

341.30A

24321

9.3

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่มีผลจากความพอใจในการได้เลือกบทเรียน

ปริญญานิพนธ์

ของ

วันทยา วงศ์ศิลปกรมย์

18 เม.ย 2534

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปริญญาตรี สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร

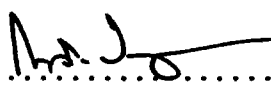
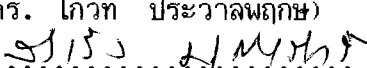
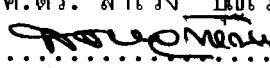
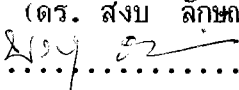
ธันวาคม 2533

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

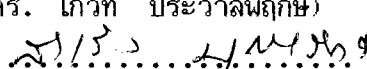
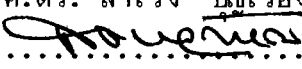
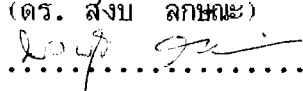
174325

คณะกรรมการควบคุม และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิต สาขา
การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....  ประธาน
(ดร. โกวิท ประวาลพกษ์)
.....  กรรมการ
(ศ.ดร. สำเริง บุญเรืองรัตน์)
.....  กรรมการ
(ดร. สงบ ลักษณะ)
.....  กรรมการ
(ดร. นงนช วรรณวหะ)

คณะกรรมการสอบ

.....  ประธาน
(ดร. โกวิท ประวาลพกษ์)
.....  กรรมการ
(ศ.ดร. สำเริง บุญเรืองรัตน์)
.....  กรรมการ
(ดร. สงบ ลักษณะ)
.....  กรรมการ
(ดร. นงนช วรรณวหะ)
.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร. วัลลก กันทรพย)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ. ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ .. 18 .. เดือน .. สิงหาคม .. พ.ศ. 2534

ปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยได้รับพระมหากรุณาธิคุณ

พระราชทาน "ทุนภูมิพล" สนับสนุนการวิจัย

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยนี้ ได้เสร็จลงส่งไปด้วยจิตสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ดร. โกวิท ประวาลพฤษ์ ประธานคณะกรรมการที่ปรึกษาและกรรมการที่ปรึกษาทุกท่าน ศาสตราจารย์ ดร. สำเริง บุญเรืองรัตน์ ดร. สงบ ลักษณะ และ ดร. นงนุช วรรณวาทะ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. วิชัย วงษ์ใหญ่ ดร. กมล กู้ประเสริฐ ดร. วลลภ กันทรักษ์ ที่ให้ข้อชี้แนะบางประการ และแพทย์หญิงนิณี อจลากุล ที่เมตตาให้เข้าห้องพัก - ทำงาน ในราคาที่ "อยู่ไปเถอะ...ไม่ต้องจ่ายก็ได้" แม้จะมีได้คืนเคยกันมาก่อน เป็นความชื่นชม และความประทับใจที่มีอาลัย ขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้อีกครั้ง

ขอขอบคุณคณะครูโรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี ภราดาเมธีศักดิ์ ว่องประชาญกุล อาจารย์วิชุด การกาญจน์ อาจารย์โกศลย์ เทนสิทธิพรากรณ์ อาจารย์เขาวมา พรปทุมชัยกิจ อาจารย์วัฒนา ประจงการ คณะครูโรงเรียนส่วกุลพิทยาศาสตร์ อาจารย์กนกพรพรณ และอาจารย์เพ็ชรรา ส่วกุล ทั้งอาจารย์ประจำชั้น ป.4, ป.6 ตลอดจนท่านผู้อำนวยการและอาจารย์ประจำชั้น ป.4 โรงเรียน วัดพรหมสุวรรณสามัคคี ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณ ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ลัดดา ภูเกียรติ อาจารย์ประไพ จุฑนารถ อาจารย์นพดล กองศิลป์ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านเอกสาร รวมทั้งให้ความเห็น ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสื่อ - เครื่องมือ และอาจารย์สมรวย อภิชาติบุตรวงศ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ด้านการประมวลผลข้อมูล

ขอขอบคุณนิสิตภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบ เพียรเจริญ ประวิทย์ สิทธิฤทธิ ภัฏฐุณี หนูไพบโรจน์ ดุลยวัฒน์ อุกัยธัน เทนฤทธิ ฤทธิทองพิทักษ์ พูลพล เทศรงค์ทอง บุษกริน ถกษะเมธและดำรงค์ แซ่ก๊วย ที่ รับดำเนินการจัดทำบทเรียนลงบนแผ่นดิสค์เก็บท์

และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งสำหรับรองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน์ ผู้เป็นภักขณมิตร ตลอดจน

คุณความดีจากงานวิจัยครั้งนี้ ขอมอบแด่คุณครูทุกท่านที่มี "วิญญาณของความเป็นครู"

บันทึกไว้ ณ วันที่ ๑๖/๐๖/๖๐

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียน.....	1
	องค์ประกอบทางด้านสภาพจิตใจ.....	7
	เทคโนโลยีของพฤติกรรม : วิธีการสร้างความพอใจในการเรียน.....	9
	การเลือกเนื้อหาสาระและขอบเขตสำหรับการศึกษาค้นคว้า.....	16
	แนวทางการวิจัย.....	25
	จุดประสงค์ของการวิจัย.....	27
	ความสำคัญของการวิจัย.....	27
	สมมติฐานการวิจัย.....	27
	ขอบเขตของการวิจัย.....	28
	ข้อจำกัดของการวิจัย.....	29
	คำจำกัดความของคำสำคัญ.....	29
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
	การศึกษาเพื่อความพอใจ.....	30
	โรงเรียนแบบเสรี : โรงเรียนรูปแบบใหม่.....	30
	กรณีศึกษา.....	32
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
	หลักการและแนวคิดที่นำมาใช้ในการสร้างบทเรียน.....	44
	ทฤษฎีการสอนตามโครงสร้างพุทธิปัญญาของบรูเนอร์.....	44

2

การสอนความคิดรวบยอดและหลักการ.....	47
ความสามารถในการแก้ปัญหา.....	54
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	57
ลักษณะและโครงสร้างบทเรียน.....	58
การพัฒนาบทเรียน.....	62
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	65

3 วิธีดำเนินการ..... 74

ตัวแปรที่ศึกษา.....	74
กลุ่มตัวอย่าง.....	74
แบบแผนการทดลอง.....	76
สื่อการทดลอง.....	76
เครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	93
แผนการทดลอง.....	94
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	96

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 98

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	99
สมรรถภาพความเข้าใจ	99
สมรรถภาพการคำนวณ	109
สมรรถภาพการแก้ปัญหา	118

การศึกษาความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเลือก และระดับความ ความสามารถพื้นฐาน	126
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	150
บรรณานุกรม.....	165
ภาคผนวก	180
ตัวอย่างบทเรียนที่ผลิตลงบนกระดาน	181
ตัวอย่างบทเรียนที่ปรากฏบนจอภาพ	191
แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	198
คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการคูณเศษส่วนสำหรับนักเรียน กลุ่มทดลอง	200
คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการคูณเศษส่วนสำหรับครู	207
แบบบันทึกผลการเรียน	211
แบบสังเกตความพอใจ	212
แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองเกี่ยวกับการเรียน	213
แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มควบคุมเกี่ยวกับการเรียน	215
แบบทดสอบวัดความเข้าใจ	217
แบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ	225
กระดาษคำตอบทักษะการคำนวณ	228
แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหา	229
กระดาษคำตอบทักษะการแก้ปัญหา	235
ประวัติย่อของผู้วิจัย	237

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	คะแนนเฉลี่ยร้อยละกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา พ.ศ. 2522-2531 จำแนกตามรายสมรรถภาพและหน่วยงานที่ทำการประเมิน.....	18
2	การกำหนดจุดประสงค์ประเภทต่างๆของหลักการ.....	48
3	คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใน สมรรถภาพความเข้าใจ	99
4	ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมใน สมรรถภาพความเข้าใจ	101
5	ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพความเข้าใจ ..	102
6	คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพ ความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	103
7	ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ในสมรรถภาพความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	107
8	ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	108
9	คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใน สมรรถภาพการคำนวณ	109
10	ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมใน สมรรถภาพการคำนวณ	111
11	ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพการคำนวณ ...	111
12	คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมใน สมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	112

13	ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ในสมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	116
14	ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	117
15	คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใน สมรรถภาพการแก้ปัญหา	118
16	ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมใน สมรรถภาพการแก้ปัญหา	120
17	ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพการแก้ปัญหา ..	120
18	คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใน สมรรถภาพการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	121
19	ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ในสมรรถภาพการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	124
20	ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพการแก้ปัญหา จำแนกตารางย่อยตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	125
21	เวลาเรียนโดยเฉลี่ยที่นักเรียนใช้ในการเรียนแบบเรียนแต่ละแบบ	127
22	จำนวนนักเรียนกับแบบเรียนที่ใช้เวลาเรียนมากที่สุด จำแนกตามระดับความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	128
23	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถและตามชนิดแบบเรียนที่นักเรียนมี จำนวนรอบการเรียนรู้สูงสุด	129
24	ร้อยละนักเรียนที่ผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์จากการเรียนตามชนิดของแบบเรียนที่เลือก จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	131

25	จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งแรก (Gain scores 1) ระดับต่าง ๆ ใน สมรรถภาพความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และ แบบเรียนที่เลือก	134
26	จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งแรก (Gain scores 1) ระดับต่าง ๆ ใน สมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และ แบบเรียนที่เลือก	135
27	จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งแรก (Gain scores 1) ระดับต่าง ๆ ใน สมรรถภาพการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และ แบบเรียนที่เลือก	136
28	จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งหลัง (Gain scores 2) ระดับต่าง ๆ ใน สมรรถภาพความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และ แบบเรียนที่เลือก	138
29	จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งหลัง (Gain scores 2) ระดับต่าง ๆ ใน สมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และ แบบเรียนที่เลือก	139
30	จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งหลัง (Gain scores 2) ระดับต่าง ๆ ใน สมรรถภาพการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และ แบบเรียนที่เลือก	140
31	แบบเรียนที่แสดงแนวโน้มความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ระดับสูง จำแนกตามราย สมรรถภาพและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	142
32	จำนวนครั้งของการเลือกบทเรียนแบบเดิมหรือแบบใหม่ภายหลังการไม่ผ่านเกณฑ์ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	143

33	จำนวนนักเรียนจำแนกตามจำนวนแบบเรียนที่เลือกและระดับความสามารถทาง คณิตศาสตร์	144
34	อัตราร้อยละการเรียนรู้ผ่านหน่วยการเรียนรู้ต่าง ๆ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	145

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนภูมิแสดงตัวแปรสำคัญในทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียน.....	2
2 การกระจายของผลสัมฤทธิ์นักเรียนภายใต้ 2 สภาวะเงื่อนไข.....	3
3 ทักษะคิดต่อวิชาที่เรียนของนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จและไม่ประสบผลสำเร็จ ในวิชานั้นๆ.....	5
4 วิธีการสอนพื้นฐานสองวิธี.....	50
5 วิธีสอนสองแบบบนมาตรฐานวัดต่อเนื่องเดียวกัน.....	51
6 แผนภูมิการสอนคณิตศาสตร์ตามแนว สสวท.....	56
7 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทการสอน.....	58
8 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทการฝึก.....	59
9 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนสถานการณ์จำลอง.....	60
10 โครงสร้างและขั้นตอนของเกมส์การสอน.....	61
11 ผังงานแสดงโอกาสการเลือก.....	83
12 ผังงานของกลุ่มควบคุม.....	85
13 ผังงานแสดงการนำเข้าสู่บทเรียน	86
14 ผังงานแสดงการดำเนินบทเรียนที่มีแบบฝึกย่อยหน่วยต่อหน่วย	87
15 ผังงานแสดงการดำเนินบทเรียนที่มีแบบฝึกชนิดรวบ.....	88
16 ผังงานแสดงการดำเนินบทเรียนภาคทบทวนความรู้พื้นฐาน (ตัวอย่างจาก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็มคูณเศษส่วน)	89
17 ผังงานแสดงการดำเนินบทเรียนภาคการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ (ตัวอย่างจาก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็มคูณเศษส่วน)	90

18	ผังงานแสดงการดำเนินบทเรียนภาคฝึกทักษะ (ตัวอย่างจากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็มคูณเศษส่วน)	91
19	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพความเข้าใจ	100
20	คะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพความเข้าใจ จำแนก ตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	105
21	คะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการคำนวณ	110
22	คะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	114
23	คะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการแก้ปัญหา	119
24	คะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการแก้ปัญหา จำแนก ตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์	123
25	บทเรียนภนกระดาศ ประเภทภาพเหมือนจริง	131
26	บทเรียนภนกระดาศ ประเภทไดอะแกรม	137
27	บทเรียนภนกระดาศ ประเภทสัญลักษณ์	139
28	บทเรียนภนจอภาพ ประเภทภาพเหมือนจริง	139
29	บทเรียนภนจอภาพ ประเภทไดอะแกรม	191
30	บทเรียนภนจอภาพ ประเภทสัญลักษณ์	196

บทที่ 1

บทนำ

ในบรรดาแนวคิด เรื่องรูปแบบและทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนการสอนในโรงเรียนที่ได้รับการ
ความสนใจอยู่ในปัจจุบัน ต่างมีจุดเด่นในแนวคิด รูปแบบ และทฤษฎีของตนแตกต่างกันไปคนละด้าน
ดังเช่น ทฤษฎีการสอนของกาเย่ ที่กล่าวถึงเทคนิคการสอนต่าง ๆ เพื่อผลการเรียนที่ต่างประเภท
กัน (Gagne. 1985) ทฤษฎีการสอนของบรูเนอร์ที่กล่าวถึงลักษณะสำคัญสี่ประการ อันได้แก่
การสร้างความรู้ความกระตือรือร้น โครงสร้างความรู้ ลำดับการนำเสนอ และธรรมชาติและจังหวะการ
ให้รางวัล - ลงโทษ ในกระบวนการเรียนการสอน (Bruner. 1982) ทฤษฎีการบอกหลักเกณฑ์
(Theory of Subsumption) ของออสซูเบล ที่อธิบายถึงการเชื่อมโยงพื้นฐานเดิมเข้ากับความรู้
ใหม่ทำให้เกิดการเรียนที่มีความหมาย (Ausubel. 1963) ทฤษฎีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของ
สกินเนอร์ ที่เน้นการเสริมแรง (Skinner. 1971) รวมทั้งแนวคิดการจัดบรรยากาศแบบอิสระ
ตามแนวจิตวิทยากลุ่มมานุษยนิยม (Rogers. 1969) และอีกหลายแนวคิดที่มีอิทธิพลต่อการจัด
การศึกษา

ทฤษฎีที่น่าสนใจทฤษฎีหนึ่ง คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียน (Theory of School
Learning) ของบลูม (Benjamin S. Bloom) ซึ่งมีสาระสำคัญที่จะกล่าวโดยสังเขปดังต่อไปนี้
(Bloom. 1976 : 7 - 17, 30 - 37, 73 - 137, 163 - 185 ; Bloom. 1971 :
8 - 17, 43 - 56)

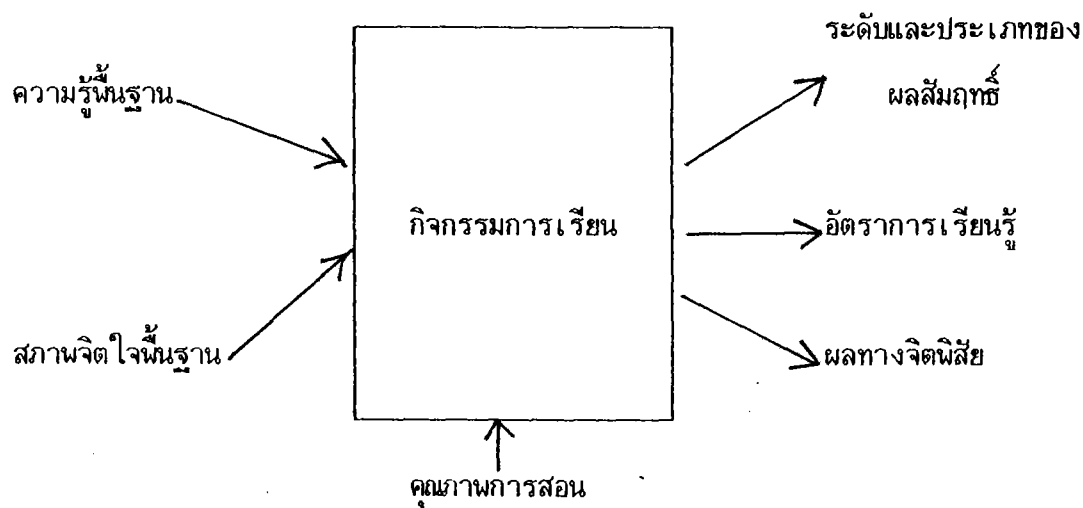
ทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม

บลูมพัฒนาทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนขึ้นเพื่ออธิบายถึงตัวแปรที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อผล
การเรียนของนักเรียน คือ คุณลักษณะของนักเรียนกับคุณภาพการสอน โดยคุณลักษณะของนักเรียน
มีความหมายครอบคลุมถึง ความพร้อมด้านความรู้พื้นฐานและความพร้อมด้านจิตใจ ความเกี่ยวข้องกับ
ของตัวแปรทั้งสามแสดงเป็นแผนภูมิดังนี้

คุณลักษณะนักเรียน

การสอน

ผลการเรียน



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงตัวแปรสำคัญในทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียน (Bloom. 1976 : 11)

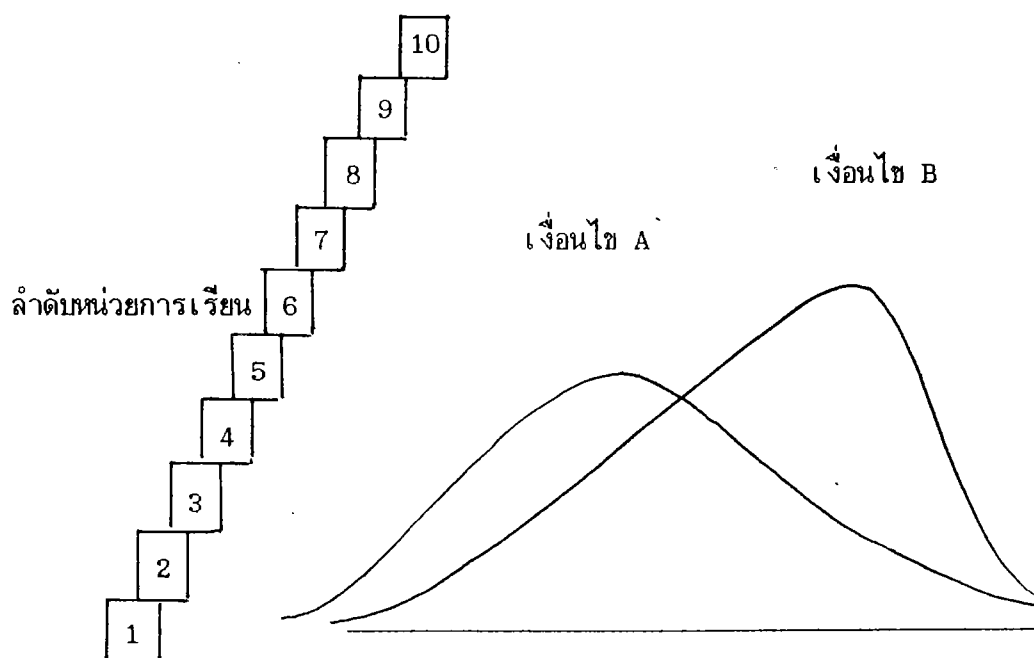
ประโยชน์ของทฤษฎีนี้คือ การนำไปใช้ทำนายระดับผลสัมฤทธิ์และพิสัยของความแตกต่างในการเรียนรู้ โดยศึกษาผลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวและผลรวมของตัวแปรเหล่านั้น ประโยชน์อีกประการหนึ่ง คือการนำไปใช้อธิบายตัวแปรที่เป็นสาเหตุการทำให้เกิดความหลากหลายของผลการเรียนรู้ว่า เกิดขึ้นได้อย่างไร เพราะเหตุใด ซึ่งต้องอาศัยการทดลองหรือการศึกษาติดตามคุณประโยชน์ในระยะยาวที่ได้จากทฤษฎีนี้คือ การปรับปรุงการเรียนรู้ในโรงเรียนโดยกำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับนักเรียนและโรงเรียนที่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง เพื่อยกระดับผลการเรียนรู้ของนักเรียนส่วนใหญ่

หลักการของทฤษฎีนี้ คือ ถ้ามีการจัดกระทำตัวแปรอิสระตัวใดตัวหนึ่งขึ้น ผลการเรียนรู้จะสูงกว่าการไม่ได้จัด ทั้งการกระจายของผลการเรียนก็น้อยกว่าด้วย โดยปกติไม่ควรจัดเพียงตัวใดตัวหนึ่ง แต่ควรจัดใหม่ขึ้นทั้งหมดในทุกวิถีทาง เว้นแต่จะเป็นงานวิจัยที่ต้องกำหนดจุดมุ่งหมายเฉพาะ

จากการทดลองและการศึกษาติดตามในระยะยาว บลูมได้ข้อสรุปว่าตัวแปรความรู้พื้นฐานโดยตัวมันเอง จะมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลการเรียนร้อยละ 50 ความรู้พื้นฐานและสภาพ

จิตใจพื้นฐานรวมกัน มีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลการเรียนร้อยละ 65 ตัวแปรทั้งสามรวมกัน จะมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลการเรียนร้อยละ 90 ตัวแปรสภาพจิตใจพื้นฐาน และคุณภาพ การสอนโดยตัวมันเองแต่ละตัวมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลการเรียนร้อยละ 25 เหมือนกัน

ในการจัดกระทำตัวแปรแต่ละตัว ตัวแปรแรก คือ การเตรียมความรู้พื้นฐาน งานสำคัญใน ตัวแปรนี้ ได้แก่ การวิเคราะห์งาน (task analysis) การจัดลำดับงาน และการช่วยเหลือ นอกเวลาให้นักเรียนได้เรียนแต่ละหน่วยอย่างเพียงพอก่อนเรียนหน่วยต่อไป



ภาพประกอบ 2 การกระจายของผลสัมฤทธิ์นักเรียนภายใต้ 2 สภาวะเงื่อนไข (Bloom. 1976 : 165)

