

คะแนนรวม	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ	รายละเอียด
		ต่างๆได้ โดยการอธิบายและเขียนอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน แบบรูปอย่างง่าย และร้อยละได้ ใช้แนวคิดเศษส่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เริ่มมีการเชื่อมโยงระหว่างปัญหา วิธีการแก้ปัญหาและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
33-36	6	- การขยายผลยุทธวิธี (Strategy Extending) เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับผลคูณคาร์ทีเซียนได้สมบูรณ์อย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาการคูณและการหารที่เกี่ยวข้องกับจำนวนสองหลัก แบบรูปและสัดส่วนได้ แต่บางครั้งยังไม่สามารถอธิบายถึงยุทธวิธีที่ใช้อย่างชัดเจนได้ สามารถจัดรูปและเปรียบเทียบเศษส่วนที่ลดลงทีละครึ่งได้ ใช้ยุทธวิธีการแบ่งเศษส่วนอย่างง่ายได้ พัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับสัดส่วนแต่ยังไม่สามารถอธิบายการคิดได้ สามารถคิดคำนวณในใจโดยการใช้กฎการคูณและการหารได้
30-32	5	- การเสริมสร้างยุทธวิธี (Strategy Refining) เป็นระดับการคิดที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาประเภทหลายขั้นตอนเกี่ยวกับสัดส่วนอย่างง่ายได้อย่างเป็นระบบ แสดงให้เห็นถึงแนวคิดเกี่ยวกับการคูณแต่ยังไม่ชัดเจน โดยยังมีการใช้แนวคิดการบวกมาใช้ในแก้ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วน แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวในกรณีที่เป็นจำนวนที่มีค่ามากๆได้ สามารถเรียงลำดับจำนวนที่เป็นจำนวนเท่าของ 1 หรือ 10 หรือ 100 ได้ สามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้แต่ยังอาศัยแนวคิดการบวก เริ่มเชื่อมโยงแนวคิดเกี่ยวกับสัดส่วนไปสู่ทศนิยมและร้อยละได้แต่ยังไม่มีประสิทธิภาพ
23-29	4	- การค้นพบยุทธวิธี (Strategy Exploring) เป็นระดับการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยเกี่ยวกับการคูณและการหารจำนวนนับสองหลักได้ โดยอาศัยแนวคิดการบวก ส่วนในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยเกี่ยวกับจำนวนที่มีค่ามากๆหรือทศนิยม จะใช้การวาดภาพและ

คะแนนรวม	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ	รายละเอียด
18-22	3	ยุทธวิธีง่ายๆ ในการแก้ปัญหาดังกล่าว แต่บางครั้งไม่สามารถแสดงแนวคิดออกมาให้เห็นได้ - การรู้สึกนึกคิด (Sensing) เป็นระดับการคิดแสดงให้เห็นถึงการใช้สัดส่วน การนับอย่างเป็นระบบและใช้เทคนิคในการคิดได้เป็นอย่างดี เช่น การเพิ่มสองเท่า (Doubling) และการแบ่งครึ่ง(Halving) สามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้แต่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดให้เข้าใจได้ เริ่มที่จะคำนวณเกี่ยวกับจำนวนที่มีค่ามากขึ้นได้ แต่ยังใช้วิธีการนับหรือการบวกในการแก้ปัญหา
13-17	2	- การสร้างแบบจำลองโดยการหยั่งรู้ (Intuitive Modeling) เป็นระดับที่แสดงการคิดโดยใช้การนับอย่างเป็นระบบ นิยมใช้จำนวน 2 หรือ 5 มานับเพิ่มเพื่อหาจำนวนรวมทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแบ่งกลุ่มออกเป็นจำนวนเท่าๆกันได้ รู้จักการรวมหน่วยเล็กให้เป็นหนึ่งหน่วยใหญ่ รู้จักการคูณ แต่ยังไม่สามารถนำแนวคิดมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ สามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้ในบางส่วน
0-12	1	- การสร้างแบบจำลองขั้นต้น (Primitive Modeling) เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณและการหารอย่างง่ายที่เกี่ยวข้องกับจำนวนน้อยๆได้ แต่ต้องอาศัยการวาด การสร้างแบบจำลองและยุทธวิธีในการนับจำนวนทั้งหมด อาจจะใช้การนับข้ามสำหรับกลุ่มที่มีจำนวนน้อยกว่า 5 ได้ สามารถสังเกตรูปแบบของแบบรูปอย่างง่ายได้ แต่ยังไม่ปรากฏการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับนี้ ยังไม่สามารถมองเป็นหน่วยใหญ่ได้ ยังไม่สามารถคิดคำนวณอย่างเป็นระบบและคิดอย่างมีประสิทธิภาพได้

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดระดับการคิดเกี่ยวการคูณ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือของ Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) จากแบบทดสอบบ้านของผีเสื้อ แบบทดสอบการจัดเก็บกระถาง แบบทดสอบหอยทากว่องไว และแบบทดสอบโรงอาหารเคเปอร์ โดยปรับให้เป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริครวม ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ		เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
กลุ่มพื้นฐาน	ระดับ 0	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิดโดยไม่มีร่องรอยการคิด	0
	ระดับ 1	- ตอบผิดโดยมีร่องรอยการคิดชี้ให้เห็นการนับแบบหนึ่งต่อหนึ่ง หรือ ตอบถูกโดยไม่มีร่องรอยการคิด หรือ ในประเภทผลคูณคาร์ทีเชียนสามารถแสดงร่องรอยการนับได้บางส่วน	1
	ระดับ 2	- ตอบถูกทั้งหมด โดยมีร่องรอยการคิดแสดงถึงแนวคิดการบวก เช่น ผีเสื้อ 5 ตัวมีปีก 4+4+4+4+4 = 20 หรือ ตอบถูกบางส่วน โดยมีร่องรอยชี้ให้เห็นถึงแนวคิดที่ใช้ หรือ ในประเภทผลคูณคาร์ทีเชียนสามารถแก้ปัญหาได้สมบูรณ์	2
กลุ่มสูง	ระดับ 3	- ตอบถูกทั้งหมด โดยมีร่องรอยการคิดชี้ให้เห็นถึงแนวคิดการคูณ เช่น ผีเสื้อ 5 ตัวมีปีก 5× 4 = 20	3
	ระดับ 4	- ตอบถูกทั้งหมด โดยใช้แนวคิดการคูณ และสามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนชี้ให้เห็นว่ามีการคิดอย่างเป็นระบบ หรือสามารถใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการคิดคำนวณหรือในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น 400-8 ในการคิด 4×98 หรือ ในการคูณด้วย 15 คิดในใจโดยใช้ 10 คูณก่อนแล้วบวกกับครึ่งหนึ่งของค่าที่ได้	4

เกณฑ์การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ เมื่อรวมคะแนนทุกข้อของแบบวัดการคิดเกี่ยวกับการคูณ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ		คะแนนรวม	คำอธิบาย
กลุ่มพื้นฐาน	ระดับ 0	0	- การคิดเบื้องต้น : เป็นระดับที่สามารถสังเกตได้เพียงความแตกต่างมากกว่าและน้อยกว่าเท่านั้น ยังไม่สามารถนับจำนวนได้
	ระดับ 1	1 – 10	- การคิดโดยใช้การนับ : เป็นระดับที่สามารถใช้ยุทธวิธีในการนับจำนวนเพื่อหาจำนวนของสิ่งของชนิดเดียวกันจากหลายๆกลุ่มได้ จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม หรือ อาศัยการสร้างแบบจำลอง
	ระดับ 2	11 – 20	- การคิดโดยใช้การบวก : เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณในปัญหาที่ซับซ้อนหรือไม่คุ้นเคย โดยอาศัยแนวคิดการบวก การวาดภาพ อีกทั้งเข้าใจการคงที่ของจำนวนเมื่อมีการจัดเรียงใหม่ และสามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้ในบางส่วน
กลุ่มสูง	ระดับ 3	21 – 30	- การคิดโดยใช้การคูณ : เป็นระดับที่สามารถตีความเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการคูณ มีการคิดอย่างเป็น ระบบ สามารถแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดการคูณ เริ่มคิดเป็นนามธรรมได้ ไม่ต้องใช้การสร้างแบบจำลองหรือการรับรู้โดยตรง เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของกลุ่มที่มีขนาดเท่ากัน จำนวนกลุ่มและผลรวมทั้งหมด ซึ่งสามารถคิดย้อนกลับได้ ทำให้แก้ปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ และ สามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเซียนได้สมบูรณ์

ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ		คะแนนรวม	คำอธิบาย
	ระดับ 4	31 – 35	- การขยายผลการคิด : เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณโดยใช้ยุทธวิธีต่างๆ สมบัติของการคูณ หรือดำเนินการโดยใช้ตัวแปร นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง รวมทั้งการแสดงแนวคิดโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปการวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณมีหลายลักษณะ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือของ Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) เป็นแบบอัตนัย ชนิดเติมคำตอบและแสดงร่องรอยการคิด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลความหมายดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งสามารถจำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนออกเป็นกลุ่มพื้นฐาน ได้แก่ ระดับ 0 การคิดเบื้องต้น ระดับ 1 การคิดโดยใช้การนับ และระดับ 2 การคิดโดยใช้การบวก และ กลุ่มสูง ได้แก่ ระดับ 3 การคิดโดยใช้การคูณ และระดับ 4 การขยายผลการคิด

ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระดับการคิด

ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีหลายทฤษฎีที่สำคัญ ซึ่งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ทฤษฎีการเรียนการสอนของ Bruner ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky ทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของ Diene รายละเอียดของแต่ละทฤษฎีมีดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (Piaget's Cognitive Theory)

Piaget ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร ทฤษฎีของ Piaget ตั้งอยู่บนรากฐานของทั้งองค์ประกอบที่เป็นพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม เขาอธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่าสามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม Piaget เน้นความสำคัญของการเข้าใจ

ธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น Piaget สรุปว่า พัฒนาการของเด็กสามารถอธิบายได้โดยลำดับระยะพัฒนาทางชีววิทยาที่คงที่ แสดงให้ปรากฏโดยปฏิสัมพันธ์ของเด็กกับสิ่งแวดล้อม ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ Piaget มีหลักการและแนวคิดที่สำคัญ (เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์. 2536 : 4-5) ดังนี้

1.1 กระบวนการเรียนรู้

Piaget เชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นโดยการกระทำ ระดับสติปัญญาของเด็กเริ่มพัฒนาจากการมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งในการปฏิสัมพันธ์นี้จะเป็นการจัดและรวบรวมระบบภายใน (Organization) และการปรับตัวของร่างการกับสิ่งแวดล้อมภายนอก (Adaptation) ที่เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เพื่อให้สมดุลกับสิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1.1 การจัดและรวบรวมระบบภายใน (Organization) หมายถึง การจัดและรวบรวมกระบวนการต่าง ๆ ภายใน เข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่อง เป็นระเบียบ และมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ตราบที่ยังมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

1.1.2 การปรับตัวของร่างกายกับสิ่งแวดล้อมภายนอก (Adaptation) หมายถึง การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่ออยู่ในสภาพสมดุล การปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการ 2 อย่าง คือ

1) กระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยมนุษย์จะซึมซาบหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ให้รวมเข้าอยู่ในโครงสร้างของสติปัญญา (Cognitive Structure) เดิมที่มีอยู่โดยอาศัยการตีความหรือการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม ส่วนบุคคลจะรับรู้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับรู้ของแต่ละคน

2) กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแบบโครงสร้างของเชาว์ปัญญาที่มีอยู่แล้วให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ซึ่งเป็นความสามารถในการปรับโครงสร้างทางปัญญา

1.2 องค์ประกอบที่เสริมสร้างพัฒนาการทางปัญญา

Piaget ถือว่าเด็กทุกคนเกิดมาพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์นี้ทำให้เกิดพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา Piaget แบ่งองค์ประกอบที่มีส่วนเสริมสร้างให้พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา มี 2 องค์ประกอบ คือ (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2553 : 35)

1.2.1 วุฒิภาวะ (Maturation) เป็นการเจริญเติบโตด้านสรีระวิทยาโดยเฉพาะเส้นประสาทและต่อมไร้ท่อมีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาทางเชาวน์ปัญญา หรือจะต้องจัดประสบการณ์หรือสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับความพร้อมหรือวัยของเด็ก

1.2.2 ประสบการณ์ (Experience) ทุกครั้งที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมก็จะเกิดประสบการณ์ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชนิดคือ

1) ประสบการณ์ที่เนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ

2) ประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Logical Mathematical Experience) ซึ่งมีความสำคัญในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์

3) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social Transmission) หมายถึง การที่พ่อ แม่ ครู และคนที่อยู่รอบตัวเด็กจะถ่ายทอดความรู้ให้เด็ก หรือสอนเด็กที่พร้อมจะรับถ่ายทอดด้วยกระบวนการซึมซาบประสบการณ์หรือการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา

4) กระบวนการพัฒนาสมดุล (Equilibration) หรือการควบคุมพฤติกรรมของตนเอง (Self-Regulation) ซึ่งอยู่ในตัวของแต่ละบุคคลเพื่อจะปรับความสมดุลของพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นต่อไปอีกขั้นหนึ่งซึ่งสูงกว่า โดยใช้กระบวนการซึมซาบประสบการณ์และการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา

1.3 ระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญา (Cognitive level)

การจัดระเบียบทางความคิด หมายถึง โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็กแต่ละคน ซึ่ง Piaget ได้แบ่งการจัดระเบียบทางความคิด เป็น 4 ขั้นตอน คือ (Nerbovig, M. H. and Klausmeier, H. J. 1974 : 227)

1.3.1 ขั้นใช้ประสาทสัมผัส (Sensorimotor) ขั้นนี้เด็กมีอายุแรกเกิดถึง 2 ขวบ Piaget แบ่งขั้นนี้ออกเป็นขั้นย่อย 6 ขั้น ดังต่อไปนี้

1) ขั้นปฏิกิริยาสะท้อน (Reflexive) เด็กมีอายุแรกเกิดถึง1 เดือน เป็นวัยที่ใช้พฤติกรรมรีเฟลกซ์หรือโดยประสาทอัตโนมัติที่ติดตัวมาตั้งแต่เกิดและพยายามที่จะปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเช่น ดูดนมจากนมแม่ดูดนมขวดเป็นต้น พฤติกรรมเหล่านี้เกิดขึ้นเพื่อสนองตอบต่อสิ่งเร้าโดยอัตโนมัติเป็นพฤติกรรมที่ไม่เกิดจากการเรียนรู้

2) ขั้นพัฒนาการอวัยวะเคลื่อนไหวด้านประสบการณ์เบื้องต้น (Primary Circular Reactions) เด็กมีอายุ 1 เดือน ถึง 3 เดือน วัยนี้มักแสดงพฤติกรรมง่าย ๆ และทำซ้ำ ๆ โดยไม่เบื่อ

3) ขั้นพัฒนาการเคลื่อนไหวโดยมีจุดมุ่งหมาย (Secondary Circular Reactions) เด็กมีอายุ 4 เดือน ถึง 6 เดือน เป็นขั้นแรกที่แสดงพฤติกรรมโดยมีความตั้งใจ หรือมีจุดมุ่งหมาย เด็กจะเริ่มทำพฤติกรรมซ้ำเพราะความสนใจในผลของพฤติกรรมนั้น

4) ขั้นพัฒนาการประสานของอวัยวะ (Coordination of Secondary Reactions) เด็กมีอายุ 7 เดือน ถึง 10 เดือน ขั้นนี้เด็กเริ่มที่จะแก้ปัญหาอย่างง่าย ๆ เด็กจะใช้พฤติกรรมในอดีตที่ผ่านมาช่วยในการแก้ปัญหา เด็กวัยนี้จะสามารถหาของที่ซ่อนไว้ได้

5) ขั้นพัฒนาการความคิดริเริ่มแบบลองผิดลองถูก (Tertiary Circular Reactions) เด็กมีอายุ 11 เดือน ถึง 18 เดือน ในขั้นนี้เด็กเริ่มที่จะทดลองพฤติกรรมแบบถูกผิด (Trial and Error) เด็กจะมีความสนใจในผลของพฤติกรรมใหม่ ๆ มักจะทดลองทำดูหลาย ๆ แบบ และสนใจผลที่เกิดขึ้น

6) ขั้นพัฒนาโครงสร้างเชาวน์ปัญญาเบื้องต้น (Beginning of Thought) เด็กมีอายุ 18 เดือน ถึง 2 ขวบ พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา ระดับนี้เป็นระดับสุดท้ายของขั้น Sensorimotor เด็กวัยนี้สามารถที่จะประดิษฐ์วิธีใหม่ ๆ โดยใช้ความคิดในการแก้ปัญหา เด็กสามารถที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งหนึ่งกับสิ่งหนึ่งและสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาได้

1.3.2 ขั้นควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (Preoperational) ขั้นนี้เด็กมีอายุ 18 เดือน ถึง 7 ขวบ เด็กวัยนี้มีโครงสร้างของเชาวน์ปัญญา (Structure) ที่จะใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุสิ่งของอยู่รอบ ๆ ตัว ได้หรือมีพัฒนาการทางด้านภาษา เด็กวัยนี้จะเริ่มด้วยการพูดเป็นประโยชน์และเรียนรู้คำต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เด็กจะรู้จักคิดในใจอย่างไรก็ตามความคิดของเด็กวัยนี้ยังมีข้อจำกัดหลายอย่างลักษณะทางเชาวน์ปัญญาของเด็กวัยนี้อาจสรุปได้ดังนี้

1) เด็กวัยนี้จะเข้าใจภาษาและทราบว่าของต่าง ๆ มีชื่อและใช้ภาษาเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้

2) เด็กจะเลียนแบบผู้ใหญ่ในเวลาเล่นหรือเลียนแบบได้โดยตัวแบบไม่ต้องอยู่ต่อหน้า

3) มีการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentrism) ไม่สามารถที่จะเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น หรือไม่ได้คิดว่าผู้อื่นเขาจะคิดอย่างไร

4) เด็กวัยนี้ไม่สามารถจะทำปัญหาการเรียงลำดับ (Serration) ได้ นอกจากนี้เด็กก็ยังไม่เข้าใจการคิดย้อนกลับ (Reversibility)

5) เด็กวัยนี้จะไม่เข้าใจความคงตัวของสสาร (Conservation) เพราะเด็กวัยนี้จะให้เหตุผลจากรูปร่างที่เห็นไม่ใช่การแปลงรูปเป็นอย่างอื่น

1.3.3 ขั้นคิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete Operations) ขั้นนี้เด็กมีอายุ 7 ปีถึง 11 ปี พัฒนาการทางด้านเชาวน์ปัญญา และความคิดของเด็กวัยนี้แตกต่างกับเด็กในขั้น Preoperational มากเด็กวัยนี้จะสามารถที่จะสร้างกฎเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ Piaget สรุปความแตกต่างของความคิดทางเชาวน์ปัญญาของเด็กวัยนี้กับเด็กในขั้น Preoperational ดังต่อไปนี้

1) การสร้างภาพในใจ (Mental Representations) เด็กวัย 7 ถึง 11 ปี สามารถที่จะวาดภาพความคิดในใจได้ซึ่งตรงข้ามกับเด็กในวัย 2 ถึง7 ปีซึ่งไม่สามารถที่จะทำได้

2) ความคงตัวของสสาร (Conservation) เด็กวัย 7 ถึง 11 ปีสามารถที่จะบอกได้ว่าของเหลวหรือของแข็งจำนวนหนึ่งจะมีจำนวนคงที่ แม้ว่าจะเปลี่ยนแปรรูปหรือสถานที่ว่าง

3) การคิดเปรียบเทียบ (Relational Terms) เด็กในวัย Concrete Operations สามารถที่จะคิดเปรียบเทียบได้และสามารถที่จะเข้าใจว่าสิ่งใดสิ่ง หนึ่งจะใหญ่กว่า มากกว่าน้อยกว่าให้ขึ้นอยู่กับว่าเปรียบเทียบกับอะไร นอกจากนี้เด็กวัยนี้จะเข้าใจความหมายของส่วนย่อยและส่วนรวม

4) การแบ่งกลุ่มหรือจัดหมู่ (Class Inclusion) เด็กในวัย Concrete Operations สามารถที่จะตั้งกฎเกณฑ์ที่จะช่วยแบ่ง หรือจัดสิ่งแวดล้อม หรือสิ่งรอบ ๆ ตัวเป็นหมวดหมู่ได้

5) การเรียงลำดับ (Serialization and Hierarchical Arrangements) เด็กในวัย Concrete Operations สามารถที่จะจัดของตามลำดับ ความหนักความยาวได้

6) การคิดย้อนกลับ (Reversibility) เด็กวัยประถมศึกษา หรือ Concrete Operations สามารถที่จะคิดกลับได้เช่น เด็กวัยนี้จะคิดได้ว่าถ้า 5+7 = 12 จะตอบปัญหาได้ว่า 12-7 จะได้ 5 หรือ 12-5 ได้ 7 เป็นต้น

1.3.4 ขั้นคิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal Operations) ขั้นนี้เด็กมีอายุ 12 ปีถึงวัยผู้ใหญ่ ในขั้นนี้พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา และความคิดของเด็กเป็นขั้นสุดยอดคือเด็กในวัยนี้จะเริ่มคิดเป็นผู้ใหญ่ความคิดแบบเด็กจะสิ้นสุดลง เด็กสามารถที่จะคิดหาสาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดอย่างวิทยาศาสตร์สามารถที่จะตั้งสมมติฐานและทฤษฎีและเห็นว่าความเป็นจริงที่เห็นด้วยกับการรับรู้ไม่สำคัญเท่ากับความคิดถึงสิ่งที่อาจเป็นไปได้ (Possibility) Piaget ได้สรุปว่า “เด็กวัยนี้เป็นผู้ที่คิดเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบันสนใจที่จะ

สร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่างและมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีตัวตน หรือสิ่งที่เป็นนามธรรม”

จากระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของ Piaget สรุปได้ว่า โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็ก แบ่งเป็น 4 ขั้น คือ

1. ขั้นใช้ประสาทสัมผัส (Sensorimotor) ขั้นนี้เด็กมีอายุแรกเกิดถึง 2 ขวบ เป็นขั้นที่เด็กมีการพัฒนาโครงสร้างทางปัญหาอย่างง่าย เด็กจะสามารถหาสิ่งของที่ซ่อนไว้ได้ สามารถประดิษฐ์สิ่งของหรือรูปร่างอย่างง่าย การเรียนรู้จะเป็นแบบลองผิดลองถูก

2. ขั้นควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (Preoperational) ขั้นนี้เด็กมีอายุ 18 เดือน ถึง 7 ขวบ เด็กวัยนี้ จะสามารถใช้สัญลักษณ์แทนวัตถุสิ่งของอยู่รอบ ๆ ตัวได้ หรือมีพัฒนาการทางด้านภาษา เด็กวัยนี้จะเริ่มด้วยการพูดเป็นประโยชน์และเรียนรู้คำต่าง ๆ เพิ่มขึ้น

3. ขั้นคิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete Operations) ขั้นนี้เด็กมีอายุ 7 ปี ถึง 11 ปี เด็กในขั้นนี้ จะสามารถที่จะสร้างกฎเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ได้ เช่น สามารถแบ่งสิ่งของออกจากกันตามจำนวนที่กำหนดให้ได้