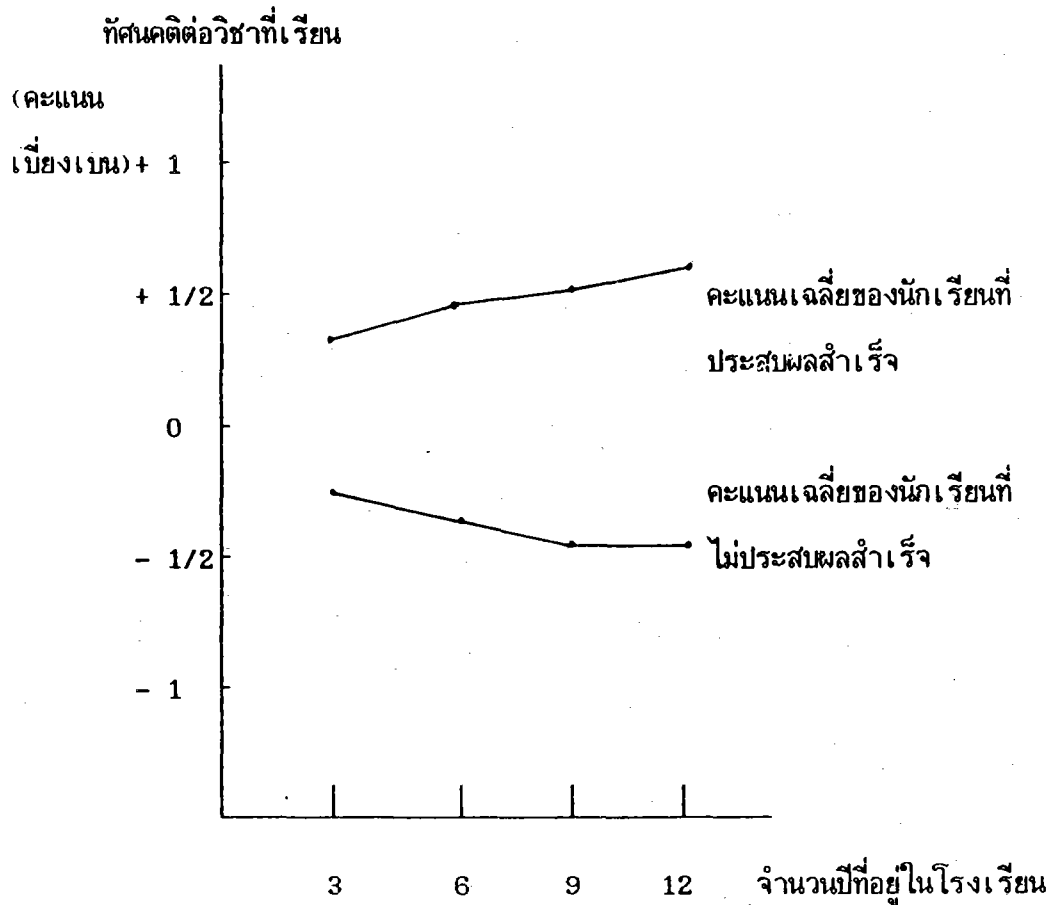
ภาพประกอบ 2 แสดงการกระจายของผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนภายใต้ สภาวะเงื่อนไขสองประการคือ เงื่อนไข A แสดงการกระจายของผลสัมฤทธิ์นักเรียนโดยไม่มี การช่วยเหลือเป็นพิเศษที่จะทำให้จำนวนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้มากที่สุด แต่ ถ้านักเรียนได้เรียนอย่างเพียงพอในแต่ละหน่วยแล้ว การกระจายของผลสัมฤทธิ์จะเป็นดังเงื่อนไข B (Bloom. 1976 : 167)

สำหรับสภาพจิตใจพื้นฐานหรือแรงจูงใจ มีลักษณะเป็นองค์ประกอบเชิงซ้อนของความสนใจ และเจตคติต่อวิชา ต่อโรงเรียน รวมทั้งอัตมโนทัศน์ และคุณลักษณะทางบุคลิกลักษณะ องค์ประกอบเหล่านี้จำแนกได้ในชั้นเรียนต้น ๆ แต่ในชั้นปลายจะสัมพันธ์ร่วมกันหมด ส่วนหนึ่งของแรงจูงใจจะถูกกำหนดจากการรับรู้ในความสำเร็จหรือความล้มเหลวในทางการเรียนที่ผ่านมาและนักเรียนคิดว่างานการเรียนใหม่นี้คล้ายหรือสัมพันธ์กับงานการเรียนก่อน ๆ กล่าวคือความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดงานหนึ่ง ๆ จะเป็นสภาพจิตใจพื้นฐานของงานถัดไป ความรู้สึกที่เกิดขึ้นในสภาพทั้งสองนี้อาจเหมือนกันหรือแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการรับรู้ของนักเรียนต่อประสบการณ์ในอดีต และลักษณะการโยงความสัมพันธ์ของงานใหม่กับการรับรู้ในอดีตนั้น ผลนี้ไม่ได้เกิดขึ้นตามผลที่เป็นจริงในอดีตแต่เป็นผลจากตัวแปรสองตัว คือ การรับรู้อดีตและการโยงความสัมพันธ์งานใหม่กับการรับรู้ขึ้น ซึ่งตรงกับทฤษฎีสกินเนอร์ (Skinner. 1971 : 16) กล่าวว่า เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในอดีตของบุคคลหนึ่ง ไม่มีความหมายหรือความสำคัญเท่ากับสิ่งที่มีอยู่ในความทรงจำของบุคคลผู้นั้น

ความรู้สึกของนักเรียนอีกส่วนหนึ่ง ขึ้นอยู่กับการรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างงานนั้นกับจุดมุ่งหมายในอนาคตหรือเป้าหมายที่นักเรียนกำหนดไว้ในใจ หากงานนั้นเอื้อต่อเป้าหมายดังกล่าว นักเรียนจะมีความรู้สึกที่ดี แต่ถ้างานนั้นไม่มีความเกี่ยวข้อง นักเรียนจะมีความรู้สึกในทางลบและต่อต้าน ความคิดในประเด็นของบลูม สอดคล้องกับเรื่องการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (meaningful learning) และความสนใจใฝ่รู้ (cognitive drive) ของออสซูเบล (Ausubel. 1968 : 227) ที่ว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายเป็นการให้รางวัลในตัวเอง ทั้งสร้างความสนใจใฝ่รู้ที่ถือเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้และทำให้การเรียนรู้มีความคงทนถาวร ออสซูเบลเสนอแนะว่าการพัฒนาความสนใจใฝ่รู้ให้คงอยู่ตลอดไปการศึกษาหรือให้ติดตัวนักเรียนไปจนเป็นผู้ใหญ่ขึ้น ต้องพัฒนาความรู้สึกที่ตระหนักถึงความจำเป็นของเนื้อหาวิชานั้น แต่ความรู้สึกนี้จะพัฒนาได้ยาก หากเนื้อหาความรู้ส่วนใหญ่ยังขาดการสนองความต้องการในชีวิตประจำวัน

แรงจูงใจหรือการมีความรู้สึกที่ดีกับการเรียนรู้มีความสัมพันธ์เชิงเหตุและผล (causal relationship) ซึ่งกันและกันโดยธรรมชาติ บลูมพูดถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองนี้ว่ามีอิทธิพลต่อกันแบบขดเกลียว (spiral effect) กล่าวคือผลสัมฤทธิ์ที่สูงจะทำให้เกิดความรู้สึกที่ดีต่อวิชานั้น ความรู้สึกที่ดีนั้นจะไปทำให้มีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น ผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นจะไปเพิ่มพูนความรู้สึก

ที่ยิ่งขึ้นอีก สลับเวียนขึ้นเรื่อย ๆ ในทำนองเดียวกันผลสัมฤทธิ์ที่ต่ำจะ ไปลดความรู้สึกที่ดีให้ลดลง เป็นเหตุให้ผลสัมฤทธิ์ถูกกดลดลงไปอีก สลับเวียนลงเรื่อย ๆ ถ้าแสดงด้วยแผนภูมิเส้น ปลายข้างหนึ่งจะมีลักษณะแยกออกจากกัน (divergent) ดังภาพประกอบ 3 (Bloom. 1976 : 151) ปรัชการณนี้ สรุปได้ว่า สภาพจิตใจถูกกำหนดขึ้นจากการรับรู้เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้น ขณะเดียวกันก็เป็นตัวกำหนดผลสัมฤทธิ์ในอนาคต



ภาพประกอบ 3 ทัศนคติต่อวิชาที่เรียนของนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จและไม่ประสบผลสำเร็จในวิชานั้น ๆ

บลูมเสนอแนะการจัดกระทำตัวแปรนี้ว่า ทำให้เกิดขึ้นได้โดยให้นักเรียนได้เรียนอย่างเพียงพอในแต่ละหน่วยจนนักเรียนมีประสบการณ์ความสำเร็จ ข้อคิดสำหรับครู คือ งานที่จะสร้าง

ความรู้สึกสำเร็จหรือล้มเหลวได้นั้นต้องมีความท้าทายและความเสี่ยง ไม่เป็นงานที่ง่ายเกินไปจนทำให้เกิดความรู้สึกว่าไม่ประสบความสำเร็จ ทั้งไม่เป็นงานที่ยากเกินไปจนทำให้ไม่รู้สึกว่าล้มเหลว อย่างไรก็ตามทั้งหมดนี้เป็นารรับรู้ของนักเรียนทั้งสิ้น แต่ก็เป็นที่ที่ของโรงเรียนที่จะต้องคิดสร้างการสะสมประสบการณ์ความสำเร็จให้นักเรียนโดยเฉพาะในระดับชั้นประถมศึกษา นับเป็นช่วงเวลาที่สำคัญมาก (Bloom. 1976 : 78)

ปัญหาด้านความรู้สึกในทางลบที่สืบเนื่องมาจากประสบการณ์สะสมอันยาวนาน ทางแก้วิธีหนึ่งคือ การปรับปรุงคุณภาพการสอนโดยทำให้งานนั้นดูเหมือนเป็นเรื่องใหม่ มีลักษณะที่แตกต่างหรือไม่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับงานที่นักเรียนผ่านมาก่อน ด้วยกลวิธีนี้นักเรียนจะเริ่มการเรียนรู้ด้วยความรู้สึกที่เป็นกลางหรือความรู้สึกในเชิงบวก

องค์ประกอบสุดท้าย คือ คุณภาพการสอน การประเมินคุณภาพการสอนเป็นเรื่องยาก แต่ข้อสังเกตประการหนึ่ง คือ ถ้าห้องเรียนหนึ่งมีนักเรียนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป ครูจะเสียเวลากับการจัดการเรื่องของนักเรียนมากกว่าการจัดการเรื่องการสอน การพิจารณาคุณภาพการสอนอาจเปรียบเทียบได้จากการสอนแบบตัวต่อตัวจากครูที่มีความสามารถสูง ซึ่งโดยทั่วไปจะพิจารณาจาก 3 ด้าน คือ

- ด้านการให้คำแนะนำ (Cue) ซึ่งอาจต้องใช้หลายวิธีการตามความเหมาะสมกับนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องเรียนและกิจกรรมที่ต้องทำ
 - ด้านการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยปริมาณการฝึกและการมีส่วนร่วมของนักเรียนจะแตกต่างกันตามความต้องการหรือจำเป็น
 - ด้านการเสริมแรง ต้องคำนึงถึงชนิดของการเสริมแรงทั้งภายในและภายนอก (intrinsic and extrinsic) และจังหวะเวลาการให้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- สำหรับการสอนเป็นกลุ่ม จำเป็นต้องเพิ่มอีกองค์ประกอบหนึ่ง คือกระบวนการให้ข้อมูลย้อนกลับและแก้ไขข้อบกพร่อง (feedback and corrective) สำหรับนักเรียนแต่ละคนด้วย

องค์ประกอบทางด้านสภาพจิตใจ

ถ้าพิจารณาองค์ประกอบทั้งสามด้านตามทฤษฎีของบลูม องค์ประกอบที่ได้รับความสนใจศึกษาค้นคว้ากันมาก ได้แก่ องค์ประกอบทางด้านคุณภาพการสอน และปัจจัยความรู้พื้นฐาน

ในด้านคุณภาพการสอนนั้น ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ปรับปรุงในด้านนี้สองลักษณะ ลักษณะแรก ได้แก่ เทคโนโลยีด้านการสอน ซึ่งเน้นการให้ความยืดหยุ่นเหมาะสมกับนักเรียนที่มีความแตกต่างกันหลากหลาย เน้นการเรียนรู้แบบรอบรู้ (Mastery learning) มากกว่าการจำเนื้อหา การสอนแบบรายบุคคล (individualized instruction) เป็นทางเลือกที่ดีของกระบวนการสอนที่ยึดศักยภาพและอัตราการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนเป็นหลัก แม้การสอนแบบนี้จะเป็นเทคนิคการสอนที่ย้อนไปสู่วิธีการสอนของพลาโต (Plato) และ โซเครตีส (Socrates) แต่ปัจจุบันได้ถือเป็นยุทธศาสตร์อย่างหนึ่งทางการศึกษาที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมการเรียนการสอน ตามทัศนะของเปียเจต์ (Piaget) ทอร์แรนซ์ (Torrance) กิลด์ฟอร์ด (Guildford) และคนอื่น ๆ การสอนแบบนี้เป็นวิธีการที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของความสนใจ และการสอนถูกปรับเข้ากับเด็กแต่ละคนด้วยวิถีทางที่คำนึงถึงความเป็นมนุษย์ (humanized way) (Alvarado. 1983 : 661 - 663) สำหรับลักษณะที่สองของการศึกษาด้านคุณภาพการสอน ได้แก่ เทคโนโลยีด้านการสร้างและการใช้สื่อ ซึ่งมีข้อเสนอเกี่ยวกับการแสวงหาสื่อที่นักเรียนจะมีโอกาสได้สัมผัสหรือลงมือกระทำด้วยตนเองอย่างทั่วถึงทุกคน เพราะสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนจะเป็นเครื่องสร้างฐานที่เป็นรูปธรรมแก่ความคิดรวบยอด เพิ่มความสนใจและความรู้สึกที่มีความผูกพันมากขึ้นและพัฒนาความต่อเนื่องของความคิด (นิพนธ์ ศุภปรีดี. 2528 : 20 ; อ้างอิงมาจาก Dale. 1959 : 65 - 71) ทั้งยังช่วยให้มีความคงทนมากกว่าการเรียนรู้ด้วยวาจา (ชมภูมิภาค. 2528 : 23 ; อ้างอิงมาจาก Gagne. 1970 : 303 - 318)

ในด้านปัจจัยความรู้พื้นฐาน แนวทางในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาค้นคว้าชัดเจน ได้แก่ การวิเคราะห์งาน การจัดลำดับความต่อเนื่องของหน่วยการเรียนรู้และการซ่อมเสริม เพื่อให้นักเรียนส่วนใหญ่ได้เรียนจากพื้นฐานที่ตนเองมีอยู่ ได้เรียนแต่ละหน่วยอย่างพอเพียง และได้รับการแก้ไขปรับปรุงทุกระยะ

สำหรับองค์ประกอบทางด้านสภาพจิตใจนั้น เป็นด้านที่ขาดแคลนข้อมูลอย่างมาก ทั้ง ๆ ที่สภาพจิตใจเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพัฒนาการของจิตลักษณะในทางบวกต่อโรงเรียนและต่อตนเองในทุกขั้นตอนกระบวนการในโรงเรียน (Bloom. 1976 : 170) ทักษะที่ดีต่อการเรียนเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการวางแผนหลักสูตรทั้งระยะสั้นและระยะยาว นักการศึกษาจำนวนมากเชื่อว่า การสร้างจิตนิสัยสำคัญกว่าการสร้างพหุนิสัยและทักษะนิสัย หากอัตถิภาสของเด็กรู้สึกท้อถอยจากการไม่ประสบผลสำเร็จในวิชาใด ผลนี้จะกระทบต่อความรู้สึกซึ่งจะมีอิทธิพลต่อชีวิตในเวลาต่อมายิ่งกว่าความสำเร็จที่เขาทำได้ในภายหลัง (Bruner. 1960 : 33 ; Popham and Baker. 1973 : 47 - 48) ความรู้สึกที่ดีจะเป็นตัวแปรที่สามารถทำนายความสำเร็จในการเรียนได้ดีกว่าตัวแปรความสามารถของนักเรียน (Ausubel. 1968 : 389) สภาวะแห่งความรู้สึกเปรียบได้ดังประตูน้ำที่ปิด - เปิดให้กระแสข้อมูล การคิด การปฏิบัติดำเนินไปมากน้อยตามความกว้างของประตูน้ำ แม้ว่าการลงมือปฏิบัติจริงลงมือคิดจริง ๆ เป็นกิจกรรมสำคัญที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ก็ตาม แต่ประตูสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนลงมือคิด ลงมือปฏิบัติจริงนั้น คือความเต็มใจ ความยินดี ความพึงพอใจ สภาวะจิตใจจึงเป็นกุญแจสำคัญในการเปิดให้มีการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพสูง (โกวิท ประวาลพฤษ์, กมล ภูประเสริฐ, สงบ ลักษณะ. ม.ป.ป. : 173) มีอิทธิพลส่งผลกระทบทั้งในระดับกว้าง (macro) คือโปรแกรมทั้งหมดของโรงเรียนหรือนักเรียน และในระดับแคบ (micro) คือ หน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ (Bloom. 1976 : 75)

ขอบเขตเนื้อหาในเรื่องของการสร้างความสนใจอันเป็นองค์ประกอบร่วมระหว่างความสนใจและเจตคติเป็นเรื่องกว้างมาก ยากที่จะกำหนดให้ชัดเจนดังองค์ประกอบอื่น ๆ ได้ ดังนั้น แม้ความสำคัญขององค์ประกอบนี้จะเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง แต่การสร้างความปลอดภัยในการเรียนยังเป็นเรื่องที่ครูส่วนใหญ่ยังหาแนวทางปฏิบัติไม่ได้ (Popham and Baker. 1973 : 48)

วิธีการสร้างความพอใจในการเรียนตามแนวคิดของบลูมดังกล่าวแล้วในตอนต้น จัดเป็นวิธีการทางอ้อม โดยผ่านการสร้างความรู้พื้นฐานอย่างเพียงพอและการปรับปรุงคุณภาพการสอน ความต้องการการศึกษาค้นคว้าในเรื่องของการสร้างความพอใจในการเรียนยังมีอยู่อีกมาก โดยเฉพาะในแง่ของความสัมพันธ์เชิงเหตุและผล (causal relation) ระหว่างสภาพทางจิตใจกับผลการเรียน ทั้งนี้เพราะงานวิจัยที่ทำการกันส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ล้วนเป็น

การศึกษาความสัมพันธ์เชิงสภาพปัจจุบัน (Concurrent relation) และความสัมพันธ์เชิงทำนาย (prediction relation) ระหว่างตัวแปรปัจจัยทางด้านจิตพิสัยกับผลสัมฤทธิ์

เทคโนโลยีของพฤติกรรม : วิธีการสร้างความพอใจในการเรียน

การศึกษาในด้านความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างสภาพทางจิตใจกับผลการเรียน จุดที่น่าสนใจจุดหนึ่งคือการสร้างความพอใจในการเรียนตั้งแต่เริ่มต้นให้แก่เด็กทุกคนซึ่งในเรื่องนี้มีผู้ให้แนวคิดไว้หลายท่าน ดังนี้

สกินเนอร์ (Skinner. 1971 : 1 - 63, 96 - 120) มีความเห็นว่า การปรับพฤติกรรมของคนไม่อาจทำได้โดยเทคโนโลยีทางกายภาพและชีวภาพ (physical and biological technology) เท่านั้น แต่ต้องอาศัยเทคโนโลยีของพฤติกรรม ซึ่งเขาหมายถึง เสรีภาพ และความภาคภูมิ (Freedom and Dignity) จุดหมายปลายทางที่แท้จริงของการศึกษา คือ การทำให้คนมีความเป็นตัวของตัวเอง (autonomous man) มีความรับผิดชอบต่อการกระทำของตน เสรีภาพและความภาคภูมิเป็นครรลองของการไปสู่ความเป็นคนดังกล่าวนั้น

เสรีภาพมีความหมายตรงข้ามกับการควบคุม แต่เสรีภาพในความหมายของสกินเนอร์ ไม่ได้หมายถึงความเป็นอิสระจากความควบคุมหรือความเป็นอิสระจากสิ่งแวดล้อม แต่หมายถึงความเป็นอิสระจากการควบคุมบางชนิดที่มีลักษณะเชิงกร้าว (aversive) นั่นคือไม่ได้หมายถึงการทำลายหรือหนีจากสิ่งแวดล้อม แต่เป็นการวิเคราะห์และเปลี่ยนหรือปรับรูปแบบใหม่ (redesign) ให้แก่สิ่งแวดล้อมนั้น โดยทำให้อำนาจการควบคุมอ่อนตัวลงจนบุคคลเกิดความรู้สึกว่าตนไม่ได้ถูกควบคุมหรือต้องแสดงพฤติกรรมใด ๆ ที่เนื่องมาจากความกดดันภายนอกบางอย่าง บุคคลควรได้รับการยกย่องยอมรับ (credit) ในผลสำเร็จของการกระทำ การเป็นที่ยกย่องยอมรับเป็นความภาคภูมิใจ ความภาคภูมิใจเป็นคุณค่าของมนุษย์ แต่การกระทำที่ควรจะได้รับยกย่องยอมรับมากเท่าไร จะต้องเป็นการกระทำที่ปลอดจากการบังคับ (force) หรือสิ่งควบคุม (Controlling Stimuli) ใด ๆ มากเท่าไร นั่นคือ สัดส่วนปริมาณของการยกย่องยอมรับที่ให้แก่การกระทำ จะเป็นส่วนกลับกับความเด่นหรือความสำคัญของสาเหตุที่จูงใจให้เขากระทำ

สกินเนอร์ได้อ้างคำกล่าวของฌอง ฌัก รูซโซ (Jean - Jacques Rousseau) ที่แสดงความคิดในแนวเดียวกันจากหนังสือ 'เอมีล' (Emile) โดยให้ข้อคิดแก่ครูว่า จงทำให้เด็กเกิดความรู้สึกว่าเขาอยู่ในความควบคุมของตัวเอง แม้ว่าผู้ควบคุมแท้จริงคือครู ไม่มีวิธีการใดดีไปกว่าการให้เขาได้แสดงด้วยความรู้สึกว่า เขามีอิสระเสรีภาพ ด้วยวิธีนี้คนจะมีกำลังใจด้วยตัวเอง ครูควรปล่อยให้เด็กได้ทำเฉพาะในสิ่งที่เขาอยากทำ แต่เขาควรจะทำเฉพาะสิ่งที่ครูต้องการให้เขาทำเท่านั้น

แนวคิดของสกินเนอร์ สรุปได้ว่า เสรีภาพนำบุคคลไปสู่ความภาคภูมิใจและความภาคภูมิใจนำบุคคลไปสู่ความเป็นตัวของตัวเอง เป็นผู้มีควมรับผิดชอบต่อการคิด ตัดสินใจ การกระทำ และผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำของตนเอง และนั่นคือเป้าหมายปลายทางที่แท้จริงของการศึกษา สิ่งที่สกินเนอร์ต้องการเน้นคือ การปรับแก้พฤติกรรมของคนต้องแก้ด้วยเทคโนโลยีของพฤติกรรมเท่านั้นจึงจะสำเร็จ ส่วนการใช้เทคโนโลยีของพฤติกรรมนี้กับใคร อย่างไร ด้วยวิธีไหน ถือเป็นเรื่องของ การตัดสินใจใช้ศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยภูมิปัญญา (wisdom) ของผู้ใช้เท่านั้น

ไวท์เฮด มีแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องนี้ในทำนองเดียวกัน (Whitehead. 1967 : 1 - 41) เขากล่าวถึงจังหวะของการศึกษา (Rhythm of Education) และขั้นตอนของการพัฒนาว่ามี 3 ขั้น คือ จุดยืน (thesis) จุดแย้ง (Antithesis) และจุดปรับ (Synthesis) ซึ่งไวท์เฮดเรียกชื่อใหม่เพื่อใช้ในการศึกษาว่าการสร้างความพอใจ (Romance) การทำความกระจ่าง (Precision) และการนำไปใช้ (generalization) ในการเรียนรู้ใด ๆ ควรเป็นไปตาม 3 จังหวะนี้ คือ

การสร้างความพอใจ - นักเรียนรับสิ่งใหม่ ๆ มีความตื่นเต้นพอใจกับการได้พบและเก็บ
สิ่งใหม่ ๆ

การทำความกระจ่าง - มีการจัดระบบระเบียบ ให้คำจำกัดความ มีการกำหนดขอบเขต
ที่ชัดเจน

การนำไปใช้ - นำสิ่งใหม่ที่ได้มาไปจัดสิ่งใหม่ ๆ ที่จะได้พบต่อไป เกิดความตื่นเต้นที่จะ
เอาไปจัดสิ่งใหม่ ๆ ที่เข้ามา

ไวท์เฮดกล่าวถึงการสร้าง ภูมิปัญญา (wisdom) ในระบบการศึกษาว่าได้ปฏิบัติกันอย่าง ผลิตผลมาตลอด โดยการใช้วิธีการฝึกทักษะอย่างง่าย ๆ ขรรดมา ๆ แล้วคาดเอาไว้จะทำให้เกิด ภูมิปัญญาได้ ถนนที่มุ่งสู่การเกิดภูมิปัญญามีสายเดียว คือ เสรีภาพในการแสดงความรู้ (freedom in the presence of knowledge) และถนนที่มุ่งสู่ความรู้มีสายเดียวเช่นกัน คือ วิทยาการ ที่จัดไว้อย่างเป็นระบบ (discipline in the acquirement of ordered fact) ดังนั้น เสรีภาพและวิทยาการ (Freedom and Discipline) เป็นสาระสำคัญสองประการของการศึกษา ประกอบเป็นวงจรการศึกษา 3 จังหวะ คือ เสรีภาพ - วิทยาการ - เสรีภาพ (freedom - discipline - freedom) ซึ่งเสรีภาพในจังหวะแรก ก็คือ ขั้นตอนของการสร้างความพอใจ วิทยาการในจังหวะที่สองคือขั้นการทำความกระจ่าง และเสรีภาพในช่วงสุดท้ายคือขั้นการนำไปใช้ วงจรเหล่านี้ไม่ได้มีวงจรเดียวแต่มีลักษณะเป็นวงจรซ้อนวงจร วงจรหนึ่งเปรียบได้กับเซลล์หนึ่งหน่วย และขั้นตอนการพัฒนาย่างสมบูรณ์ของมัน ก็คือ โครงสร้างอินทรีย์ (organic structure) ของเซลล์เหล่านั้น เช่นเดียวกับวงจรเวลาที่มียาวจรเวลาประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน ประจำปี ประจำฤดูกาล เป็นต้น และ วงจรของบุคคลตามช่วงอายุ จะเป็นระดับดังนี้

ตั้งแต่เกิด จนถึงอายุ 13 หรือ 14 ปี	เป็นขั้นของความสนใจ
ช่วงอายุ 14 - 18 ปี	เป็นขั้นของการค้นหาทำความกระจ่าง
และ อายุ 18 ปี ขึ้นไป	เป็นขั้นของการนำไปใช้

นอกจากนี้วิทยาการทั้งหลายในแขนงต่าง ๆ ก็มีวงจรของพัฒนาการและระดับของพัฒนา การเหล่านี้เช่นกัน

สิ่งที่ไวท์เฮดต้องการย้ำในเรื่องนี้ คือ ความรู้ที่ต่างแขนงวิชา การเรียนที่ต่างวิธีการ ควรให้แก่นักเรียนเมื่อถึงเวลาอันสมควรและเมื่อนักเรียนมีพัฒนาการทางสมองอยู่ในขั้นเหมาะสม หลักการนี้เป็นที่ทราบกันทั่วไปอยู่แล้ว แต่ยังไม่มีการถือปฏิบัติโดยคำนึงถึงจิตวิทยาในการดำเนินการ ทางการศึกษา เรื่องทั้งหมดนี้ไม่ใช่เรื่องใหม่ เพียงแต่หลักการเหล่านี้ไม่ได้ถูกหยิบยกขึ้นมาอภิปราย เพื่อให้เกิดการปฏิบัติอย่างจริงจังและถูกต้อง ความล้มเหลวของการศึกษาเกิดขึ้นจากการใช้จังหวะ การศึกษาไม่เหมาะสม โดยเฉพาะในขั้นตอนของการสร้างความพอใจหรือจังหวะของเสรีภาพใน ช่วงแรก การละเลยหรือขาดประสบการณ์ในส่วนนี้ส่งผลดีสูงสุดที่จะเกิดขึ้น คือ ความรู้ที่ไร้พลัง

(inert knowledge) และไร้ความริเริ่ม ผลเสียหายสูงสุดที่จะเกิดขึ้น คือ ความรังเกียจไม่ยอมรับความคิดเห็น และนำไปสู่การไร้ความรู้ในที่สุด

การพัฒนาลักษณะใด ๆ ตามวิถีทางของธรรมชาติ ควรต้องสร้างกิจกรรมที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในตัวเองได้ เพราะความพอใจจะทำให้คนมีการพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสม ส่วนความเจ็บปวดแม้จะทำให้เกิดการตอบสนองแต่ก็ไม่ทำให้คนพอใจ ไวท์เฮด สรุปในที่สุดว่า ในการสร้างพลังความคิด (Mental Power) ไม่มีอะไรมากไปกว่า สภาพจิตใจที่มีความพึงพอใจ ในขณะที่ทำกิจกรรม สำหรับการศึกษาด้านเชาว์ปัญญา (intellectual) นั้น เสรีภาพเท่านั้นที่จะทำให้เกิดความคิดที่มีพลัง (active thought) และความริเริ่มใหม่ ๆ (freshness)

เมื่อประมาณความคิดทั้งของสกินเนอร์และไวท์เฮดเข้าด้วยกันแล้วจะสรุปได้ว่า เสรีภาพเป็นปฐมเหตุของการนำบุคคลไปสู่จุดหมายปลายทางที่การศึกษาต้องการ นั่นคือ เป็นบุคคลที่มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความรับผิดชอบต่อผลการกระทำของตน

เสรีภาพเป็นบ่อเกิดความพึงพอใจ ดังนั้น การมีเสรีภาพในการเรียนจึงเป็นการสร้างความพอใจในการเรียน ความพอใจทำให้คนมีพัฒนาการในตนเอง (Whitehead. 1967 : 29 - 41) วิธีการของการให้เสรีภาพในการเรียนเป็นเรื่องที่กำหนดขอบเขตเนื้อหาได้ยาก แต่ความหมายกว้าง ๆ โดยทั่วไป คือ การให้นักเรียนมีโอกาสเลือกและตัดสินใจด้วยตนเองและเพื่อตนเอง เป็นการควบคุมที่ผู้ถูกควบคุมไม่รู้ตัว ดังนั้น แนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนบางประการสำหรับการจัดการศึกษา คือ การจัดให้มีวิชาเลือกหลายวิชา หรือจัดให้มีหัวข้อเนื้อหาหลายเรื่องในวิชาเดียวกัน หรือมีแนวทางการเรียนหลายแนวทางในเรื่องเดียวกัน เป็นต้น

บลูม (Bloom. 1976 : 72 - 74) มีความเห็นในทำนองเดียวกันว่า ถ้าสามารถจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามที่ตนเองต้องการ ก็น่าจะคาดหวังได้แน่นอนว่านักเรียนทุกคนได้เตรียมใจสำหรับกิจกรรมที่ตนเองเลือกนั้นด้วยความกระตือรือร้น พร้อมทั้งความมั่นใจ เราสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของความพร้อมด้านจิตใจได้ชัดเจนจากปฏิบัติของนักเรียนต่องานที่เป็นวิชาบังคับกับวิชาเลือกหรือจากสิ่งนอกโรงเรียนที่นักเรียนอยากเรียน เช่น การชักรถยนต์ ดนตรีบางชนิด เกม หรืออะไรบางอย่างที่นักเรียนอาสาสมัครและตัดสินใจได้โดยเสรีในการเรียน การมีความกระตือรือร้น

และความสนใจเมื่อเริ่มเรียน จะทำให้นักเรียนเรียนได้เร็วและประสบความสำเร็จสูง อย่างไรก็ตาม บลูมเห็นว่าวิธีนี้ค่อนข้างเป็นอุดมคติที่จัดได้ลำบาก

ช่วงสำคัญของการจัดประสบการณ์เพื่อสร้างความรู้สึที่ดีต่อการเรียนนี้ ทั้งไวท์เฮดและบลูมเห็นว่าต้องทำในระดับประถมศึกษาเพราะบุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 14 ปีลงมา มีพัฒนาการอยู่ในขั้นตอนของความสนใจ ความพึงพอใจ (Whitehead. 1967 : 33) และเป็นช่วงการสร้างฐานของการสะสมความรู้สึที่ดีต่อประสบการณ์ความสำเร็จ ในชั้นเรียนที่สูงขึ้นไปหรือในเด็กที่อายุมากขึ้น การสร้างหรือเปลี่ยนแปลงความรู้สึจะทำได้ยาก (Bloom. 1976 : 95, 104 - 105)

เรื่องของเสรีภาพกับการเรียนนี้ บุคคลอีกผู้หนึ่งที่ควรกล่าวถึง คือ โรเจอร์ (Carl R. Rogers) (Snelbecker. 1974 : 485 - 497) นักจิตวิทยามนุษยศาสตร์ผู้ริเริ่มวิธีบำบัดคนไข้ทางจิตแบบยึดคนไข้เป็นศูนย์กลาง (Client - Centered Therapy) และใช้วิธีการบำบัดบนรากฐานการสร้างบรรยากาศทางอารมณ์ ทำให้คนไข้รู้สึกสบายใจและเป็นอิสระพอที่จะเข้าใจพื้นฐานแบบแผนชีวิตของตนและสามารถค้นหาทางเลือกของการคิด รู้สึ และกระทำสิ่งที่เป็ประโยชน์หรือความสุขแก่ตัวเองได้มากที่สุด

โรเจอร์โยงหลักการนี้มาสู่แนวปฏิบัติทางการศึกษา รูปแบบการศึกษาที่พึงปรารถนาตามทัศนะของเขาต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่ความเป็นบุคคลที่มีสัจการแห่งตน (self - actualization) สามารถทำให้บุคคลมีความอยากรู้อยากเห็นด้วยจิตใจที่เป็นอิสระได้ เลือกทางเดินใหม่ตามความสนใจของตนได้และตระหนักได้ว่าทุกสิ่งทุกอย่างล้วนอยู่ในกระบวนการเปลี่ยนแปลง (Snelbecker. 1974 : 490 ; citing Rogers. 1969 : 105) รูปแบบการศึกษาที่เื้อต่อเป้าหมายดังกล่าว โรเจอร์เรียกว่าการเรียนรู้แบบประสบการณ์ (Experiential Learning)

การเรียนรู้แบบประสบการณ์ของโรเจอร์ มีความเชื่อพื้นฐาน 6 ประการ คือ

1. มนุษย์มีศักยภาพตามธรรมชาติสำหรับการเรียนรู้ เว้นแต่จะมีภาวะบางอย่างมาขัดขวางความต้องการของเขา

2. การบีบบังคับและยึดเยียดสารพัดสิ่งให้แก่เด็กนั้น ในที่สุดเด็กแต่ละคนจะคงเหลือแต่สิ่งที่เกี่ยวข้องกับตนเองเท่านั้น
3. การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในบุคลิกลักษณะของบุคคล จะเกิดขึ้นจากบรรยากาศที่สนับสนุนทางด้านอารมณ์มากกว่าการบังคับจากภายนอก
4. การเรียนรู้ "กระบวนการของการเรียน" เป็นสิ่งมีประโยชน์กว่าเพราะเป็นการเปิดรับประสบการณ์ใหม่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา
5. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ต่อเมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบในกระบวนการเรียนรู้นั้น
6. นักเรียนต้องมีบทบาทสำคัญในการร่วมตัดสินใจตลอดกระบวนการของการศึกษา

หลักการสำคัญของการเรียนรู้แบบประสบการณ์คือการสร้างบรรยากาศทางอารมณ์และสติปัญญา นอกจากนี้ เราได้ผสมผสานแนวคิดของจิตวิทยามนุษยศาสตร์กับแนวคิดจากแหล่งอื่น ๆ ได้เป็นแนวปฏิบัติที่เอื้อต่อการเรียนแบบประสบการณ์ คือ

1. การให้นักเรียนมีโอกาสเลือกลักษณะการเรียนที่กว้างขวางกว่าเดิม (Students' Choices in Extent of Structure) นักเรียนควรเป็นผู้เลือกที่จะเรียนแบบ "ห้องเรียนอิสระ" (free classroom) หรือแบบเดิม (traditional)
2. การใช้สัญญาการเรียน (Use of Contracts) ระหว่างครูกับนักเรียนเพื่อลดความกังวลของครูและนักเรียนที่ไม่คุ้นเคยกับการมอบความรับผิดชอบการเรียนให้นักเรียน
3. การฝึกการเรียนแบบสืบสวน (Inquiry Training) หรือแบบค้นพบ (Discovery Learning) เพื่อเน้น "วิธีเรียน" มากกว่า "เนื้อหา"
4. การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) เพื่อให้เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมากขึ้น
5. การฝึกให้เป็นคนมีความรู้สึกไว (Sensitivity Training or basic encounter groups) เพื่อให้รู้จักตนเองมากขึ้นในฐานะความเป็นมนุษย์
6. การจัดขนาดกลุ่มที่เหมาะสมแก่การเรียน (Facilitator - Learning groups) กลุ่มย่อยที่มีขนาด 7 - 10 คน จะทำให้ทุกคนได้ร่วมอภิปรายเต็มที่

7. การใช้บทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) ในบางกรณีที่ขาดเครื่องมือ ขาดสารสนเทศที่จำเป็นต้องนำไปใช้แก้ปัญหาที่ประสบอยู่ ความยืดหยุ่นของการสอนแบบโปรแกรมจะมีคุณค่าสูงยิ่ง แต่ทั้งนี้ให้ระวังการนำมาใช้อย่างขาดการวิเคราะห์จำแนก เช่น ใช้แทนการคิด เป็นต้น

ทัศนะของโรเจอร์เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้าชัดเจนต่อการนำไปปฏิบัติ แนวทางที่เขาให้ไว้มีลักษณะเป็นการจัดแบบ "ห้องเรียนเปิด" หรือเป็นการศึกษาแบบรายบุคคล อย่างไรก็ตามสิ่งที่โรเจอร์พยายามจะสื่อกับครู คือ การให้เสรีภาพในการเรียนจะเป็นการปูพื้นฐานทางด้านอารมณ์ให้นักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะสำรวจสิ่งที่มีความหมายและใช้ความพยายามต่อสิ่งนั้นมากกว่าปกติ

เท่าที่กล่าวมาทั้งหมด จะเป็นสังเขปของความหมายและความสำคัญของเรื่องเสรีภาพทางการศึกษาได้พอสมควร ผู้วิจัยขอนำข้อคิดของแนช (Nash. 1966 : 231 - 237) จากหนังสือเรื่อง "อำนาจและเสรีภาพในการศึกษา : ปรัชญาการศึกษาเบื้องต้น" มาเป็นบทสรุปของแนวคิดในด้านนี้ คือ

ในแง่ของการจัดการศึกษา การศึกษาควรเพิ่มพูนเสรีภาพของบุคคลโดยการเพิ่มจำนวนทางเลือกให้แก่ผู้เรียน ซึ่งในการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้เรียนนี้จะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของทางเลือกเหล่านั้นควบคู่ไปด้วย จึงจะจัดได้ว่าเป็นการศึกษาที่มีประสิทธิผล เพราะเป็นการศึกษาที่พัฒนาทั้งจิตใจและบุคลิกลักษณะของผู้เรียนอันเกิดจากการที่ผู้เรียนได้เลือกและตัดสินใจด้วยตัวของตัวเองส่วนหนึ่งด้วย ซึ่งสถาบันการศึกษาและครูสามารถจัดกระทำได้ แม้ในบางแง่มุมของการจัดการศึกษาจะอุปสรรคหนึ่งว่าสถาบันการศึกษาและครูจะยังมีอิทธิพลเหนือผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แต่ผู้เรียนจะมีความเป็นอิสระในการได้เลือกโดยที่ตัวเองรู้ตัวว่ามีโอกาสเลือกและมีจุดมุ่งหมายของตนเอง การให้การศึกษาแก่ประชาชนเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีเสรีภาพ กระบวนการของการศึกษาควรตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อตกลงเกี่ยวกับเสรีภาพของมนุษย์ด้วย ทั้งนี้เพราะการดำรงชีวิตในสังคมเช่นนี้ ผู้เยาว์ควรได้รับการฝึกฝนและปลูกฝังค่านิยมในการแสวงหาสารสนเทศเพื่อการเลือกด้วยตนเองและรับผิดชอบในผลของการเลือกนั้น

การเลือกเนื้อหาสาระและขอบเขตสำหรับการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาเพื่อผลของการสร้างความพอใจให้แก่นักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนนั้น น่าจะเป็นการศึกษาที่กระทำกับเนื้อหาวิชาที่มีผลสัมฤทธิ์ยังไม่น่าพึงพอใจเพื่อให้เห็นผลได้ชัดเจน ตามแนวคิดที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น ผู้วิจัยจะทำการศึกษากับนักเรียนในระดับประถมศึกษา การเลือกเนื้อหาสาระและขอบเขตของการศึกษาจึงควรเป็นวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่เป็นปัญหาในเรื่องผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในระดับนี้

นับตั้งแต่การเริ่มใช้หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 เป็นต้นมา ได้มีหน่วยงานต่าง ๆ ใฝ่ติดตามและประเมินผลการใช้หลักสูตรนี้มาโดยตลอด ผลการใช้หลักสูตรตามที่ปรากฏหากพิจารณาตามรายกลุ่มประสบการณ์แล้ว กลุ่มทักษะ - คณิตศาสตร์ เป็นกลุ่มที่มีปัญหามากกลุ่มหนึ่ง และจัดเป็นกลุ่มที่มีปัญหาต่อเนื่องมายาวนาน ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินระดับประเทศวิชาคณิตศาสตร์ของหน่วยงานต่าง ๆ ในช่วงการใช้หลักสูตรประถมศึกษา พ.ศ. 2503 (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2528) มีรายงานคะแนนเฉลี่ยร้อยละอยู่ระหว่าง 24 - 59 จากผลการประเมิน 5 ครั้ง และผลเหล่านี้มีลักษณะกระเพื่อมขึ้น - ลง ไม่ได้แสดงทิศทางของแนวโน้มแต่อย่างใด

การประเมินผลคณิตศาสตร์นักเรียนประถมศึกษาตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ซึ่งใช้มาเป็นเวลา 11 ปีแล้วนี้ มีการประเมินที่สำคัญหลายครั้งโดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างทั่วประเทศ ในช่วง 5 ปีแรก หน่วยงานที่ทำการศึกษาดูตามผล ได้แก่ กรมวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิชาการประเมินผลสัมฤทธิ์นักเรียน ป.2 และ ป.3 ปีการศึกษา 2522 และ 2523 ตามลำดับ ปรากฏคะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนต่างกันเป็น 63 และ 45 ตามลำดับ (กรมวิชาการ. 2525) ทำนองเดียวกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ติดตามผลนักเรียน ป.2 และ ป.3 - 4 ในปีการศึกษา 2522 และ 2524 ปรากฏคะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำและแตกต่างกัน คือ ป.2 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 49 และ ป.3 - 4 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 39 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : 2524) ในขณะที่รายงานคะแนนเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนป.3 และ ป.4 ปีการ

ศึกษา 2523 และ 2524 จากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ มีค่าสูงกว่าและไม่มี ความแตกต่างระหว่างระดับชั้นมาก คือเป็นร้อยละ 51 และ 52 ตามลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาแห่งชาติ. 2523 ; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2524)

ในช่วง 6 ปีหลัง จากรายงานการติดตามประเมินผลนักเรียน ป.6 ของกรมวิชาการในปี การศึกษา 2526 และ 2528 ปรากฏคะแนนเฉลี่ยในรายสมรรถภาพดังนี้ ความเข้าใจร้อยละ 43 และ 54 การคำนวณร้อยละ 36 และ 43 การแก้ปัญหาร้อยละ 34 และ 36 ตามลำดับ (กรมวิชาการ. 2528 ; กรมวิชาการ. 2530) แม้คะแนนจะมีพัฒนาการดีขึ้นในทุกสมรรถภาพ แต่ก็ยังต่ำอยู่ รายงานผลนักเรียนป.6 ปีการศึกษา 2527 - 2531 ของสำนักงานคณะกรรมการ การประถมศึกษาแห่งชาติ ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน คือ ความเข้าใจได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 38, 48, 44, 45 และ 51 การคำนวณร้อยละ 31, 34, 50, 56 และ 46 โจทย์ปัญหาได้ร้อยละ 26 31, 43, 35 และ 35 และผลของคณิตศาสตร์ฉบับรวมได้ร้อยละ 33, 37, 47, 46 และ 45 ผลดังกล่าวนี้แสดงถึงความสามารถของนักเรียนยังอยู่ในระดับที่น่าพอใจ (สำนักงานคณะกรรมการ การประถมศึกษาแห่งชาติ. 2532)

สำหรับผลการประเมินของชั้น ป.2 ปีการศึกษา 2530 ได้ผลไม่แตกต่างจากป.6 เท่า ใดนัก คือ ทั้งรายสมรรถภาพและฉบับรวมยังได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ยกเว้นการคำนวณ ที่ได้ผลค่อนข้างสูง คือ ร้อยละ 64 (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2531)

ตารางต่อไปนี้ แสดงผลการประเมินจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งหมดตามลำดับเวลาที่ทำ การประเมิน

ตาราง 1 คะแนนเฉลี่ยร้อยละกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา พ.ศ. 2522 - 2531 จำแนกตาม
รายสมรรถภาพและหน่วยงานที่ทำการประเมิน

หน่วยงาน	วก.	สสวท.	วก.	สทศ.	สสวท.	สทศ.	วก.	สสวท.	สพช.	สพช.	วก.	สพช.	สพช.	สพช.	สพช.
ปี 25'..	22	22	23	23	24	25	26	26	27	28	28	29	30	30	31
ชั้นประถม ปีที่	2	2	3	3	3-4	4	6	6	6	6	6	6	6	2	6
ความเข้าใจ	-	-	-	-	-	-	43	-	38	48	54	44	45	48	51
คำนวณ	-	-	-	-	-	-	36	-	31	34	43	50	56	64	46
โจทย์ปัญหา	-	-	-	-	-	-	34	-	26	31	36	43	35	36	35
รวมฉบับ	63	49	45	51	39	52	-	53	33	37	44	47	46	42	45