4. ขั้นคิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal Operations) ขั้นนี้เด็กมีอายุ 12 ปีถึงวัยผู้ใหญ่ เป็นขั้นที่เด็กรู้จักคิดเป็นเหตุเป็นผล รู้จักคิดนึกด้วยตนเอง สามารถสร้างความคิดรวบยอดเรื่องนามธรรมต่าง ๆ ไม่ยอมเชื่ออะไรง่าย ๆ ต้องพิสูจน์ที่ผ่านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือใช้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ กฎ ทฤษฎี หลักการต่าง ๆ นำมาตั้งเป็นสมมติฐาน และแก้ปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์เพื่อดูว่าเป็นจริงหรือไม่

2. ทฤษฎีการเรียนการสอนของ Bruner (Bruner’s Theory of Instruction)

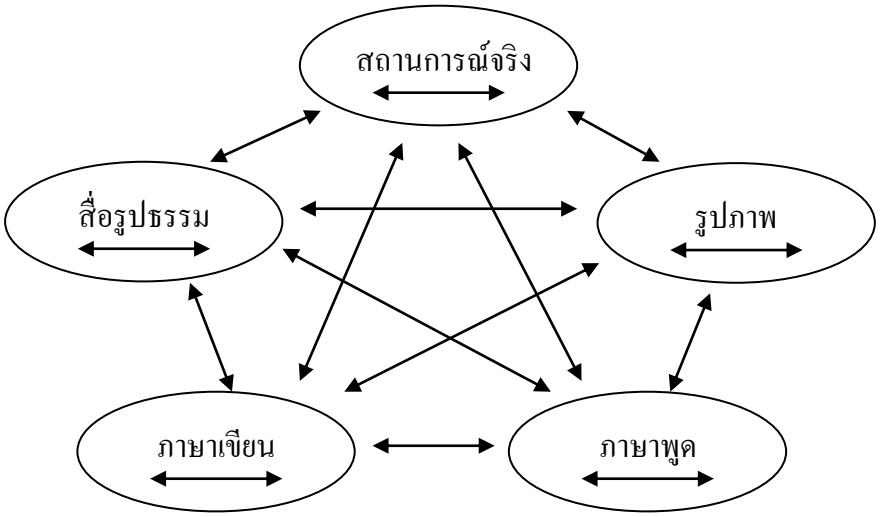
ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องกับระดับการคิดและการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยกล่าวถึงการเรียนการสอนที่ดีว่าต้องประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือโครงสร้าง (Structure) ของเนื้อหาสาระ ความพร้อม (Readiness) ที่จะเรียนรู้ การหยั่งรู้ (Intuition) โดยการคะเนจากประสบการณ์ อย่างมีหลักเกณฑ์ และแรงจูงใจ (Motivation) ที่จะเรียนเนื้อหาใด ๆ Bruner ให้ความสำคัญกับ สมดุลระหว่างผลลัพธ์กับกระบวนการเรียนการสอน (Process and Product Approach) นอกจากนี้ ยังให้แนวคิดว่า มนุษย์สามารถเรียนหรือคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ 3 ระดับ (ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ. 2558 : 65-66) ดังนี้

2.1 ระดับที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ (Enactive Stage) เช่น ผู้เรียนรวมของ 4 ชิ้น กับของ 5 ชิ้น เพื่อเป็นของ 9 ชิ้น ซึ่งเป็นการสัมผัสกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects or Manipulatives)

2.2 ระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) เช่น การใช้รูปภาพ ไดอะแกรม ฟิล์ม ที่เป็นสื่อสายตา (Visual Medium) ตัวอย่างการเรียนรู้ระดับนี้ เช่น ผู้เรียนดูภาพรถ 4 คัน ในภาพแรก ดูภาพรถ 5 คัน ในภาพที่สอง และดูภาพรถ 9 คัน ในภาพที่สาม ซึ่งเป็นภาพรวมของรถในภาพที่หนึ่งและภาพที่สอง รถ 9 คัน ในที่นี้เกิดจากการที่ผู้สอนวางแผนให้ผู้เรียนเรียนรู้ มิใช่เกิดจากตัวผู้เรียนเอง

2.3 ระดับของการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) ซึ่งเป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เห็นในระดับที่สอง หรือสิ่งที่สัมผัสในระดับที่หนึ่งได้ เช่นการเขียน $5+4=9$ เป็นสัญลักษณ์แทนภาพในระดับที่ 2

แนวคิดของ Bruner ปรากฏอยู่ในผลงานของ Lesh, R. et al. (2003 : 1) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในนามของ โมเดลของ Lesh (Lesh's Model) ซึ่ง Lesh ใช้แนวคิดข้างต้นของ Bruner ในการสร้างโมเดลที่แสดงว่า ผู้เรียนสามารถใช้วิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น จากความรู้ที่เกิดจากการใช้สื่อรูปธรรม (Manipulative Aids) สามารถแสดงความรู้นั้นในรูปของรูปภาพ (Pictures) ภาษาเขียน (Written Symbols) ภาษาพูด (Spoken Symbols) และสถานการณ์จริง (Real World Situation) ได้ โมเดลนี้ทำให้เกิดการพัฒนาด้านอื่น ๆ ที่ผู้สอนควรคำนึงถึง เช่น การให้ผู้เรียนได้พูด และได้เขียนมากขึ้น การได้พูดและเขียนเป็นการเปลี่ยนวิธีแสดงความคิดที่สะท้อนถึงความเข้าใจของผู้เรียน ตามโมเดลที่ Lesh ได้เสนอนั้น ผู้สอนสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนได้จากการดูว่า ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนความเข้าใจจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งได้หรือไม่ เช่น ถ้าผู้เรียนสามารถเขียนสิ่งที่ตนอธิบายให้เพื่อนฟังเป็นภาษาเขียนได้ แสดงว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่พูด เนื่องจากสามารถเปลี่ยนจากภาษาพูดเป็นภาษาเขียนได้ โมเดลการแปลงของ Lesh มีรายละเอียดดังแสดงในแผนภาพ



แผนภาพที่ 7 โมเดลของ Lesh (Lesh's Model)

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky สุรางค์ โค้วตระกูล (2553 : 56 -63)ได้อธิบายตั้งแต่ประวัติความเป็นมาของเขา และ แนวคิดที่ได้รับการยอมรับมากพัฒนาทางด้านปัญญาใน 3 เรื่อง คือ Internalization, The zone of proximal development และ Scaffolding มีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีของ Lev Vygotsky เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ได้ศึกษาทางด้านพัฒนาการทางปัญญาเช่นเดียวกับ Piaget แต่จะแตกต่างกันบ้างที่เขาให้ความสนใจกับการมีปฏิสัมพันธ์จากโลกภายนอก (Outward) จะทำให้เกิดพัฒนาการทางปัญญาใน (Inside) ขณะที่ทฤษฎีของ Piaget จะเป็นการศึกษาด้านภาวะการเจริญเติบโตภายในของมนุษย์ อายุ และขั้นพัฒนาการจะมีผลต่อการนำไปและประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ภายนอก หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างว่าเป็นการเริ่มจากข้างใน (Inside) ไปยังข้างนอก (Outward)

Lev Vygotsky (1896 – 1934) เกิดปีเดียวกันกับ Piaget เขาไม่จบวิทยาศาสตร์แต่ได้รับการศึกษา ในด้านกฎหมายจากมหาวิทยาลัยมอสโค ต่อจากนั้นเขาไปศึกษาทางด้านอักษรศาสตร์ (Literature) และภาษาศาสตร์ (Linguistics) และทำให้เขาได้รับปริญญาเอกและได้เขียนหนังสือ ชื่อ Psychology of art ทฤษฎีของ Vygotsky เขาให้ความสำคัญกับเรื่องการเมือง (Political Environment) มาก เขาเริ่มต้นทำงานทางด้านจิตวิทยา ในระยะสั้น ๆ หลังจากรัสเซียได้ปฏิรูปการปกครอง จากระบบกษัตริย์ (Czar) เป็นระบบ Marxism ปรัชญาของเขาให้ความสำคัญกับเรื่องทางสังคมและการมีส่วนร่วม ซึ่งเขาเชื่อว่าแต่ละคนล้วนมี

เป้าหมายของตนเองและต้องการบรรลุเป้าหมายนั้น ดังนั้นจึงต้องมีการสนับสนุนในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Sharing) และร่วมมือกันทำงาน (Co – operation)

Vygotsky เสียชีวิตเมื่ออายุเพียง 38 ปี ในขณะที่ทฤษฎีของ Piaget มีอิทธิมากเกี่ยวกับการพัฒนาทางด้านปัญญาในปี 1960-1970 แต่ทฤษฎีของ Vygotsky กลับได้รับการกล่าวขวัญมากหลังจากเขาเสียชีวิตไปแล้ว โดยเฉพาะในปี 1980- 1990

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky ค่อนข้างมีข้อจำกัดมากกว่าของ Piaget แต่ว่าวิธีการและแนวคิดสำคัญของเขา ได้รับการยอมรับมากเกี่ยวกับการพัฒนาทางด้านปัญญาใน 3 เรื่อง คือ กระบวนการภายใน (Internalization), The zone of proximal development และ Scaffolding (Sternberg and William. 1996 : 202)

3.1 กระบวนการภายในจิตใจ (Internalization)

กระบวนการภายในจิตใจ (Internalization) ก็คือการซึมซับ (Obsorption) หรือการนำเอาความรู้ (Knowledge) ที่มีอยู่ในบริบทของสังคมนั้น ๆ ด้วยการสังเกต (Observe) ด้วยตัวเอง Vygotsky เชื่อว่าความคิดและภาษามีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด การพัฒนาการทางภาษาของเด็ก ทักษะทางภาษาจะไปช่วยพัฒนาความคิดของพวกเขา ยกตัวอย่าง การมีทักษะทางภาษาที่เข้มแข็ง เด็ก ๆ ก็จะสามารถเข้าใจสิ่งที่ผู้ใหญ่พูดคุยกันได้ดี และเรียนรู้จากการสนทนาได้มากกว่าการที่พวกเขาจะไม่เข้าใจถ้อยคำที่ผู้ใหญ่พูดคุยกันเลย

3.2 บริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการทางปัญญา (The Zone of proximal development)

แนวคิดที่สองของ Vygotsky ก็คือ Zone of proximal development หรือเรียกว่า ZPD ซึ่งเป็นขอบเขต (Range) ระหว่าง 2 สิ่ง คือ สิ่งหนึ่งเป็นขอบเขตที่เด็กสามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยอิสระ กับอีกขอบเขตที่เด็กสามารถทำได้ เช่น กัน แต่ต้องได้รับการแนะนำ (Guidance) จากผู้ชำนาญการ โดยธรรมดาแล้วเด็ก ๆ เขาจะทำอะไรโดยการสังเกต โดยจะอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่พวกเขามี นอกจากการมีปฏิสัมพันธ์ก็คือ “ประสบการณ์” (Experience) Vygotsky ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขอบเขตระหว่างการที่สามารถทำได้ด้วยตนเองกับการทำได้โดยอาศัยการชี้แนะ ความแตกต่างดังกล่าวทำให้เกิดประโยชน์ต่อนักการศึกษามาก

งานวิจัยของ Vygotsky พบว่าเด็กบางคนสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนองโดยไม่ต้องให้ผู้ใหญ่ช่วย เด็กบางคนไม่สามารถจะเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง แต่ถ้าผู้ใหญ่ให้ความช่วยเหลือเพียงเล็กน้อย ก็สามารถทำได้แต่เด็กบางคนจะไม่สามารถเรียนรู้ได้ แม้ว่าจะ

ได้รับความช่วยเหลือ ซึ่ง Vygotsky อธิบายว่า เด็กแต่ละคนที่อยู่ในวัยเดียวกันจะมี ZPD แตกต่างกัน บางคนอยู่เหนือ Zone of proxima growth บางคนอยู่ระหว่าง และบางคนอยู่ต่ำกว่า ตัวอย่างเช่นในการทดสอบเด็กอายุ 5 ขวบ 2 คน ด้วยการให้ตอบคำถาม ปรากฏว่าเด็กสองคนตอบปัญหาได้เท่ากัน ผู้ทดสอบมักจะ สรุปว่าเด็กสองคนตอบปัญหาของเด็กอายุ 7 ขวบ โดยได้ให้ความช่วยเหลือ เช่น อธิบายหรือชี้แนะปรากฏว่าเด็กคนหนึ่งสามารถตอบได้แต่อีกคนตอบไม่ได้ ก็แสดงว่าเด็กที่ตอบไม่ได้อยู่ต่ำกว่า ZPD (Vygotsky) เรียกการช่วยเหลือเด็กในการเรียนรู้ว่า “Scaffoldindg” ซึ่งหมายความว่าการใช้ความช่วยเหลือเด็กในการเรียนรู้ หรือการแก้ปัญหาหรือการทำอย่างใด อย่างหนึ่ง ซึ่งเด็กไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองให้บรรลุผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์

4. ทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของ Diene (Dienes’s Theory of Mathematics Learning)

แนวคิดของ Diene ส่วนมากเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งมีบางส่วนที่คล้ายคลึงกับของ Piaget เช่น การให้ความสำคัญกับการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีบทบาทและกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของ Diene ประกอบด้วยกฎหรือหลัก 4 ข้อ (อัมพร ม้าคนอง. 2546 : 2) ดังนี้

4.1 กฎของภาวะสมดุล (The Dynamic Principle) กฎนี้กล่าวไว้ว่า ความเข้าใจที่แท้จริงในมโนทัศน์ใหม่นั้นเป็นพัฒนาการที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน 3 ขั้น คือ

ขั้นที่หนึ่ง เป็นขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนประสบกับมโนทัศน์ในรูปแบบที่ไม่มีโครงสร้างใด ๆ เช่น การที่เด็กเรียนรู้จากของเล่นชิ้นใหม่โดยการเล่นของเล่นนั้น

ขั้นที่สอง เป็นขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนได้พบกับกิจกรรมที่มีโครงสร้างมากขึ้น ซึ่งเป็นโครงสร้างที่คล้ายคลึง (Isomorphic) กับโครงสร้างของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนจะได้เรียน

ขั้นที่สาม เป็นขั้นที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่จะเห็นได้ถึง การนำมโนทัศน์เหล่านั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนทั้งสามเป็นกระบวนการที่ Diene เรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ซึ่งเป็นสิ่งที่เด็กจะต้องประสบในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ

4.2 กฎความหลากหลายของการรับรู้ (The Perceptual Variability Principle) กฎนี้เสนอแนะว่าการเรียนรู้มโนทัศน์จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อผู้เรียนมีโอกาสรับรู้มโนทัศน์เดียวกันในหลาย ๆ รูปแบบ ผ่านบริบททางกายภาพ นั่นคือการจัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่หลากหลายให้

ผู้เรียน เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างทางมโนทัศน์เดียวกันนั้น จะช่วยในการได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

4.3 กฎความหลากหลายทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Variability Principle) กฎข้อนี้กล่าวว่า การอ้างอิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Generalization of Mathematical Concept) หรือ การนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ถ้าตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นเปลี่ยนไปอย่างเป็นระบบ ในขณะที่คงไว้ซึ่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้น ๆ เช่น การสอนมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ตัวแปรที่ควรเปลี่ยนไป คือ ขนาดของมุม ความยาวของด้าน แต่สิ่งที่ควรคงไว้คือ ลักษณะสำคัญของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ต้องมีสี่ด้าน และด้านตรงข้ามขนานกัน

4.4 กฎการสร้าง (The Constructivity Principle) กฎข้อนี้ให้ความสำคัญกับการสร้าง ความรู้ว่าผู้เรียนควรได้พัฒนามโนทัศน์จากประสบการณ์ในการสร้างความรู้เพื่อก่อให้เกิดความรู้ ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและมั่นคง และจากพื้นฐานที่มั่นคงเหล่านี้ จะนำไปสู่การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป Dienes and Golding (1971 : 67) ให้ความเห็นว่า การสร้างความรู้ควรมาก่อนการวิเคราะห์เสมอเพราะเป็นไปไม่ได้ที่มนุษย์จะวิเคราะห์ในสิ่งที่ตนยังไม่รู้ กฎข้อนี้เสนอแนะให้ผู้สอนจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมนั้น และสามารถวิเคราะห์สิ่งที่สร้างนั้นต่อไปได้

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนรู้คณิตคาสตร์ตามแนวคิดของ Diene ที่มีหลายองค์ประกอบ คือ ลำดับขั้นการจัดการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการเรียนรู้ การแสดงความคิด ต้องใช้หลายวิธีและหลาย ๆ รูปแบบเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด การทำให้เด็กเกิดความคิดได้ จะต้องตามลำดับดังนี้ Concrete, Semi-Concrete และ Abstract ความพร้อมทางวุฒิภาวะ สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ ความถนัด เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ และสมาธิ การได้มีโอกาสฝึกฝนบ่อย ๆ การเสริมแรงที่เหมาะสมและเพียงพอ ไม่ว่าจะเป็นทางวาจาหรือท่าทาง และ การรู้จักใช้วิธีการและสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมและคุ้มค่า (ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ. 2558 : 68)

จากการศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระดับการคิดสรุปได้ว่าการคิดมีการพัฒนาขึ้นได้ จากปัจจัยหลายอย่าง เช่น พัฒนาเองตามวัยเนื่องจากการเติบโตของสรีระ พัฒนาจากการได้รับการช่วยเหลือจากผู้อื่นช่วยให้เกิดการเรียนรู้ และการคิดก็เริ่มพัฒนาจากการคิดเป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรมได้ในภายหลัง ซึ่งได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาเสนอแนวคิดไว้หลากหลายดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

แบบทดสอบ

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวัดระดับการคิดในการวิจัยครั้งนี้ จากการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจให้ถูกต้อง จึงขอทำความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้ ความหมายของแบบทดสอบ ประเภทของของแบบทดสอบ แบบทดสอบอัตนัย ประเภทของแบบทดสอบอัตนัย หลักในการสร้างข้อสอบแบบอัตนัย การตรวจให้คะแนนคำถามอัตนัย มีรายละเอียดดังนี้

1. ความหมายของแบบทดสอบ

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบไว้หลายทัศนะ ดังนี้

Brown (1998 : 90) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรม ตามความหมายแบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ

1. แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบ หมายความว่า แบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเกี่ยวกับโครงสร้างการบริหารจัดการและให้คะแนน

2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้ โดยผู้ตอบสนองตอบต่อข้อคำถามที่กำหนดให้ มิใช้การวัดโดยตรง

3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมดตามความเป็นจริง ไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด ฉะนั้นจะต้องตกลงว่า ข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรมนั้น และถ้าผู้ตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูก จะต้องให้คะแนนเท่ากัน

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542 : 72) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลคนเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

อรนุช ศรีสะอาด (2546 : 49) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบหมายถึง ชุดของคำถาม หรือชุดงานใด ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา และการตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดให้เป็นปริมาณได้

สมนึก ภัททิยธณี (2551 : 2) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบเป็น เครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธพิสัย และมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการ แต่ควรใช้ควบคู่ไปกับเครื่องมือชนิดอื่น ๆ อย่างหลากหลาย

ไพศาล วรคำ (2554 : 233) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบหมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบหมายถึง ชุดของข้อคำถามหรือชุดงานใด ๆ ที่สร้างขึ้น เป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างที่ต้องการหรือเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือ ของบุคคลเดียวกันหรือหลายคนในเวลาต่างกัน โดยนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมาและอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตและวัดให้เป็นปริมาณได้ โดยมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

2. ประเภทของแบบทดสอบ

ประเภทของแบบทดสอบได้มีนักการศึกษาจำแนกประเภทไว้หลายทัศนะ ดังนี้

อรนุช ศรีสะอาด (2546 : 41-51) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบหลายลักษณะ ดังนี้

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด นิยมแบ่งกันมาก ซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบวัดความถนัด และแบบทดสอบบุคคล- สังคม มีรายละเอียดดังนี้

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป ในโรงเรียนและสถาบันการศึกษา

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป แบบทดสอบประเภทนี้ จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีคุณภาพดี มีมาตรฐาน คือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และมาตรฐานในการแปลความหมายคะแนน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียน ว่าจะสามารถเรียนไปได้ไกลหรือประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ในการ

พยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐาน แบบวัดความถนัดแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางด้านวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะอย่าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะอย่างที่เกี่ยวกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ เช่น ความสามารถทางด้านดนตรี ศิลปะ เครื่องยนต์ การประดิษฐ์ เป็นต้น

1.3 แบบทดสอบบุคคล-สังคม หมายถึง แบบทดสอบที่วัดบุคลิกภาพและการปรับตัว ให้เข้ากับสังคม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่วัดยาก ผลที่ได้ไม่แน่นอนตายตัว เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงตายตัวในตัวบุคคลและสังคม

1.3.1 แบบทดสอบวัดเจตคติ ที่มีต่อตัวบุคคล สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์สังคม เป็นต้น

1.3.2 แบบทดสอบวัดความสนใจที่มีต่อความสนใจในอาชีพ งานอดิเรก กีฬา ดนตรี เป็นต้น

1.3.3 แบบทดสอบวัดการปรับตัว เช่น การปรับตัวกับเพื่อนร่วมงาน เป็นต้น

2. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการสร้าง แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.1 แบบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้และให้ผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้ แต่ละข้อจะวัดได้หลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

2.2 แบบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดให้ตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือก ได้แก่

2.2.1 แบบถูก – ผิด

2.2.2 แบบเติมคำหรือเติมความ

2.2.3 แบบจับคู่

2.2.4 แบบเลือกตอบ

3. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียน และนำผลไปปรับปรุงแก้ไข

3.2 แบบทดสอบเพื่อทำนายหรือพยากรณ์ หมายถึง แบบทดสอบที่นำผลจากการสอบมาช่วยทำนายว่า ใครจะสามารถเรียนอะไรได้บ้าง และสามารถเรียนได้มากเพียงใด เป็นต้น แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์สูง ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการสอบคัดเลือก การวัดความถนัดทางการเรียน การแนะแนว

4. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

4.1 แบบใช้ความเร็ว หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อสอบมาก ๆ ข้อ ข้อสอบมักจะง่ายและจำกัดเวลาในการตอบ บางที่เรียกข้อสอบประเภทนี้ว่า ข้อสอบวัดทักษะ

4.2 แบบใช้เวลา หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถในเรื่องที่กำหนดว่ามีอยู่มากและดีเพียงใด โดยให้เวลาในการตอบมากหรือจนกระทั้งทุกคนทำเสร็จ หรือไม่จำกัดเวลาในการสอบ ต้องการให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ มักเป็นข้อสอบที่ต้องแสดงความคิดเห็นหรือวิเคราะห์ บางครั้งเปิดหนังสือควบคู่กับการสอบ หรือไปให้ตอบที่บ้าน

5. แบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

5.1 แบบให้ลงมือกระทำ หมายถึง แบบทดสอบภาคปฏิบัติทั้งหลาย เช่น การปรุงอาหาร การแสดง การฝีมือ ศิลปะ เป็นต้น

5.2 แบบให้เขียนตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องตอบโดยการเขียน ได้แก่ การสอบแบบอัตนัย ปรนัย ที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียน และวัดความถนัด

5.3 แบบสอบปาก หมายถึง การสอบโดยการถาม – ตอบ ปากเปล่า มีการโต้ตอบกันทางคำพูด เช่น การสัมภาษณ์ เป็นต้น

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 62 - 67) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบไว้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ดังนี้

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่ต้องการวัด แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สัดสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับกลุ่มอื่น เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียน

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกันกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียน ว่าจะสามารถเรียนต่อไปหรือจะประสบความสำเร็จเพียงใดเพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐานแบบทดสอบวัดความถนัด แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะที่เกี่ยวกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ

2. แบ่งตามลักษณะของการตอบ แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.1 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง

2.2 แบบทดสอบข้อเขียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การเขียนตอบ

2.3 แบบทดสอบปากเปล่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การพูดโต้ตอบแทนการเขียน

3. แบบตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบที่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาตอบน้อย แต่มีจำนวนข้อมากและค่อนข้างง่าย

3.2 แบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาในการตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาในการตอบมาก หรือไม่จำกัดเวลาในการตอบ แต่มีจำนวนข้อน้อย

4. แบ่งตามจำนวนผู้เข้าสอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท

4.1 แบบทดสอบเป็นรายบุคคล หมายถึง การสอบทีละคนมักจะเป็นการสอบภาคปฏิบัติ

4.2 แบบทดสอบเป็นชั้นหรือเป็นหมู่ หมายถึง การสอบทีละหลาย ๆ คนเป็นชั้นหรือหมู่ วิธีนี้ควรใช้เมื่อคนเข้าสอบเป็นจำนวนมาก ๆ และสามารถจัดสอบพร้อมกันทั้งโรงเรียน จังหวัดหรือประเทศก็ได้

5. แบ่งตามสิ่งเร้าของการถาม แบ่งเป็น 2 ประเภท

5.1 แบบทดสอบทางภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องอาศัยภาษาของสังคมนั้น ๆ เป็นหลัก

5.2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้สัญลักษณ์ รูปภาพ ตัวเลย แทนภาษา

6. แบ่งตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

6.1 แบบทดสอบย่อย หมายถึง แบบทดสอบประจำบท หรือหน่วยการเรียน

6.2 แบบทดสอบรวม หมายถึง แบบทดสอบสรุปรวมเนื้อหาที่เรียนผ่านมาทุกบททุกตอนทุกภาคเรียน จึงมักทดสอบปรายภาคหรือปลายปี และมีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินผลการเรียน

7. แบ่งตามเนื้อหาของข้อสอบในฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

7.1 แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่เฉพาะคำถาม นักเรียนต้องคิดหาคำตอบเองโดยการเยนอย่างเสรี

7.2 แบบทดสอบปรนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีทั้งคำถาม และคำตอบเฉพาะคงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบจับคู่ และแบบกาถูก – ผิด ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ และแบบเติมคำ เป็นต้น

ไพศาล วรคำ (2554 : 233 – 234) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบ โดยอาศัยกฎเกณฑ์ ออกเป็นดังนี้

1. จำแนกตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ และทักษะ

1.2 แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ (Personality Test)

1.3 แบบวัดความถนัด (Aptitude Test)

1.3.1 แบบวัดความถนัดทั่วไป (General Aptitude Test)

1.3.2 แบบวัดความถนัดเฉพาะ (Specific Aptitude Test)

1.3.3 แบบวัดความพร้อม (Readiness Test)

1.4 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ (Creativity Test)

2. จำแนกตามลักษณะการตรวจให้คะแนน จำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่

2.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective Test)

2.2 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test)

2.3 แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Subjective Test)

3. จำแนกตามลักษณะการสร้าง จำแนกได้ 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test)

3.2 แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างเอง (non-Standardized Test)

4. จำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมิน จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

4.1 แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test)

4.2 แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm- Referenced Test)

5. จำแนกตามลักษณะการตอบสนอง จำแนกได้ 3 ประเภท คือ

5.1 แบบทดสอบข้อเขียน (Paper-Pencil Test) ประกอบด้วย

5.1.1 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choices Test)

5.1.2 แบบทดสอบแบบความเรียน (Essay Test)

5.1.3 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test)

5.1.4 แบบทดสอบโคลซ (Cloze Test)

5.2 แบบทดสอบปฏิบัติ (Performance Test)

5.3 แบบทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบสามารถแบ่งออกได้หลายลักษณะตามเกณฑ์ที่ใช้แบ่ง โดยเกณฑ์ที่ใช้แบ่งหลัก ๆ ได้แก่ ตามลักษณะการตอบสนอง, ตามสมรรถภาพที่ต้องการวัด ตามจำนวนผู้เข้าสอบ ตามลักษณะการประเมิน ตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ ตามลักษณะการสร้างและตามเวลาที่กำหนดให้ ในการวิจัยนี้เพื่อวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณจะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย แบบทดสอบวัดความถนัด แบบทดสอบเป็นรายบุคคล แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย แบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาเองและแบบทดสอบแบบใช้เวลา

3. แบบทดสอบอัตนัย

ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยไว้หลากหลาย ดังนี้

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542 : 72) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัยหมายถึง แบบทดสอบที่มีลักษณะ ผู้ตอบต้องเขียนบรรยาย ผู้ตอบมีสิทธิ์จะ

เขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีมีคำตอบถูกหลาย ๆ ทาง คำตอบของข้อสอบข้อเดียวกัน อาจจะมีความแตกต่างทั้งในด้านคุณภาพและความถูกต้อง

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 67) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัยหมายถึง แบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถามผู้เรียนต้องคิดหาคำตอบเอง โดยการเขียนอย่างเสรี ลักษณะของคำตอบไม่คงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย หรือความเรียน แบบตอบสั้น ๆ และแบบเติมคำ

อรนุช ศรีสะอาด (2546 : 50) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้ และให้ผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้แต่ละข้อ จะวัดได้หลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

ไพศาล วรคำ (2554 : 235) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยว่า แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีการตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำ หรือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน เช่น แบบทดสอบความเรียง แบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

จากความหมายของแบบทดสอบแบบอัตนัย สรุปได้ว่า แบบทดสอบอัตนัย คือ แบบทดสอบที่มีลักษณะให้ผู้ตอบคิดคำตอบเอง สามารถเขียนบรรยายความคิดอย่างเสรี ลักษณะของคำตอบไม่คงที่แน่นอน อาจมีคำตอบถูกหลาย ๆ แต่มีการตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำ จึงต้องสร้างกฎเกณฑ์ในการให้คะแนนที่สมเหตุสมผล เป็นข้อสอบที่วัดได้หลายด้าน เช่น การใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

4. ประเภทของแบบทดสอบอัตนัย

มีนักการศึกษาจำแนกประเภทของแบบทดสอบอัตนัยไว้หลายทัศนะ ดังนี้

Gronlund, N.E. (1981 : 90) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบอัตนัย ตามลักษณะของความเป็นอิสระในการตอบ จะแบ่งอย่างกว้าง ๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Questions) เป็นแบบคำถามที่จำกัดให้ตอบทั้งเนื้อหาและรูปแบบการตอบ ปกติด้านเนื้อหาจะจำกัดให้แคบและสั้นลงด้วยการกำหนดขอบเขตและประเด็นที่ตอบ แบบทดสอบแบบความเรียงประเภทนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดีคือสร้างง่ายและใช้กับการวัดความรู้ความสามารถที่เฉพาะเจาะจงได้ดี แต่ให้โอกาสหรืออิสระแก่ผู้สอบน้อย ผู้ตอบไม่สามารถแสดงความรู้ความสามารถและความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

2. แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions) เป็นแบบคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้กว้างขวาง ไม่มีข้อจำกัดโดยทั่วไปผู้สอบมีอิสระที่จะเลือกใช้เท็จจริงหรือข้อความรู้ใด ๆ มาตอบก็ได้ ผู้สอบจะต้องตัดสินใจกำหนดประเด็นในการตอบเอง รวมทั้งจะต้องจัดเรียงเนื้อหาความรู้ ความคิดเห็นเกี่ยวข้องจัดลำดับความสำคัญผสมผสานแนวความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และประเมินความรู้ความคิดนั้น เสนอเป็นคำตอบให้มีความยาวที่เหมาะสมกับคำถามที่ต้องการ

ชาญชัย ยมดิษฐ์ (2548 : 34-35) แบบทดสอบแบบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น เหมาะสำหรับการวัดความรู้ขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจ ข้อสอบแบบอัตนัยแบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบไม่จำกัดตอบ (Extended Response) และแบบจำกัดตอบ (Restricted Response) ซึ่งขึ้นอยู่กับการให้อิสระแก่นักเรียนใน การตอบ จากการศึกษาพบว่าเด็กระดับประถมศึกษาเขียนตอบแบบกำหนดโครงสร้างให้ตอบได้ดี ส่วนนักเรียนในระดับสูงเขียนตอบแบบไม่กำหนดโครงสร้างให้ตอบได้ดี

1. แบบไม่จำกัดตอบ (Extended Response) ข้อสอบแบบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบนี้ให้อิสระ เสรีแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ ในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อมูลเท็จจริงต่าง ๆ มาใช้ในการสอนโดยทั่วไปข้อสอบแบบนี้จะให้นักเรียนแสดงความสามารถ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการสังเคราะห์และการประเมินผล ข้อสอบนี้นับว่ามีคุณค่าอย่างยิ่งในการวัดขบวนการทางสมองที่สูงขึ้น ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระลึกถึงความรู้ที่เรียนไป เช่น

1.1 จงอธิบายทฤษฎีกำเนิดชนชาติไทยมา 1 ทฤษฎี

1.2 จงอธิบายเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยายกับการสอนแบบสืบสวน โดยให้บอกถึงหลักสำคัญที่ใช้ในการสอนแต่ละวิธี และข้อดี-ข้อเสียของการสอนทั้งสองแบบ

ขั้นที่ 2 ประเมินค่าความรู้ที่จำได้ เช่น

2.1 จงเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์และแบบอิงกลุ่มมาอย่างละเอียด

2.2 เพราะเหตุใดเอดิสันจึงได้รับการยกย่องเป็นอย่างมาก

2.3 จงทดลองเรื่องอากาศมีไอน้ำ

ขั้นที่ 3 รวบรวมความรู้และความคิดให้เป็นระบบ เช่น

3.1 จงกล่าวถึงความคล้ายคลึงกันในการที่สหรัฐอเมริกาเข้าไปมีส่วนพัวพันกับความขัดแย้งในประเทศเกาหลี และเวียดนามมา 3 ประการ

ขั้นที่ 4 แสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีเหตุผล เช่น

4.1 จงเปรียบเทียบและอธิบายเหตุผลการปกครองระบอบประชาธิปไตยของอังกฤษกับสหรัฐอเมริกา

ข้อเสียของข้อสอบประเภทนี้คือมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำ แต่มีข้อดีคือนักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี

2. แบบจำกัดตอบ (Restricted Response) ข้อสอบแบบนี้มักจะกำหนดขอบเขตแบบฟอร์มและเนื้อที่เฉพาะให้นักเรียนไม่มีอิสระ เสรีในการตอบมากนัก แบบทดสอบนี้ให้ตอบสั้นกว่าแบบแรก คำตอบอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ในวงจำกัด โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดขอบข่ายและความยาวในการตอบไว้ด้วยตัวอย่างเช่น ลักษณะภูมิอากาศ การปกครอง อาชีพของพลเมือง จงอธิบายสาเหตุของการเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 มา 3 ประการ จงยกตัวอย่างการกระทำที่แสดงถึงความรักชาติมา 5 ข้อ ส่วนดีของข้อสอบแบบนี้คือ ง่ายในการตรวจ มีความยุติธรรมและมีความเชื่อมั่นสูงกว่าข้อสอบประเภทไม่จำกัดคำตอบอีกด้วย

5. หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัย

มีนักการศึกษาได้ให้หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัยไว้ ดังนี้

สมบูรณ์ ตันยะ (2545 : 24-29) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. การสร้างข้อสอบควรคำนึงถึงลำดับความสำคัญของจุดมุ่งหมายที่วางไว้ตามที่ปรากฏในตารางการวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมายหรือพฤติกรรมใดมีน้ำหนักความสำคัญมากก็ออกข้อสอบเพื่อวัดพฤติกรรมนั้นมากให้ได้สัดส่วนตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพราะแบบทดสอบแบบนี้ถามได้น้อยข้อ เนื่องจากต้องเสียเวลาตอบนาน

2. พิจารณาให้รอบคอบว่าจะสร้างแบบข้อสอบให้คลุมเนื้อหาอะไรบ้าง เช่น จะสอบเฉพาะเนื้อหาที่ครูบรรยายอย่างเดียว หรือจะครอบคลุมไปถึงส่วนที่นักเรียนร่วมอภิปราย ทำรายงานหรืออ่านนอกเวลาด้วย และควรแจ้งให้ผู้สอนทราบล่วงหน้า เพื่อจะได้เตรียมตัวศึกษาค้นคว้าอย่างลึกซึ้ง

3. ไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ เพราะอาจมรการได้เปรียบเสียเปรียบกัน อันเนื่องมาจากข้อสอบมีความยากง่ายไม่เท่ากัน คะแนนที่ได้จึงนำมาเปรียบเทียบกันไม่ได้ เพราะตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวัดที่ไม่เท่ากัน

4. เขียนคำสั่งให้ชัดเจนว่าข้อสอบนั้น ๆ ต้องการให้ผู้สอบทำอย่างไรมีเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนอย่างไร ควรให้นักเรียนอ่านคำสั่งให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ ควรบอกให้ชัดเจนด้วยว่ามีการแบ่งส่วนคะแนนอย่างไร เพื่อผู้สอบจะได้วางแผนการตอบได้เหมาะสม

5. ถามปัญหาที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้จริง ๆ สามารถตอบปัญหาได้โดยพยายามนำกฎเกณฑ์ หรือความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ไม่ควรเป็นคำถามที่นักเรียนเคยพบหรือเคยทำมาก่อน เพราะจะกลายเป็นการวัดความจำไป

6. พยายามใช้คำถามหลาย ๆ แบบ มิใช่มีแต่คำถามประเภท ใคร อะไร ที่ไหน เมื่อไร เท่านั้น เพราะคำถามประเภทนี้มีลักษณะไปทางวัดความจำมากกว่าวัดสมรรถภาพอื่น คำถามที่ใช้วัดสมรรถภาพที่สูงขึ้นควรจะเป็นคำถามประเภท ทำไม อย่างไร หรือให้บรรยาย อธิบายเปรียบเทียบ หาความสัมพันธ์ ความขัดแย้ง ตีความ วิเคราะห์เหตุผล วิจารณ์ และประเมินผล เป็นต้น

7. ใช้คำถามที่สามารถบอกได้ว่าคำตอบใดดีกว่าคำตอบใด คำถามนั้น ๆ เมื่อนักเรียนตอบแล้วคนที่มีความรู้ทั้งหลายควรเห็นพ้องกันว่าเป็นคำตอบที่ดี คำตอบใดเป็นคำตอบที่ไม่ดี

8. เมื่อเขียนคำถามแล้วควรเขียนคำตอบที่ต้องการไว้ด้วยเลยเพื่อเป็นการตรวจสอบดูว่าคำถามนั้นชัดเจนดีแล้วหรือยัง คำถามนั้นเมื่ออ่านแล้วจะต้องตอบตามที่คิดไว้หรือไม่ หากยังไม่ตรงจะได้แก้ไขก่อนนำไปใช้ได้

9. ถ้าเป็นคำถามที่เกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ ข้อสอบนั้นควรมุ่งให้หาหลักฐานมายืนยัน หรือมาสนับสนุนมากกว่าที่จะทดสอบอย่างอื่น เช่น ข้อความที่ยังหาข้อมูลยุติไม่ได้ควรหลีกเลี่ยง การถามว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ แต่ควรจะทดสอบการหาสาเหตุมาสนับสนุนประเด็นนั้น ๆ

10. พยายามสร้างข้อคำถามหลาย ๆ ข้อ ให้พอเหมาะกับเวลาที่สอบ และควรกำหนดความยาวของข้อสอบ และความซับซ้อนของข้อสอบให้พอเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ

11. พยายามให้ข้อสอบมีจำนวนมากข้อ เพื่อจะได้ออกให้ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบด้วย เราอาจเพิ่มข้อสอบให้มากข้อโดยกำหนดให้ตอบสั้น ๆ

12. ถ้าข้อสอบมีหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อยั่วยุให้อยากตอบยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า หลักการสร้างแบบทดสอบอัตนัย มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ ประการที่หนึ่ง การใช้คำในตัวข้อสอบควรให้อ่านง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม ประการที่สอง ควรเขียนข้อสอบที่ต้องการคำตอบสั้น ๆ แต่มีหลายข้อย่อย และประการที่สาม ให้นักเรียนทำทุกข้อเหมือนกัน ไม่ควรให้มีข้อเลือก

6. การตรวจให้คะแนนคำถามอัตนัย

การตรวจให้คะแนนคำถามอัตนัยเป็นเรื่องยาก มีความไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับผู้ตรวจ ถึงแม้จะมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนแล้วก็ตามเพราะผู้ตอบสามารถแสดงความคิดอย่างเสรีและหลากหลาย จึงมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงหลักในการให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย ไว้ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545 : 132-138) ได้กล่าวว่า การสร้างข้อสอบแบบอัตนัยวัดความสามรถของนักเรียนมิได้จบสิ้นลงเพียงนำข้อสอบไปทดสอบนักเรียนเท่านั้น แต่ยังนำเอากระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนตามวิธีการตรวจที่มีระบบ เพื่อให้คะแนนที่ได้มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้หลังจากเราพอใจกับคำถามหรือข้อสอบซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการสอนและแบบทดสอบที่สร้างอย่างดีแล้ว งานขั้นถัดไป คือการตรวจให้คะแนนกระดาษคำตอบของนักเรียน ปัญหาในขั้นนี้คือ จะตรวจกระดาษคำตอบของนักเรียนด้วยวิธีการอย่างไร

1. จึงจะกำจัดความลำเอียงลงไปให้น้อยที่สุด
2. สนใจแต่เฉพาะคำตอบที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับคำถามเท่านั้น
3. ระวังอิทธิพลอันเกิดจากความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับการให้คะแนน
4. นำวิธีการที่เป็นมาตรฐานให้การตรวจเป็นไปอย่างเสมอต้นเสมอปลายแก่นักเรียนทุกคนสำหรับการตรวจที่จะทำให้เกิดความยุติธรรมเป็นไปอย่างคงเส้นคงวานี้นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญของการตรวจข้อสอบแบบนี้ ถ้าหากการตรวจขาดความคงเส้นคงวา เราก็ไม่สามารถนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันได้ มีวิธีการตรวจข้อสอบแบบอัตนัยที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบันมี 2 วิธี คือ

4.1 การตรวจแบบวิธีเทียบเกณฑ์ (Analytical Method หรือ Point Method) การตรวจข้อสอบอัตนัย โดยวิธีเทียบเกณฑ์นั้น ครูต้องกำหนดแนวการตอบไว้ก่อนโดยแยกแนวคำตอบออกเป็นตอนย่อย ๆ ตามความสำคัญ ฉะนั้น ในการตรวจให้คะแนนโดยวิธี

นี้ ผู้ตรวจจะต้องกำหนดรายละเอียดของคำตอบไว้ก่อนที่จะทำการตรวจในการตรวจให้คะแนน ผู้ตรวจจะนำเอากระดาษมาเทียบกับเกณฑ์ หรือแนวคำตอบที่ได้กำหนดแนวคำตอบนั้น ครูผู้ออกข้อสอบควรจะทำไว้พร้อม ๆ กับการเขียนข้อคำถามเลย ไม่ควรจะมากำหนดแนวการตอบเมื่อจะเริ่มตรวจการให้คะแนนแบบนี้เหมาะสำหรับข้อสอบแบบกำหนดขอบเขตของการตอบมากกว่าแบบไม่กำหนดขอบเขตของการตอบ

4.2 การตรวจข้อสอบอัตนัยโดยวิธีจัดอันดับคุณภาพนั้น ผู้ตรวจจะอ่านกระดาษคำตอบของ ผู้เข้าสอบทุกคนเสียก่อนทีละข้อ แล้วจึงนำคำตอบนั้นมาจัดเป็นกลุ่ม ๆ ตามความสามารถ เช่น กลุ่มดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ หรือใช้ไม่ได้ แล้วจึงตรวจดูคุณภาพของคำตอบในแต่ละกลุ่มอีกที เช่นในกลุ่มตอบดีมากนั้น ต้องพิจารณากันอีกทีว่า ใครตอบดีกว่ากัน ให้เรียงอันดันของกระดาษคำตอบให้ติดต่อกันไป แล้วจึงให้คะแนน ใครอยู่อันดับแรกก็ได้คะแนนสูงสุดลดน้อยลงไปตามลำดับ การตรวจแบบนี้จะทำให้คะแนนมีความเชื่อมั่นมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดการคิดเกี่ยวกับการคูณเพื่อจำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ พัฒนาจากเครื่องมือของ Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย ชนิดเติมคำตอบและแสดงร่องรอยการคิด จำนวน 10 ข้อ ครอบคลุมสถานการณ์ปัญหาการคูณทั้ง 5 ประเภท ได้แก่ การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน พหุคูณของจำนวน ผลคูณของสัดส่วน ผลคูณคาร์ทีเซียน และการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สามารถจำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 0 การคิดเบื้องต้น ระดับ 1 การคิดโดยใช้การนับ และระดับ 2 การคิดโดยใช้การบวก ระดับ 3 การคิดโดยใช้การคูณ และระดับ 4 การขยายผลการคิด

แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์ (Interview) เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในในการวิจัยครั้งนี้เพื่อทำการศึกษาเชิงลึก การสัมภาษณ์เป็นการสนทนาหรือการคุยโต้ตอบกันอย่างมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาความรู้ ความจริง ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า จากการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจให้ถูกต้อง จึงขอทำความเข้าใจในประเด็นต่างๆ ตามลำดับดังนี้ ความหมายของการสัมภาษณ์ ประเภทของของแบบสัมภาษณ์ ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์ การดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ความหมายของการสัมภาษณ์ (Interview)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

วัฒนา พัชราวนิช (2531 : 127-128) กล่าวว่า การสัมภาษณ์นั้นเป็นการค้นหาข้อเท็จจริง และทำให้ทราบความต้องการของเด็กเป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้นทำให้ ผู้มาขอรับคำปรึกษา กล้าพูดและกล้าบอกความเป็นจริงโดยไม่มีการปิดบังอำพรางและยังช่วยให้ นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

นิภา เมธธาวีชัย (2542 : 32) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคลโดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคล ลักษณะตัวต่อตัว การสัมภาษณ์ ดีกว่าการสังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ ตา หู และปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ สร้างความเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

มลิวัลย์ ผิวคราม (2554 : 1) ได้กล่าวถึงความหมายการสัมภาษณ์ไว้ว่าคือ การคุยอย่างมีจุดมุ่งหมาย ซึ่งนิยมใช้เป็นเครื่องมือวัดผลการศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความรู้สึกเป็นส่วนใหญ่ เช่น เกี่ยวกับบุคลิกภาพ การปรับตัว เจตคติ ความสนใจ รวมทั้งคุณลักษณะเกี่ยวกับการปฏิบัติในด้านวิธีการปฏิบัติ การใช้การสัมภาษณ์เพื่อวัดความสามารถในด้านความรู้ความคิดทางสติปัญญาก็สามารถใช้ได้ แต่ต้องระมัดระวังในกรณีที่ผู้ถูกสัมภาษณ์มีหลายคนและใช้คำถามคนละชนิดคนละเรื่อง ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการเปรียบเทียบคะแนน

อรัญ ซุยกระเดื่อง (2557 : 43) ได้กล่าวว่า การสัมภาษณ์ หมายถึงการสนทนาที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้ข้อมูลตามที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า โดยจะมีผู้สัมภาษณ์เป็นผู้ตั้งคำถามและผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถาม ผู้สัมภาษณ์จะเป็นผู้จดบันทึก ใช้เทปบันทึกเสียงหรือใช้วีดิโอเทปบันทึกคำตอบของคำถามต่าง ๆ การสัมภาษณ์นี้เหมาะกับการเก็ฐข้อมูลจากเด็ก ๆ หรือผู้ที่อ่านหนังสือไม่ค่อยได้