หมายเหตุ

วก. หมายถึง กรมวิชาการ

สสวท. หมายถึง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สทศ. หมายถึง สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

สปช. หมายถึง สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ

○ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ต่ำกว่าร้อยละ 50

การพิจารณาในภาพรวม หากถือเอาเกณฑ์คะแนนครึ่งหนึ่ง คือร้อยละ 50 เป็นเกณฑ์ของความน่าพอใจแล้ว สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ในกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาอยู่ในระดับที่น่าพอใจ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลของกลุ่มประสบการณ์อื่น ๆ กลุ่มนี้มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่ากลุ่มอื่นทั้งหมด และจากการวิเคราะห์ปัญหาของกลุ่มประสบการณ์ต่าง ๆ ในระดับจังหวัดและเขตการศึกษา ปรากฏว่า กลุ่มทักษะคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่ากลุ่มประสบการณ์อื่น ๆ เช่นกัน กลุ่มทักษะคณิตศาสตร์จึงจัดเป็นปัญหาสำคัญลำดับแรกที่จะต้องแก้ไขกันอย่างจริงจัง

หัวข้อ เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหามาก

การศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหามากสำหรับครู ได้มีผู้ศึกษาไว้ในแต่ละระดับชั้นเรียน ตั้งแต่ชั้น ป.1 (หทัยรัตน์ ธรรมานิตย์. 2530) ป.3 (ชอบ สุขสมชีพ. 2527 ; อิศเรศ นิยมมงคลพร. 2530) ป.4 (มนู มโนพัฒนกร. 2527 ; ศิริลักษณ์ คชาวงษ์. 2530) ป.5 (สมหมาย รัตนอรุณินทร์. 2527 ; กรรณิการ์ ทองสัมฤทธิ์. 2530) และ ป.6 (มนตรี วรรณชาติ. 2527 ; จำลอง อินวิเชียร. 2530) โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างในหนึ่งจังหวัดที่สุ่มได้ ผลการวิเคราะห์ไม่แตกต่างกันจากผลการวิเคราะห์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2532) ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากประชากรนักเรียนปีการศึกษา 2528 และ 2529 ทั้ง 73 จังหวัด ผลการวิเคราะห์พบว่า รายการจุดประสงค์ตามแบบ ป.02 ที่เป็นปัญหาอยู่ใน 5 อันดับแรกของทั้งสองปีการศึกษา เป็นรายการซ้ำกันเกือบทั้งหมด ดังนี้

ชั้น ป.1 : ปัญหา 5 อันดับแรกที่ซ้ำกันทั้งสองปีการศึกษา มี 4 รายการ คือ

1. ทำโจทย์ระคนได้
2. ทำโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการซื้อขายและการทอนเงินได้
3. ทำโจทย์การนับเพิ่ม นับลด การแบ่งสิ่งของเป็นกลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กันได้
4. อ่านเขียนเลขและเขียนตัวหนังสือ แสดงจำนวนไม่เกิน 100 ได้

ชั้น ป.2 : ปัญหา 5 อันดับแรกที่ซ้ำกันทั้งสองปีการศึกษา มี 4 รายการ คือ

1. แสดงวิธีทำโจทย์ปัญหา บวก ลบ คูณ หาร ระคนได้
2. ทำโจทย์ที่เกี่ยวกับการหาร ทั้งที่หารลงตัวและที่หารเหลือเศษได้
3. ทำโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับการคูณหารได้
4. แสดงวิธีทำและหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลาได้
5. ทำโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการซื้อขายได้

ชั้น ป.3 : ปัญหา 5 อันดับแรกที่ซ้ำกันทั้งสองปีการศึกษา มี 4 รายการ คือ

1. หาคำตอบของโจทย์ปัญหาระคนที่มีการคูณระหว่างจำนวนที่มี 2 หลัก หรือการหารจำนวนสามหรือสี่หลัก ด้วยจำนวนที่มีสองหลักได้
2. แสดงวิธีหาคำตอบ โจทย์ปัญหาระคนที่มีการคูณหรือการหารระหว่าง จำนวนที่มี 3 หลัก และหลักเดียวได้
3. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้
4. ทำโจทย์ปัญหา บวก ลบ คูณ และหาร ภายในสองหน่วยความยาวได้

ชั้น ป.4 : ปัญหา 5 อันดับแรกที่ซ้ำกันทั้งสองปีการศึกษา คือ

1. ทำโจทย์ระคนและโจทย์ปัญหา การคูณ การหารได้
2. ทำโจทย์ปัญหาร้อยละได้
3. ทำโจทย์การคูณหารระคนได้
4. ทำโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลาได้
5. ทำโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก ลบ ระคน ให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และหาคำตอบได้

ชั้น ป.5 : ปัญหา 5 อันดับแรกที่ซ้ำกันทั้งสองปีการศึกษา คือ

1. หาคำตอบโจทย์เกี่ยวกับร้อยละ ได้
2. หาผลลัพธ์จากประโยคสัญลักษณ์หรือโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน ได้
3. ทำเศษส่วนที่กำหนดให้ให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เศษเกินและจำนวนคละ ได้
4. สร้างรูป $\triangle$ ชนิดต่าง ๆ และหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ของรูป $\triangle$ ได้
5. หาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรหรือความจุของรูปทรงสี่เหลี่ยม ได้

ชั้น ป.6 : ปัญหา 5 อันดับแรกที่ซ้ำกันทั้งสองปีการศึกษา คือ

1. หาค่าเศษซ้อนและแสดงวิธีหาผลลัพธ์ของโจทย์ปัญหาและประโยคสัญลักษณ์เกี่ยวกับ เศษส่วนระคนได้
2. แสดงวิธีหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ ได้
3. หาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปวงกลมได้
4. เขียนเลขในรูปยกกำลัง หา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ได้
5. ทำโจทย์เกี่ยวกับรูปทรงและปริมาตรได้

ทั้งผลการประเมินรวมและการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ชี้ให้เห็นว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นปัญหามากที่สุด และเมื่อวิเคราะห์ประเภทของโจทย์ปัญหาที่เป็นปัญหาต่อเนื่องในหลาย ๆ ชั้นเรียน มีผลดังนี้

การซื้อขาย (ป.1 และ ป.2)

การคูณหารระคน (ป.2 ป.3 และป.4)

เวลา (ป.2 ป.3 และป.4)

ปริมาตรและรูปทรง (ป.5 และป.6)

การบวกลบคูณหารเศษส่วน (ป.5 และป.6)

ร้อยละ (ป.4 ป.5 และป.6)

174325

ปัญหาใน 3 เรื่องแรกจะลดลงในชั้นเรียนที่สูงขึ้น เรื่องที่เป็นปัญหาสำหรับนักเรียนก่อนที่จะจบหลักสูตรประถมศึกษาออกไป คือ ปริมาตรและรูปทรง การบวกลบคูณหารเศษส่วน และร้อยละ ซึ่งความคิดรวบยอดเรื่องร้อยละ ต้องอาศัยความรู้ในเรื่องเศษส่วน

โจทย์ปัญหาเศษส่วน เป็นเรื่องที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมมากสำหรับนักเรียน โดยเฉพาะการคูณหารเศษส่วน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแบบแผนความเข้าใจเดิมในเรื่องการคูณ - หาร ดังที่ฟิชบิน และคณะ (Graeber, Tirosh and Glover. 1989 : 95 ; citing Fischbein and others. 1985) ให้ข้อสังเกตไว้ว่าแบบแผนความเข้าใจเดิม (primitive model) ในเรื่องการคูณหารอาจเป็นแหล่งที่มาของการสร้างความเข้าใจผิด เช่น ความเข้าใจว่าการคูณคือการทำให้มากขึ้น และ การหาร คือ การทำให้น้อยลง เป็นต้น เกรเบอร์ ไทรอช และ โกรเวอร์ (Graeber, Tirosh and Glover. 1989 : 95 - 101) ได้ทำการศึกษาและค้นพบว่า แม้ครูก่อนประจำการเอง ก็ยังมีความคิดรวบยอดไม่ถูกต้องในเรื่องการคูณ - หารเศษส่วนและทศนิยม

สาเหตุของปัญหา

ปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้มีผู้ศึกษาไว้มากมาย พอจะประมวลได้ดังนี้

(กรมวิชาการ, 2532 : 82 , 96 ; สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. ม.ป.ป. (ก) : 49 ; สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. ม.ป.ป. (ข) : 49 ; สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก. 2529 ; สว่าง วรรณะกอก. 2529 ; แจ่มจันทร์ ปรียานิช. 2522 ; สุภา ศीलสร. 2526)

ด้านการสอน :

1. นักเรียนมีความรู้ความสามารถต่างกัน ทำให้จัดกิจกรรมได้ยาก
2. กิจกรรมการสอนของครู ไม่เป็นไปตามลำดับขั้นของการสอนคณิตศาสตร์ ครูไม่ได้สอนโดยให้ความเข้าใจ แต่สอนให้จำกฎเกณฑ์มากกว่าจะสอนให้คิดและเข้าใจโจทย์ปัญหา เด็กทำได้เพราะเลียนแบบตัวอย่างแต่ไม่เกิดความคิดรวบยอด ครูเน้นผลการเรียนมากกว่าวิธีการเรียน
3. การฝึกทักษะมีน้อย เนื่องจากเนื้อหาวิชามีมาก ไม่สัมพันธ์กับจำนวนเวลาที่กำหนดให้สอน

4. การจัดกิจกรรมในโรงเรียนเพื่อเสริมหลักสูตรมีน้อยหรือไม่มีเลย หรือไม่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

5. การรักษาสภาพความคงทนของการผ่านจุดประสงค์ ทำได้ไม่ต่อเนื่องอย่างจริงจัง

6. คาบเวลาการสอนไม่เป็นไปตามสัดส่วนของหลักสูตร กระบวนการสอนไม่ครอบคลุมจุดหมายของหลักสูตร

ด้านตัวครู :

1. ขาดทักษะในการสอนตามหลักสูตรใหม่ยังคงใช้วิธีสอนแบบเดิม คือ ยึดครูเป็นศูนย์กลางในการสอน (สมรรถภาพที่ครูต้องการพัฒนาโดยเร่งด่วนอันดับแรก คือ การผลิตและการใช้สื่อการสอน การเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสม อันดับรองลงมาคือการสอนทักษะทางคณิตศาสตร์)

2. ครูยังไม่ยอมรับคณิตศาสตร์แผนใหม่ และยังมีความคิดรวบยอดไม่ถูกต้องในการถ่ายทอดความรู้ให้แก่เด็ก

3. ขาดความรู้คณิตศาสตร์และความเข้าใจถึงความสำคัญของการสอนให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

ด้านสื่อ :

1. โรงเรียนขาดแคลนสื่อการเรียน

2. ครูไม่มีเวลาผลิตสื่อการสอน

3. ขาดผู้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการผลิตและการใช้สื่อการสอน

ด้านการซ่อมเสริม :

1. การซ่อมเสริมนักเรียนที่เรียนอ่อน ไม่ได้ผลเต็มที่

2. ครูไม่นำผลการประเมินมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการสอน

3. ขาดการติดตามซ่อมเสริมนักเรียนที่มีปัญหา

4. ใช้การซ่อมเสริมโดยขยายเวลาเรียน หรือสอนพิเศษ เสาร์ - อาทิตย์ ซึ่งไม่ใช่วิธีที่ถูก เพราะครูเบื่อ เด็กเครียด

ด้านตัวนักเรียน :

1. นักเรียนมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์อ่อนมาจากชั้นต้น ๆ ส่งผลถึงการเรียนในชั้นสูง
2. ความสามารถในการใช้ภาษาไม่ดีพอ
3. ไม่มีความคิดรวบยอด
4. ไม่กล้าถามครูเมื่อเกิดความไม่เข้าใจ

สาเหตุของปัญหาข้างต้นทั้งหมด สรุปได้ว่าเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสอนทั้งหมด นับตั้งแต่ตัวครูที่ยังมีปัญหาในวิธีการและขั้นตอนการสอนแต่ก็มีแนวโน้มดีขึ้น ทั้งยังมีความต้องการพัฒนาตนเองโดยเร่งด่วนอีกด้วย ปัญหาใหญ่ของครู คือ วิธีการสร้างความคิดรวบยอด การฝึกทักษะ การทำกิจกรรมตามความสามารถที่แตกต่างกันของนักเรียน และการรักษาสภาพความคงทนของความรู้ อุปสรรคเรื่องเวลาเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้ครูมีปัญหาเรื่องการผลิตสื่อและการสอนซ่อมเสริม รวมถึงการทำให้นักเรียนขาดโอกาสฝึกทักษะได้มาก ๆ เมื่อรวมเข้ากับปัญหามูลฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้เรียนอย่างไม่เพียงพอในชั้นเรียนที่ผ่านมาตอนต้นและความสามารถทางภาษาที่ไม่ดีพอ ผลการเรียนจึงปรากฏดังที่เป็นอยู่

อย่างไรก็ตาม แม้จะขาดหลักฐานข้อมูลที่สนับสนุนความร้ายแรงของปัญหาด้านความพร้อมสภาพจิตใจ ก็มีได้หมายความว่าไม่มีปัญหาในองค์ประกอบนี้ เพราะหากคุณภาพการสอนและปัจจัยความรู้พื้นฐานยังเป็นปัญหาอยู่ การเกิดความพร้อมด้านจิตใจย่อมเป็นไปได้ยาก (Bloom. 1976 : 180) นอกจากนี้ อาจเป็นดังที่ปอปแฟม และเบเกอร์ (Popham and Baker. 1973 : 49) ให้ข้อคิดเห็นไว้คือ การไม่สนใจต่อปัญหาด้านจิตใจทั้ง ๆ ที่รู้ว่าสำคัญนั้น เป็นเพราะครูไม่สามารถระบุจุดประสงค์การสอนด้านจิตพิสัยให้อยู่ในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประการที่สอง ครูขาดความสามารถในการออกแบบการสอนที่จะยกระดับความสำเร็จของจุดประสงค์ด้านจิตพิสัย อย่างไรก็ตามสาเหตุเหล่านี้ทำให้สรุปอ้างอิงได้ว่า การเรียนการสอนที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน นักเรียนอยู่ในภาวะ

ที่ขาดโอกาสการเลือก ด้วยทุกคนต้องเรียนเหมือนกันจากวิธีการสอนเดียวกันซึ่งอาจมีเพียงวิธีเดียว และจากบทเรียนที่เหมือนกันซึ่งอาจมีอยู่แบบเดียว เป็นต้น

แนวทางการวิจัย

การศึกษารั้วนี้ต้องการพิสูจน์ผลของการสร้างความพอใจให้แก่นักเรียนก่อนเริ่มบทเรียน ที่มีต่อผลการเรียนของนักเรียน โดยทดลองกับการเรียนการสอนในกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เป็นการนำแนวความคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูมมาเป็นการอบความคิด การพิสูจน์ผลในลักษณะการทดลองครั้งนี้เป็นการแสวงหาวิธีการสร้างสภาพจิตใจพื้นฐานโดยตรง และกำหนดให้ตัวแปรอิสระที่เหลืออีกสองตัวแปรเป็นตัวแปรควบคุม

จากแนวคิดของ สกินเนอร์ ไวท์เฮด โรเจอร์ เนซ เป็นต้น พอจะสรุปได้ว่าการให้ เสรีภาพ คือ วิธีการของการสร้างความพอใจ การมีเสรีภาพในการเรียนเป็นการสร้างความพอใจในการเรียน ซึ่งพื้นฐานของการสร้างความพอใจคือการให้โอกาสเลือก

การสร้างความพร้อมทางด้านจิตใจโดยการสร้างความพอใจด้วยการให้เสรีภาพแก่นักเรียน นั้นอาจกระทำได้ในหลายระดับและหลายรูปแบบ ตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันดี ได้แก่ โรงเรียนซัมเมอร์ฮิล (Summerhill School) ในประเทศอังกฤษ โรงเรียนปาร์คเวย์ (Parkway School) ในสหรัฐอเมริกา หรือโรงเรียนหมู่บ้านเด็กในประเทศไทย โรงเรียนเหล่านี้มีหลักสูตรที่ยืดหยุ่นมากและให้เสรีภาพอย่างกว้างขวางทั้งในระบบการเรียนและการบริหาร ผลปรากฏที่เด่นชัดคือนักเรียนมีคุณลักษณะที่น่าพอใจประการสำคัญนักเรียนมีความสุขในการเรียน

รูปแบบของซัมเมอร์ฮิล ปาร์คเวย์หรือโรงเรียนแบบเสรีอื่น ๆ ทั่วไป เป็นรูปแบบของการปฏิรูประบบโดยเน้นลักษณะการจัดองค์กรสังคมของโรงเรียนที่มีการให้เสรีภาพอย่างเต็มรูป ซึ่งต้องอาศัยการลงทุนสูง อย่างไรก็ตามอาจถือได้ว่าโรงเรียนเหล่านี้เป็นแม่แบบของเรื่องเสรีภาพในการเรียนที่โรงเรียนทั่วไปนำแนวคิดแนวปฏิบัติไปปรับใช้ได้ประโยชน์ การทดลองเรื่องนี้ในระบบโรงเรียนปกติ ก็มีการศึกษากันในหลายลักษณะทั้งทางด้านเนื้อหาการเรียนและกระบวนการเรียน การสอนที่เน้นลักษณะของห้องเรียนเปิด (Open classroom) สำหรับการทดลองครั้งนี้มุ่ง

ทดลองในระดับห้องเรียนโดยเน้นเสรีภาพในด้านเนื้อหาการเรียน ซึ่งโดยทั่วไปอาจทำได้ในลักษณะการให้โอกาสเลือกเนื้อหาการเรียนต่าง ๆ ภายใต้วิชาเดียวกันหรือภายใต้ขอบเขตหัวข้อเรื่องเดียวกันหรือการให้เลือกแบบการเรียนต่าง ๆ จากที่ครูเตรียมไว้หลายแบบในเนื้อหาเดียวกันทั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกแบบหลังมาเป็นการทดลอง โดยมีขอบเขตเนื้อหาในเรื่องเศษส่วน

การเลือกสื่อที่จะนำมาใช้ในการทดลองจำเป็นต้องเลือกให้เอื้อต่อความสะดวกในการเลือกบทเรียนของนักเรียนและเอื้อต่อการควบคุมตัวแปรความพร้อมด้านความรู้พื้นฐานและคุณภาพการสอนด้วย กล่าวคือ สื่อควรมีความเหมาะสมกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องมีลำดับการสอนเพื่อสร้างความคิดรวบยอดและการฝึกทักษะ เป็นสื่อที่นักเรียนได้สัมผัสและปฏิบัติได้อย่างทั่วถึงตลอดจนสามารถเรียนได้เป็นรายบุคคล

ไมโครคอมพิวเตอร์เริ่มพัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเมื่อปลายทศวรรษที่ 1950 ในสหรัฐอเมริกา บทเรียนคอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบกว่าสื่ออื่น ๆ ในด้านการศึกษารายบุคคล การจัดทำบทเรียนโปรแกรม การติดตามประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน ข้อสำคัญ คือ ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนโดยการโต้ตอบกับเครื่องได้ ให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกทักษะซ้ำ ๆ พร้อมกับให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ทั้งยังสามารถใช้กราฟิกส์เคลื่อนไหว แสง เสียง เป็นสิ่งเร้าได้อย่างดี (Chambers and Sprecher. 1984 : 6 -- 7 ; Coburn and Others. 1983 : 21 - 23) ตามหลักเกณฑ์กว้าง ๆ ดังกล่าวนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการทดลอง เป็นการใช้เพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) ของการเรียนการสอนที่ให้โอกาสนักเรียนได้เลือกบทเรียน ทั้งนี้การนำผลไปใช้จริงไม่จำเป็นต้องจำกัดเฉพาะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่านั้น อย่างไรก็ตามเป็นที่คาดหมายว่าไมโครคอมพิวเตอร์จะเข้ามามีบทบาทสำคัญในก้าวต่อไปของวงการศึกษ

การทดลองครั้งนี้เป็นการแสวงหารูปแบบการให้เสรีภาพโดยให้โอกาสการเลือกในขอบเขตของการเลือกบทเรียน เพื่อหาข้อสรุปว่า การเปิดโอกาสให้เลือกบทเรียนหรือการให้เสรีภาพในขอบเขตดังกล่าวนี้ จะทำให้นักเรียนเกิดความพอใจได้ในระดับหนึ่งถึงขนาดส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนหรือไม่ หากได้ผลจริง ก็สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาภายในระบบได้อย่างง่าย ๆ ไม่จำเป็นต้องแก้ไขระบบซึ่งมีขั้นตอนการยุ่งยากและสิ้นเปลืองมากทั้งด้านเวลา บุคลากร และ

งบประมาณ ข้อค้นพบจากงานวิจัยจะเป็นแนวทางการพัฒนาหลักสูตรระดับห้องเรียนซึ่งโดยหลักการของการพัฒนาหลักสูตรถือเป็นระดับที่มีความสำคัญมากที่สุด

จุดประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่มีโอกาสเลือกบทเรียนกับนักเรียนที่ไม่มีโอกาสเลือกบทเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการคูณเศษส่วน ชั้น ป.5 ถ้ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจริง ก็จะประเมินค่าความแตกต่างนั้นในด้านคุณค่าทางการศึกษา
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเลือก กับระดับความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการแสวงหารูปแบบการสร้างความพอใจในการเรียนอันเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ด้วยวิธีการอย่างง่าย ๆ ไม่ต้องลงทุนมากทั้งด้านบุคลากรและงบประมาณ
2. เป็นแนวทางการพัฒนาหลักสูตรระดับห้องเรียน
3. เป็นแนวทางการพัฒนาบทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับเด็กประถมศึกษาที่มีความสามารถระดับต่าง ๆ
4. เป็นแนวทางการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนประถมศึกษา เช่น การจัดห้องเรียน ลักษณะโปรแกรมบทเรียน การใช้เวลาทำงานหน้าเครื่อง ฯลฯ
5. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Courseware) ที่สร้างขึ้นตามหลักวิชาการ

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนกลุ่มที่มีโอกาสเลือกบทเรียน มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่มีโอกาสเลือกบทเรียน ทั้งในสมรรถภาพความเข้าใจ การคำนวณ และการแก้ปัญหา

ขอบเขตของการวิจัย

1. เนื้อหาบทเรียน ครอบคลุมเฉพาะเรื่องการคูณเศษส่วน ชั้น ป.5 โดยมีขอบเขตต่อไปนี้

- จำนวนเต็ม คูณ เศษส่วน
- เศษส่วน ของ จำนวนเต็ม
- เศษส่วน คูณ จำนวนเต็ม
- เศษส่วน ของ เศษส่วน
- เศษส่วน คูณ เศษส่วน

2. บทเรียนมีให้เลือก 6 แบบ คือ บทเรียนที่นำเสนอด้วยภาพของจริง ภาพไดอะแกรม และสัญลักษณ์ โดยแต่ละแบบแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือประเภทที่มีแบบฝึกชนิดหน่วยต่อหน่วยและที่มีแบบฝึกชนิดฝึกรวบครั้งเดียวหลังการเรียนรู้ครบทุกหน่วยแล้ว