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์ หมายถึง การสนทนาที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้ข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะ ด้านความรู้สึก ความคิดของบุคคลและด้านพฤติกรรม โดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคลแบบตัวต่อตัว เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง ในขณะสัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ สร้างความน่าเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจและบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

2. ประเภทของแบบสัมภาษณ์

มีนักการศึกษาจำแนกประเภทของแบบสัมภาษณ์ไว้หลายทัศนะ ดังนี้

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2542 : 119-120) ได้กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์

ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Form) การสัมภาษณ์วิธีนี้ เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแปนอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง วิธีการสัมภาษณ์ตาม แบบฟอร์มของข้อคำถามที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อคำถามเหมือนกันทุกข้อ คำถามที่จะสัมภาษณ์จะต้องสร้างและจัดเตรียมข้อคำถามเป็นอย่างดี ก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ควรทำ ความเข้าใจกับคำถามทุกข้อให้ตรงกันเสียก่อน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ดียิ่งขึ้น

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Fom) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบ(Non-directive Interview) การสัมภาษณ์วิธีนี้เป็นแบบไม่ต้องเตรียมคำถาม เป็นการพูดคุยกันอย่างธรรมดา ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะเริ่มต้น สิ่งใดก่อน จนกระทั่งจะจบลงด้วยสิ่งใด ผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ระหว่าง การสนทนา ผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ให้ข้อมูล (Informant) สามารถพรรณนาความรู้สึกนึกคิดของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบโต้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึก นึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็น ในเรื่องต่าง ๆ ในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมาก ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไร ขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์ โดยมากการสัมภาษณ์ประเภทนี้มักจะเป็น การสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ค่านิยมทางการดำเนินงาน การดำเนินชีวิตและอุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์วิธีนี้จำเป็นและนิยมใช้กันมากในหมู่นักจิตวิทยา นักสังคมสงเคราะห์และแพทย์ ผู้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุดเพื่อให้ผู้ตอบอยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ (Focuses Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้วจึงพยายามตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกมาอย่างมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้น ๆ

2.3 การสัมภาษณ์แบบหยั่งลึก (In-depth Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่”

หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้ยเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำให้การสัมภาษณ์เหมาะสม

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 78-80) กล่าวว่า การสัมภาษณ์อาจแบ่งออกได้หลายแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ที่แบ่งตามเทคนิคการสัมภาษณ์ ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นและพิมพ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามชุดเดียวกัน อย่างเดียวกัน ผู้สัมภาษณ์จะจดบันทึกคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์ลงใน แบบสัมภาษณ์นั้น ข้อดีของการสัมภาษณ์แบบนี้คือผู้วิจัยสามารถจัดหมวดหมู่ สรุปได้ง่าย และลดเวลา ในการสัมภาษณ์

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน และผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะสัมภาษณ์ได้ในการสัมภาษณ์แบบนี้ อาจมีแนวการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ซึ่งจะมีหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการระบุไว้ เพื่อให้ผู้สัมภาษณ์จะได้ตั้งคำถามในแต่ละหัวข้อเอง ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความสามารถและความชำนาญในการสัมภาษณ์มาก

ไพศาล วรคำ (2554 : 253-254) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นการพูดคุยเพื่อให้ได้ข้อมูล ตามที่ต้องการ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สัมภาษณ์ การสัมภาษณ์มี 2 ประเภท คือ

1. แบบมีโครงสร้าง มีลักษณะคล้ายกับแบบสอบถาม คือ มีการเตรียมคำถามไว้ใน แบบฟอร์ม ผลจากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับคำถามในแบบฟอร์มที่กำหนด เหมาะสำหรับผู้สัมภาษณ์ที่ ไม่ค่อยมีเวลาและยังไม่มีความชำนาญในการสัมภาษณ์

2. แบบไม่มีโครงสร้าง จะมีเฉพาะหัวข้อหรือ แนวทางในการสัมภาษณ์เท่านั้น เป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง เปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็น ได้อย่างเต็มที่

อรัญ ซุยกระเดื่อง (2557 : 43) ได้แบ่งการสัมภาษณ์ออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. การสัมภาษณ์แบบที่มีโครงร่าง (Structured Interview) เป็นแบบที่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอนบางคำถามก็เป็นแบบปลายเปิด บางคำถามก็เป็นแบบปลายปิด การ

สัมภาษณ์แบบนี้เหมือนกับแบบสอบถามต่างกันตรงที่การสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้เขียนคำถามของผู้ตอบเอง

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงร่าง (Unstructerd Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้ล่วงหน้าแน่นอน ผู้สัมภษณ์สามารถเปลี่ยนแปลงคำถามได้ตลอดเวลา ตามสถานการณ์แต่ต้องมุ่งให้ได้ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความชำนาญการและต้องจำคำถามต่าง ๆ ได้

สรุปได้ว่า การสัมภาษณ์จำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดประเด็นคำถามไว้ล่วงหน้าแน่นอน และการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้ล่วงหน้าแน่นอน มีเฉพาะประเด็น หรือแนวทางในการสัมภาษณ์เท่านั้น ซึ่งผู้สัมภาณ์สามารถเปลี่ยนเปลี่ยงคำถามได้ตลอดเวลาตามสถานการณ์ เป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง

3. การดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์

จากการศึกษาการดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์ มีประเด็นที่สำคัญที่ควรพิจารณา ได้แก่ ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์ หลักในการสัมภาษณ์ คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดี ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ การสร้างแบบสัมภาษณ์ และการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 119-122) มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ส่วนประกอบของแบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์โดยทั่วไป จะประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

3.1.1 ส่วนแรก เป็นส่วนที่ใช้บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ เช่น ชื่อโครงการวิจัย วัน เดือน ปี ที่สัมภาษณ์ ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ฯลฯ ในส่วนนี้ผู้สัมภาษณ์ควรกรอกไว้ล่วงหน้า

3.1.2 ส่วนที่สอง เป็นส่วนที่ใช้บันทึกรายละเอียดส่วนตัวของผู้ให้การสัมภาษณ์ เช่น เพศ อายุ อาชีพ ศาสนา สถานภาพสมรส จำนวนบุตร ฯลฯ

3.1.3 ส่วนที่สาม เป็นส่วนที่เป็นข้อคำถาม และที่จะเป็นคำตอบตามจุดมุ่งหมายของการสัมภาษณ์

3.4 หลักในการสัมภาษณ์

หลักในการสัมภาษณ์เพื่อให้การรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ดำเนินไปได้อย่างดี ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เที่ยงตรง ควรมีหลักดังนี้

3.4.1 การเตรียมตัวก่อนไปสัมภาษณ์

1) ผู้สัมภาษณ์ต้องเข้าใจจุดประสงค์ของการวิจัยอย่างแจ่มชัด

2) ท่าการนัดแนะเวลาและสถานที่สัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่างที่จะไปสัมภาษณ์ กรณีที่จะไปสัมภาษณ์กับประชาชนในหมู่บ้าน ควรทำหนังสือขออนุญาตไปยังฝ่ายปกครอง เช่น นายอำเภอ กำนัน ไว้ล่วงหน้า อาจนัดสัมภาษณ์รวมกันที่วัด หรือไปสัมภาษณ์ตามบ้านของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะต้องศึกษาแผนที่หมู่บ้านและกำหนดเขตสัมภาษณ์ของแต่ละคนให้ชัดเจน จะได้ไม่สัมภาษณ์ซ้ำซ้อนกัน ในกรณีสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ผู้วิจัยเข้าไปคลุกคลีอยู่ในบ้านอยู่แล้ว และจะพบปะพูดคุยกันตามโอกาสที่เหมาะสม จึงไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามข้อนี้

3) กรณีสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง จะต้องเตรียมแบบสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า

4) ทำการซักซ้อมการสัมภาษณ์รวมทั้งวิธีบันทึกข้อมูลไว้ล่วงหน้า ให้คล่องแคล่วไม่ ประหม่าหรือเก้อเขิน ถ้าเป็นไปได้ควรท่องจำคำถามต่าง ๆ ไว้ ซึ่งจะช่วยให้ดำเนินการสัมภาษณ์ไปได้อย่างราบรื่น

3.4.2 การเริ่มต้น

1) ก่อนเริ่มสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ควรแนะนำตนเอง บอกจุดม่งหมายของการสัมภาษณ์ให้ผู้ที่จะให้สัมภาษณ์เข้าใจ

2) สร้างความคุ้นเคย ความเป็นมิตร โดยสนทนาในเรื่องที่คาดว่าผู้ให้สัมภาษณ์จะสนใจ โดยใช้เวลาเล็กน้อย

3.4.3 การดำเนินการสัมภาษณ์

1) ผู้สัมภาษณ์ต้องมีกิริยาสุภาพเรียบร้อย ยิ้มแย้มแจ่มใส

2) ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่แปลได้หลายทาง เหมาะสำหรับระดับผู้ให้สัมภาษณ์

3) ใช้คำถามที่สามารถตอบได้ทันที

4) สัมภาษณ์ทีละคำถาม

5) ผู้สัมภาษณ์ต้องมีพื้นความรู้อย่างดีในเรื่องที่จะสัมภาษณ์

6) ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจคำถาม ก็ตั้งคำถามใหม่หรืออธิบายคำถามให้เข้าใจ

7) การจดบันทึกคำตอบควรทำอย่างรวดเร็ว

8) ไม่เร่งรัดหรือคาดคั้นคำตอบจากผู้ให้สัมภาษณ์

9) ไม่ใช้คำถามที่เป็นการชี้แนะคำตอบ

10) ไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือชุดในลักษณะที่เป็นการสั่งสอนผู้ให้สัมภาษณ์

11) กล่าวแสดงความขอบคุณผู้ให้สัมภาษณ์ หลังสัมภาษณ์เสร็จแล้ว

3.5 คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดี

คุณสมบัติของผู้สัมภาษณ์ที่ดีควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

3.5.1 มีบุคลิกภาพที่ดี ผู้สัมภาษณ์ควรมีกิริยามารยาทสุภาพ เรียบร้อย นิ่มนวล แจ่มใส ซึ่งจะช่วยให้บรรยากาศการสัมภาษณ์เป็นไปด้วยดี โน้มน้าวให้ผู้สัมภาษณ์อยากให้ความร่วมมือ อย่างจริงใจ

3.5.2 มีมนุษยสัมพันธ์ดี ผู้สัมภาษณ์ควรเป็นผู้มีมนุษยสัมพันธ์ดี สามารถติดต่อสื่อสารกับคนอื่นได้อย่างคล่องแคล่ว

3.5.3 มีไหวพริบดี ผู้สัมภาษณ์ที่ดีควรริบรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว แก้ปัญหาเฉพาะ หน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันต่อเหตุการณ์

3.5.4 เป็นคนช่างสังเกต ในการสัมภาษณ์ถ้าผู้สัมภาษณ์เป็นคนช่างสังเกตจะช่วยให้ได้ ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์และเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ซึ่งช่วยในการตัดสินใจและนำมาประกอบการแปลความหมายข้อมูล

3.5.5 มีความซื่อสัตย์ ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความซื่อสัตย์ต่อข้อมูล ไม่ทำการบิดเบือน แปลความ ตีความหรือสรุป ขัดแย้งไปจากข้อความจริงที่ตนได้รับ

3.5.6 มีความรับผิดชอบในการสัมภาษณ์ ทำการสัมภาษณ์ด้วยความสนใจใคร่รู้มีความตั้งใจให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เที่ยงตรง

3.5.7 มีความอดทน ในการสัมภาษณ์บุคคลอื่น บางครั้งต้องเดินทางไปสัมภาษณ์คนที่ไม่ รู้จักและอยู่ห่างไกล ใช้เวลาสัมภาษณ์นาน ผู้ให้สัมภาษณ์บางคนอาจมีกริยาอาการหรือบุคลิกภาพที่ไม่ค่อยเหมาะสมในสายตาของผู้สัมภาษณ์การแต่งกายไม่สะอาด ฯลฯ ซึ่งผู้สัมภาษณ์จะต้องใช้ความอดทนมีความเห็นอกเห็นใจคนอื่น

3.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์ มีดังนี้

3.6.1 ข้อดีของการสัมภาษณ์

1) เป็นเทคนิคที่ใช้รวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่วัยเด็กถึงวัยชรา เหมาะอย่างยิ่ง สำหรับผู้ที่อ่านไม่ออกเขียนไม่ได้หรือมีปัญหาในการอ่านและเขียน

2) สามารถปรับคำถามให้ชัดเจนขึ้นได้ ถ้าผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจก็เปลี่ยน

คำถามให้เกิด ความเข้าใจได้

3) ผู้ให้สัมภาษณ์จะให้ความร่วมมือมากกว่าวิธีส่งแบบสอบถามไปให้ตอบ

4) ระหว่างการสัมภาษณ์สามารถสังเกตความจริงใจในการตอบของผู้ถูกสัมภาษณ์จาก กิริยา ท่าทางได้

5) ระหว่างการสัมภาษณ์ตรวจสอบคำตอบได้และสามารถหาข้อมูลได้ลึกขึ้นเมื่อเกิดข้อ สงสัยในคำตอบ

3.6.2 ข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

1) ต้องใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลมาก การสัมภาษณ์แต่ละครั้งจะต้องใช้เวลาใน การเดินทางไปกลับ ในการสัมภาษณ์แต่ละคน ดังนั้นจึงต้องใช้ความพยายามและค่าใช้จ่ายสูง

2) ผู้ให้สัมภาษณ์อาจตอบไม่ตรงกับข้อความจริงของตนด้วยความจงใจ

3) คุณภาพข้อมูลที่ได้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้สัมภาษณ์

3.7 การสร้างแบบสัมภาษณ์

การสร้างแบบสัมภาษณ์มีขั้นตอนน้อยกว่าประเภทอื่น ๆ เพราะ มักเป็นคำถามกว้าง ๆ ให้ผู้ตอบ ตอบโดยอิสระและได้ข้อมูลที่เป็นความจริงมากที่สุด ซึ่งมี 3 ขั้นตอนสำคัญ คือ

3.7.1 ศึกษาทฤษฎี หลักการ ตัวแปร หรือประเด็นสำคัญที่ต้องการทราบข้อมูล

3.7.2 สร้างข้อคำถามให้สัมพันธ์กับประเด็นหรือคำสำคัญที่ต้องการทราบข้อมูลโดยยึดหลัก ดังนี้

1) ไม่ใช้คำถามที่เป็นการชักนำให้เกิดคำตอบที่ต้องการ

2) ไม่ใช้คำถามที่ทำให้ผู้ตอบรู้สึกต่อต้าน หรือทำให้เกิดอคติในการตอบข้อมูล

3) ไม่ใช้คำถามที่เป็นความขัดแย้งค่านิยมของสังคม เพราะผู้ตอบจะตอบตามค่านิยม ทำให้ไม่ได้รับความจริง

3.7.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ออกแบบข้อคำถามไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

3.7.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการทดสอบความตรงทดลองใช้กับผู้ที่มีลักษณะใกล้เคียง

3.8 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์

ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ จะดู 2 ประเด็นหลัก ๆ ดังนี้

3.8.1 ความตรง: ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

1) ความครบถ้วนของคำถาม

2) ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ถาม

3.8.2 ความเที่ยง: เพื่อดูความสอดคล้องของคำตอบได้

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์เพื่อศึกษาการคิดเกี่ยวกับการคูณ เป็นแบบมีโครงสร้าง มีการกำหนดประเด็นคำถามไว้ล่วงหน้าแน่นอน ซึ่งเป็นการสนทนา ซักถาม โต้ตอบ ระหว่างบุคคลแบบตัวต่อตัวให้ได้ข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าในด้านการคิด คุณลักษณะ ความรู้สึกและพฤติกรรมของนักเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการคูณ การคิดเกี่ยวกับการคูณ และระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ซึ่งนักวิจัยหลาย ๆ ท่านได้ทำการศึกษาไว้ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

รุ่งทิวา นาบำรุง (2550 : 1-6) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาและวิเคราะห์วิถีธรรมชาติแห่งการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรื่องการคูณและการหารจำนวนนับของเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7 - 10 ปี กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ แก่เด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 – ป.3) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนสวัสดีวิทยา ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่างๆ กัน โดยทำการเลือกแบบเจาะจงจากเด็กในแต่ละช่วงอายุ (3 ช่วงอายุ ได้แก่ 7-8, 8-9 และ 9-10 ปี) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ให้ข้อมูลเบื้องต้น ช่วงอายุละ 2 คน รวมเป็น 6 คน และกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก ช่วงอายุละ 5 คน รวมเป็น 15 คน เครื่องมือในการเก็บข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม และ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลเชิงลึก ประกอบด้วย ชุดคำถาม แบบสัมภาษณ์และแบบบันทึกการสัมภาษณ์ จากการศึกษาพบว่า 1) เมื่อเสนอโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยในเรื่องการคูณและการหารจำนวนนับให้ เด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี สามารถแสดงการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามธรรมชาติได้อย่างหลากหลาย โดยนิยมใช้การนับดำเนินการแก้ปัญหามากที่สุด รองลงมาคือการบวก/การลบ และการใช้ตัวแบบ มีวิธีการที่หลากหลาย 2) เด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี มีลักษณะเฉพาะของการคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นของตนเองใช้การหยั่งรู้ด้วยตนเอง สามารถแสดงการคิดโดยธรรมชาติของตนเองได้ทั้งที่เป็นเรื่องที่ไม่คุ้นเคยและยังไม่ได้เรียนมา โดยนำความรู้เชิงสหัสญาณ ทักษะและการดำเนินการทาง

คณิตศาสตร์ที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนมาทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่แปลกใหม่ เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาแล้วสร้างข้อสรุปจากข้อมูลหรือสถานการณ์ต่างๆ และพบว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์ของเด็กมีทั้งในระดับที่ต่ำจนถึงระดับที่สูง ในการดำเนินการแก้ปัญหาของเด็กมีทั้งการใช้ตัวแบบในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นระยะที่ใช้ประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ ใช้การนับในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นระยะของการใช้ภาพเป็นสื่อประกอบการนับ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นระยะของการสร้างสัญลักษณ์

นันทพร บุญวาส (2554 : 65-67) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการคูณและการหาร เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการคูณและการหารก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกทักษะ และ ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดฝึกทักษะเรื่องการคูณและการหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 3–4 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 3-4 โรงเรียนวัดสระบัว จังหวัดปทุมธานี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 3-4 ปี การศึกษา 2553 จำนวน 52 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการคูณและการหาร ชุดฝึกทักษะเรื่องการคูณและการหาร แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการคูณและการหาร และแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการคูณและการหาร ผลจากการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกทักษะเรื่องการคูณและการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 ได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำชุดฝึกระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.06 ของคะแนนเต็ม และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้ชุดฝึกทักษะคิดเป็นร้อยละ 76.20 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการคูณและการหาร หลังการใช้ชุดฝึกทักษะสูงกว่าก่อนใช้ชุดฝึกทักษะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกทักษะอยู่ในระดับมากที่สุด

วีระชัย ทะใคร่กลาง (2554 : 121-122) ได้ทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่องการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาบรบือ 1 โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้ 1) เพื่อศึกษาแบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด 2) เพื่อศึกษาสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด 3) เพื่อ ศึกษาหาแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาบรบือ 1 อำเภอบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสาคาม เขต 1 จำนวน 167 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย จำนวน

10 ข้อและแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) แบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมี 2 แบบรูป คือ คือ การตีความด้านภาษา และการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ แบบรูปของข้อผิดพลาดมี 2 แบบรูป คือ ผิดพลาดในเทคนิคการทำ และขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา 2) สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ขาดทักษะการอ่านแปลความ ขาดทักษะ ในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ขาดทักษะในหลักการบวก ลบ คูณ หารจำนวนนับ สาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด คือ ขาดความรอบคอบ ขาดการไตร่ตรอง และขาดการ รอบคอบในการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา 3) แนวทางแก้ไขการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ สอนซ่อมเสริม การฝึกทักษะด้วย นวัตกรรม ด้วยการเสริมแรง แนวทางการแก้ไขการเกิดข้อผิดพลาด คือ สร้างความตระหนัก และฝึกทักษะ

มาลินี คำชมพู (2554 : 177-182) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาแบบฝึกเรื่อง การคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหนองบึงทวาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 34 คน ได้มาจากประชาการทั้งหมด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบฝึก แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า 1) ประสิทธิภาพของแบบฝึก เรื่อง การคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 76.80/76.12 2) ดัชนีประสิทธิผลของแบบฝึก เรื่อง การคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6040 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ โดยใช้แบบฝึก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ โดยใช้แบบฝึก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

สุทธารัตน์ บุญเลิศ (2556 : 1-6) ได้ทำการวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบการพัฒนาความคิดรวบยอดทางการคูณของนักเรียนภายใต้บริบทการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด และ ศึกษาการพัฒนาความคิดรวบยอดทางการคูณของนักเรียนภายใต้บริบทการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 1 โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การวิเคราะห์เอกสาร การวิเคราะห์วีดิทัศน์ การวิเคราะห์โพรโทคอล การวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียน และการบรรยายเหตุการณ์ตามลำดับที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และข้อมูลเชิงปริมาณใช้สถิติในการบรรยายข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ การจำแนก

พฤติกรรมและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน อาศัยแนวคิด 4 ขั้นการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด ผลจากการวิจัยนี้ ทำให้ได้หลักฐานที่แสดงให้เห็นถึงการพัฒนายุทธวิธีเชิงความตระหนักในการคิดของนักเรียนระหว่างการแก้ปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิดในบริบทการศึกษาชั้นเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและความตระหนักแก่ครูและนักการศึกษาเกี่ยวกับความสำคัญของการเรียนการสอน “การแก้ปัญหา” ในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์และเน้นวิธีการสำคัญเกี่ยวกับการปฏิบัติโดยอาศัยเครื่องมือจากกระบวนการศึกษาชั้นเรียน ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนายุทธวิธีเชิงความตระหนักในการคิดของนักเรียน

จตุพร นาสินสร้อย (2557 : 117-120) ได้ทำการวิจัยเพื่อสำรวจการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การคูณ ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 2 ปี การศึกษา 2556 จำนวน 8 คน โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในระบบการพัฒนาวิชาชีพครู เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ จำนวน 15 แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกภาคสนาม แบบบันทึกการสัมภาษณ์ โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 4 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีการแสดงแนวคิดที่หลากหลาย โดยพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ 7 ประเภท คือ 1) แนวคิดเกี่ยวกับเซต นักเรียนแสดงเซตที่มีเงื่อนไขการจัดสิ่งของชนิดเดียวกันให้รวมกันเป็นกลุ่มและเซตที่มีเงื่อนไขการจัดสิ่งของชนิดเดียวกันให้รวมกันเป็นกลุ่มโดยที่สมาชิกในแต่ละกลุ่มเท่ากัน 2) แนวคิดเกี่ยวกับหน่วย นักเรียนใช้หน่วยการนับหรือหน่วยนับ ได้แก่ การนับทีละหนึ่ง การนับทีละสอง และการนับทีละห้า 3) แนวคิดเกี่ยวกับการแสดงแทน นักเรียนใช้เครื่องหมายกากบาทเพื่อแสดงแทนถึงการคูณโดยที่ตัวตั้งเป็นจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มและตัวคูณเป็นจำนวนกลุ่ม และการใช้บล็อกแสดงแทนการจัดกลุ่มสิ่งของให้เป็นไปตามเงื่อนไขการใช้การคูณในการคำนวณหาจำนวนสิ่งของทั้งหมด 4) แนวคิดเกี่ยวกับการดำเนินการ นักเรียนระบุการดำเนินการเพื่อหาจำนวนสิ่งของทั้งหมดโดยใช้การคูณ 5) แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการ นักเรียนเขียนตารางการคูณของ 2 ตารางการคูณของ 5 ตารางการคูณของ 3 และตารางการคูณของ 4 โดยที่ผลลัพธ์จะเพิ่มขึ้นตามตารางการคูณนั้น 6) แนวคิดเกี่ยวกับสมบัติพื้นฐาน นักเรียนแสดงสมบัติการสลับที่การคูณและเอกลักษณ์การคูณ 7) แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงการกระทำนักเรียนใช้แนวคิดเกี่ยวกับหน่วยตรวจสอบจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มเพื่อให้เป็นกลุ่มสิ่งของชนิดเดียวกัน โดยที่แต่ละกลุ่มมีสมาชิกเท่ากัน

งานวิจัยต่างประเทศ

Clark, F. B. (1993 : 65) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการคิดเกี่ยวกับการคูณในนักเรียนเกรด 1-5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนนักเรียนเกรด 1 – 5 จำนวน 336 คน จากโรงเรียนรัฐบาลหนึ่งในเมืองเบอร์มิ่งแฮม รัฐอลาบาม่า ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์รายบุคคลและถ่ายวิดีโอ ข้อคำถามจะเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการการให้อาหารปลาขนาดต่าง ๆ กัน A, B, C ซึ่งจะกินอาหารเป็น 1, 2, 3 เท่าตามลำดับ มีชิพเล็ก ๆ แทนอาหารให้ปลา แล้วสังเกตความแตกต่างระหว่างเด็กแต่ละคน ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถแบ่งระดับการคิดออกเป็น 4 ระดับ 1. เปรียบเทียบได้ 2. การคิดแบบการบวก +1 หรือ +2 3. การคิดแบบการบวก +2 จาก “2 เท่า” และ +3 จาก “3 เท่า” 4. การคิดแบบการคูณ และจากกาสำรวจพบอีกว่าการคิดแบบการคูณเกิดขึ้นในชั้นต้น ๆ และถูกพัฒนาอย่างช้า ๆ ดังจะเห็นได้จากผลการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่า 45% ของนักเรียนเกรด 2 มีการคิดอยู่ระดับที่ 4 แต่มีเพียง 48% ของนักเรียนเกรด 5 ที่มีการคิดอยู่ระดับ 4 ขั้นสูง จึงสรุปได้ว่าการเรียนรู้การคูณเริ่มต้นในเกรด 2 นั้นสมควรแล้ว แต่ครูต้องไม่คาดหวังให้นักเรียนทุกคนใช้การคูณได้ แม้จะอยู่ถึงเกรด 5 แล้วก็ตาม และ ไม่ควรให้ความหมายของการคูณว่าเป็นเพียงการบวกซ้ำ ๆ เท่านั้น

Jacob, L. and Willis, S. (2001 : 306-313) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างการคิดเกี่ยวกับการบวกและการคิดเกี่ยวกับการคูณ และ เพื่อศึกษาวิธีการจำแนกความแตกต่างการคิดเกี่ยวกับการบวกและการคิดเกี่ยวกับการคูณในเด็ก กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนเกรด 3 และ 4 จากโรงเรียนหนึ่งในเมืองเพิร์ท ประเทศออสเตรเลีย จำนวน 14 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์เกินกว่าค่าเฉลี่ย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลแยกห้องกัน ผลจากการศึกษาพบว่า ในกลุ่มเป้าหมายพบเด็กสองคนที่มีแนวคิดแตกต่างกันอย่างชัดเจน รูบี้คิดโดยใช้แนวคิดการบวก และนาธานคิดโดยใช้แนวคิดการคูณ รูบี้นึกถึงการจัดกลุ่มโครงสร้างในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคูณแต่ไม่ทั้งหมด ในสถานการณ์ที่เธอนึกได้เธอพุ่งความสนใจไปที่จำนวนในแต่ละกลุ่มและทำให้สามารถนับข้ามหรือทำการบวกซ้ำๆเพื่อแก้ปัญหา แต่ในสถานการณ์ที่นึกไม่ได้เธอจะใช้การนับหนึ่งต่อหนึ่ง ส่วนนาธานจะรับรู้การจัดกลุ่มได้โดยคำนึงถึงจำนวนกลุ่มและจำนวนในแต่ละกลุ่ม เขาสามารถสร้างตัวคูณและตัวตั้งได้จากสถานการณ์ที่ต่างกัน เขาไม่เพียงใช้ตัวคูณในปัญหาการคูณแต่ยังสามารถใช้ในการแก้ปัญหาการหารได้อีกด้วย ความเข้าใจนี้ทำให้เขาเข้าใจและแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้

Jacob, L. and Willis, L. (2003 : 1-8) ได้ทำการวิจัยเพื่อสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนจากการคิดโดยมีแนวคิดการบวกไปสู่การคิดเกี่ยวกับการคูณของเด็ก

โดยมีคำถามการวิจัยดังนี้ 1) ข้อแตกต่างระหว่างการคิดเกี่ยวกับการบวกและการคิดเกี่ยวกับการคูณคืออะไรบ้าง 2) ครูสามารถจำแนกความแตกต่างในข้อ 1 ได้อย่างไร 3) พัฒนาการอะไรที่เปลี่ยนไปบ้างในระหว่างที่เด็กเปลี่ยนสู่การคิดเกี่ยวกับการคูณ และ 4) สิ่งใดที่ช่วยให้เด็กเปลี่ยนจากการคิดโดยมีแนวคิดการบวกไปสู่การคิดเกี่ยวกับการคูณ ผลจากการศึกษาได้สังเคราะห์ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณออกมาเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 1) การนับแบบ 1-1 (one-to-one counting) 2) องค์ประกอบของการบวก (additive composition) 3) การนับแบบ many-to-one (many-to-one counting) 4) ความสัมพันธ์ของการคูณ (multiplicative relations) 5) การดำเนินการของตัวดำเนินการ (operating on the operators)

Siemon, D. et al. (2005 : 1-7) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงจากการคิดแบบการบวกมาสู่การคิดแบบการคูณ ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการสำรวจโดยใช้งานวิจัยที่มีอยู่แล้วเพื่อแบ่งแยกพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณของเด็กอายุ 4 – 8 ปี ของนักเรียนโรงเรียนในวิคตอเรียและแทสมาเนีย ผลจากการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงจากการคิดแบบการบวกมาเป็นการคิดแบบการคูณนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย นักเรียนจำนวนมากถูกบังคับให้ใช้การคูณโดยที่ตัวเขานั้นยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการคูณเพียงพอ ทางออกหนึ่งที่ทำให้นักเรียนก้าวไปข้างหน้าได้นั้นต้องเรียนรู้อย่างช้า ๆ พร้อมทั้งปล่อยเวลาให้กับตัวเขา

Siemon, D. and Breed, M. (2010 : 11) ได้ทำการวิจัยเพื่ออธิบายกระบวนการเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือและเกณฑ์การให้คะแนนรูบริคที่ถูกใช้ใน “Scaffolding Numeracy in the Middle Years Numeracy Project 2003-2006.” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอายุ 4-8 ปี จำนวนประมาณ 3,500 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบ แนวคิดหลักที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบ การให้คะแนนแบบรูบริค และโปรโตคอล เก็บรวบรวมข้อมูลแล้ววิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวัดผลของ Rasch ผลจากการวิจัย คะแนนรวมจากแบบทดสอบแต่ละชุดเป็นการรวมคะแนนจากแต่ละข้อ ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อจะแตกต่างกันโดยให้คะแนนจากพื้นฐานการแสดงการคิดของนักเรียน และจำแนกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณออกได้ 8 ระดับ

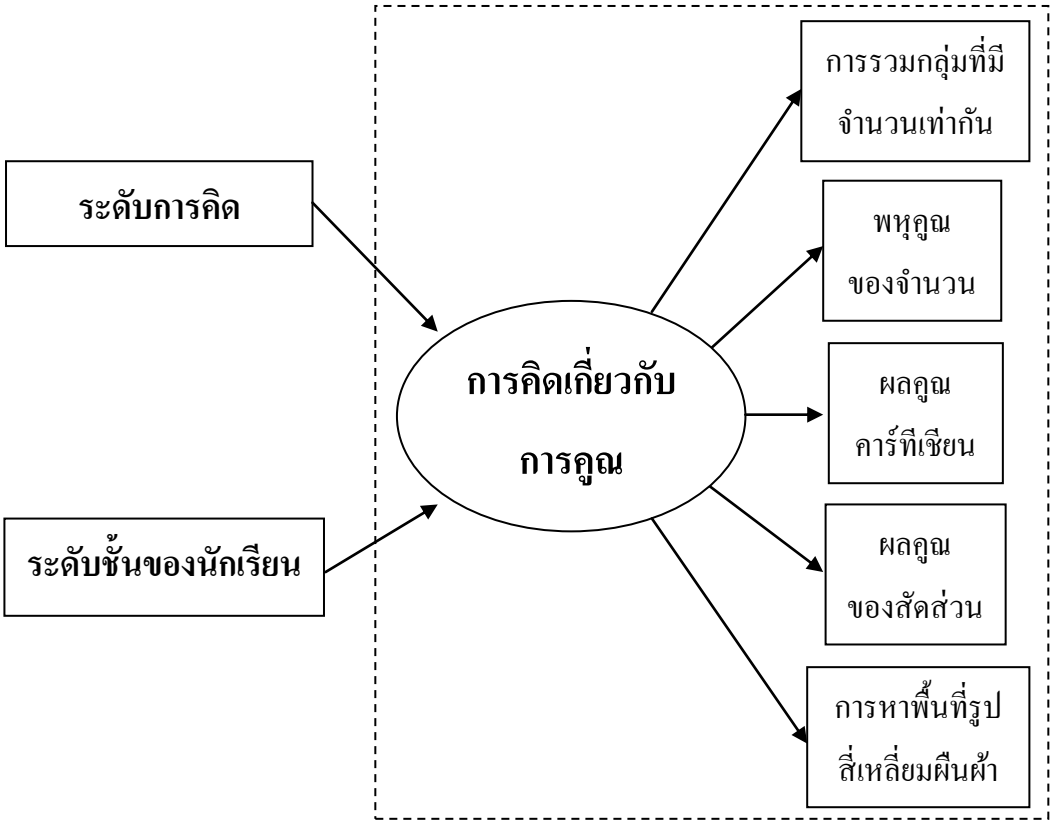
Breed, M. (2011 : 194-195) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนเกรด 4-8 โดยกลุ่มตัวอย่างสุ่มจากกลุ่มตัวอย่างของโครงการ Scaffolding Numeracy in the Middle Years Project (SNMY) ที่มีจำนวนกว่า 3,200 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นรายบุคคล ผลจากการศึกษา ได้ปรับปรุงทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับนี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ผลโดยรวมของโครงการ SNMY ชี้ให้เห็นว่า

35% ของนักเรียนในเกรด 7 และ 8 เพิ่มขึ้น จากที่ไม่มีความรู้พื้นฐาน ทักษะ หรือความเข้าใจกลับประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นที่สูงขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนักวิจัยหลายท่านได้ตระหนักถึงปัญหาและความสำคัญเกี่ยวกับการคูณจึงได้ทำการศึกษาวิจัยการคิดเกี่ยวกับการคูณในแง่มุมต่าง ๆ เช่น มโนทัศน์ของการคูณ ประเภทของการคูณ การคิดเกี่ยวกับการคูณ การวัดและประเมินระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ และการพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณ

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศไทยพบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา เพื่อแนวทางในการพัฒนาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา

กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 8 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการหาประชากรและกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย ผู้วิจัยได้มีวิธีในการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 383 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 199 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิตามสัดส่วน (Proportional Stratified Random Sampling) โดยมีรายละเอียดดังนี้

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 39 คน
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 41 คน
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 34 คน
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 28 คน

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 29 คน

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 28 คน

ซึ่งผู้วิจัยสนใจศึกษาว่านักเรียนแต่ละชั้นมีความแตกต่างกันอย่างไร จึงทำการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane, T. (1973 : 727) ดังนี้

สูตร $n = \frac{N}{1+Ne^2}$

$n =$ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$N =$ จำนวนประชากร (383 คน)

$e =$ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้น (0.05)

แทนค่าในสูตร

$$n = \frac{383}{1+383(0.05)^2}$$

$$= 195.66$$

จากการคำนวณสูตรได้กลุ่มตัวอย่าง $n = 196$ คน ซึ่งคิดเป็น ร้อยละได้เป็น

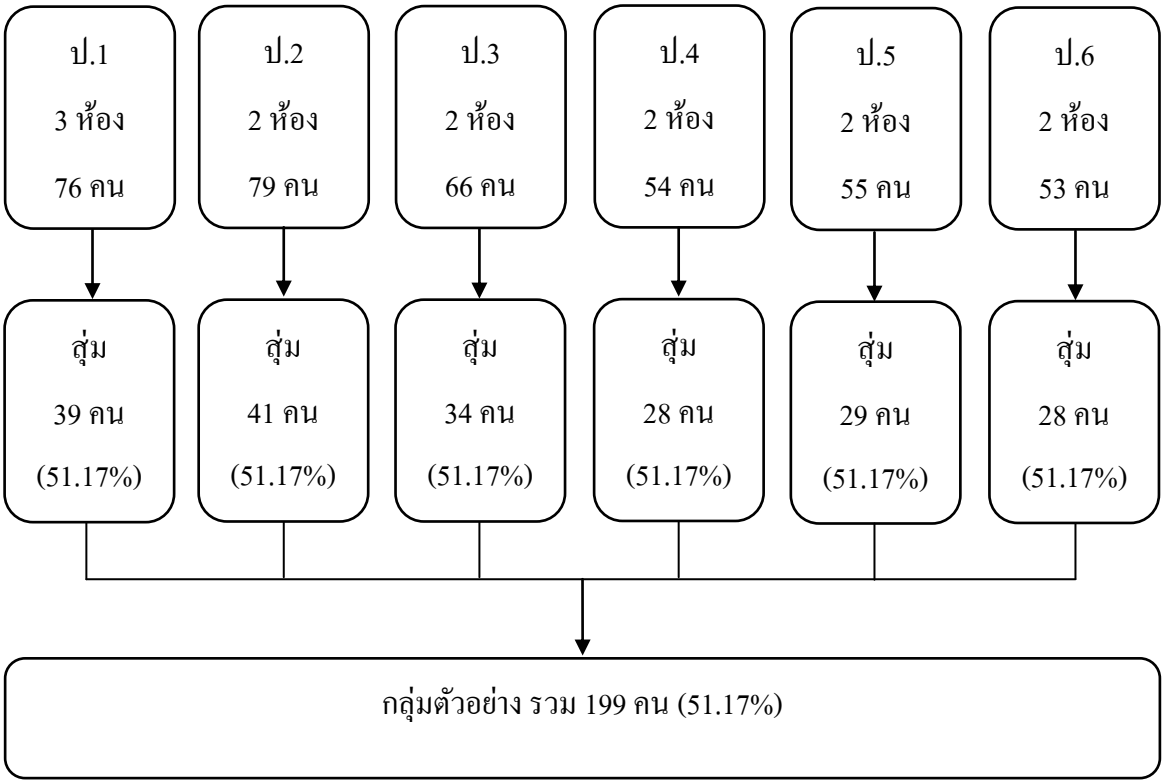
ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง = $\frac{196}{383} \times 100 = 51.17\%$

นั้นคือ ผู้วิจัยต้องการกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 51.17 จากประชากรทั้งหมด จึงสุ่มตัวอย่างร้อยละ 51.17 จากประชากรในแต่ละชั้น จะได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นดังที่แสดงในตารางที่ 9 ซึ่งสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จะมีขนาดเท่ากับสัดส่วนของประชากร

ตารางที่ 11 จำนวนกลุ่มตัวอย่างของนักเรียน แต่ละชั้นปี

ชั้นประถมศึกษาปีที่	ห้อง	จำนวนนักเรียน	จำนวนนักเรียนแต่ละชั้น	ขนาดกลุ่มตัวอย่างแต่ละชั้น
1	1	17	76	39
	2	31		
	3	28		
2	1	42	79	41
	2	37		
3	1	33	66	34
	2	33		

ชั้นประถมศึกษาปีที่	ห้อง	จำนวนนักเรียน	จำนวนนักเรียนแต่ละชั้น	ขนาดกลุ่มตัวอย่างแต่ละชั้น
4	1 2	26 28	54	28
5	1 2	27 28	55	29
6	1 2	26 27	53	28
รวม		383	383	199



แผนภาพที่ 9 จำนวนขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นปี

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ เป็นแบบอัตนัย ชนิดเติมคำตอบและแสดงร่องรอยการคิด จำนวน 10 ข้อ ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาการคูณทั้ง 5 ประเภท ประเภทละ 2 ข้อ เป็นข้อง่ายจำนวน 1 ข้อและข้อยากจำนวน 1 ข้อ โดยที่ข้อจำนวนคี่เป็นข้อง่าย คะแนนเต็ม 3 คะแนน และข้อจำนวนคู่เป็นข้อยาก คะแนนเต็ม 4 คะแนน รวมเป็น 10 ข้อ คะแนนเต็ม 35 คะแนน มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ข้อ 1-2 เป็นประเภทการรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน (Equal Groups)

1.2 ข้อ 3-4 เป็นประเภทพหุคูณของจำนวน (Multiplying Factor)

1.3 ข้อ 5-6 เป็นประเภทผลคูณของสัดส่วน (Multiple Proportion)

1.4 ข้อ 7-8 เป็นประเภทผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product)

1.5 ข้อ 9-10 เป็นประเภทการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle Area)

2. แบบสัมภาษณ์การคิดเกี่ยวกับการคูณ เป็นแบบมีโครงสร้าง ซึ่งมีประเด็นในการสัมภาษณ์ 4 ประเด็น เพื่อศึกษาการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. แบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

การสร้างแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย ชนิดเติมคำตอบและแสดงร่องรอยการคิด ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 วิเคราะห์เนื้อหาที่จะใช้ในสร้างแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ มาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาเนื้อหาการคูณ ประเภทของการคูณ การคิดเกี่ยวกับการคูณ ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ จากหนังสือ บทความและรายงานการวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.3 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ จากเอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางการศึกษาของ อรัญ ซุยกระเดื่อง (2557 : 35-37) และ หนังสือวัดและประเมินผลการศึกษาของ ไพศาล วรคำ (2554 : 243-244)

1.4 สร้างแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ แบบอัตนัย ชนิดเติมคำตอบและแสดงร่องรอยการคิด ซึ่งพัฒนามาจากเครื่องมือของ Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาการคูณทั้ง 5 ประเภท ประเภทละ 3 ข้อ รวมเป็น 15 ข้อ ต้องการใช้จริงประเภทละ 2 รวมเป็น 10 ข้อ

1.5 นำแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องเหมาะสม ความชัดเจนของคำถาม และภาษาที่ใช้ในการเขียน จากนั้นนำคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

1.5.1 ดร.ทนงเกียรติ พลไชยา ค.ด. (คณิตศาสตรศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

1.5.2 ดร.วันทิตา ทะลาสี ค.ด. (คณิตศาสตรศึกษา) ศึกษานิเทศก์ ชำนาญการ สพม. นครราชสีมา เขต 31 ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตรศึกษา

1.5.3 ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ค.ด. (การวัดผลและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและเครื่องมือ

1.6 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item – Objective Congruence Index : IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

1.7 ผู้วิจัยนำผลการประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (อรัญ ซุยกระเดื่อง. 2557 : 45) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไปเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่า แบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณทั้ง 15 ข้อ มีค่า IOC มากกว่า 0.6 อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ และนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขสถานกาณ์ปัญหาให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.8 นำแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณที่ได้รับการประเมินแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งนักเรียนทุกคนได้ผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับการคูณในระดับประถมศึกษามาแล้ว เพื่อดูความเหมาะสมของเวลาและจำนวนข้อสอบ

1.9 นำแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p : Index of difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (r : Index of discrimination) ของแบบวัดเป็นรายข้อ แล้วเลือกข้อที่มีความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะถือว่าแบบวัดใช้ได้ ซึ่งปรากฏว่า ทั้ง 15 ข้อ อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.29-0.74 และ มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.52-0.71

1.10 เลือกข้อสอบจำนวน 10 ข้อ ประกอบด้วย 5 ประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ ประเภทละ 2 ข้อ โดยมีข้อง่ายจำนวน 5 ข้อ และข้อยากจำนวน 5 ข้อ

1.11 นำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ของครอนบาค ผลปรากฏว่า แบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.90

1.12 นำแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว จำนวน 10 ข้อ ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

2. แบบสัมภาษณ์การคิดเกี่ยวกับการคูณ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์การคิดเกี่ยวกับการคูณ ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์ จากหนังสือการวิจัยทางการศึกษาของ ไพศาล วรคำ (2554 : 249-250)

2.2 กำหนดประเด็นข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์การคิดเกี่ยวกับการคูณ ให้สอดคล้องกับหลักการ ทฤษฎีเกี่ยวกับการตั้งคำถาม ครอบคลุมเนื้อหา จุดมุ่งหมายและประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา

2.3 สร้างแบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้างแบบปลายเปิด ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง จำนวน 6 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายในชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง

2.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสร็จแล้ว เสนอคณะกรรมการควบคุม วิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษา และความสอดคล้อง ระหว่างแบบสัมภาษณ์กับวัตถุประสงค์ของการวิจัยและให้คำแนะนำ

2.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งและให้ข้อเสนอแนะ

2.6 นำข้อเสนอแนะทั้งหมดมาปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์การคิดเกี่ยวกับการคูณพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทำเรื่องขออนุญาตทางโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนระดับประถมศึกษา และ กำหนดวันเวลาในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ดำเนินการเก็บข้อมูล โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ทำการวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยใช้แบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ระยะที่ 2 ทำการตรวจแบบทดสอบและจัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนแต่ละคน หลังจากนั้นใช้การจับสลากนักเรียนจำนวน 6 คน จากกลุ่มนักเรียนที่มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง (ระดับ 3-4) และในระดับชั้นที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง นำมาสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นรายบุคคล พร้อมทั้งบันทึกเสียง เพื่อศึกษาการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ และการวิเคราะห์ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ แบบรูบริค (Scoring Rubric) พัฒนามาจากแนวคิดของ Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) ซึ่งแบบวัดการคิดเกี่ยวกับการคูณข้อง่ายวัดได้ถึงระดับ 3 จะให้คะแนนตั้งแต่ 0 - 3 คะแนน และข้อยากวัดได้ทุกระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณจะให้คะแนนตั้งแต่ 0 - 4 คะแนน ตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 12 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ		เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
กลุ่มพื้นฐาน	ระดับ 0	- ไม่มีคำตอบ หรือ ตอบผิดโดยไม่มีร่องรอยการคิด	0
	ระดับ 1	- ตอบผิดโดยมีร่องรอยการคิดชี้ให้เห็นการนับแบบหนึ่งต่อหนึ่ง หรือ ตอบถูกโดยไม่มีร่องรอยการคิด หรือ ในประเภทผลคูณคาร์ทีเชียนสามารถแสดงร่องรอยการนับได้บางส่วน	1
	ระดับ 2	- ตอบถูกทั้งหมด โดยมีร่องรอยการคิดแสดงถึงแนวคิดการบวก เช่น ผีเสื้อ 5 ตัวมีปีก 4+4+4+4+4 = 20 หรือ ตอบถูกบางส่วน โดยมีร่องรอยชี้ให้เห็นถึงแนวคิดที่ใช้ หรือ ในประเภทผลคูณ คาร์ทีเชียนสามารถแก้ปัญหาได้สมบูรณ์	2
กลุ่มสูง	ระดับ 3	- ตอบถูกทั้งหมด โดยมีร่องรอยการคิดชี้ให้เห็นถึงแนวคิดการคูณ เช่น ผีเสื้อ 5 ตัวมีปีก 5× 4 = 20	3
	ระดับ 4	- ตอบถูกทั้งหมด โดยใช้แนวคิดการคูณ และสามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนชี้ให้เห็นว่ามีการคิดอย่างเป็นระบบ หรือสามารถใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการคิดคำนวณหรือในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น 400-8 ในการคิด 4×98 หรือ ในการคูณด้วย 15 คิดในใจโดยใช้ 10 คูณก่อนแล้วบวกกับครึ่งหนึ่งของค่าที่ได้	4