3. บทเรียนทุกแบบมีวิธีการสอนภายในแต่ละขั้นตอนเหมือนกันทุกประการ ต่างกันเฉพาะรูปแบบการนำเสนอที่เป็นภาพเหมือนจริง ภาพไดอะแกรม และสัญลักษณ์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เกิดผลของตัวแปรแทรกซ้อนที่เนื่องมาจากความไม่เท่าเทียมกันของบทเรียน

4. บทเรียนในการทดลอง เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่านั้น

5. สมรรถภาพที่สอน คือ ความเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการ และความสามารถในการคำนวณ สมรรถภาพที่ประเมิน คือ ความเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการ ความสามารถในการคำนวณ และการแก้ปัญหา

ข้อจำกัดของการวิจัย

ช่วงเวลา 2 สัปดาห์ระหว่างการทดสอบหลังการทดลองครั้งที่หนึ่งกับครั้งที่สอง (Posttest กับ Delayed Posttest) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการเรียนการสอนตามปกติ ซึ่งอยู่นอกเหนือการควบคุมของการทดลอง

คำจำกัดความของคำสำคัญ

โอกาสเลือก หมายถึง การให้โอกาสนักเรียนเลือกชนิดของบทเรียนแบบใดแบบหนึ่ง จากที่มีอยู่ทั้งหมดด้วยเครื่องมือโครมพิวเตอร์ โดยกำหนดขั้นตอนให้เลือกเมื่อเริ่มบทเรียนและในระหว่างการเรียนเมื่อนักเรียนไม่สามารถสรุปหลักการของเรื่องใหม่ที่ยื่นได้และเมื่อนักเรียนไม่สามารถผ่านเกณฑ์ในภาคการฝึกทักษะ คือ ทำคะแนนได้ต่ำกว่าร้อยละ 80

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนโปรแกรมที่บรรจุลงบนแผ่น ดิสเก็ตท์ เพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนโดยผ่านทางเครื่องมือโครมพิวเตอร์ ซึ่งใช้สอนแทนครู ทั้งนี้ไม่ครอบคลุมถึงการซ่อมเสริมหรือกิจกรรมเพิ่มเติมอื่น ๆ ที่ใช้วิธีการสอนหรือสื่อที่แตกต่างออกไป

ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความคงอยู่ของความรู้ที่ได้เรียนไปภายหลังสิ้นสุดการเรียนไปแล้วประมาณ 2 สัปดาห์ โดยวัดจากคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบชุดเดิม ที่ใช้สอบก่อนและหลังทดลองครั้งที่หนึ่ง

การเรียนแบบรายบุคคล หมายถึง การเรียนที่นักเรียนเป็นผู้ควบคุมอัตราการเรียนรู้ของตนเอง และมีการบันทึกผลการเรียนพร้อมข้อบกพร่องเพื่อให้ครูนำไปใช้จัดกิจกรรมกลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย หรือรายบุคคลตามความเหมาะสม ซึ่งกิจกรรมที่ครูจัดนี้ไม่รวมอยู่ในกระบวนการทดลอง

ที่เรียกตัวเองว่าโรงเรียนแบบเสรี (free school) หรือโรงเรียนรูปแบบใหม่จะมีความสนใจ การปฏิรูปในลักษณะนี้

ในสหรัฐอเมริกาเอกสารเกี่ยวกับโรงเรียนแบบเสรี มีผลก่อให้เกิดความเคลื่อนไหว มาก (Graubard. 1972 : 7-11) เอกสารเหล่านี้แบ่งได้เป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มแรกเป็น การวิเคราะห์วิจารณ์โครงสร้างและการทำงานของระบบโรงเรียนรัฐบาล เช่น เรื่อง How Children Fail และ Underachieving School โดย จอห์น โฮล์ม (John Holt) เรื่อง Deschooling Society โดย อีแวน อิลลิค (Ivan Illich) เป็นต้น กลุ่มที่สองเป็นประสบการณ์ของส่วนบุคคลที่สอนในโรงเรียนรัฐบาลและได้พยายามทดลองความคิด เรื่องการศึกษาแบบเสรีเช่น เรื่อง Death at an Early Age โดย โจนาทาน โคซอล (Jonathan Kozol) เรื่อง Our Children Are Dying โดย แนท เฮนทอฟ (Nat Hentoff) เป็นต้น กลุ่มที่สามเป็นผู้มีส่วนในการจัดตั้งโรงเรียนรูปแบบใหม่ เช่น เรื่อง Summerhill โดย เอ เอส นีล (A.S. Niell) เรื่อง The Lives of Children โดย จอร์จ เดนนิสัน (George Dennison) เป็นต้น กลุ่มที่สี่เป็นกลุ่มที่อ้างทฤษฎีการศึกษา แบบเสรีและเสนอแนะการนำทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ เช่น เรื่อง How Children Learn ? และเรื่อง What I Do Monday ? ของ จอห์น โฮล์ม เรื่อง Freedom to Learn ของ คาร์ล โรเจอร์ (Carl Rogers) เรื่อง Free School ของ โจนาทาน โคซอล เป็นต้น ความคิดสำคัญของเอกสารเหล่านี้ล้วนเป็น เรื่องเกี่ยวกับเสรีภาพในการศึกษาและชี้สาเหตุความ ล้มเหลวของการศึกษาว่าเกิดขึ้นเพราะผู้ใหญ่ทำลายศักยภาพ เซ้าว์ปัญญาและความคิดริเริ่มของ เด็กโดยใช้ 'ความกลัว' เป็นกลไกบังคับให้เด็กทำในสิ่งที่ผู้ใหญ่ต้องการ ระบบโรงเรียน ทำลายความสนใจและความรักในการเรียนรู้ซึ่งมีอยู่มากในขณะที่เป็นเด็ก ทางเลือกที่เสนอคือ การจัดโรงเรียนและห้องเรียนให้เป็นสำหรับเด็กแต่ละคนแต่ละแบบเกิดความพอใจต่อความอยากรู้อยากเห็น เป็นที่พัฒนาความสามารถและความเฉลียวฉลาด และเป็นที่ยึดใจความสนใจ เด็กทุกคนอยากเรียน ดังนั้นจึงไม่ควรมีการผลักดันเด็กให้ออกไปจากโรงเรียน (Holt. 1964 : 165-167, 176)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะกล่าวตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. การศึกษาเพื่อความพอใจ
 - 1.1 โรงเรียนแบบเสรี : โรงเรียนรูปแบบใหม่
 - 1.2 การศึกษา
 - 1.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. หลักการและแนวคิดที่นำมาใช้ในการสร้างบทเรียน
 - 2.1 ทฤษฎีการสอนตามโครงสร้างพุทธิปัญญาของบรูเนอร์
 - 2.2 การสอนความคิดรวบยอดและหลักการ
 - 2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 3.1 ลักษณะและโครงสร้างบทเรียน
 - 3.2 การพัฒนาบทเรียน
 - 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาเพื่อความพอใจ

1.1 โรงเรียนแบบเสรี : โรงเรียนรูปแบบใหม่

การปฏิรูปทางการศึกษา (Graubard. 1972 : 4-7 ; Moustakas and Perry. 1973 : 3-8) โดยทั่วไปหมายถึงการปรับปรุงเทคนิคด้านต่างๆ เช่น ด้านวัสดุอุปกรณ์ ด้านวิธีสอน ด้านการจัดห้องเรียน ด้านหนังสือตำราเรียน และอื่นๆ แต่การปฏิรูปการศึกษาอีกแบบหนึ่งมีจุดเน้นอยู่ที่กระบวนการสังคมประภิตของโรงเรียน ลักษณะนิสัยและค่านิยม โรงเรียน

โรงเรียนแบบเสรีในขณะนั้น ส่วนใหญ่เป็นโรงเรียนประถมศึกษาประเภทไป-กลับและเป็นโรงเรียนขนาดเล็กมากมีนักเรียนไม่เกิน 40 คน ซึ่งเป็นบรรยากาศของโรงเรียนแบบเสรีหลักสูตรในระดับประถมศึกษา นอกจากทักษะพื้นฐานแล้วการสร้างสมาธิหรือวินัย ความมั่นใจในตัวเอง การเข้ากับผู้อื่นได้ ถือเป็นลักษณะเด่นของหลักสูตร การสอนไม่ใช้วิธีบังคับขู่เข็ญ เน้นการให้โอกาสเลือกโดยถือว่า การเลือกสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนและสิ่งที่ตนเองไม่ต้องการเป็นเรื่องที่เด็กต้องทำเพื่อตนเอง ห้องเรียนทั่วไปมีลักษณะเป็นแบบห้องเรียนเปิด (open classroom) แต่ละโรงเรียนจะพัฒนาวิชาเรียนของตนเอง รวมทั้งโครงการพิเศษในด้านการปกครองโดยจะให้เด็กมีส่วนร่วม แต่การปกครองจริงๆ ยังอยู่กับผู้ใหญ่ซึ่งอาจเป็นคณะผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้ปกครองร่วมกับโรงเรียน (Graubard. 1972 : 39-44, 64, 70, 91-113 ; Holt. 1964 : 167-175)

1.2 การศึกษา

ตัวอย่างโรงเรียนแบบเสรีที่มีชื่อเสียงที่สุดได้แก่ซัมเมอร์ฮิลล์ หนังสือเกี่ยวกับโรงเรียนซัมเมอร์ฮิลล์ของนีล เป็นเอกสารที่มีอิทธิพลมากต่อการจัดโรงเรียนแบบเสรีในสหรัฐอเมริกา (Graubard. 1972 : 8-9) โรงเรียนปาร์คเวย์เป็นโรงเรียนหนึ่งในสหรัฐอเมริกาที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง (Bremer and Moschzisker. 1971) สำหรับในประเทศไทย โรงเรียนประเภทนี้ที่รู้จักกันดีในปัจจุบัน คือ โรงเรียนหมู่บ้านเด็ก กรณีศึกษาจากโรงเรียนทั้งสามนี้จึงเป็นตัวอย่างได้ดีของภาคปฏิบัติตามแนวคิดเรื่องเสรีภาพทางการศึกษา

1.2.1 โรงเรียนซัมเมอร์ฮิลล์ (Summerhill School)

โรงเรียนซัมเมอร์ฮิลล์ ตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2467 ที่ประเทศอังกฤษโดยนายนีล (Neill. 1960 ; เอ เอส นีล. 2525 ก ; เอ เอส นีล. 2525 ข) นักเรียนของโรงเรียนในระยะแรกตั้งล้วนเป็นเด็กมีปัญหาทั้งสิ้น นีลได้นำหลักจิตวิเคราะห์ตามแนว ซิกมันด์ ฟรอยด์ มาใช้กับปัญหาเด็ก ได้ผลอย่างน่าพอใจแต่ก็พบว่ายังมีเด็กอีกจำนวนหนึ่งหายจากสภาพคับข้องใจและมีความสุขได้โดยไม่ต้องผ่านวิธีจิตวิเคราะห์ ในที่สุดจึงได้ข้อสรุปว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้เด็กมีความสุขและพ้นจากสภาพคับข้องใจคือสิ่งแวดล้อมที่มีเสรีภาพ

ด้วยความมั่นใจจากข้อค้นพบ นีลจึงใช้การให้เสรีภาพแก่เด็กเป็นหลักสำคัญของซัมเมอร์ฮิล เสรีภาพในความหมายนี้ คือการทำอะไรได้ตามต้องการโดยสิ่งนั้นไม่กระทบกระเทือนเสรีภาพของคนอื่นซึ่งลักษณะดังนี้คือการปกครองตนเองนั่นเอง กฎเกณฑ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับส่วนรวมกำหนดขึ้นโดยสภาโรงเรียนซึ่งมีการประชุมทุกสัปดาห์ มีเด็กสลับเปลี่ยนกันทำหน้าที่สภา ทุกคนมีสิทธิ์เท่ากันทั้งครูและนักเรียน ซัมเมอร์ฮิลถือว่าโรงเรียนที่ปราศจากการปกครองตนเอง ไม่อาจให้เสรีภาพที่แท้จริงแก่เด็กได้และไม่อาจเรียกได้ว่าเป็นโรงเรียนที่ดี เพราะการศึกษาต้องช่วยให้นักเรียนสามารถเป็นตัวของตัวเองได้พร้อมกับการเป็นส่วนหนึ่งของสังคม

ในเรื่องการเรียนถือเป็นเรื่องของการเลือก ไม่ใช่การบังคับ นักเรียนจะเรียนหรือไม่เรียนหรือจะเรียนนานเท่าไรก็ได้ การจะเรียนขึ้นไต่ขึ้นอยู่กับอายุหรือความสนใจ ไม่มีเทคนิควิธีสอนแบบใหม่เพราะถือว่าการสอนโดยตัวมันเองไม่สำคัญนัก ความสำคัญอยู่ที่ ‘ความต้องการเรียน’ เด็กที่ต้องการเรียนจะสามารถเรียนได้เองโดยไม่สนใจว่าครูผู้สอนใช้วิธีการใด นอกจากนี้แม้การเรียนจะถือเป็นเรื่องสำคัญแต่ไม่ใช่สำหรับทุกคน การศึกษาเป็นวิธีการอย่างหนึ่งในการเรียนรู้วิธีใช้ชีวิตที่มีความสุข

ในความคิดเห็นของนีล การเรียนที่บังคับให้เด็กนั่งเรียนวิชาที่ไม่มีประโยชน์ไม่อาจทำให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์หรืออะไรได้มากไปกว่าการเรียนให้มากและถูกฝึกจนแข็ง เพื่อจะประสบความสำเร็จตามความหมายของอารยธรรมที่มีเงินเป็นมาตรฐานสำคัญ บรรยาการของห้องเรียนที่เน้นความสำคัญของการเรียนอย่างมากมายั้้น ไม่อาจรู้แน่นอนว่าได้ทำลายความคิดสร้างสรรค์ของคนไปแล้วเท่าไร นีลเชื่อว่าการปล่อยให้เด็กพัฒนาตนเองอย่างอิสระปราศจากการแนะนำหรือบังคับในเรื่องต่างๆ เด็กจะพัฒนาตัวเองไปได้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถ การค้นพบอะไรบางอย่างด้วยตนเองเป็นความสุขอย่างหนึ่งในชีวิต ความสุขในการชนะอุปสรรค

การศึกษาที่ไม่มีเสรีภาพทำให้เด็กไม่สามารถใช้ชีวิตได้ทั้งหมดเท่าที่ต้องการ การศึกษาเช่นนี้ไม่ได้สนใจเรื่องอารมณ์ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของชีวิต ถือเป็นเพียงการให้ทางสมอง การให้เสรีภาพตามแบบซัมเมอร์ฮิลจะปล่อยให้เด็กแสดงความรู้สึกอย่างเสรี ให้การปฏิบัติต่อทุกคนอย่างเท่าเทียมกันและอย่างให้ความนับถือ ซึ่งเป็นการทำลายความเกลียดชังความกลัวและความลึกลับของอำนาจต่างๆในจิตใจเด็กให้หมดไป

การประเมินผลสำเร็จของซัมเมอร์สคูล จากรายงานการตรวจโรงเรียนของผู้ตรวจโรงเรียนแห่งรัฐบาลอังกฤษ พ.ศ. 2492 สรุปได้ว่าเด็กซัมเมอร์สคูลมีลักษณะเป็นเด็กที่มีความสุข ร่าเริง มีความพอใจกับสภาพที่เป็นอยู่ มีมารยาทเป็นธรรมชาติ มีท่าทางเป็นมิตรและปล่อยตามสบายตามธรรมชาติที่แท้จริงของเด็ก ไม่มีท่าทางขลาดอาย ไม่ค่อยให้ความสำคัญกับตัวเอง จึงเข้ากับคนอื่นได้ง่าย คุณลักษณะที่น่าพอใจคือ มีความคิดริเริ่ม ความกระตือรือร้น ความรับผิดชอบ และความสามัคคี

ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังไม่อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ ทั้งนี้เพราะขาดคนช่วยผสมผสานระหว่างระหว่างการเรียนรู้กับกิจกรรมอื่นๆของเด็กให้อยู่ในลักษณะที่พอดีและขาดการแนะแนว นอกจากนี้เด็กไม่ค่อยมีความเป็นส่วนตัวเพราะมีกิจกรรมมาก จึงน่าจะคิดว่าซัมเมอร์สคูลได้ให้เด็กในสิ่งที่เขาต้องการด้านการศึกษาเพียงพอหรือยัง

จากการติดตามผลระยะยาว สรุปได้ว่าเด็กจากโรงเรียนนี้มีการงานที่ดี หลายคนมีวุฒิการศึกษาจากมหาวิทยาลัยต่างๆในหลายสาขาระดับเกียรตินิยม แม้จะพูดได้ไม่ชัดเจนว่าเป็นความสำเร็จของซัมเมอร์สคูล แต่ก็แสดงว่าระบบซัมเมอร์สคูลไม่ได้เลวร้ายอะไร

ผู้ตรวจฯ สรุปรายงานว่า แม้จะยังมีข้อสงสัยข้องใจเกี่ยวกับปรัชญาการศึกษาและวิถีการปฏิบัติของซัมเมอร์สคูล แต่สิ่งหนึ่งที่มั่นใจโดยไม่สงสัยเลยคือผลงานการวิจัยด้านการศึกษาที่กำลังดำเนินอยู่ในโรงเรียนซัมเมอร์สคูลนั้นเป็นสิ่งที่มีความคืบหน้าและน่าสนใจ

1.2.2 โรงเรียนปาร์คเวย์ (Parkway School)

จากการพบว่านักเรียนรัฐฟิลาเดลเฟีย (Philadelphia) มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติระดับชาติมาก ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวทั่วไปเพื่อปรับปรุงการศึกษาของรัฐ ผลการวิเคราะห์ปัญหาได้ชี้ความผิดพลาดของการจัดองค์การทางสังคมของระบบการศึกษาเป็นสำคัญคือ ประการแรก โรงเรียนถูกจัดแยกออกจากชุมชนทำให้นักเรียนต้องสูญเสียผลประโยชน์มหาศาลที่ควรได้ ประการที่สองโรงเรียนไม่ได้สร้างจิตสำนึกของการเรียนเพื่อชุมชน นักเรียนจึงไม่ไม่สามารถทำหน้าที่เป็นพลเมืองที่ดีได้ แม้ต่อไปจะมีอาชีพในระดับสูงเช่นแพทย์ก็ตาม ประการที่สาม โรงเรียนทำหน้าที่ดังโรงงาน ขั้นตอนการเรียนการสอนจึงเหมือนขั้นตอนของโรงงานที่ดำเนินไปในรูปแบบเดียวกันทุกระดับชั้นเรียน โดยมีนักเรียนเป็นวัตถุดิบที่ต้องผ่านขั้นตอนเหล่านั้นซึ่งในที่สุดจะมีการ

ให้เกรดนักเรียนเพื่อ ‘ผ่าน’ หรือ ‘ทิ้ง’ ดังเช่นกระบวนการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และที่เลวร้ายกว่านั้นคือการละเลยความสนใจของนักเรียนซึ่งได้รับการประเมินค่าให้เป็นเพียงแค่วัตถุติด

ผู้วิเคราะห์ปัญหาแสดงทัศนะว่า การศึกษาไม่ใช่เรื่องที่ต้องทำให้นักเรียน แต่เป็นเรื่องที่ครูกับนักเรียนต้องร่วมกันทำ การควบคุมบังคับขู่เข็ญอาจประสบผลสำเร็จได้เพียงการปรับพฤติกรรมภายนอกแต่ไม่อาจทำให้เกิดการเรียนรู้ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่นักเรียนต้องทำให้ตัวเอง โครงสร้างอำนาจแบบรูปสามเหลี่ยมไม่สามารถแก้ปัญหาการศึกษาได้ รูปแบบที่ควรเป็นคือรูปวงกลมที่มีกิจกรรมการเรียนรู้เป็นศูนย์กลางและล้อมรอบด้วยชุมชนทั้งหมด นั่นคือ ทั้งนักเรียน ครู ครูใหญ่ ผู้อำนวยการ ผู้ปกครองและผู้เสียภาษีทุกคน ควรมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมนี้เท่ากัน

แรงผลักดันของการแสวงหาการจัดการศึกษาในรูปแบบใหม่ทำให้เกิดโครงการปาร์คเวย์ (Parkway Program) หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่าโรงเรียนไม่มีกำแพง โรงเรียนนี้ตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2512 โดยมีหลักการให้ใช้ทรัพยากรรอบเมืองเป็นห้องเรียนและห้องทดลอง ให้นักเรียนได้สัมผัสกับโลกแห่งความจริง ทำห้องเรียนให้มีขนาดเล็กคือไม่เกิน 15 คนต่อห้อง เพื่อการสร้างความสัมพันธ์อันดีภายในกลุ่ม ลดการแข่งขันเพื่อผ่อนคลายความตึงเครียดระหว่างครู-นักเรียน ครูและนักเรียนวางแผนและทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน

โรงเรียนนี้รับนักเรียนเกรด 9-12 รวมทั้งผู้ที่ออกจากโรงเรียนกลางคันระหว่างชั้นเรียนเหล่านี้ ไม่มีการแบ่งชั้นเรียน ไม่บังคับอายุ จัดเป็นชุมชนสามชุมชนแต่ละชุมชน จำแนกตามบทบาทหน้าที่ทางการศึกษา มีการหลอมรวมวิชาต่างๆโดยความร่วมมือระหว่างสถาบัน ผู้สอนประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจากคณะวิชาของสถาบัน ครูโรงเรียนปาร์คเวย์ ครูฝึกหัดและวิทยากรชุมชน มีโครงสร้างสังคมที่เน้นของมนุษย์สัมพันธ์ การเคารพในสิทธิบุคคล ขณะเดียวกันเน้นการยอมรับกลุ่มและการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม นักเรียนมีบทบาทเป็นสมาชิกชุมชนสมาชิกกลุ่มวิชาบังคับ กลุ่มวิชาตามหลักสูตรเฉพาะตน กลุ่มการจัดการ กลุ่มเฉพาะกิจและอื่นๆ

หลักสูตรมีพื้นฐานของการให้โอกาสเลือก นักเรียนจะได้รับการสนับสนุน กระตุ้นและบังคับให้มีความเป็นอิสระโดยใช้โครงสร้างสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียนและโดยผู้ร่วมงาน คณะวิชาหรือเพื่อน กล่าวโดยสรุปคือนักเรียนเรียนรู้ความเป็นอิสระโดยการมีอิสระ เรียนรู้วิธีการเลือก

โดยการเลือก และเรียนรู้ความรับผิดชอบโดยการรับผิดชอบ นักเรียนจัดหลักสูตรของตัวเอง การบรรลุเกณฑ์ของกลุ่มประสบการณ์ต่าง ๆ นักเรียนมีสิทธิ์เลือกได้หลายแนวทาง เช่น อาจเก็บหน่วยกิตวิชาภาษาอังกฤษได้จาก วิชาเชคสเปียร์ (Shakespeare) การเขียนเชิงสร้างสรรค์ การเขียนนิยายสาร หรือวิชาใดๆจาก 1 ใน 20 วิชาที่ให้เลือก โรงเรียนไม่สนใจการบรรลุเกณฑ์ เป้าหมายมากไปกว่าการช่วยนักเรียนหาจุดเริ่มต้น โรงเรียนปกติทั่วไปมักตั้งเป้าหมายที่เกินจริง นักเรียนจึงประสบกับความพ่ายแพ้ การได้พบจุดเริ่มต้นของตนเองจะช่วยให้นักเรียนไปได้ไกลเท่าที่พวกเขาไปได้