2. การแปลความหมาย (Translation)

การแปลความหมายความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ พัฒนามาจากแนวคิดของ Siemon, D. et al. (2006 : 113-118) ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 13 การแปลความหมายระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ		คะแนนรวม	คำอธิบาย
กลุ่มพื้นฐาน	ระดับ 0	0	- การคิดเบื้องต้น : เป็นระดับที่สามารถสังเกตได้เพียงความแตกต่างมากกว่าและน้อยกว่าเท่านั้น ยังไม่สามารถนับจำนวนได้
	ระดับ 1	1 – 10	- การคิดโดยใช้การนับ : เป็นระดับที่สามารถใช้ยุทธวิธีในการนับจำนวนเพื่อหาจำนวนของสิ่งของชนิดเดียวกันจากหลายๆกลุ่มได้ จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม หรือ อาศัยการสร้างแบบจำลอง
	ระดับ 2	11 – 20	- การคิดโดยใช้การบวก : เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณในปัญหาที่ซับซ้อนหรือไม่คุ้นเคย โดยอาศัยแนวคิดการบวก การวาดภาพ อีกทั้งเข้าใจการคงที่ของจำนวนเมื่อมีการจัดเรียงใหม่ และสามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเชียนได้ในบางส่วน
กลุ่มสูง	ระดับ 3	21 – 30	- การคิดโดยใช้การคูณ : เป็นระดับที่สามารถตีความเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการคูณ มีการคิดอย่างเป็น ระบบ สามารถแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดการคูณ เริ่มคิดเป็นนามธรรมได้ ไม่ต้องใช้การสร้างแบบจำลองหรือการรับรู้โดยตรง เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของกลุ่มที่มีขนาดเท่ากัน จำนวนกลุ่มและผลรวมทั้งหมด ซึ่งสามารถคิดย้อนกลับได้ ทำให้แก้ปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ และ สามารถแก้ปัญหาผลคูณคาร์ทีเชียนได้สมบูรณ์

ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ		คะแนนรวม	คำอธิบาย
	ระดับ 4	31 – 35	- การขยายผลการคิด : เป็นระดับที่สามารถแก้ปัญหาการคูณโดยใช้ยุทธวิธีต่างๆ สมบัติของการคูณ หรือดำเนินการโดยใช้ตัวแปร นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง รวมทั้งการแสดงแนวคิดโดยใช้ภาษา สัญลักษณ์และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis)

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตรวจแบบวัดการคิดเกี่ยวกับการคูณ และแบบสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.1 การศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับคูณ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ วิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำเสนอด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis)

3.2 การศึกษาระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง วิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ศึกษาการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูงของนักเรียน โดยใช้วิธีการศึกษาเฉพาะรายกรณี (Case Study Method) แล้วนำเสนอด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติที่พื้นฐาน (อรัญ ซุยกระเดื่อง. 2557 : 51-57) ได้แก่

1.1 การแจกแจงความถี่ (Frequency) เพื่อแสดงจำนวนของข้อมูลว่าแต่ละข้อมูลนั้นมีกี่จำนวน

1.2 ร้อยละ (Percentage)

$$\text{ร้อยละ} = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ f แทน จำนวนใด ๆ ที่ต้องการหาร้อยละ

N แทน จำนวนทั้งหมด

1.3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูล

n แทน จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

1.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ (อรัญ ซุยกระเดื่อง. 2557 : 35-37) ได้แก่

2.1 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่ให้คะแนนหลายระดับ ใช้สูตร ดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - 2NX_{min}}{2N\left(X_{max} - X_{min}\right)}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

N แทน จำนวนคนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ให้คะแนนหลายระดับ โดยใช้สูตรดังนี้

$$D = \frac{S_H - S_L}{N\left(X_{max} - X_{min}\right)}$$

เมื่อ S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha) มีสูตรดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1)\sum\left(X_i - C\right)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบ

X_i แทน คะแนนแต่ละคน

C แทน คะแนนผ่าน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผลการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา แสดงได้โดยจำนวนและร้อยละของนักเรียนระดับประถมศึกษาในแต่ละระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในตารางที่ 12

ตารางที่ 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณตามระดับของการคิด

กลุ่ม	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
กลุ่มพื้นฐาน	158	79.40	ระดับ 0	3	1.51
			ระดับ 1	121	60.80
			ระดับ 2	34	17.09
กลุ่มสูง	41	20.60	ระดับ 3	38	19.09
			ระดับ 4	3	1.51

จากตารางที่ 13 พบว่า จำนวนของนักเรียนระดับประถมศึกษาในกลุ่มพื้นฐาน จำนวน 158 คน คิดเป็นร้อยละ 79.40 จำแนกตามระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ได้ดังนี้ ระดับ 0 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.51 ระดับ 1 จำนวน 121 คน คิดเป็นร้อยละ 60.80 และระดับ 2 จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 17.09 และ จำนวนของนักเรียนระดับประถมศึกษาในกลุ่มสูง จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 20.60 จำแนกตามระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ได้ดังนี้ ระดับ 3 จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 19.09 และระดับ 4 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.51

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง

ผลการศึกษาระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง นำเสนอโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ระดับชั้นของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง

ระดับชั้นของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 15 ระดับชั้นของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง

ชั้น	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ			
	กลุ่มพื้นฐาน		กลุ่มสูง	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ป.1	39	100	-	-
ป.2	41	100	-	-
ป.3	34	100	-	-
ป.4	18	64.29	10	35.71
ป.5	18	62.07	11	37.93
ป.6	8	28.57	20	71.42
โดยรวม	158	79.40	41	20.60

จากตารางที่ 13 พบว่า ระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 35.71

2.2 ผลการศึกษาการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูงของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เป็นกรณีศึกษา จำนวน 6 คน

ผลการศึกษาการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูงของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เป็นกรณีศึกษา จำนวน 6 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายในกลุ่มที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง (ระดับ 3-4) ในระดับชั้นที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4) โดยใช้การสัมภาษณ์ หลังจากการวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์การคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกรณีศึกษา จำนวน 6 คน ได้แก่ เอม อ๋อ เนย โชกุน เชอรี่ และแบงค์ ที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณอยู่ในกลุ่มสูง จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนทั้งหมดคิดว่าการคูณมีประโยชน์ทำให้สะดวกในการคำนวณได้รวดเร็วกว่าการนับหรือการบวก และพูดในทำนองเดียวกัน เช่น “การบวกก็ใช้ทำได้ครับ แต่มันช้า ใช้การคูณเร็วกว่า” เมื่อพวกเขาเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาการคูณที่ซับซ้อนขึ้นหรือไม่คุ้นเคย เขาตีความและทำความเข้าใจสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถาม จากนั้นพวกเขาสามารถใช้การคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูงได้ โดยมีเข้าใจในความสัมพันธ์ของจำนวนสามจำนวน ได้แก่ จำนวนกลุ่ม จำนวนภายในกลุ่ม และจำนวนรวมทั้งหมด สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของจำนวนที่กำหนดให้และคิดแบบเป็นนามธรรมได้ โดยไม่ต้องอาศัยการวาดภาพหรือการสร้างแบบจำลองจากของจริง เมื่อพิจารณาพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมานั้น พวกเขามีความมั่นใจ สามารถอธิบายเหตุผลให้เข้าใจได้ชัดเจน และกระตือรือร้นในการคิด ดังคำพูดของนักเรียนเช่น “ปัญหาสนุกมากเลยค่ะ อยากทำแบบนี้อีก มีอีกไหมคะ?” รายละเอียดของกรณีศึกษาแต่ละคนมีดังนี้

กรณีของเอม สรุปได้ว่า เอมสามารถตีความและทำความเข้าใจในปัญหาการคูณ สามารถนำแนวคิดการคูณไปใช้ได้ คิดอย่างเป็นลำดับ ไม่จำเป็นต้องวาดภาพหรือสร้างแบบจำลอง แต่ยังขาดความแม่นยำในการคิดคำนวณเมื่อมีการคูณจำนวนที่มากขึ้น และใช้เวลานานในการคิด เมื่อถามคำถามในอีกมุมมองโดยใช้การคิดย้อนกลับ เอมจะเกิดความสับสน เอมไม่สามารถคิดได้ในทันที แต่หลังจากที่ได้คำชี้แนะ เอมก็เกิดการคิดได้เอง เมื่อพิจารณาพฤติกรรมที่แสดงออกมา เอมเป็นคนที่ไม่ค่อยชอบคิด ต้องมีการกระตุ้น ไม่มั่นใจในการตอบคำถาม

กรณีของอ๋อ สรุปได้ว่า อ๋อสามารถตีความและทำความเข้าใจในปัญหาการคูณ เข้าใจสิ่งที่กำหนดให้ว่าผีเสื้อแต่ละตัวต้องมีหนวด ลำตัวและปีกอย่างละเท่าไร และ จำนวนในปัญหาสื่อถึงสิ่งใด จากนั้นเธอสามารถคิดได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วอย่างเป็นระบบ ใช้แนวคิดการคูณ คิดแบบเป็นนามธรรมได้ คิดย้อนกลับได้ เพียงแต่อ๋อไม่สามารถอธิบายแนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ แต่เมื่อได้รับการชี้แนะ เธอก็สื่อสารได้ชัดเจน เมื่อพิจารณาพฤติกรรมที่แสดงออกมา อ๋อเป็นคนช่างสงสัย ชอบซักถาม ตอบอย่างมั่นใจ

กรณีของเนย สรุปได้ว่า เนยสามารถตีความและทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างดี แสดงวิธีการคิดได้หลากหลาย อย่างเป็นระบบ ใช้แนวคิดการคูณ เริ่มคิดเป็นนามธรรมได้โดยไม่ต้องอาศัยการวาดภาพและการสร้างแบบจำลอง เนยไม่สามารถแสดงการคิดในทางย้อนกลับได้ แต่เมื่อได้รับคำชี้แนะ เธอก็สามารถคิดเองได้อย่างรวดเร็ว เมื่อพิจารณาพฤติกรรมที่แสดงออกมา เนยเป็นคนช่างพูดช่างคุย ชอบแสดงความคิดเห็น อธิบายได้ชัดเจน

กรณีของโชกุน สรุปได้ว่า โชกุนมีความเข้าใจการคูณ สามารถตีความและทำความเข้าใจปัญหา มีการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลอย่างเป็นระบบ แสดงขั้นตอนวิธีการคิดได้หลากหลาย สามารถนำการคูณไปประยุกต์ใช้ คิดได้อย่างรวดเร็ว สามารถแสดงแนวคิดและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาที่แสดงออกมา โชกุนเป็นคนที่พูดจาฉะฉาน มีความมั่นใจในตัวเอง อธิบายได้ชัดเจนอย่างมีเหตุมีผล

กรณีของเชอร์รี่ สรุปได้ว่า เธอสามารถตีความและทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาการคูณได้ดี อธิบายได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหามีสิ่งใดบ้าง และสิ่งที่ต้องหาคำตอบคือสิ่งใด เธอแสดงให้เห็นว่ามีขั้นตอนการคิดที่หลากหลาย เธอคิดได้อย่างรวดเร็ว โดยมีการคิดอย่างเป็นระบบ คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล ประยุกต์การคูณไปใช้ได้ดี คิดแบบเป็นนามธรรม แก้ปัญหาในการคิดย้อนกลับได้ และ สื่อสารออกมาได้อย่างเข้าใจและชัดเจน เมื่อพิจารณาพฤติกรรมที่แสดงออกมา เชอร์รี่เป็นคนขี้อายเมื่ออยู่กับคนแปลกหน้า แต่เมื่ออยู่กับเพื่อนๆ จะร่าเริงและขี้เล่น เธอตอบคำถามได้อย่างมั่นใจ อย่างเป็นเหตุเป็นผล

กรณีของแบงค์ สรุปได้ว่า แบงค์สามารถตีความและทำความเข้าใจในปัญหาการคูณได้ดี เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนที่กำหนดให้และสื่อไปถึงคำตอบที่ต้องการค้นหา คิดอย่างเป็นระบบ อย่างเป็นเหตุเป็นผล ใช้แนวคิดการคูณ คิดแบบเป็นนามธรรมได้ แก้ปัญหาได้ทั้งทางตรงและทางอ้อมโดยใช้การคิดย้อนกลับได้ และสื่อสารออกมาได้อย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาพฤติกรรมที่แสดงออกมา แบงค์ เป็นคนที่มั่นใจในตัวเอง อธิบายด้วยเหตุและผล

สรุปจากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง เมื่อเผชิญสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ จะสามารถตีความโจทย์ ทำความเข้าใจปัญหา แก้ปัญหาได้โดยอาศัยแนวคิดการคูณ สามารถคิดแบบเป็นนามธรรมได้ เข้าใจในความสัมพันธ์ของจำนวน สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน แก้ปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ และ สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาพฤติกรรมที่แสดงออกมานั้น จะมีความมั่นใจ กระตือรือร้นในการคิด และสามารถอธิบายเหตุผลให้เข้าใจได้ชัดเจน

สรุปตอนที่ 1 ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มพื้นฐาน คิดเป็นร้อยละ 79.40 จำแนกตามระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ได้ดังนี้ ระดับ 0 คิดเป็นร้อยละ 1.51 ระดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 60.80 และระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 17.09 และ การคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง คิดเป็นร้อยละ 20.60 จำแนกตามระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ได้ดังนี้ ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 19.09 และระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 1.51

สรุปตอนที่ 2 ระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูงนี้ เมื่อเผชิญสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ จะสามารถตีความโจทย์ เข้าใจปัญหา แก้ปัญหาได้โดยอาศัยแนวคิดการคูณ เริ่มคิดเป็นนามธรรมได้ เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของจำนวน แก้ปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ และสามารถแสดงแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย
2. สรุปผลการวิจัย
3. อภิปรายผลการวิจัย
4. ข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา
2. เพื่อศึกษาระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง

สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มพื้นฐาน คิดเป็นร้อยละ 79.40 จำแนกตามระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณได้ดังนี้ ระดับ 0 คิดเป็นร้อยละ 1.51 ระดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 60.80 และระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 17.09 และ การคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง คิดเป็นร้อยละ 20.60 จำแนกตามระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ได้ดังนี้ ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 19.09 และระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 1.51 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยตามประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย (ตารางภาคผนวกที่ 6) ได้ดังนี้ การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน ($\overline{X}$ = 2.58, S.D. = 2.19) ผลคูณของสัดส่วน ($\overline{X}$ = 2.43, S.D. = 2.07) พหุคูณของจำนวน ($\overline{X}$ = 1.92, S.D. = 2.53)

การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ($\bar{X}$ = 1.88, S.D. = 1.97) และ ผลคูณคาร์ทีเชียน ($\bar{X}$ = 1.20, S.D. = 1.63) ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูงนี้ เมื่อเผชิญสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ จะสามารถตีความโจทย์ เข้าใจปัญหา แก้ปัญหาได้โดยอาศัยแนวคิดการคูณ เริ่มคิดเป็นนามธรรมได้ เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของจำนวน แก้ปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ และสามารถแสดงแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา พบว่า นักเรียนระดับประถมศึกษา ส่วนใหญ่มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับพื้นฐาน ที่เป็นเช่นนี้เพราะเนื้อหาการคูณมีความซับซ้อนกว่าการบวกและการนับ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการทำความเข้าใจการคูณ และไม่สามารถนำการคูณไปใช้อย่างมีความหมายได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Irwin, K.C. (2004 : 111-116) ที่ว่า มโนทัศน์ของการคูณเป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากการพัฒนาการคิดในระดับพื้นฐานไปสู่การคิดระดับสูง เนื่องจากการคูณเป็นการพัฒนามาจากมโนทัศน์การบวกและการคูณซับซ้อนกว่าการบวก ทั้งนี้เพราะการคูณเกี่ยวข้องกับปริมาณที่แฝงอยู่ (Implicit Quantification) แต่เด็กและคนส่วนใหญ่ยังคงใช้การคำนวณที่เป็นการบวกหรือการบวกซ้ำ และไม่ได้พัฒนาแนวคิดไปสู่การใช้วิธีการคูณ อีกทั้งจะเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณอยู่ในระดับ 1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ใช้แนวคิดการนับเป็นหลักในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ มากกว่าแนวคิดการบวกและการคูณ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Steffe, L.P. (2000 : 10) ที่ว่า การคูณเกี่ยวข้องกับการนับและบ่อยครั้งที่เด็กจะใช้การนับเพื่อดิ้นรนในการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งทิวา นาบำรุง (2550 : 172-173) พบว่า เมื่อเสนอโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยในเรื่องการคูณให้เด็กที่มีอายุ 7-10 ปี จะสามารถแสดงการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามธรรมชาติได้อย่างหลากหลาย โดยนิยมใช้การนับในการแก้ปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ การบวกหรือการลบ และการใช้ตัวแบบ ถ้าเด็กไม่สามารถใช้การบวกหรือการลบได้คล่อง ส่วนใหญ่มักจะใช้การนับ

จำนวนทั้งหมดเพื่อหาคำตอบ ซึ่งอาจจะใช้การนับหลังจากวาดภาพหรือใช้ตัวแบบ แล้วใช้การนับเพิ่มทีละ 1 และยังสามารถหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณที่ยังไม่ได้เรียนได้ด้วย นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในด้านการจัดการเรียนรู้ ครูส่วนใหญ่ยังไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและอย่างมีความหมายได้ เน้นแต่การสอนมโนทัศน์ให้นักเรียนจดจำความหมายของการคูณที่ว่าการคูณเป็นการบวกซ้ำๆ เพียงอย่างเดียว สอนแบบท่องจำโดยเน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ครูทำให้ดูเป็นตัวอย่าง ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาการคิดเกี่ยวกับคูณจากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับสูงได้ สอดคล้องกับ Clark, F. B. (1993 : 1-73) ที่ว่า เด็กนักเรียนจำนวนมากมีปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นเพราะพวกเขาถูกสอนให้รู้ความหมายการคูณโดยใช้แนวคิดการบวกซ้ำๆ เพียงอย่างเดียว พวกเขาจะไม่สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับการคูณได้ จนกว่าเด็กจะมีการคิดเกี่ยวกับการคูณ และสอดคล้องกับ Steffe, L. (1991 : 177-178) ที่ว่า เมื่อเด็กไม่สามารถพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณ มาจากแนวคิดการนับ การบวก และการสร้างความสัมพันธ์ของการคูณได้จะเป็นปัญหาในการพัฒนาการคิดในระดับสูง และจะไม่สามารถแสดงแทนจำนวนต่างๆ ด้วยสิ่งที่เป็นรูปธรรม ภาพจากการจัดกลุ่มหรือการอธิบายแนวคิดนั้นออกมา และเมื่อพิจารณาในด้านการเรียนรู้ของนักเรียน นักเรียนระดับประถมศึกษามีอายุระหว่าง 6-12 ปี ธรรมชาติของนักเรียนวัยนี้จะมีการคิดแบบเป็นรูปธรรม แต่ปัญหาเกี่ยวกับการคูณนั้นเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมหรือจำเป็นต้องใช้การคิดในระดับสูง ซึ่งอาจจะต้องอาศัยการสะสมความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในการคิดพื้นฐานมาก่อนจึงจะสามารถพัฒนาการคิดไปสู่การคิดในระดับสูงเกี่ยวกับการคูณได้ สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (สุรางค์ โค้วตระกูล : 2553 : 40-44) ที่ว่า เด็กในช่วงอายุ 7-11 ปี จะอยู่ในขั้นคิดอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งจะมีความสามารถในการสร้างภาพในใจ ทราบความคงตัวของสสารแม้แปรรูปหรือเปลี่ยนที่ สามารถคิดเปรียบเทียบมากกว่าน้อยกว่า สามารถแบ่งกลุ่มหรือจัดหมู่ได้ สามารถเรียงลำดับได้ และมีความสามารถในการคิดย้อนกลับ และเมื่อเด็กมีอายุ 12 ปีถึงวัยผู้ใหญ่ จะก้าวสู่ขั้นการคิดอย่างเป็นนามธรรม เด็กสามารถที่จะคิดหาสาเหตุนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ ตั้งสมมติฐานและความเป็นจริงที่อาจเป็นไปได้ อีกทั้งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546 : 14) ที่ว่า ประสบการณ์เดิมนั้นเป็นแรงผลักดันที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้กระบวนการทางคณิตศาสตร์และมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน และสอดคล้องกับคำกล่าวของ อัมพร ม้าคนอง (2546 : 6-7) ที่ว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัย

ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานของการสร้างความรู้ใหม่ มีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณาตามประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ พบว่า นักเรียนแก้ปัญหาการคูณประเภทการรวมกลุ่มของจำนวนที่เท่ากันได้ดีที่สุด และแก้ปัญหาประเภทผลคูณคาร์ทีเซียนได้น้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการรวมกลุ่มของจำนวนที่เท่ากันนั้น นักเรียนสามารถคิดในลักษณะแบบเป็นรูปธรรมได้ง่ายที่สุด ซึ่งอาจเป็นการสร้างแบบจำลอง การใช้ตัวแบบหรือการวาดภาพ เพื่อใช้การนับ นับข้าม การบวก แล้วพัฒนาสู่การคูณที่สูงขึ้นในการแก้ปัญหาได้ง่าย ในทางตรงกันข้าม ปัญหาประเภทผลคูณคาร์ทีเซียน มีความเป็นนามธรรมสูง การที่นักเรียนจะนับจำนวนทั้งหมดได้นั้น จำเป็นต้องคิดอย่างเป็นระบบ จึงยากที่จะใช้การบวกซ้ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุทธารัตน์ บุญเลิศ (2556 : 2-3) พบว่า การบวกซ้ำเป็นแนวทางคำนวณการคูณแต่ไม่ใช่นิยามการคูณ การคูณไม่ได้จำกัดแค่การบวกซ้ำ แต่ยังมีทฤษฎี (Schema of Correspondence) ที่เป็นรากฐานของความเข้าใจเรื่องการคูณมากกว่าแนวคิดเรื่องการบวกซ้ำ หรือ อาจเป็นเพราะการใช้ภาษา นักเรียนไม่เข้าใจคำศัพท์จึงไม่เข้าใจว่าโจทย์ให้อะไรบ้างและต้องการที่จะหาอะไร ตัวอย่างที่พบมากจากการสัมภาษณ์ คือ คำว่า “เท่า” นักเรียนไม่เข้าใจว่าหมายถึงอะไร จะให้ดำเนินการต่อไปอย่างไร แม้นักเรียนจะเรียนผ่านมาแล้วก็ตาม สอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งทิวา นาบำรุง (2550 : 172) ที่พบว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาตร์ความเข้าใจในภาษามีส่วนสำคัญต่อการแก้ปัญหาของเด็กเป็นอย่างมาก เนื่องจากจะมีคำบางคำทางคณิตศาสตร์ที่เด็กเข้าใจ และคำบางคำที่เด็กไม่เข้าใจ เช่นคำว่า “เท่า” “จัดได้กี่แบบ” ซึ่งคำเหล่านี้ถือว่าเป็นคำใหม่สำหรับเด็ก เด็กที่มีความเข้าใจในภาษาจะมีส่วนช่วยให้เด็กเข้าสู่ระยะการคิดได้เป็นอย่างดีและเด็กคนนั้นมีแนวโน้มที่จะดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายการคิดได้