จุดเน้นอีกประการหนึ่งของหลักสูตรคือบทบาทของนักเรียน มีการจัดองค์การทางสังคมและทางบริหารให้นักเรียนได้แสดงบทบาทในฐานะผู้ให้ความร่วมมือ เช่น ช่วยกันทำงานในกลุ่ม วิชาบังคับซึ่งนักเรียนไม่มีโอกาสเลือกเป็นต้น บทบาทในฐานะผู้จัดการ เช่น ร่วมดำเนินงานกิจการของโรงเรียนโดยเป็นสมาชิกกลุ่มการจัดการซึ่งโรงเรียนปกติไม่มีการฝึกทักษะนี้ให้ และบทบาทในฐานะศิลปินซึ่งบทบาทนี้จะเกิดขึ้นได้เองหลังจากที่นักเรียนรู้สึกถึงความเป็นอิสระ รู้จักการให้ความร่วมมือ และมีความสามารถจัดการกับชีวิตของตนได้

โครงการนี้ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง ทุกปีมีผู้สมัครมากกว่าจำนวนที่รับได้กว่า 20 เท่า นับเป็นดัชนีหนึ่งของความสำเร็จของโครงการ นิตยสาร Saturday Review Features (ค.ศ. 1970) ได้กล่าวชื่นชมผลงานของโปรแกรมปาร์คเวย์ในด้านการสร้างความมั่นคงทางอารมณ์ ความสามารถของคณะครูและนักเรียนในการเรียนรู้เท่าทันปัญหา การร่วมกันแสวงหาคำตอบ การเน้นคุณค่าของมนุษย์ซึ่งนับวันเป็นเรื่องที่เข้าใจยากขึ้น การค้นพบและความชื่นชมของนักเรียนที่มีต่อเสรีภาพและการมีเสรีภาพควบคู่กับความรับผิดชอบ ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก (Bremer and Moschzisker. 1971 : 1-28, 74-99, 131-178)

1.2.3 โรงเรียนหมู่บ้านเด็ก

การจัดโรงเรียนตามแนวคิดแบบเสรีที่ดำเนินอยู่ในประเทศไทยขณะนี้ ได้แก่ โรงเรียนหมู่บ้านเด็ก จังหวัดกาญจนบุรี (นิพนธ์ ธงไชย. 2526) ซึ่งเปิดเป็นทางการเมื่อ พ.ศ. 2523 ระยะแรกของการจัดตั้งได้รับอิทธิพลจากปรัชญาแบบซัมเมอร์ฮิลล์ มีลักษณะเป็นโรงเรียนกึ่งนอน แล้วพัฒนาเป็นชุมชนโดยเอาชาวบ้านที่มีอาชีพต่างๆ เช่น ทอผ้า ช่างไม้

เกษตร เข้ามาอยู่ด้วย อิทธิพลทางความคิดที่สำคัญภายหลังการพัฒนาเป็นชุมชนแล้วคือ พุทธปรัชญา โดยเน้นปัจจัยสิ่งแวดล้อมและความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ต่อมนุษย์หรือกัลยาณมิตร เพราะมีความเชื่อว่าทั้งสองสิ่งนี้ทำให้มนุษย์สามารถพัฒนาความดีในตัวเองหรือที่ธรรมชาติฝ่ายสูงให้เกิดขึ้นได้

เด็กในชุมชนนี้มาจากสลัมต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและเด็กยากจนแถบเมืองกาญจนบุรี เด็กเหล่านี้เป็นเด็กที่มีปัญหาด้านอารมณ์ด้วยถูกกดดันจากสภาพแวดล้อมเดิมและเผชิญกับการแก้ปัญหาที่ใช้ความรุนแรง ดังนั้น การใช้ความรักและเสรีภาพตามแนวปรัชญาแบบซิมเมอร์ลีลเหมาะสมที่จะนำมาใช้พัฒนาด้านอารมณ์ของเด็กกลุ่มนี้

การจัดสิ่งแวดล้อมด้านเสรีภาพ โรงเรียนจัดขึ้นในหลายลักษณะ เช่น การมีสภาโรงเรียนที่เด็กและผู้ใหญ่มีสิทธิออกเสียงเท่ากัน วางนโยบายและกำหนดกฎเกณฑ์ร่วมกันและอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์เดียวกัน หรือเสรีภาพในการเรียนโดยถือหลักว่าใครจะเรียนหรือไม่เรียนก็ได้ หรือเสรีภาพในการเลือกดำเนินชีวิต เช่น การปลูกบ้านที่อยู่อาศัยด้วยตัวเอง ทำอาหารกินกันเอง หรือเลือกที่จะพักบ้านหลังไหนก็ได้ ซึ่งเสรีภาพเหล่านี้ต้องอยู่บนพื้นฐานของการเคารพในเสรีภาพของผู้อื่นด้วย หลักการใช้อำนาจต่อเด็ก ถือหลักแทรกแซงให้น้อยที่สุด และไม่พยายามสร้างบรรยากาศที่เหนี่ยวรั้งการเรียนรู้ของเด็กให้ด้อยลง

การเรียนถือเป็นความรับผิดชอบของเด็ก ไม่มีการบังคับให้เข้าชั้นเรียน แต่ปรากฏว่านักเรียนเข้าเรียนทุกคนและเรียนอย่างสนุกสนาน การไม่บังคับเป็นเหตุผลที่ต้องการให้เด็กตัดสินใจเรียนจากความต้องการของตัวเอง การจัดชั้นเรียนแบ่งเป็นกลุ่มตามความสามารถ วิธีสอนไม่ระบุตายตัว แต่คำนึงถึงปัญหาทางด้านอารมณ์ของเด็ก ให้เด็กได้เรียนอย่างมีความสุขและตามระดับความสามารถเป็นสำคัญ เน้นบทบาทของเด็กเป็นหลัก กลุ่มเด็กโตใช้การอภิปรายร่วมระหว่างครูกับเด็ก หรือเด็กกับเด็ก การเปลี่ยนกลุ่มหรือเลื่อนกลุ่มของเด็กจะมีตลอดปี แล้วแต่ว่าเด็กคนใดจะมีความสามารถเรียนได้ทันกับอีกกลุ่มเมื่อใด อย่างไรก็ตามทุกอย่างเป็นไปตามมาตรฐานที่หลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 กำหนดไว้

ผลการดำเนินงานยังไม่มีหลักฐานการประเมินอย่างเป็นทางการ แต่จากกรณีตัวอย่างหลายกรณีที่อ้างไว้ในหนังสือเรื่องโรงเรียนหมู่บ้านเด็ก พอจะสรุปได้ว่าการแก้ปัญหาพฤติกรรมด้านอารมณ์ได้ผลดี ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการไม่ได้กล่าวถึงอย่างชัดเจน เพราะไม่ใช่เรื่อง

สำคัญของโรงเรียนที่ต้องการเตรียมบุคคลเหล่านี้ออกไปสู่การมีอาชีพและการประกอบอาชีพอย่างมีความสุขมากกว่าจะมุ่งความสำเร็จทางวิชาการในชั้นสูง แม้ว่าเสียงสะท้อนกลับจากบุคคลภายนอกจะมีทั้งทางบวกและทางลบ แต่เป็นที่ยอมรับกันว่าโรงเรียนหมู่บ้านเด็กเป็นอีกก้าวหนึ่งของการศึกษาที่น่าติดตาม

1.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นเอกสารตั้งแต่ปี ค.ศ 1982 เป็นต้นมาและเกี่ยวข้องกับระดับประถมศึกษาโดยเฉพาะ ดังนี้

การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเสรีภาพในการเรียนมีการศึกษากันในหลายประเด็น มอนต์โกเมอรี (Montgomery. 1985) ศึกษากระบวนการใช้ภาษาในการเขียนและผลงานของนักเรียนที่อ่านเก่ง 3 คนและอ่านไม่เก่ง 5 คน ชั้น ป.2 จากห้องเรียนขนาดเดียวกัน รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการเขียนและผลงานเขียนจากชั่วโมงเรียน 7 ครั้ง ซึ่งมีทั้งงานที่กำหนดและไม่กำหนดโครงร่างให้ ปรากฏว่างานเขียนที่ไม่กำหนดโครงร่างให้ มีเนื้อหายาวกว่าการใช้คำสะกดอย่างง่ายมีมากกว่า เขาสรุปผลงานวิจัยว่านักเรียนจะเขียนได้ดีที่สุดเมื่อให้เลือกหัวข้อและวิธีการเขียนได้อย่างเสรีและเสนอแนะว่าบุคลิกภาพของเด็กมีประโยชน์ต่อการนิยามจัดความช่วยเหลือให้เหมาะสมได้ดีกว่าระดับความสามารถ

โซฮาลิ (Sohaili. 1984) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพของนักเรียนที่มี การควบคุมแบบภายในหรือภายนอกกับลักษณะสิ่งแวดล้อมห้องเรียนที่เป็นห้องเรียนเปิด (Open classroom) หรือห้องเรียนปกติที่มีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์และการอ่าน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ป.5-6 จำนวน 124 คน จากโรงเรียนเดียวกัน ผลพบว่าลักษณะสิ่งแวดล้อมห้องเรียนไม่มีผลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ และนักเรียนที่มีลักษณะการควบคุมภายในกับนักเรียนที่มีลักษณะการควบคุมภายนอกมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันทั้งในห้องเรียนแบบเปิดและในห้องเรียนปกติ อย่างไรก็ตามผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่มีลักษณะการควบคุมภายในในห้องเรียนแบบเปิดกับนักเรียนที่มีลักษณะการควบคุมภายนอกในห้องเรียนปกติ มีแนวโน้มสูงกว่า

อัญชลี อัมโพ (2527) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะของนักเรียนที่เรียนงานประดิษฐ์และงานช่างกลุ่มการทำงานและพื้นฐานอาชีพ โดยวิธีการให้เลือกใบงานและวิธีการใช้ใบงานตามปกติในหัวข้อเนื้อหาที่เหมือนกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ป.5 ปีการศึกษา 2527 โรงเรียนอนุบาลลพบุรี จำนวน 60 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ทักษะต่องานประดิษฐ์และงานช่างของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการให้เลือกใบงานและวิธีใช้ใบงานตามปกติแตกต่างกัน

การวิจัยที่กล่าวมาเป็นการทดลองกับเด็กปกติ ฮัมฟรีย์และคณะ (Humphrey and Others. 1984 : 321-327) ได้เสนอให้ครูสร้างสรรค์บรรยากาศที่ส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียนกลุ่มด้อยสัมฤทธิ์ โดยเน้นถึงความจำเป็นของการมีเสรีภาพเพื่อให้เด็กเรียนหลุดพ้นจากความทรมานใจ ครูควรหาวิธีการสอนในรูปแบบอื่นๆ สร้างวิธีการทดสอบและสรรหาทรัพยากรที่หาได้ง่ายและราคาถูก แมมเชอร์ (Mamcher. 1982) มีความเห็นในทำนองเดียวกัน เขายกเหตุผลประกอบว่า นักเรียนที่มีความรู้สึกไวต่อการรับรู้ (sensing perceiving learners) และการตัดสินใจนั้น คุณภาพการรับรู้ของคนเหล่านี้คือความยืดหยุ่น (flexibility) และคุณภาพการตัดสินใจของเขาคือความรู้สึกรับนิยมนและความเป็นระเบียบ บุคลิกภาพประเภทนี้มีแรงขับของความต้องการเป็นอิสระ หากโรงเรียนไม่มีบรรยากาศของเสรีภาพ ความรู้สึกต่อต้านตามธรรมชาติจะเกิดขึ้นอย่างรุนแรงต่อการเรียนรู้ใดๆ ดังนั้นเด็กพวกนี้มักถูกตราหน้าว่า ใจ คื้อด้าน ชี้เกียจ ซึ่งอัตราการลาออกกลางคันสูงสุดของโรงเรียนจะพบได้ในกลุ่มคนเหล่านี้ งานวิจัยของ เชลบี แมคควีน (Shelby McQueen. 1987) เป็นหลักฐานสนับสนุนว่า เด็กที่ด้อยสัมฤทธิ์มีคุณลักษณะหลายอย่างแตกต่างจากเด็กที่มีผลสัมฤทธิ์สูง แต่ไม่ใช่ด้านกระบวนการทางสติปัญญา โดยเขาเปรียบเทียบเด็กที่มีความสามารถพิเศษ 2 กลุ่ม คือกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงกับกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ (gifted achievers and gifted underachievers) และเปรียบเทียบระหว่างเพศด้วย โดยศึกษาในด้านกระบวนการทางสติปัญญา (Cognitive processes) คุณลักษณะทางเจตนิสัย (affective traits) คุณลักษณะทางกายภาพ (physiological traits) และอัตมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ชั้น ป.6 จำนวน 95 คน

ปรากฏว่า ในด้านกระบวนการทางสติปัญญาไม่ปรากฏความแตกต่างระหว่างกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและต่ำ และไม่มี ความแตกต่างระหว่างเพศ ด้านคุณลักษณะทางกายภาพ พบว่ากลุ่มชายที่มีผลสัมฤทธิ์สูงชอบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีรูปแบบ (formal learning environment) ชอบความเงียบ และชอบเรียนตอนบ่ายมากกว่ากลุ่มชายผลสัมฤทธิ์ต่ำ ในขณะที่กลุ่มชายผลสัมฤทธิ์ต่ำชอบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ชนิดนอกรูปแบบ (informal learning environment) พร้อมกับเสียงบางอย่าง ชอบการเรียนตอนบ่ายน้อยกว่าชายอีกกลุ่มหนึ่ง สำหรับหญิงไม่แตกต่างกัน ในด้านอัตมโนทัศน์พบว่าแตกต่างกันระหว่างกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและผลสัมฤทธิ์ต่ำ และแตกต่างกันระหว่างเพศ

งานวิจัยอีกส่วนหนึ่งเป็นการเสนอรูปแบบการเรียนการสอนโดยยึดแนวของความมีอิสระและการให้โอกาสเลือก เช่นงานวิจัยของแมคมาฮัน (McMahon, 1984) ซึ่งเสนอรูปแบบจำลองการฝึกอบรมในแขนงการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่รวมบุคคล 3 กลุ่มเข้าด้วยกันคือ ครูก่อนประจำการ ครูประจำการและนักเรียนประถมศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของรูปแบบจำลองนี้ โดยออกแบบให้เป็นศูนย์วิชาการ (resource center) และห้องทดลองทางกายภาพเพื่อเป็นกิจกรรมสำหรับนักเรียน โอกาสทางเลือกต่างๆ (choices, options and alternatives) เป็นหลักการสำคัญของศูนย์ การมีส่วนร่วมให้เป็นไปโดยมีโอกาเลือกและโดยสมัครใจ เขาเห็นว่าเสรีภาพในการเลือกเป็นการสะท้อนถึงแนวคิดทางมนุษยศาสตร์ ในประเด็นที่ว่า ตัวเลือกที่ตัวเองเป็นผู้กำหนดและการยอมรับตัวเลือกที่ผู้อื่นทำไว้ให้ เป็นตัวนำไปสู่ภารกิจของความเป็นมนุษย์

หากรัฐต้องการที่จะพัฒนาอุดมการณ์ประชาธิปไตย โดยผ่านระบบการศึกษา แอร์โร (Arroe, 1985) ชี้ว่าโรงเรียนต้องสร้างบรรยากาศของประชาธิปไตย โดยให้คนมีโอกาเลือก และมีความรับผิดชอบต่อสิ่งที่มีความสำคัญต่อชีวิตของตน บรรยายภาสดังกล่าวได้แก่ความอบอุ่น ความสร้างสรรค์ (productive) และความสัมพันธ์ส่วนบุคคล เหล่านี้เป็นสิ่งที่ต้องให้มีขึ้นในบรรยากาศของการเรียนรู้ แอร์โรเสนอกรอบพฤติกรรม 5 ประเภสำหรับการพัฒนาโปรแกรมเลือกของโรงเรียน เป็นกระบวนการของความสัมพันธ์แบบประชาธิปไตยที่ก่อให้เกิดความอบอุ่น และการยอมรับ พฤติกรรมดังกล่าวได้แก่

1. การติดต่อ : ได้แก่การสังเกต การบอก การยอมรับและการเลือก
2. การปรึกษา : ได้แก่การถาม การฟัง การเกี่ยวข้องและการเลือก
3. การค้นหา : ได้แก่การค้นหาและการกำหนดความสนใจ
4. การมีส่วนร่วม : ได้แก่การบอกผลที่พึงปรารถนา การพิจารณาเลือก การวางแผนปฏิบัติที่เป็นของตน การยอมรับและการสังเกต

5. การร่วมมือร่วมใจ : ได้แก่ การทำ การถาม การสังเกต การสะท้อนและการยอมรับ

ดับสกี (Dubsky. 1985) เสนอรูปแบบจำลองของหลักสูตรวิชาใดๆที่ให้ความสมดุลของเนื้อหาหลักสูตรทั้งด้านพุทธิพิสัยและเจตนิสัยและเพื่อการบรรลุเป้าหมายส่วนตนและส่วนสังคม นั่นคือนอกจากทักษะที่จำเป็นใน 3 R's แล้ว ควรต้องรวมคุณลักษณะการปกครองตนเอง ความเป็นอิสระและความรับผิดชอบไว้ด้วย รูปแบบจำลองที่เขาเสนอนี้มีศูนย์กลางอยู่ที่ผู้เรียน มีกิจกรรมเป็นแกนนำสู่การสอนและการเรียน การจัดการสอนให้นักเรียนเลือกห้องเรียนเอง (self-contained classroom) ใช้เนื้อหาและวิธีการหลากหลายให้ครอบคลุมความแตกต่างในโครงสร้างของนักเรียนกลุ่มนั้น ครูและนักเรียนทำงานร่วมกันในการพัฒนาทักษะและการกำหนดเป้าหมายและวิธีการที่มีประสิทธิภาพต่อการบรรลุความสำเร็จ

ข้อเสนอของคนอื่นๆในทำนองเดียวกันได้แก่ ข้อเสนอของ เบตส์ (Betts. 1983 : 75-81) เกี่ยวกับความคิดรวบยอด 4 ข้อของการพัฒนาหลักสูตรพลศึกษา และ 1 ใน 4 ข้อนั้นเป็นเรื่องคุณค่าของเสรีภาพ นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอของ กลาสเซอร์ (Glasser) (Brandt. 1988 : 38-45) ที่ใช้กลุ่มการเรียนรู้ (learning teams) และทฤษฎีการควบคุมเพื่อช่วยนักเรียนกำหนดความต้องการจำเป็นของตนและสำรวจทางเลือกเพื่อให้เกิดความพึงพอใจ เขากล่าวว่าโรงเรียนไม่สามารถประสบความสำเร็จในการสอนทักษะพื้นฐานได้ หากละเลยต่อความต้องการของนักเรียน

พุกลิซี (Puglisi. 1986) ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ 3 วิธีคือ การสังเกตแบบมีส่วนร่วมในห้องเรียน การสัมภาษณ์ครูและการตรวจเอกสาร เพื่อศึกษาการปฏิบัติการสอนอย่างมีประสิทธิภาพของครูประถมศึกษาและความเชื่อที่อยู่เบื้องหลังการปฏิบัตินั้น รวมทั้งความสัมพันธ์

เชิงเหตุผลระหว่างระบบความเชื่อกับการปฏิบัติ ได้ข้อสรุปว่า พฤติกรรมของครูมีอิทธิพลมาจาก ค่านิยมและความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนการสอน ครูที่มีประสิทธิภาพจะสามารถทำให้นักเรียนเป็น ศูนย์กลางของหลักสูตรได้ สามารถมองสิ่งต่างๆ จากมุมมองของนักเรียนได้และสร้างหน่วยการเรียนรู้ที่ เอื้ออำนวยต่อการสำรวจ การสืบสวน และการควบคุมตนเองได้ ชูลท์ซ (Schultz. 1986) ศึกษาในทำนองเดียวกัน เขาใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพหลายรูปแบบศึกษาลักษณะการสอนของครู ประถมศึกษา 4 คน ที่มีลักษณะดีเด่นตามเกณฑ์ทางด้านการให้ความร่วมมือและเจตนิสัย ได้ข้อสรุป ว่าวิธีการสอนของครูเหล่านี้คือกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉงในการเรียนโดยใช้ เทคนิคกลุ่มย่อยในการทำงานทั้งงานที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการรวมทั้งการสอนโดยใช้ กลุ่มเพื่อน นอกจากนี้ครูจะมีปฏิสัมพันธ์ส่วนตัวกับนักเรียนเป็นรายบุคคล ข้อสำคัญคือครูเหล่านี้ มีความรู้สึกไวและมีความยืดหยุ่น (sensitivity and flexibility) ในการสอน ทำให้ มีโอกาสได้สร้าง 'นาทีกอง' (magic moment) เพิ่มเติมจากแผนการสอนที่เตรียมไว้ ความเชื่อเบื้องหลังของครูทั้ง 4 คนนี้เหมือนกันคือ โรงเรียนควรเป็นที่สนุกสนาน นักเรียนควร ได้รับการสอนถึงวิธีการเรียน ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาความมั่นใจในตัวเองและแรงจูงใจ ภายในของนักเรียน

การคำนึงถึงความเป็น 'บุคคล' ของผู้เรียนมีความสำคัญต่อการพัฒนาหลักสูตรมากขึ้น ทุกขณะพร้อมกับที่สังคมเทคโนโลยีรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว ดับสกี (Dubsky. 1985) แพรท (Pratt. 1987 : 149-162) ฮามาเชค (Hamachek. 1985) และ เครน (Crane. 1986) กล่าวถึงความจำเป็นของการหลอมรวมประสิทธิภาพของเทคโนโลยีทางการสอนให้ ผสมกลมกลืนกับ 'เสรีภาพส่วนบุคคล' ของวิธีการทางมนุษยศาสตร์ เครนกล่าวถึงข้อตกลงใน งานวิจัยการพัฒนาหลักสูตรว่าเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของบุคคลและธรรมชาติของการเรียนรู้ ซึ่ง ข้อตกลงเหล่านี้จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ ข้อตกลงทางจิตวิทยาที่อยู่บนฐานของการอธิบาย เชิงวิจักษ์ (empirical description) กับข้อตกลงทางเหตุผล (logical or conceptual assumption) ทฤษฎีหลักสูตรส่วนใหญ่อิงข้อตกลงเชิงวิจักษ์ที่ว่า พฤติกรรมมนุษย์เป็นสิ่งที่ทำนาย ได้เพราะสามารถสังเกตเห็นได้ ด้วยข้อตกลงเช่นนี้การพัฒนาหลักสูตรจึงเน้นการฝึกคนให้ แสดงไปตามทางที่วางไว้ แต่ในสังคมที่มีระบบซับซ้อนมีวัฒนธรรมหลากหลาย การพัฒนาหลักสูตร

โดยการฝึกเพียงกระบวนการพื้นฐานเป็นสิ่งที่ไม่มีความหมายเพียงพอ ทฤษฎีหลักสูตรที่อิงข้อตกลงเชิงเหตุผลจะถือนักเรียนเป็นบุคคล เป็นมนุษย์ที่มีคุณค่าแห่งเสรีภาพและความภาคภูมิใจ หลักสูตรที่มีรากฐานความคิดเช่นนี้จะมีความยืดหยุ่น ความเป็นมนุษย์นิยมและไม่สามารถคาดหวังผลการเรียนไว้ล่วงหน้าได้ หลักสูตรที่มีประสิทธิภาพควรใช้ประโยชน์จากข้อได้เปรียบของทั้งสองทาง ฮามาเช็ด (1985) กล่าวถึงประโยชน์การรวมจุดเน้นของมนุษยศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ว่ามีอิทธิพลยิ่งใหญ่ต่อการเรียนการสอนทุกระดับการศึกษา เพราะทำให้ได้ตระหนักว่าสภาพทางจิตพิสัยและการทำงานของพฤติกรรมเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ (interactive process) ซึ่งทั้งสองด้านนี้ต่างมีผลต่อผลการเรียน และทำให้ตระหนักในความสำคัญถึงบรรยากาศทางด้านอารมณ์ความรู้สึกของห้องเรียนที่ส่งผลต่อการเรียน นอกจากนี้ยังทำให้ตระหนักว่าการเรียนรู้ 'ส่วนบุคคล' เป็นสิ่งที่ควรนำมาใช้

การสร้างความปลอดภัยในการเรียนเป็นเรื่องที่ยอมรับกันทั่วไปว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ นักจิตวิทยาและนักการศึกษาที่อยู่ในกลุ่มต่าง ๆ กัน เช่น สกินเนอร์ (Skinner) ไวท์เฮด (Whitehead) โรเจอร์ (Roger) แนช (Nash) นีล (Niell) โฮล์ท (Holt) เป็นต้น ได้เสนอความคิดเห็นเรื่องเสรีภาพในการเรียนว่าเป็นการรักษาโรคความล้มเหลวของการศึกษาได้ โดยมีความเชื่อว่าเสรีภาพจะมีผลต่อบุคลิกภาพของเด็ก สร้างความสนใจในตัวเองสามารถแสวงหาการเรียนรู้ที่ตนเองต้องการและที่เป็นความสนใจของตนเองอย่างแท้จริง การได้เรียนในวิถีทางของตนเองและด้วยเหตุผลของตนเอง นักเรียนจะเรียนได้เร็วกว่าและมีประสิทธิภาพกว่าที่ครูจะสามารถสอนได้

โรงเรียนแบบเสรีที่จัดขึ้นตามความเชื่อนี้ มีลักษณะการบริหารการปกครองและการจัดการต่างไปจากระบบโรงเรียนปกติ การพัฒนาหลักสูตรถือเรื่องการให้โอกาสทางเลือกอย่างกว้างขวางเป็นหลัก การทดลองในระดับห้องเรียน การให้เสรีภาพอาจเป็นไปในลักษณะของกระบวนการสร้างบรรยากาศทางอารมณ์และรูสึกดังรูปแบบจำลองต่างๆที่ผู้วิจัยหลายท่านได้เสนอไว้ ซึ่งส่วนใหญ่เสนอเป็นโปรแกรมการเลือกของโรงเรียน เสรีภาพในห้องเรียนอีกลักษณะหนึ่งเป็นเสรีภาพทางเนื้อหา ดังเช่นงานวิจัยของ อัญชลี อัมโพ ที่ให้เลือกใบงานต่างๆจากหมวดเนื้อหาเดียวกัน คืองานประดิษฐ์และงานช่าง เป็นต้น

เอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในส่วนนี้ ประมวลได้ว่าการให้เสรีภาพหรือทางเลือกทางการศึกษามีรูปแบบและวิธีการหลากหลาย แต่สำหรับประเทศไทยการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้ยังขาดอยู่มาก

2. หลักการและแนวคิดที่นำมาใช้ในการสร้างบทเรียน

2.1 ทฤษฎีการสอนตามโครงสร้างทางพุทธิปัญญาของบรูเนอร์

ผู้มีบทบาทสำคัญในกลุ่มทฤษฎีการสอนตามโครงสร้างทางพุทธิปัญญา (Cognitive Construct Instructional Theories) ได้แก่ ออซูเบล (Ausubel) บรูเนอร์ (Bruner) นิวเวล (Newell) เปียเจต์ (Piaget) ไซมอน (Simon) และคนอื่นๆอีกมากมาย ในจำนวนนี้บุคคลที่เป็นที่รู้จักมากที่สุดคือ บรูเนอร์ (Snelbecker. 1974 : 411) ซึ่งนอกจากเป็นผู้สนับสนุนการพัฒนาทฤษฎีการสอนโดยทั่วไปแล้วยังคิดค้นวิธีการและรูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการของพุทธิปัญญาด้วย

บรูเนอร์มองการเรียนรู้เป็นเสมือนการเติบโตของสติปัญญา โดยเฉพาะเป็นการเพิ่มความสามารถของนักเรียนในการบูรณาการและการนำข้อสนเทศใหม่ไปใช้ประโยชน์ ส่วนการสอนเป็นความพยายามอำนวยความสะดวกให้แก่การเติบโตทางสติปัญญา (Snelbecker. 1974 : 418-419) บรูเนอร์ได้เสนอหลักสี่ประการเกี่ยวกับการศึกษาซึ่งมีส่วนในการสร้างทฤษฎีการสอนต่อมา และมีผลทำให้เกิดการปฏิรูปหลักสูตรอย่างกว้างขวางอันเนื่องมาจากนวัตกรรมทางการสอนนั้น หลักสี่ประการดังกล่าวได้แก่ (Bruner. 1978 : 11-15) การจัดระเบียบโครงสร้างของความรู้ในหลักสูตรเพื่อช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของความรู้ใหม่และกับข้อสนเทศเดิมที่นักเรียนประมวลไว้แล้ว ประการที่สองคือความพร้อมทางสติปัญญา เด็กแต่ละคนมีลักษณะการสร้างความคิดรวบยอดตามวิถีทางของตนเอง หลักสูตรควรมีลักษณะเป็น Spiral Curriculum หรือ Spiral Approach คือเริ่มต้นจากสิ่งที่เป็นพื้นฐานและเป็นรูปธรรมแล้วขยายวงกว้างออกไปทั้งรายละเอียดและความเป็นนามธรรม ทั้งนี้ต้องมีวิธีการที่สนอง 'วิถีทางส่วนบุคคล' (personalized way) ประการที่สามคือ การนำคุณค่าของ 'การหยั่งรู้' (intuition) มาใช้ในกระบวนการศึกษา ซึ่ง

การหยั่งรู้ในที่นี้หมายถึงการใช้เทคนิคทางปัญญา (intellectual technology) เดาคำตอบก่อนทำการวิเคราะห์ อันเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ประสบความสำเร็จมาแล้ว และประการที่สี่ คือแรงจูงใจหรือความปรารถนาที่จะเรียนโดยเห็นเรื่องแรงจูงใจภายใน (intrinsic motivation)

บรูเนอร์ (Bruner. 1982 : 39-53) ใช้หลักสี่ประการของการพัฒนาหลักสูตรนี้ เชื่อมโยงเข้าสู่ทฤษฎีการสอน โดยกำหนดลักษณะสำคัญไว้สี่ประการเช่นกันคือ

1. การสร้างความสนใจ (Predispositions) ทฤษฎีการสอนต้องระบุสถานการณ์ที่สร้างความสนใจต่อการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เรื่องนี้มีตัวแปรเกี่ยวข้องมากมาย แต่บรูเนอร์จำกัดขอบเขตลงเฉพาะการใช้พหุนัย (cognitive illustration) นั่นคือความสนใจต่อการสำรวจทางเลือก และเนื่องจากการเรียนรู้และการแก้ปัญหาเป็นเรื่องของการสำรวจทางเลือก ดังนั้นการสอนจึงต้องเอื้อต่อการสำรวจทางเลือกของผู้เรียนซึ่งบรูเนอร์เสนอไว้ 3 ประการ คือ การกระตุ้น (activation) การคงไว้ (maintenance) และทิศทาง (direction) หมายความว่า การสอนต้องสามารถกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะสำรวจค้นหาทางเลือก สามารถรักษาความสนใจในการสำรวจทางเลือกของนักเรียนให้คงอยู่ตลอด และการสอนต้องสามารถทำให้นักเรียนรู้ได้ว่าผลการทดสอบของงานนั้นถูกทิศทางหรือไม่

2. โครงสร้างและรูปแบบของความรู้ (Structure and the Form of Knowledge) บรูเนอร์แจ้งลักษณะโครงสร้างและรูปแบบของความรู้ออกเป็นสามประการ ซึ่งล้วนมีผลกระทบต่อผลการเรียน คือลักษณะวิถีของการแสดง (mode of representation) ความกระชับ (economy) และอำนาจประสิทธิผล (effective power) ของโครงสร้าง ทั้งสามประการนี้มีความสัมพันธ์กับผู้เรียนแตกต่างกันตามระดับอายุ บุคลิก (style) ของผู้เรียน และเนื้อหาวิชา

ความรู้หรือปัญหาใดๆสามารถแสดงได้ในสามลักษณะ คือโดยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้เห็นผลบางอย่าง (enactive representation) โดยการแสดงด้วยภาพสรุปหรือแผนภูมิ (summary images or graphic) ที่สื่อถึงความคิดรวบยอดโดยไม่มีการนิยามอย่างชัดเจน (iconic representation) และโดยการใช้สัญลักษณ์หรือข้อความเชิงตรรกจากระบบสัญลักษณ์ที่ใช้กฎหรือสูตรในการสร้างและแปลงข้อความ (symbolic representation)

การลงมือปฏิบัติ การใช้ภาพ หรือสัญลักษณ์ มีความยากหรือมีความสะดวกต่อผู้เรียน แตกต่างกันไปตามระดับอายุ ภูมิหลัง บุคคลิก หรือเนื้อหาวิชา เช่น เนื้อเรื่องของกฎ-สูตร ย่อมแสดงด้วยไดอะแกรมได้ยาก ขณะที่เรื่องทางภูมิศาสตร์แสดงด้วยภาพได้ดี และในหลายๆวิชา เช่น คณิตศาสตร์ มีทางเลือกได้หลายวิธี

สำหรับความกระชับหมายถึงปริมาณของข้อสนเทศที่ผู้เรียนต้องรับไว้และทำการประมวลผลเพื่อแก้ปัญหา นั้น เป็นบทบาทของครูที่ต้องหาวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนรับข้อสนเทศได้โดยง่ายโดยที่สวดและรวดเร็วที่สุด

สำหรับอำนาจประสิทธิผลของโครงสร้าง การวัดโดยตรงทำได้ยาก ปกติพิจารณาจากการที่นักเรียนสามารถนำข้อเท็จจริงที่ได้เรียนรู้ไปขยายต่อเป็นเรื่องใหม่ได้ นำไปใช้แก้ปัญหาได้หรือเชื่อมโยงเนื้อหาที่ดูเหมือนไม่เกี่ยวข้องกันได้ ข้อนี้นับเป็นเรื่องสำคัญสำหรับคณิตศาสตร์

3. การจัดลำดับและประโยชน์ (Sequence and its Uses) การจัดลำดับการเสนอประสบการณ์ได้อย่างเหมาะสมจะเพิ่มความสามารถในการมองเห็นภาพรวม การเปลี่ยนรูปและการถ่ายโยง บรูเนอร์อ้างถึงพัฒนาการทางสติปัญญาว่ามีลำดับขั้นของการเรียนรู้จากการปฏิบัติ การแทนด้วยภาพและการแทนด้วยสัญลักษณ์ของโลกรอบตัวเด็ก การจัดลำดับการสอนที่เหมาะสมจึงควรมีลักษณะเดียวกันนี้แม้ในเด็กวัยรุ่นหรือผู้ใหญ่เมื่อประสบปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรืออยู่ในภาวะการณ์ที่สับสน ถ้าได้รับการนำเสนอตามลำดับดังนี้แล้ว ก็สามารถเข้าใจได้ดีขึ้น (Snelbecker. 1974 : 423) แต่นักเรียนที่มีพัฒนาการอย่างดีถึงระบบสัญลักษณ์แล้วอาจผ่านสองขั้นแรกไปได้ อย่างไรก็ตามก็ไม่มีรูปแบบการจัดลำดับใดที่จะเหมาะสมพอดีกับนักเรียนได้ทุกคน ความเหมาะสมกับตัวแปรมากมาย เช่น การเรียนในอดีต ระดับพัฒนาการ ธรรมชาติของสื่อ (material) ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการจำ การถ่ายโยงความชอบหรือความสนใจ ฯลฯ และการเลือกได้ตามเกณฑ์หนึ่งอาจไปแย้งกับเกณฑ์อีกเกณฑ์หนึ่งก็ได้

4. รูปแบบและจังหวะการเสริมแรง (The Form and Pacing of Reinforcement) เป็นเรื่องเกี่ยวกับธรรมชาติของการให้รางวัลและการลงโทษที่เอื้อต่อการเรียน บรูเนอร์เน้นการเสริมแรงภายใน (intrinsic reinforcement) และสนับสนุนรูปแบบการสอนที่ผู้เรียนสามารถประเมินความก้าวหน้าของตนเองได้ทันที ซึ่งเขาคือว่าเป็นการเสริมแรงในตัวเอง

2.2 การสอนความคิดรวบยอดและหลักการ

2.2.1 ขั้นตอนการสอน

ขั้นตอนการสอนความคิดรวบยอด (concept) และหลักการ (principle หรือ rule หรือ generalization) มีห้าขั้นตอน (Davis, Alexander and Yelon. 1974 : 219-238) คือ

1. การระบุจุดประสงค์
2. การทดสอบความคิดรวบยอดพื้นฐาน
3. การสร้างความคิดรวบยอดหรือหลักการ
4. การฝึกหัด
5. การทดสอบหลังเรียน

การระบุจุดประสงค์ จุดประสงค์ของการสอนความคิดรวบยอดคือความสามารถในการจำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่างออกจากสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง ส่วนจุดประสงค์ของการสอนหลักการมีห้าประเภท คือความสามารถในสิ่งต่อไปนี้ การทำนายผล การอธิบายเหตุการณ์ การอ้างสาเหตุ การควบคุมสถานการณ์ และการแก้ปัญหา การกำหนดจุดประสงค์ทั้งห้าประเภทนี้มีวิธีการดังในตาราง 2

ตาราง 2 การกำหนดจุดประสงค์ประเภทต่าง ๆ ของหลักการ

ส่วนประกอบ ของจุดประสงค์	การทำนายผล	การควบคุม สถานการณ์	การอธิบาย เหตุการณ์	การอ้าง สาเหตุ	การแก้ปัญหา
สถานการณ์	กำหนดเงื่อนไข ที่มาก่อน	กำหนดสื่อ ให้อย่าง เพียงพอต่อ การสร้าง เงื่อนไขที่ มาก่อน	กำหนดสถานการณ์ที่ ประกอบด้วยเงื่อนไข ที่มาก่อน ผลที่ตามมา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง เงื่อนไขที่	กำหนดผลที่ ตามมา	กำหนดปัญหาที่ สามารถแก้ได้โดย ใช้เป้าหมาย เป็นหลักการ
พฤติกรรม ปลายทาง	นักเรียนบอก ผลที่ตามมาได้	นักเรียน จัดการ กับสื่อได้	นักเรียนบอกได้ว่า เงื่อนไขใดสัมพันธ์กับ ผลใด และสัมพันธ์กัน อย่างไร	นักเรียน บอกสิ่งซึ่ง เป็นเงื่อนไข- ไขที่มาก่อน ที่อาจเกิด ขึ้นได้	นักเรียนแก้ ปัญหาโดยจัดการ เงื่อนไขที่มาก่อน
เกณฑ์	ตามคุณสมบัติ ของหลักการ	ผลที่เกิด ตามมาเป็น ผลตาม หลักการ	ข้อความแสดงความ สัมพันธ์ระหว่าง เงื่อนไขที่มาก่อน กับผลที่ตามมาเป็นไป ตามหลักการ	เงื่อนไขที่ มาก่อนนำไปสู่ผลที่ เกิดตามมา ตามที่ระบุ ในหลักการ	ตามคุณสมบัติ ของหลักการ

การทดสอบความคิดรวบยอดพื้นฐาน ก่อนเรียนความคิดรวบยอดควรทดสอบความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดนั้น เช่นการเรียนรู้ว่า นกเป็นสัตว์เลือดอุ่นที่มีปีกและขน เด็กต้องเข้าใจคำว่าสัตว์เลือดอุ่น ปีก และ ขนก่อน ในทำนองเดียวกันการเรียนหลักการก็ควรทดสอบความคิดรวบยอดทุกตัวที่มีอยู่ในหลักการนั้นก่อน

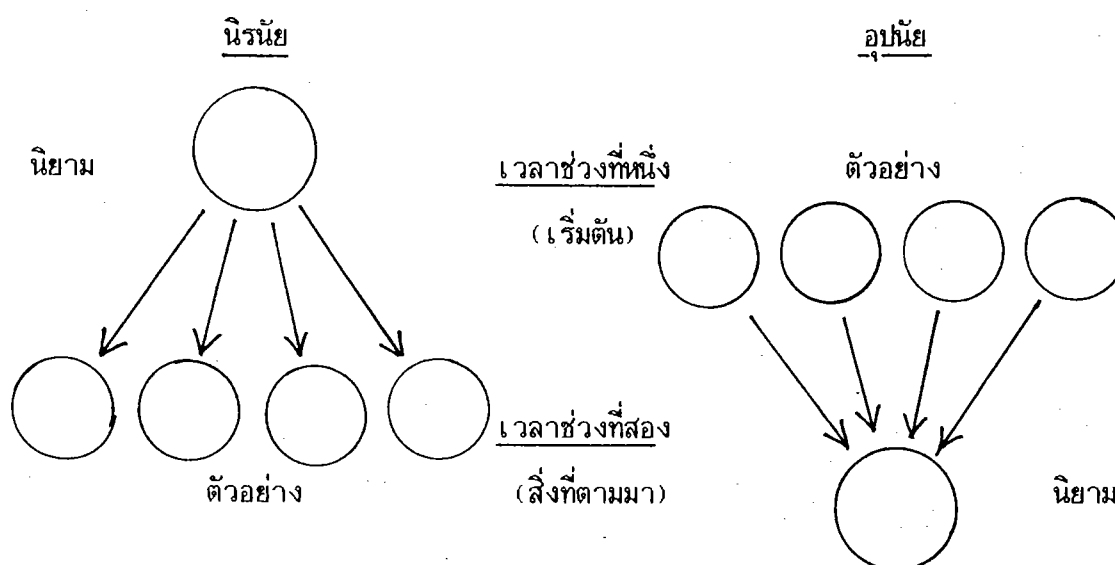
การสร้างความคิดรวบยอดหรือหลักการ ครูสามารถเลือกวิธีสอน นิรนัย อ่อนนัยหรือแบบผสมผสานตามความเหมาะสมแก่สถานการณ์

การฝึกหัด การฝึกหัดเพิ่มเติมภายหลังการมีความคิดรวบยอดหรือหลักการแล้ว ถือเป็น การเสริมแรง เป็นการให้รางวัลที่เป็นรูปธรรมแก่นักเรียน นักเรียนสามารถทดสอบ สำนึก ความรู้ความเข้าใจของ ทั้งเป็นการประเมินผลอย่างไม่เป็นทางการ สำหรับครู

การทดสอบหลังเรียน ทำได้โดยการเสนอตัวอย่างใหม่ให้นักเรียนจำแนกสิ่งที่เป็นและ ไม่เป็นตัวอย่าง หรือให้นักเรียนเสนอสิ่งที่เป็นและ ไม่เป็นตัวอย่างขึ้นเอง สำหรับหลักการอาจทดสอบไปถึงการนำหลักการไปใช้ในเชิงอ้างอิงหรืออื่นๆตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์

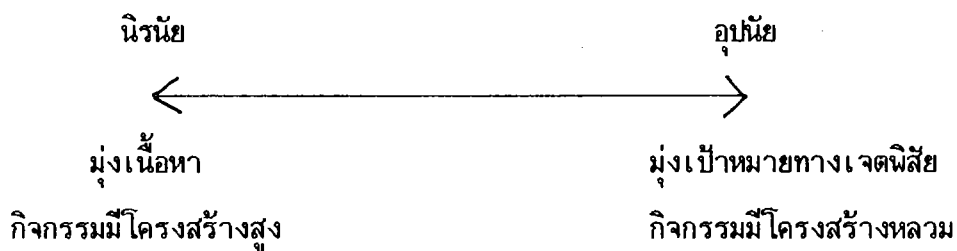
2.2.2 วิธีสอนพื้นฐานสองรูปแบบ

รูปแบบวิธีสอนที่เป็นพื้นฐานมีสองแนวทางคือ วิธีสอนแบบอุปนัย (inductive) และนิรนัย (deductive) (Davis, Alexander and Yelon. 1974 : 224 ; Eggen, Kauchak and Harder. 1979 : 132 ; Merrill and Tennyson. 1977 : 7-9) ครูทั่วไปมักเข้าใจผิดว่า วิธีสอนนิรนัย มีลักษณะเป็นนามธรรมมากกว่า ต้องใช้การอธิบายมากกว่า ขณะที่วิธีสอนอุปนัยใช้ของจริงและรูปภาพเป็นอุปกรณ์สำคัญ โดยแท้จริงทั้งสองวิธีนี้ไม่แตกต่างกันในเนื้อหา แต่แตกต่างกันในกระบวนการ ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 วิธีการสอนพื้นฐานสองวิธี

วิธีสอนนิรณัยมีโครงสร้างของกิจกรรมแตกต่าง มุ่งความสำคัญในเนื้อหามากกว่า เด็กจะเรียนได้เร็วกว่าและจำได้นานกว่าวิธีสอนอูปณัย วิธีนี้ใช้ได้ดีเมื่อมีเวลาน้อยหรือสอนความคิดรวบยอดง่ายๆ ในเวลาสั้นๆ ส่วนวิธีสอนอูปณัยใช้ได้ดีเมื่อมีเวลามากพอและเมื่อนักเรียนมีแรงจูงใจสูงหรือเมื่อครูต้องการสร้างทักษะกระบวนการเรียนแบบค้นพบ วิธีนี้ให้ได้ผลดีกว่าในด้านเจตนิสัย ด้านการมีส่วนร่วมของนักเรียนและวิธีการเรียน ทั้งนี้ได้หมายความว่า การสอนนิรณัยจะทำให้สูญเสียการมีส่วนร่วมของนักเรียน ผลสำเร็จหรืออัตรานักเรียนแต่อย่างใด เพียงแต่จุดเน้นเหล่านี้แสดงออกในจุดมุ่งหมายน้อยกว่า (Davis, Alexander and Yelon. 1974 : 224 ; Eggen, Kauchak and Harder. 1979 : 109,131-132 ; Merrill and Tennyson. 1977 : 109-111)