2. ผลการศึกษาระดับชั้นของนักเรียนที่เริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง พบว่า นักเรียนระดับประถมศึกษา เริ่มมีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง (ระดับ 3-4) คือชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นเช่นนี้เพราะนักเรียนเริ่มเรียนรู้การคูณตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และ มีการพัฒนาสู่การคิดเกี่ยวกับการคูณต่อไป เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของการคิดเกี่ยวกับการคูณที่เพิ่มขึ้นทุกชั้นปี จนมีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูง ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (อายุ 10 ปี) สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (สุรางค์ โค้วตระกูล : 2553 : 40-44) ที่ว่า เด็กในช่วงอายุ 7-11 ปี จะอยู่ในขั้นคิดอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งจะมีความสามารถในการสร้างภาพในใจ ทราบความคงตัวของสสารแม้แปรรูปหรือเปลี่ยนที่ สามารถคิดเปรียบเทียบมากกว่าน้อยกว่า สามารถแบ่งกลุ่มหรือจัดหมู่ได้ สามารถ

เรียงลำดับได้ และมีความสามารถในการคิดย้อนกลับ และ เมื่อเด็กมีอายุ 12 ปีถึงวัยผู้ใหญ่ จะก้าวสู่ขั้นการคิดอย่างเป็นนามธรรม เด็กสามารถที่จะคิดหาสาเหตุนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ ตั้งสมมติฐานและความเป็นจริงที่อาจเป็นไปได้ และสอดคล้องกับคำกล่าวของ Piaget (1987 : 101) ที่ว่า ธรรมชาติการคิดทางการคูณจะเกิดขึ้นเมื่อเด็กอายุ 7-10 ปี และจากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูงนี้ เมื่อเผชิญสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ จะสามารถตีความโจทย์ ทำความเข้าใจปัญหา แก้ปัญหาได้โดยอาศัยแนวคิดการคูณเริ่มคิดเป็นนามธรรมได้ เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของจำนวน แก้ปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ และสามารถแสดงแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Siemon, D. et al. (2006 : 113) ที่ว่าเด็กที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูงจะมีลักษณะดังนี้ มีความสามารถในการคิดต่อจำนวนต่างๆ อย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ เช่น จำนวนนับ และศูนย์ ทศนิยม เศษส่วนทั่วไป อัตราส่วน และ ร้อยละ มีความสามารถในการตีความและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคูณทั้งทางตรงและทางอ้อม มีการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพจากหลากหลายลักษณะ เช่น คำพูด แผนภาพ สัญลักษณ์ ท่าทาง และการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithms) และสอดคล้องงานวิจัยของ Clark, F. B. (1993 : 66) พบว่า นักเรียนที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูง จะสามารถสร้างความสัมพันธ์สองลักษณะในเวลาเดียวกัน โดยเป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่เป็นนามธรรมมากกว่าหนึ่งระดับชั้นได้ นอกจากนี้ชั้นที่นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูง คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นเช่นนี้ อาจเป็นเพราะนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ผ่านการเรียนรู้ทุกเนื้อหาของระดับประถมศึกษามาแล้ว เกิดความรู้และประสบการณ์จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆที่ผ่านมา อีกทั้งยังอยู่ในช่วงอายุที่เปลี่ยนจากการคิดที่เป็นรูปธรรมมาเป็นนามธรรมได้ จึงส่งผลต่อกระบวนการคิดและนำไปสู่การเรียนรู้ ทำให้สามารถทำความเข้าใจในแนวคิดเกี่ยวกับการคูณและสื่อสารออกมาได้อย่างชัดเจน จึงมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูง สอดคล้องกับคำกล่าวของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546 : 14) ที่ว่า ประสบการณ์เดิมนั้นเป็นแรงผลักดันที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์และมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน และสอดคล้องกับคำกล่าวของ อัมพร ม้าคนอง (2546 : 6-7) ที่ว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานของการสร้างความรู้ใหม่ มีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งจากงานวิจัยของ Clark, F.B. (1993 : 63-65) พบว่าเด็กเริ่มมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูงเมื่ออยู่ Grade 2 (อายุ 7 ปี) และเด็กส่วนใหญ่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูงเมื่ออยู่ Grade 4 (อายุ 10 ปี) แต่ในบริบทของเด็กไทยอาจจะเกิด

การคิดเกี่ยวกับการคูณในกลุ่มสูงช้ากว่าประมาณ 2 ปี แต่ยังอยู่ในช่วงอายุที่เหมาะสมและสอดคล้องตามทฤษฎีของ Piaget นอกจากนี้เมื่อพิจารณาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับการคูณเศษส่วนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และการคูณเศษส่วน การคูณทศนิยมในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องใช้การคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูง และนักเรียนควรจะมีการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูง ตั้งแต่ก่อนเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับการคูณและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง ไม่ใช่เกิดจากการสอนการคูณที่เน้นการท่องจำ แต่นักเรียนในกลุ่มที่มีการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับพื้นฐาน ซึ่งยังไม่สามารถเกิดการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูงได้นั้นจะส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา และทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Steffe, L. (1991 : 61-67) ที่ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้น ผู้สอนต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรใช้การจัดกิจกรรมช่วยในการสร้างความรู้ และสอดคล้องกับ Siemon,D. et al. (2006 : 113-115) ที่ว่า เด็กจำนวนมากประสบปัญหาใน การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นที่สูงขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นเพราะพวกเขาถูกสอนให้รู้จักการคูณโดยใช้แนวคิดการบวกซ้ำๆ เพียงอย่างเดียว จึงไม่เกิดการคิดเกี่ยวกับการคูณ และส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์และเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาการคิดระดับสูงที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและเต็มตามศักยภาพของนักเรียน ให้กลายเป็นมนุษย์ที่มีความสมบูรณ์สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมยุคศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีความสุข

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะต้องตระหนักถึงความสำคัญของระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้อาจจะเป็นแนวทางในการศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณและเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1.2 ข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้ โรงเรียนสามารถนำไปเป็นข้อสนเทศในการพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษาจากระดับพื้นฐานสู่ระดับสูงให้เร็วขึ้นอย่างมีคุณภาพ ซึ่งต้องตระหนักถึงระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนอยู่เสมอ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา

2.2 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา

2.3 ควรมีการศึกษาความรู้และความเชื่อของนักเรียนที่มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับพื้นฐานและระดับสูง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). **เทคนิคและวิธีการสอนร่วมสมัย.** กรุงเทพฯ : หลักพิมพ์.

ชูชาติ เชิงฉลาด. (2521). **การสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา.

ทิศนา แขมมณี, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และศรินธร วิทยะสิรินันท์. (2547). **มิติของการคิด: กรอบแนวคิดเพื่อพัฒนาการคิดของเด็กและเยาวชนไทย.** กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2544). **วิทยาการด้านการคิด.** กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

_____. (2547). **เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ : การจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะ การคิด เรื่อง การบูรณาการทักษะการคิดหลากหลายในการเรียนการสอนเนื้อหาสาระ.** กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.

นิภา เมธาวีชัย. (2542). **สถิติเพื่อการวิจัย.** กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏธนบุรี.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2542). **เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : เจริญดีการพิมพ์.

ปรีชา เนาว์เย็นผล และคณะ. (2554). **ประมวลสาระชุดวิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์.** นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์. (2536). **พัฒนาการทางพุทธิปัญญา.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไพศาล วรคำ. (2554). **การวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). **การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์.** ขอนแก่น : ขอนแก่นการพิมพ์.

ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ. (2558). **การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21.** มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

เยาวดี วิบูลน์ศรี. (2545). **การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มลิวัลย์ ผิวคราม. (2554). [ออนไลน์]. **วิชาการวัดผลและประเมินการศึกษา.** [สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2559]. จาก http://www.ipecp.ac.th/ipecp/cgi-binn/webpili/unit5/level5-4.html

รวีวรรณ ชินะตระกูล. (2542). **การทำวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ที.พี. พริ้นติ้ง.

รุ่งทิวา นาบำรุง. (2550). **วิถีธรรมชาติแห่งการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรื่องการคูณและการหารของเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี.** วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ลักขณา สริวัฒน์. (2549). **การคิด.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. (2542). “สูตรคูณนั้นสำคัญไฉน,” **วารสารคณิตศาสตร์**. 42(485-487), 26-30.

วัฒนา พัชราวนิช. (2531). **หลักการแนะแนว.** กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.

วิจารณ์ พานิช. (2554). **การศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับศตวรรษที่ 21.** เอกสารประกอบการบรรยายในการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 6 สมาคมเครือข่ายพัฒนาวิชาชีพอาจารย์และองค์กรระดับอุมศึกษาแห่งประเทศไทย (ควอท.) ประจำปี 2554 “เรื่องการศึกษามุ่งผลลัพธ์ก้าวสู่บัณฑิตคุณภาพในศตวรรษที่ 21” วันที่ 29 กรกฎาคม 2554.

_____. (2555). **วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.). (2558). [ออนไลน์]. **ระบบประกาศและรายงานผลสอบโอเน็ต.** [สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2559]. จาก http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2539). “ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยเมื่อเปรียบเทียบกับนานาชาติ,” **วารสารสสวท.** 95(24), 28-34.

_____. (2546). **เอกสารประกอบการอบรมครูโครงการขยายผลการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาการคิดระดับสูงวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2550). **ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2555). **การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

_____. (2556). **การวัดความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์.** เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการ ในงาน วทร.21. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สมทรง สุวพานิช. (2541). **เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 102363 พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา.** มหาสารคาม : คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). **การวัดผลการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. มหาสารคาม : ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมบูรณ์ ตันยะ. (2545). **การประเมินทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : สุวีริยสาส์น.

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2538). **การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุทธารัตน์ บุญเลิศ. (2556). **การพัฒนาความคิดรวบยอดทางการคูณของนักเรียนภายใต้บริบทการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด.** วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุภาพร จันทร์ดอกไม้. (2553). **การพัฒนาแบบวัดทักษะการคิดขั้นสูงสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553). **จิตวิทยาการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำ. (2549). **ครบเครื่องเรื่องการคิด.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2548). **ตัวชี้วัดการดำเนินงานโรงเรียนวิถีพุทธ.** กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). **ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.** กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2547). **เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2546). **คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรัญ ซุยกระเดื่อง. (2557). **เอกสารประกอบการสอนวิชา การวิจัยทางการศึกษา.** มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

อรนุช ศรีสะอาด. (2546). **เอกสารประกอบการสอนวิชาการวัดผลการศึกษา.** มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2555). **การพัฒนาทักษะความคิดระดับสูง.** นครปฐม : ไอ.คิว.บุ๊คเซ็นเตอร์.

อุษณีย์ โพธิสุข และคณะ. (2547). **สร้างสรรค์นักคิด : คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง.** กรุงเทพฯ : รัตนพรชัย.

Berger, M.C. (1984). “Critical Thinking Ability and Nursing Students,” **Journal of Nursing Education.** 23, 306-308.

Bloom, B. S. (1961). **Taxonomy of Education Objectives.** New York : David Mckay.

Brown. Frederick G. (1998). **Principles of Educational and Psychological Testing.** United States of America : The Dryden Press. Lnc.

Bruner, J. S., R. R. Olver, P. M. Greenfield, et al. (1966). **Study in Cognitive Growth.** New York : John Wiley & Son.

Carroll, J. (2007). **Developing Multiplicative Thinking.** Melbourne : La Trobe University.

Clark, F. B. (1993). **Identification of Multiplicative Thinking in Children in Grades 1-5.** Alabama : The University of Alabama.

Confrey, J. and Smith, E. (1995). “Splitting, covariation, and their role in the development of exponential functions,” **Journal for Research in Mathematics Education.** 26(1), 66–86.

Dewey, J. (1933). **How We Think.** New York : D.C. Heath and Company.

Dienes, Z. P., and Golding, E.W. (1971). **Approach to Modern Mathematics.** New York : Herder and Herder.

Downton, A. (2011). “Linking multiplication and division in helpful ways for children,” **Prime Number.** 26(4), 3-6.

Good, C.V. (1959). **Dictionary of Education.** New York : McGraw-Hill.

Greer, B. (1992). **Multiplication and division as models of situations.** New York : Macmillan Publishing Company.

Graeber, A. O. and Tanenhaus, E. (1993). **Multiplication and division: From whole number to rational numbers.** New York : Macmillan Publishing Company.

Gronlund, N.E. (1981). **Measurement and Evaluation in Teaching.** 4th edition. New York : Macmillan Publishing Company.

Irwin, K.C. (2004). **Multiplicative strategies of New Zealand secondary school students.** Norway : Bengen University College.

Isoda, M. and Nakamura, T. (2010). **Technical Terms for Supporting Extension and Integration Sequences in Curriculum.** Tokyo : Bunshoudo Insatusho.

Jacobs, V. R. et al. (2006). “Using Teacher-Produced Videotapes of Student Interviews as Discussion Catalysts,” **Teaching Children Mathematics.** 12(6), 276-281.

Jacob, L. and Willis, S. (2003). [online]. **The Development of Multiplicative Thinking in Young Children.** [cited 10 Jan. 2016]. Available from : URL : http://core.ac.uk/download/pdf/11236672.pdf

Jee-Hyun, P. and Terezinha, N. (2001). “The development of the concept of multiplication,” **Cognitive Development.** 4, 763-773.

Krulik, L. and Rudnick. L. A. (1993). **Reasoning and Problem Solving Ahandbook for Elementary School Teacher.** Boston : Boston.

Lall, S. (1983). **The new multinationals.** New York : Wiley.

Lesh, R., Cramer, K., Doer, H., Post, T., Zawojewski, J. (2003). [online]. **Using a translation model for curriculum development and classroom instruction.** [cited 10 Jan. 2016]. Available from : URL : http://www.cehd.umn.edu/ci/rationalnumberproject/03_1.html

Marzano, Robert J. (2001). **Designing a New Taxonomy of Educational Objectives.** Thousand Oaks, California : Corwin Press.

National Council for Curriculum and Assessment (NCCA). (N.P.). [online]. **Multiplicative thinking.** [cited 10 Jan. 2016]. Available from : URL : http://www.ncca.ie/en/Curriculum_and_Assessment/Post-Primary_Education/Project_Maths/Teachers/Common-Introductory-Course/Multiplicative-thinking/

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). **Curriculum and evaluation standards for school mathematics.** Reston, VA : The Council.

Nerbovig, M. H. and Klausmeier, H. J. (1974). **Teaching in the elementary school.** 4th edition. New York : Harper & Row, LoCo1.

Piaget, J. (1977). **The Origin of Intelligence in the child.** New York : Penguin Book.

_____. (1987). **Possibility and necessity.** Minneapolis : Universityof Minnesota Press.

Yoshida, M. (2009). **Is Multiplication Just Repeated Addition? Insights from Japanese Mathematics Textbooks for Expanding the Multiplication Concept, National Council Teachers of Mathematics (NCTM) 87th**. Annual Meeting : Wahington, DC.

Riedesel, C. A. (1990). **Teaching elementary school mathematics.** Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.

Russell, David H. (1956). **Children's Thinking.** USA : Ginn and Company.

Russell, Susan Jo. (1999). **Mathematical Reasoning in the Elementary Grades.** Reston, Virginia : NCTM.

Schwartz, J. (1988). **Number concepts and operations in the middle grades (Vol. 2).** Reston, VA : Lawrence Erlbaum Associates.

Siemon, D. E., Breed, M., Dole, S., Izard, J. and Virgona, J. (2006). [online]. **Scaffolding Numeracy in the Middle Years - Project Findings, Materials, and Resources, Final Report submitted to Victorian Department of Education and Training and the Tasmanian Department of Education.** [cited 10 Jan. 2016]. Available from : URL : http://www.eduweb.vic.gov.au/edulibrary/public/teachlearn/student/snmy.ppt

Siemon, D. E. and Breed, M. (2006). **Assessing multiplicative thinking using rich tasks. Paper presented at the AARE conference.** Adelaide, Australia : n.p.

Steffe, L. (1991). **The constructivist teaching experiment: Illustrations and implications.** Dordrecht, the Netherlands : Kluwer Academic Publishers.

_____. (1991). **Epistemological foundations of mathematical experience.** New York : Springer-Verlag.

Steffe, L.P. and Thompson, P.W. (2000). **Teaching experiment methodology : Underlying principles and essential elements.** Hillsdale, NJ : Erlbaum.

Sternberg, R. J. and Williams, W. M. (1996). **How to develop student creativity.** Alexandria, VA : Association for Supervision and Curriculum Development.

Sullivan, P., Clarke, D., Cheeseman, J. and Mulligan, J. (2001). **Moving beyond physical models in learning multiplicative reasoning. In M. van den Heuvel Panhuizen (Ed.), Proceedings of the 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (Vol. 4).** Utrecht : The Netherlands : Freudenthal Instituite.

Yamane, Taro. (1973). **Statistics : An Introductory Analysis.** 3rd edition. New York : Harper and Row Publication.

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

<u>แบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ</u>

ชื่อ_____เลขที่_____ชั้น_____

แบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณนี้เป็นสถานการณ์ปัญหา “บ้านของผีเสื้อ” จำนวน 10 ข้อ

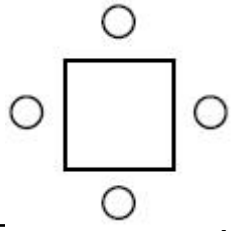
<u>คำชี้แจง</u>

1. โปรดตอบคำถามให้ได้**มากที่สุดเท่าที่ทำได้** อย่างเต็มความสามารถ
2. ข้อใดให้ “**แสดงแนวคิดอย่างละเอียด**” ถ้าพื้นที่ไม่พอให้ต่อด้านหลังได้ (อาจมีภาพวาด หรือ สัญลักษณ์ หรือ อื่น ๆ เขียนประกอบได้อย่างเต็มที่)
3. ถ้ามีปัญหาใด ๆ โปรดถามคุณครู

ขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี มา ณ โอกาสนี้

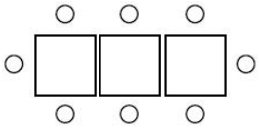
นายวิจักษณ์ ปันสีมา
นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ตัวอย่างการเขียนตอบ



คำถาม : ในงานเลี้ยงของคุณพ่อ มีโต๊ะนั่งได้ 4 คนตามรูป
ถ้าจัดโต๊ะเรียงติดกันเป็นแถวเดียว ต้องใช้โต๊ะกี่ตัวจึงจะนั่งได้ 8 คน

วิธีคิดที่ 1



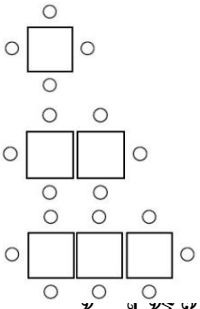
ตอบ ต้องใช้โต๊ะจำนวน 3 ตัว

วิธีคิดที่ 2

ถ้าเรียงโต๊ะ 1 ตัว นั่งได้ 4 คน

ถ้าเรียงโต๊ะ 2 ตัว นั่งได้ 1+2+2+1 = 6 คน

ถ้าเรียงโต๊ะ 3 ตัว นั่งได้ 1+2+2+2+1 = 8 คน



ตอบ ต้องใช้โต๊ะจำนวน 3 ตัว

วิธีคิดที่ 3

มีคน 8 คน หักคนนั่งหัวโต๊ะ 2 ฝั่ง เหลือที่นั่งด้านข้างโต๊ะ 6 คน
โต๊ะตัวหนึ่งนั่งด้านข้างได้ 2 ฝั่ง ถ้ามี 6 คน ($6 = 3\times 2$) ต้องใช้โต๊ะ 3 ตัว

ตอบ ต้องใช้โต๊ะจำนวน 3 ตัว

วิธีคิดที่ 4

ถ้า n เป็นจำนวนโต๊ะ จะนั่งได้จำนวน $(2\times n)+2$ คน

ถ้านั่งได้ 8 คน จะได้ว่า $(2\times n)+2 = 8$

$$(2\times n) = 6$$

$$n = 3$$

ตอบ ต้องใช้โต๊ะจำนวน 3 ตัว

<u>บ้านของผีเสื้อ</u>

นักเรียนเข้าไปเที่ยวบ้านของผีเสื้อในสวนสัตว์ แล้วได้เรียนรู้ว่า
ผีเสื้อ 1 ตัวจะประกอบด้วย ปีก 4 ปีก ลำตัว 1 ตัว และหนวด 2 เส้น ตามรูป

นักเรียนได้สร้างผีเสื้อจำลองขึ้นและตอบคำถามต่อไปนี้

1. ผีเสื้อ 5 ตัว มีปีก ลำตัว และหนวด อย่างละเท่าไร **(แสดงแนวคิด)**

<u>ตอบ</u> ปีก _____ ปีก, ลำตัว _____ ตัว, หนวด _____ เส้น

2. ถ้าจำลองผีเสื้อ 98 ตัว ต้องใช้ ปีก ลำตัว และ หนวด อย่างละเท่าไร
(ให้แสดงแนวคิดอย่างละเอียด)

<u>ตอบ</u> ปีก _____ ปีก, ลำตัว _____ ตัว, หนวด _____ เส้น

3. นิวมีผีเสื้อ 5 ตัว จูนมีผีเสื้อเป็น 3 เท่าของนิว จูนมีผีเสื้อกี่ตัว **(แสดงแนวคิด)**

ตอบ จูนมีผีเสื้อ _____ ตัว

4. ในการสร้างผีเสื้อจำลอง 3 ตัว จะมีจำนวนปีกเป็น*กี่เท่า*ของจำนวนหนวด
(ให้แสดงแนวคิดอย่างละเอียด)

ตอบ มีจำนวนปีกเป็น _____ เท่าของจำนวนหนวด

5. ในการเลี้ยงผีเสื้อ 2 ตัว เป็นเวลา 3 วัน จะต้องใช้น้ำกี่หยด
(ให้แสดงแนวคิดอย่างละเอียด)

ตอบ ต้องใช้น้ำ _____ หยด

6. ในการเลี้ยงผีเสื้อ 12 ตัว ในหนึ่งวัน จะต้องใช้น้ำกี่หยด
(ให้แสดงแนวคิดอย่างละเอียด)

ตอบ ต้องใช้น้ำ _____ หยด

นักเรียนเลือกชุดเพื่อไปเที่ยวบ้านผีเสื้อ มีให้เลือกดังนี้

เสื้อ	
กระโปรง	

7. นักเรียน มีเสื้ออยู่ 3 แบบ และกระโปรงอยู่ 2 แบบ ดังรูป
จะแต่งตัวให้ไม่ซ้ำกันได้กี่วิธี **(ให้แสดงแนวคิดอย่างละเอียด)**