ภาพประกอบ 5 วิธีสอนสองแบบบนมาตรวัดต่อเนื่องเดียวกัน

วิธีที่ดีที่สุดในการอธิบายความคิดรวบยอด (Davis, Alexander and Yelon. 1974 : 226) ควรใช้ลำดับ นิยาม-ตัวอย่าง-นิยาม ซึ่งเป็นการผสมผสานทั้งสองวิธีเข้าด้วยกัน คือ ครูอธิบายนิยามแล้วเชื่อมตัวอย่างเข้ากับนิยามตามแบบนิรนัย จากนั้นสรุปนิยามซ้ำ ในกรณีที่เด็กมีความคิดรวบยอดย่อยที่อยู่ในนิยามหรือได้เห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดนั้นมาก่อน ครูอาจให้เพียงคำนิยามก็เพียงพอ

ตัวอย่างที่ใช้ในการสอนต้องประกอบด้วยข้อสนเทศที่จำเป็นต่อการสร้างความคิดรวบยอดหรือหลักการ โดยเฉพาะข้อสนเทศนั้นต้องสังเกตเห็นได้ ตัวอย่างที่ใช้ในการเสนอและฝึกหัดขั้นต้นฝึกเพิ่มเติมหรือใช้ในการทดสอบหลังเรียนควรมีความแตกต่างกัน (Merrill and Tennyson. 1977 : 31-45, 147-152 ; Travers. 1972 : 264-269)

ตัวอย่างที่ใช้ในการเสนอและฝึกหัดขั้นต้น ควรเป็นตัวอย่างที่ง่ายและเห็นคุณสมบัติเด่นชัด มีวิธีหลายวิธีที่จะช่วยในการระบุคุณสมบัติ คือ

- (1) เสนอสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่เป็นตัวอย่างเป็นคู่ๆ ไปพร้อมๆ กันหรือเป็นลำดับติดต่อกัน
- (2) เสนอสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่เป็นตัวอย่างแต่ละครั้ง เฉพาะคุณสมบัติข้อเดียว โดยเสนอเป็นคู่ๆ หลายๆ ครั้ง จากนั้นจึงเสนอสำหรับคุณสมบัติอื่นๆ ในทำนองเดียวกัน
- (3) บางครั้งควรจะต้องแสดงสิ่งที่เป็นตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่างพร้อมกัน แต่ไม่ควรให้เกินสี่ตัวอย่างหรือถ้าเสนอตัวอย่างแล้วนักเรียนยังไม่เห็นแนวทางครูต้องหาวิธีอื่นช่วยเหลือ

(4) ลดจำนวนคุณลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เพื่อให้คุณลักษณะที่ต้องการแสดงปรากฏเด่นชัดขึ้น

(5) ใช้เครื่องหมายกระตุ้นความสนใจ (prompt) เช่น ลูกศร กรอบ เครื่องหมายขึ้นบอกรื่นๆ เพื่อให้คุณลักษณะที่สำคัญเด่นชัดขึ้น เครื่องหมายเหล่านี้จะต่อๆลงจนไม่ต้องใช้เพื่อให้เด็กเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้โดยตรง

สำหรับตัวอย่างที่ใช้ในการฝึกเพิ่มเติมหลังจากสรุปความคิดรวบยอดได้แล้ว ควรเป็นตัวอย่างที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่นมีคุณสมบัติที่ไม่อยู่ในนิยามปะปนอยู่ หรือมีคุณสมบัติหลายอย่างปะปนกัน หรือไม่มีเครื่องหมาย (prompts)

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหลังเรียน ควรเป็นตัวอย่างใหม่ที่จำแนกได้ยากขึ้นอีก

ตัวอย่างสำหรับการสอนหลักการ ต้องไม่เพียงสาธิตความคิดรวบยอดที่มีอยู่ในหลักการนั้นเท่านั้น แต่ต้องสาธิตความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดด้วย

นอกจากรูปแบบการสอนนิรนัยและอุปนัยพื้นฐานแล้วยังมีรูปแบบการสอนนิรนัยและอุปนัยที่ซับซ้อนขึ้น ซึ่งให้ประโยชน์กว้างขวางกว่าเพราะสามารถใช้สอนเนื้อหาที่มีโครงสร้างขนาดใหญ่และครอบคลุมทักษะกระบวนการได้หลายทักษะ ดังต่อไปนี้ (Eggen, Kauchak and Harder. 1979 : 142-165, 191-256, 258-307, 309-341)

The Concept Attainment Model : เป็นรูปแบบอุปนัยที่จอยซ์และวิล (Joyce and Weil. 1972) ออกแบบเพื่อใช้สอนความคิดรวบยอดโดยเฉพาะ แตกต่างจากวิธีสอนอุปนัยโดยทั่วไปที่มีการเลือกและจัดลำดับตัวอย่างอย่างพิถีพิถันรวมทั้งการเลือกสื่อเพื่อนำเสนอ โดยพิจารณาลักษณะของตัวความคิดรวบยอดและภูมิหลังของนักเรียนเป็นหลัก วิธีการสอนก็คือเสนอตัวอย่างทางบวกและลบ ตั้งสมมุติฐานสอดคล้องกับตัวอย่างทางบวก ขจัดส่วนที่ไม่ใช่ออกไป เพิ่มตัวอย่างและตั้งสมมุติฐานเพิ่ม ทำดังนี้จนกว่าจะพอใจว่า สมมุติฐานครอบคลุมข้อมูลทั้งหมด แล้วจึงวิเคราะห์คุณลักษณะความคิดรวบยอดพร้อมให้คำจำกัดความ

The Taba Model หรือ A Process Approach to Learning : เป็นรูปแบบอุปนัยที่ใช้สอนหลักการ มีสามขั้นตอนคือ ขั้นนำ ขั้นกระบวนการวิจัย และขั้นวิเคราะห์ข้อมูล ครูใช้คำถามนำตลอดทุกขั้นตอน รวมทั้งการควบคุมความก้าวหน้าของบทเรียน รูปแบบนี้เน้นกลวิธีการใช้

คำถามอย่างมีประสิทธิภาพของครูและใช้การเปรียบเทียบอย่างกว้างขวาง เพื่อพัฒนาการคิดและการฝึกทักษะการอ้างอิงหลายรูปแบบ ใช้สอนเนื้อหาที่มีโครงสร้างขนาดใหญ่ได้ดี

The Ausubel Model หรือ A Model for Organizing Instruction : เป็นรูปแบบนิรนัย ใช้สอนทั้งความคิดรวบยอดและหลักการ วิธีการคือใช้บทเรียนนำทาง (an advance Organizer) เป็นเส้นทางเชื่อมโยงเรื่องที่จะเรียนกับโครงสร้างความรู้เดิมลักษณะของบทเรียนนำทางมีสามประเภทคือ นิยามความคิดรวบยอด หลักการ การอุปมาอุปไมย ขั้นตอนการสอนมีสามขั้น คือ เสนอบทเรียนนำทาง แยกความคิดหลักๆออกเป็นส่วนย่อยเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างและบูรณาการความแตกต่างทั้งหมด จัดเป็นบทเรียนใหม่ในรูปที่มีความหมาย รูปแบบการสอนของออซูเบล ใช้สอนครอบคลุมความคิดรวบยอดและหลักการได้จำนวนหนึ่ง ขณะที่รูปแบบนิรนัยพื้นฐานจำกัดได้เพียงความคิดรวบยอดหรือหลักการเดียว

The Suchman Inquiry Model : จัดแผนเสนอรูปแบบที่รวมการสอนทั้งสองวิธี ขั้นตอนคือ ครูเลือกปัญหาที่เร้าความสนใจนักเรียน นักเรียนตั้งสมมุติฐาน นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการจำลอง (simulated process) โดยการใช้คำถามแทนการปฏิบัติจริง ปรับสมมุติฐาน รวบรวมข้อมูล กระทำซ้ำดังนั้นก็จะได้ข้อมูลที่มีคำอธิบายเพียงพอและไม่ต้องปรับแก้สมมุติฐานต่อไป

การสอนมีวิธีการหลากหลาย ในกิจกรรมหนึ่งๆ ไม่จำเป็นต้องใช้รูปแบบใดรูปแบบเดียว และในสภาพความเป็นจริงข้อจำกัดต่างๆก็ไม่เอื้อให้ครูใช้รูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ได้อย่างสมบูรณ์ การนำไปใช้ต้องปรับรูปแบบให้เข้ากับสถานการณ์นั้นๆ (Eggen, Kauchak and Harder. 1979 : 352-353) วิทยา รุ่งอดุลนิศาล (2525 : 153) เสนอแนะว่าวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ สสวท ควรนำมาใช้สอนในระดับประถมศึกษาได้แก่ วิธีบอกให้รู้แบบบรรยาย วิธีบอกให้รู้แบบการสาธิต วิธีค้นพบแบบการสาธิต วิธีค้นพบแบบเชิงปฏิบัติการ วิธีค้นพบแบบถามตอบ และวิธีค้นพบแบบแก้ปัญหา ซึ่งวิธีบอกให้รู้คือวิธีการแบบนิรนัยและวิธีค้นพบก็คือวิธีการแบบอุปนัยนั่นเอง

2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่กำเริบจัดไว้ในลำดับสูงสุดของการเรียนรู้ที่เขาจำแนกไว้ทั้งหมด 8 ประเภท การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ผู้เรียนค้นพบจากการรวมหลักการต่างๆ ที่เรียนมาก่อนและวางแผนนำไปใช้หาคำตอบในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาใหม่ (Gagné. 1977 : 178) กระบวนการของการเรียนรู้ประเภทนี้ขึ้นอยู่กับหลักการและกลวิธี (คือหลักการของหลักการ) ที่ทำให้ผู้เรียนได้ค้นพบหลักการใหม่ที่สูงขึ้น โดยไม่ได้รับความช่วยเหลือแต่อย่างใด ซึ่งการเรียนรู้ประเภทนี้ถือได้เป็นปรมาัตถ์ของเป้าหมายทางการศึกษา (Snelbecker. 1974 : 468)

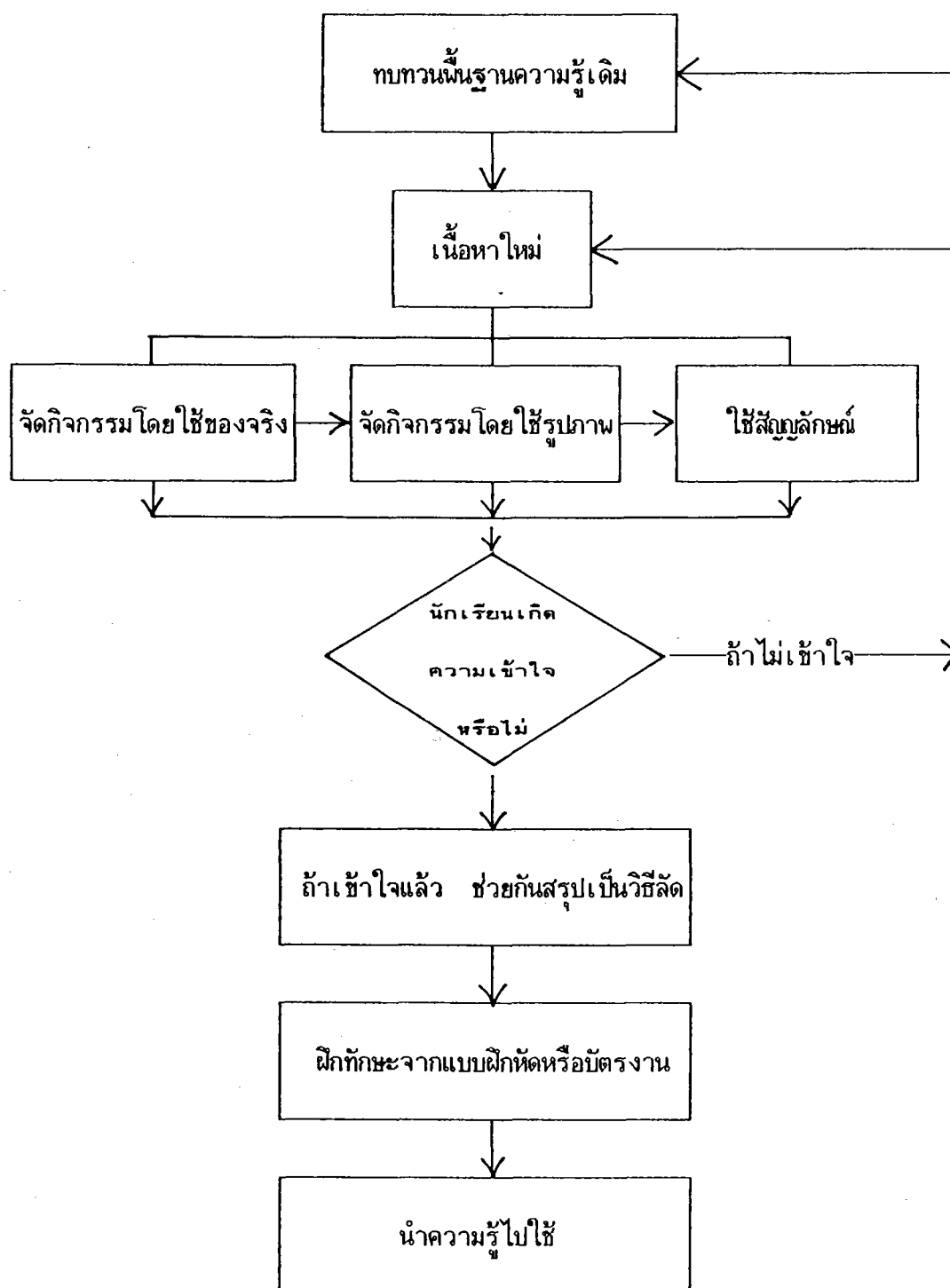
สิ่งจำเป็นต่อการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนต้องมีสี่ประการ คือ ทักษะทางปัญญา (intellectual skill) อันได้แก่หลักการที่เป็นทักษะพื้นฐาน (prerequisite skill) ภาพรวมของปัญหา (problem schemata) อันเป็นการแสดงความเข้าใจในตัวปัญหาที่ต้องอาศัยการแปลความหมายของข้อความปัญหาได้ถูกต้อง กลวิธีการวางแผน (planning strategies) ซึ่งเป็นกลวิธีทางปัญญาอย่างหนึ่งที่มีบทบาทในการเลือกและวางลำดับของทักษะทางปัญญาได้อย่างเหมาะสม และภาพเปรียบเทียบอื่นๆ (another kind of schema) เพื่อไว้ตรวจสอบความเที่ยงตรง (validation) ของผลคำตอบเป็นการยืนยันว่านักเรียนบรรลุผลจริง (Gagné. 1977 : 186-187)

งานวิจัยจำนวนมากสนับสนุนความสำคัญของสามองค์ประกอบแรกดังกล่าวต่อการแก้ปัญหา ซึ่งสามองค์ประกอบนี้สอดคล้องกับสิ่งที่กำเริบกำหนดเป็นเงื่อนไขภายใน (internal condition) ของการเรียนรู้ประเภทนี้ อันได้แก่ความสามารถในการระลึกได้ถึงหลักการที่เกี่ยวข้อง ความสามารถทางภาษาและความสามารถในการใช้กลวิธีทางปัญญาในการค้นหาและเรียกใช้ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว สำหรับเงื่อนไขภายนอก (external condition) ได้แก่การสอนด้วยวาจา (verbal instruction) ซึ่งอาจเป็นคำถามที่เร้าให้ระลึกถึงหลักการที่เกี่ยวข้อง การให้คำแนะนำหรือแนวทาง เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการแก้ปัญหา การให้ในส่วนนี้จะมีน้อยที่สุดและไม่ใช้การให้โดยตรงแต่ต้องเป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการใหม่ สรุปได้ว่าการแก้ปัญหาคือเรื่องเกี่ยวข้องกับเงื่อนไขภายในเป็นส่วนใหญ่ (Gagné. 1977 : 190-191)

ทฤษฎีการสอนของบรูเนอร์มีการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง รูปแบบวิธีการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในขั้นตอนการสอนเนื้อหาใหม่ก็มีหลักการลำดับการเสนอความรู้ใหม่ตามทฤษฎีของบรูเนอร์ คือแสดงของจริง ภาพ และสัญลักษณ์ตามลำดับ ทฤษฎีการสอนของบรูเนอร์ให้ประโยชน์ในการวางแผนจัดเตรียมบทเรียนว่า ควรนำเสนอในลักษณะใด และจัดลำดับอย่างไร โดยคำนึงถึงตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งด้านตัวนักเรียน ด้านเนื้อหาวิชา ขบวนการของสื่อ ฯลฯ โดยเฉพาะเรื่องการจัดลำดับยังไม่มีรูปแบบใดที่ใช้ได้ดีกับนักเรียนทุกคน การแสวงหาวิธีการที่สามารถตอบสนอง ‘วิถีทาง’ ของนักเรียนได้ทุกคนจึงยังคงเป็นความท้าทายสำหรับครูนอกจากนี้ทฤษฎีนี้ยังทำให้ครูตระหนักถึงความสำคัญของการสร้างความสนใจต่อการเรียนในวาระต่างๆและวิธีการเสริมแรงแบบภายใน

การเตรียมบทเรียนต้องวางแผนร่วมกัน กับการกำหนดวิธีการสอน วิธีพื้นฐานของการสอนมีสองวิธีคืออุปนัยและนัยซึ่งมีจุดเด่นต่างกัน แต่ทั้งสองวิธีก็เป็นเรื่องที่จัดอยู่บนมาตราเดียวกัน ข้อดีที่มีอยู่ในวิธีหนึ่งจึงไม่ได้หมายความว่า จะไม่มีอยู่ในอีกวิธีหนึ่ง นอกจากนี้ยังมีรูปแบบการสอนที่น่าสนใจของทาบ (Taba) ออซูเบล (Ausubel) และคนอื่นๆ แต่ไม่มีรูปแบบใดสมบูรณ์พอที่จะใช้ได้ดีในทุกสถานการณ์ การนำไปใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดคือการผสมผสานรูปแบบเหล่านั้นให้เหมาะสมกับสถานการณ์ของครู

การสอนความคิดรวบยอดหลักการและการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ ขั้นตอนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการตามที่เดวิส อเล็กซานเดอร์และยิลอน (Davis, Alexander and Yelon. 1974) เสนอไว้ 5 ขั้นตอนคือ ระบุจุดประสงค์ ทดสอบความรู้หรือความคิดรวบยอดพื้นฐาน สร้างความคิดรวบยอดหรือหลักการ ผูกติดเพิ่มเติมและทดสอบหลังเรียน นั้นไม่แตกต่างกันนักกับขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือทบทวนความรู้เดิม กิจกรรมการเสนอเนื้อหาใหม่โดยใช้ของจริง รูปภาพ และสัญลักษณ์ สรุปนำไปสู่วิถีคิด ผูกทักษะ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ดังภาพประกอบ 6 (ชะเอม ชวลิตชัยชาญ. 2530 ; อ้างอิงมาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2520 : 9)



ภาพประกอบ 6 แผนภูมิการสอนคณิตศาสตร์ตามแนว สสวท.

สำหรับการสอนแก้ปัญหา กาเย่ (Gagne) แนะนำว่าไม่ควรใช้วิธีสอนโดยตรงแต่ให้ใช้วิธีการแนะทางอ้อมที่ทำให้นักเรียนสามารถใช้หลักการที่ได้เรียนรู้แล้วเป็นพื้นฐานสำหรับการค้นพบหลักการใหม่ที่สูงกว่า โดยความจริงแล้วหลักการเดิมเป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งในสามองค์ประกอบของการแก้ปัญหา คือเป็นทักษะพื้นฐาน การแก้ปัญหายังต้องอาศัยความสามารถในการสร้างภาพปัญหา (Problem schemata) ซึ่งต้องอาศัยพื้นฐานทางภาษา และกลวิธีการวางแผนแก้ปัญหาซึ่งอาศัยพื้นฐานทางกลวิธีการคิด (cognitive strategy) ของนักเรียน อย่างไรก็ตามความสามารถเหล่านี้เป็นสิ่งที่เรียนรู้ได้ เพียงแต่ต้องใช้เวลาการสั่งสมอย่างต่อเนื่อง

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

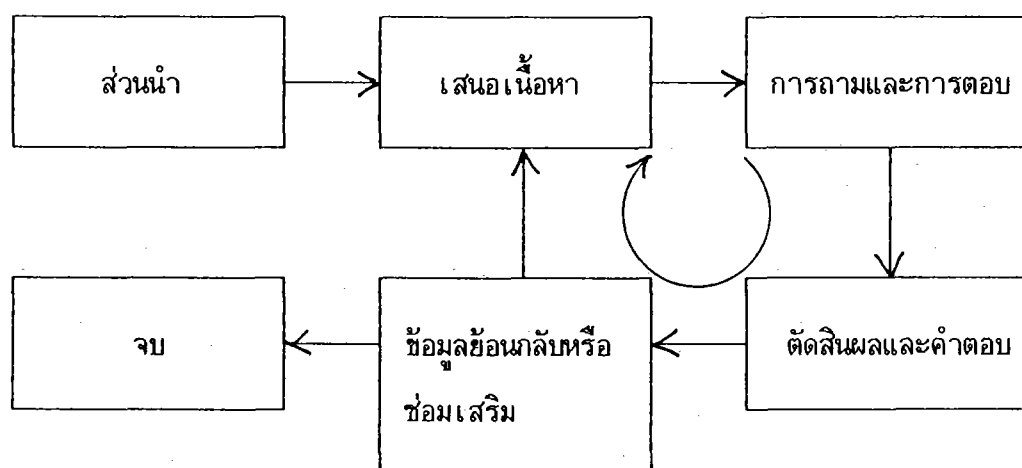
คอมพิวเตอร์ทางการศึกษาจำแนกออกได้เป็น 6 ประเภท (Coburn and others. 1985 : 9-21) คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-assisted instruction) คอมพิวเตอร์ความรู้รอบตัว (Computer-learning environment) คอมพิวเตอร์เครื่องมือการเรียนการสอน (Instructional or Learning tools) คอมพิวเตอร์การจัดการด้านการเรียนการสอน (Computer-managed instruction) คอมพิวเตอร์โปรแกรมภาษา (Programming) และความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ (Computer literacy)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งตามจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนในห้องเรียนได้สองลักษณะ (Chambers and Sprechger. 1984 : 7-9) คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริม (adjunct CAI) และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแทน (primary CAI) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมใช้ในการสนับสนุนเพิ่มเติมหรือเสริมแรงให้การสอนปกติ บทเรียนมักเป็นโปรแกรมสั้นๆ ส่วนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแทนอาจเป็นโปรแกรมสั้นๆเช่นกัน แต่ใช้แทนการสอนปกติซึ่งอาจเป็นตอนหนึ่งของบทเรียนหรือทั้งวิชา

3.1 ลักษณะและโครงสร้างบทเรียน

ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายรูปแบบตามวิธีการและขั้นตอนที่แตกต่างกัน ดังนี้ (Alessi and Trollip. 1985 : 65-74, 135-137, 162-172, 195-204; Coburn and others. 1985 : 24-44; Kelman and others. 1983 : 39-58)