<u>ตอบ</u> แต่งตัวได้_____วิธี

นักเรียนมีรองเท้าด้วย 3 แบบ ดังรูป

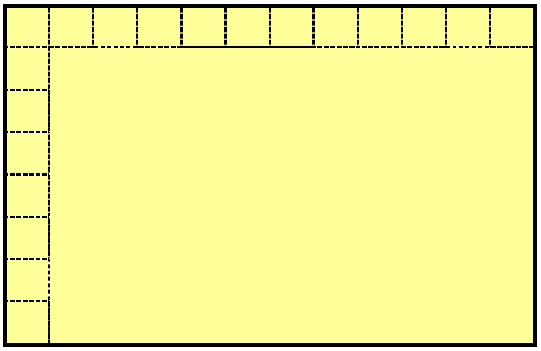
เสื้อ	
กระโปรง	
รองเท้า	

8. นักเรียนเลือกสวมเสื้อสีชมพู จะแต่งตัวโดยเลือกกระโปรงและรองเท้าเพิ่มให้ได้ชุด ไม่ซ้ำกันทั้งหมดกี่วิธี **(ให้แสดงแนวคิดอย่างละเอียด)**

<u>ตอบ</u> แต่งตัวได้_____วิธี

9. ถ้านำผีเสื้อจำลองวางไว้บนถาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วัดความกว้างได้ 8 หน่วย และวัดความยาวได้ 12 หน่วย ดังรูป ถาดนี้จะมีพื้นที่กี่ตารางหน่วย

(ให้แสดงแนวคิดอย่างละเอียด)



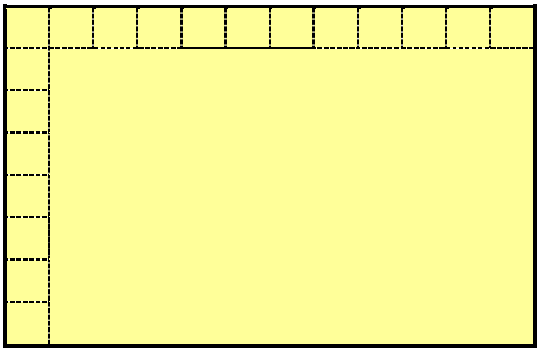
1 ตารางหน่วย

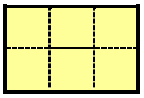
ถาด

<u>ตอบ</u> ถาดมีพื้นที่ _____ ตารางหน่วย

10. ถ้านำผีเสื้อวางบนจานเล็ก กว้าง 2 หน่วย ยาว 3 หน่วย ดังรูป แล้ววางลงบนถาดกว้าง 8 หน่วย ยาว 12 หน่วย ดังรูป จะวางจานได้ทั้งหมดกี่จาน

(ให้แสดงแนวคิดอย่างละเอียด)





จานเล็ก

ถาด

<u>ตอบ</u> วางได้ทั้งหมด _____ จาน

แบบสัมภาษณ์การคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูง

ผู้ถูกสัมภาษณ์.....ชั้น.....เลขที่.....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

ผู้วิจัยสัมภาษณ์เกี่ยวกับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ผ่านการทำแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณมาแล้ว ในสถานการณ์ต่อไปนี้

"ถ้ามีปีก 16 อัน ลำตัว 4 อัน และหนวด 10 อัน จะสามารถจำลองผีเสื้อได้ทั้งหมดกี่ตัว"

1. นักเรียนตีความและทำความเข้าใจปัญหาได้ว่าอย่างไร เพราะเหตุใด

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

2. นักเรียนมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง เพราะเหตุใด

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

3. นักเรียนมีแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนมีวิธีการในการแก้ปัญหา โดยใช้การคิดย้อนกลับได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข
การหาคุณภาพเครื่องมือ

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ว่าสอดคล้องกับประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณและระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณหรือไม่

โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน ตามความคิดเห็นของท่าน

ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าสอดคล้อง

ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

<u>บ้านของผีเสื้อ</u>

เด็ก ๆ เข้าไปเที่ยวบ้านของผีเสื้อในสวนสัตว์ พวกเขาได้เรียนรู้ว่า ผีเสื้อ 1 ตัวจะประกอบด้วยปีก 4 อัน ลำตัว 1 อัน และหนวด 2 อัน ตามรูป

เด็ก ๆ ได้สร้างผีเสื้อจำลองขึ้นและตอบคำถามต่อไปนี้

(ให้แสดงแนวคิดอย่างละเอียด อาจมีภาพวาด หรือ สัญลักษณ์ หรือ อื่นๆ เขียนประกอบได้)

ตารางภาคผนวกที่ 1 รายการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

ประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณที่วัดได้	ข้อคำถาม	คะแนน		
			+1	0	-1
การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน (Equal Groups)	ระดับ 0 ถึง ระดับ 3	1. ผีเสื้อ 5 ตัว มีปีก ลำตัว และหนวด อย่างละเท่าไร **ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ**	....	....	....
	ทุกระดับ	2. ถ้าจำลองผีเสื้อ 98 ตัว ต้องใช้ ปีก ลำตัว และ หนวด อย่างละเท่าไร **ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ**	....	....	....
	ทุกระดับ	3. ถ้ามีปีก 16 ปีก ลำตัว 4 ตัวและหนวด 8 เส้น สร้างผีเสื้อจำลองได้สมบูรณ์กี่ตัว **ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ**	....	....	....

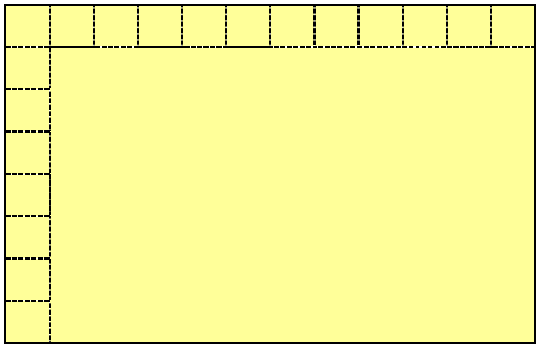
ประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณที่วัดได้	ข้อคำถาม	คะแนน		
			+1	0	-1
พหุคูณของจำนวน (Multiplying Factor)	ระดับ 0 ถึง ระดับ 3	4. นิวมีผีเสื้อ 5 ตัว จูนมีผีเสื้อเป็น 3 เท่าของนิว จูนมีผีเสื้อกี่ตัว **<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>**	....	....	....
	ทุกระดับ	5. ในการสร้างผีเสื้อจำลอง 3 ตัว จะมีจำนวนปีกเป็น*<u>กี่เท่า</u>*ของจำนวนหนวด **<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>**	....	....	....
	ทุกระดับ	6. ถ้ามี “ปีกเป็น 2 เท่าของหนวด”, “มีหนวดเป็น 2 เท่าของลำตัว” และ “มีลำตัว 4 อัน” จะสร้างผีเสื้อจำลองได้กี่ตัว **<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>**	....	....	....

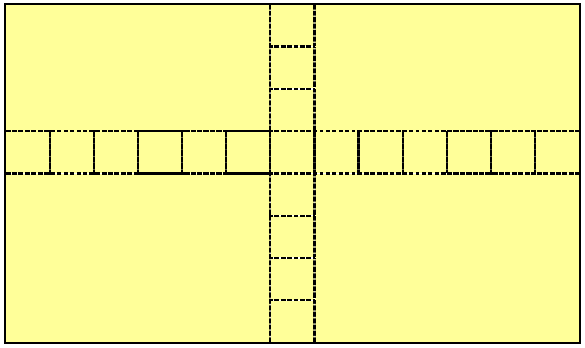
ประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณที่วัดได้	ข้อคำถาม	คะแนน		
			+1	0	-1
ผลคูณของสัดส่วน (Multiple Proportion)	ระดับ 0 ถึง ระดับ 3	 ในการเลี้ยงผีเสื้อ ***2 ตัว*** ต้องใช้น้ำ ***5 หยดต่อวัน*** (ใช้ตอบคำถามข้อ 7-9) 7. ในการเลี้ยงผีเสื้อ 2 ตัว เป็นเวลา 3 วัน จะต้องใช้น้ำกี่หยด **<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>**	....	....	....

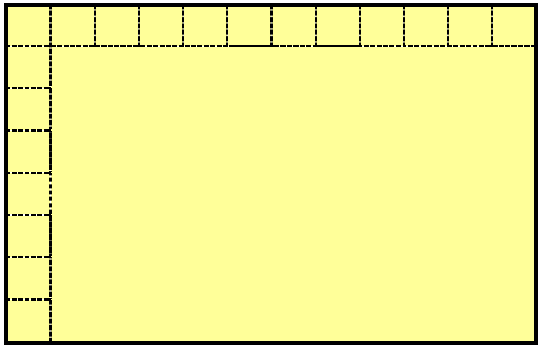
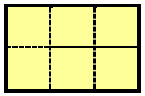
ประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณที่วัดได้	ข้อคำถาม	คะแนน		
			+1	0	-1
ผลคูณของสัดส่วน (Multiple Proportion)	ทุกระดับ	8. ในการเลี้ยงผีเสื้อ 12 ตัว ในหนึ่งวัน จะต้องใช้น้ำกี่หยด **<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>**	....	....	....
	ทุกระดับ	9. น้ำ 55 หยด สามารถใช้เลี้ยงผีเสื้อได้กี่ตัวในหนึ่งวัน **<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>**	....	....	....

<table>
<tr><th rowspan="2">ประเภท
ของสถานการณ์
ปัญหาการคูณ</th><th rowspan="2">ระดับการคิด
เกี่ยวกับการคูณ
ที่วัดได้</th><th rowspan="2">ข้อคำถาม</th><th colspan="3">คะแนน</th></tr>
<tr><th>+1</th><th>0</th><th>-1</th></tr>
<tr><td rowspan="2">ผลคูณคาร์ทีเชียน
(Cartesian
Product)</td><td rowspan="2">ระดับ 0
ถึง
ระดับ 3</td><td>นักเรียนเลือกชุดเพื่อไปเที่ยวบ้านผีเสื้อ มีให้เลือกดังนี้
<table><tr><td>เสื้อ</td><td> </td></tr><tr><td>กระโปรง</td><td> </td></tr><tr><td>รองเท้า</td><td> </td></tr></table>จากรูป ใช้ตอบคำถามข้อ 10 – 12
10. จากรูป มีเสื้ออยู่ 3 แบบ และกระโปรงอยู่ 2 แบบ จะแต่งตัวให้ไม่ซ้ำกันได้กี่วิธี
<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>
.....
.....</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td></tr>
</table>

ประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณที่วัดได้	ข้อคำถาม	คะแนน		
			+1	0	-1
ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product)	ทุกระดับ	11. จากรูป มีเสื้ออยู่ 3 แบบ กระโปรง 2 แบบ และรองเท้า 3 แบบ จะแต่งตัวให้ไม่ซ้ำกันได้กี่วิธี **<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>**	....	....	....
	ทุกระดับ	12. นักเรียนเลือกเสื้อสีชมพู จะแต่งตัวโดยเลือกกระโปรงและรองเท้าให้ได้ชุดไม่ซ้ำกันทั้งหมดกี่วิธี **<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>**	....	....	....

ประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณที่วัดได้	ข้อคำถาม	คะแนน		
			+1	0	-1
การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle Area)	ระดับ 0 ถึง ระดับ 3	13. ถ้านำผีเสื้อจำลองวางไว้บนถาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า วัดความกว้างได้ 8 หน่วย และวัดความยาวได้ 12 หน่วย ตามรูป ถาดนี้จะมีพื้นที่กี่ตารางหน่วย  **<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>**	....	....	....

ประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณที่วัดได้	ข้อคำถาม	คะแนน		
			+1	0	-1
การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle Area)	ทุกระดับ	14. ถ้าถาดอีกใบ วัดจากตรงกลาง ได้ความกว้าง 8 หน่วย และความยาว 13 หน่วย ถาดนี้มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย  **<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>**	....	....	....

ประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณที่วัดได้	ข้อคำถาม	คะแนน		
			+1	0	-1
การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle Area)	ทุกระดับ	15. ถ้านำผีเสื้อวางบนจานเล็ก กว้าง 2 หน่วย ยาว 3 หน่วย ดังรูป แล้ววางลงบนถาด กว้าง 8 หน่วย ยาว 12 หน่วย ดังรูป จะวางจานได้ทั้งหมดกี่จาน  ถาด  จานเล็ก **<u>ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ</u>**	....	....	....

<u>ข้อเสนอแนะอื่นๆ</u>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ

( )

...../...../.....

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลรวมและค่า IOC ของแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

แบบวัด ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1
11	+1	+1	+1	3	1
12	+1	+1	0	2	0.67
13	+1	+1	+1	3	1
14	+1	+1	0	2	0.67
15	+1	+1	+1	3	1

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ

แบบวัดข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.68	0.50
2	0.63	0.66
3	0.42	0.59
4	0.70	0.70
5	0.33	0.68
6	0.33	0.44
7	0.74	0.73
8	0.45	0.71
9	0.35	0.72
10	0.47	0.64
11	0.29	0.70
12	0.37	0.56
13	0.59	0.63
14	0.45	0.66
15	0.35	0.70

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ ใช้จริง 10 ข้อ หลังเลือกข้อที่เหมาะสม

แบบวัดข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.68	0.52
2	0.63	0.65
4	0.70	0.70
5	0.33	0.60
7	0.74	0.70
8	0.45	0.68
10	0.47	0.66
11	0.29	0.71
13	0.59	0.59
15	0.35	0.70

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณทั้งฉบับ (α) เท่ากับ 0.90

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม

ตารางภาคผนวกที่ 5 จำนวนและร้อยละของนักเรียนระดับประถมศึกษา ตามระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ จำแนกตามชั้น

ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ		ชั้น													
		ป.1		ป.2		ป.3		ป.4		ป.5		ป.6		รวม	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับพื้นฐาน	ระดับ 0	1	33.33 (2.56)	1	33.33 (2.44)	1	33.33 (2.94)	-		-		-		3	100 (1.51)
	ระดับ 1	38	31.40 (97.44)	40	33.06 (97.54)	29	23.97 (85.29)	7	5.79 (25.00)	6	4.96 (20.69)	1	0.83 (3.57)	121	100 (60.80)
	ระดับ 2	-		-		4	11.76 (11.76)	11	32.35 (39.29)	12	35.29 (41.38)	7	20.50 (25.00)	34	100 (17.09)
ระดับสูง	ระดับ 3	-		-		-		10	26.32 (35.71)	10	26.32 (34.48)	18	47.30 (64.29)	38	100 (19.10)
	ระดับ 4	-		-		-		-		1	33.33 (3.45)	2	66.66 (7.14)	3	100 (1.51)
รวม		39	19.60 (100)	41	20.60 (100)	34	17.09 (100)	28	14.07 (100)	29	14.57 (100)	28	14.07 (100)	199	100 (100)

จากตารางภาคผนวกที่ 5 พบว่า จำนวนและร้อยละของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับพื้นฐาน ได้แก่ ระดับ 0 เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของนักเรียนในระดับนี้ ระดับ 1 เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 31.40 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 33.06 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 23.97 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 5.79 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 4.96 เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.83 ของนักเรียนในระดับนี้ และระดับ 2 เริ่มมีในนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 32.35 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 35.29 เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 20.59 ของนักเรียนในระดับนี้ และ ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับพื้นฐาน ได้แก่ ระดับ 3 เริ่มมีในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 26.32 และเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 47.37 ของนักเรียนในระดับนี้ ระดับ 4 เริ่มมีในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของนักเรียนในระดับนี้

เมื่อพิจารณาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในแต่ละชั้น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับ 0 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.56 และระดับ 1 มีจำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 97.44 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับ 0 มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.4 4และระดับ 1 มีจำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 97.54 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับ 0 มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.94 ระดับ 1 มีจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 85.29 และระดับ 2 มีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับ 1 มีจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00 ระดับ 2 มีจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 39.29 และระดับ 3 มีจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 35.71 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับ 1 มีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20.69 ระดับ 2 มีจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 41.38 ระดับ 3 มีจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 34.35 และระดับ 4 มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.45 และ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณอยู่ในระดับ 1 มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.57 ระดับ 2 มีจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00 ระดับ 3 มีจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 64.29 และระดับ 4 มีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.14

ตารางภาคผนวกที่ 6 คะแนนการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามประเภทของสถานการณ์ปัญหา

ประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	$\bar{X}$	S.D.
1. การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน	7	7	0	2.58	2.19
2. พหุคูณของจำนวน	7	7	0	1.92	2.53
3. ผลคูณของสัดส่วน	7	7	0	2.43	2.07
4. ผลคูณคาร์ทีเชียน	7	7	0	1.20	1.63
5. การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	7	7	0	1.88	1.97

จากตารางภาคผนวกที่ 6 พบว่า คะแนนการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษาจำนวน 199 คน ตามประเภทของสถานการณ์ปัญหา ทุกประเภทมีคะแนนสูงสุด 7 คะแนนและต่ำสุด 0 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยตามประเภทของสถานการณ์ปัญหาการคูณ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย มีดังนี้ การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน ($\bar{X}$ = 2.58, S.D. = 2.19) ผลคูณของสัดส่วน ($\bar{X}$ = 2.43, S.D. = 2.07) จำนวนเท่า ($\bar{X}$ = 1.92, S.D. = 2.53) การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ($\bar{X}$ = 1.88, S.D. = 1.97) และผลคูณคาร์ทีเชียน ($\bar{X}$ = 1.20, S.D. = 1.63) ตามลำดับ

ตารางภาคผนวกที่ 7 ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เป็นกรณีศึกษา

ชื่อ	ชั้น	ระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ	กลุ่มระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณ
1. เอม	ป.4	3	ระดับสูง
2. อ๋อ	ป.4	3	ระดับสูง
3. เนย	ป.4	3	ระดับสูง
4. โชกุน	ป.4	3	ระดับสูง
5. เชอร์รี่	ป.4	3	ระดับสูง
6. แบงค์	ป.4	3	ระดับสูง

จากตารางที่ 7 พบว่า นักเรียนที่เป็นกรณีศึกษาจำนวน 6 คน ที่มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณในระดับสูง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณระดับ 3 ได้แก่ เอม อ๋อ เนย โชกุน เชอรี่ และแบงค์

ตารางภาคผนวกที่ 8 คะแนนการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เป็นกรณีศึกษา

ชื่อ	คะแนนที่ได้ (คะแนนเต็ม 35 คะแนน)	คะแนนในแต่ละประเภทของสถานการณ์ปัญหา (คะแนนเต็ม 7 คะแนน)				
		การรวมกลุ่มที่มีจำนวนเท่ากัน	พหุคูณของจำนวน	ผลคูณของสัดส่วน	ผลคูณคาร์ทีเซียน	การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
1. เอม	22	6	4	4	4	4
2. อ๋อ	23	5	6	4	4	4
3. เนย	24	6	4	4	4	6
4. โชกุน	24	6	4	5	4	5
5. เชอรี่	25	6	4	5	4	6
6. แบงค์	25	6	4	5	4	6

จากตารางที่ 8 พบว่า คะแนนการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เป็นกรณีศึกษา เอมได้คะแนน 23 คะแนน ซึ่งประเภทการรวมกลุ่มของจำนวนที่เท่ากันได้ 6 คะแนน ประเภทจำนวนเท่าได้ 4 คะแนน ประเภทผลคูณของสัดส่วนได้ 4 คะแนน ประเภทผลคูณคาร์ทีเซียนได้ 5 คะแนน และการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ 4 คะแนน อ๋อได้คะแนน 25 คะแนน ซึ่งประเภทการรวมกลุ่มของจำนวนที่เท่ากันได้ 5 คะแนน ประเภทจำนวนเท่าได้ 6 คะแนน ประเภทผลคูณของสัดส่วนได้ 5 คะแนน ประเภทผลคูณคาร์ทีเซียนได้ 4 คะแนน และการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ 5 คะแนน เนยได้คะแนน 25 คะแนน ซึ่งประเภทการรวมกลุ่มของจำนวนที่เท่ากันได้ 6 คะแนน ประเภทจำนวนเท่าได้ 4 คะแนน ประเภทผลคูณของสัดส่วนได้ 5 คะแนน ประเภทผลคูณคาร์ทีเซียนได้ 4 คะแนน และการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ 6

คะแนน โชกุน ได้คะแนน 31 คะแนน ซึ่งได้คะแนนเต็ม 7 ในแต่ละประเภท ยกเว้นประเภทจำนวนเท่าได้ 6 คะแนนและผลคูณคาร์ทีเชียนได้ 4 คะแนน เชอร์รี่ได้คะแนน 32 คะแนน ซึ่งได้คะแนนเต็ม 7 คะแนน ในแต่ละประเภท ยกเว้นผลคูณคาร์ทีเชียนได้ 4 คะแนน และสุดท้ายแบงค์ได้คะแนน 32 คะแนน ซึ่งได้คะแนนเต็ม 7 ในแต่ละประเภท ยกเว้นผลคูณคาร์ทีเชียนได้ 4 คะแนน

ภาคผนวก ง
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ดร.ทนงเกียรติ พลไชยา

วุฒิทางการศึกษา ค.ด. (คณิตศาสตรศึกษา)

ตำแหน่งปัจจุบัน ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

2. ดร.วันทิตา ทะลาสี

วุฒิทางการศึกษา ค.ด. (คณิตศาสตรศึกษา)

ตำแหน่งปัจจุบัน ศึกษานิเทศก์ ชำนาญการ สพม. นครราชสีมา เขต 31
ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตรศึกษา

3. ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ

วุฒิทางการศึกษา ค.ด. (การวัดผลและประเมินผลการศึกษา)

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและเครื่องมือ

ภาคผนวก จ
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ และขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว๐๕๙๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๙ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ทนงเกียรติ พลไชยา

ด้วย นายวิจักษณ์ ปันสีมา รหัสประจำตัว ๕๗๘๐๑๐๕๑๐๑๒๗ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านการวิจัยทางคณิตศาสตรศึกษา
- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. ธีระวัฒน์ เยี่ยมแสง)
รองคณบดี รักษาราชการแทนคณบดี
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

คณะครุศาสตร์
โทร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒
โทรสาร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒
edu@rmu.ac.th

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว๐๕๙๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๙ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.วันทิตา ทะลาสี

ด้วย นายวิจักษณ์ ปันสีมา รหัสประจำตัว ๕๗๘๐๑๐๕๑๐๑๒๗ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านการวิจัยทางคณิตศาสตรศึกษา
- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. ธีระวัฒน์ เยี่ยมแสง)
รองคณบดี รักษาราชการแทนคณบดี
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

คณะครุศาสตร์
โทร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒
โทรสาร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒
edu@rmu.ac.th

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว๐๕๙๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๙ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ

ด้วย นายวิจักษณ์ ปันสีมา รหัสประจำตัว ๕๗๘๐๑๐๕๑๐๑๒๗ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านการวิจัยทางคณิตศาสตรศึกษา
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. ธีระวัฒน์ เยี่ยมแสง)
รองคณบดี รักษาราชการแทนคณบดี
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

คณะครุศาสตร์
โทร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒
โทรสาร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒
edu@rmu.ac.th

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ พิเศษ/๒๕๕๙ วันที่ ๒๙ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ด้วย นายวิจักษณ์ ปันสีมา รหัสประจำตัว ๕๗๘๐๑๐๕๑๐๑๒๗ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัยกับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๓๐ คน เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. ธีระวัฒน์ เยี่ยมแสง)

รองคณบดี รักษาการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ พิเศษ/๒๕๕๙ วันที่ ๒๙ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ด้วย นายวิจักษณ์ ปันสีมา รหัสประจำตัว ๕๗๘๐๑๐๕๑๐๑๒๗ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาระดับการคิดเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนระดับประถมศึกษา" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน ๑๙๙ คน เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. ธีระวัฒน์ เยี่ยมแสง)

รองคณบดี รักษาการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายวิจักษณ์ ปันสีมา

วันเกิด 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2529

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 5 หมู่ที่ 1 บ้านป่าเหียง ตำบลแม่สัน อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2551	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2559	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม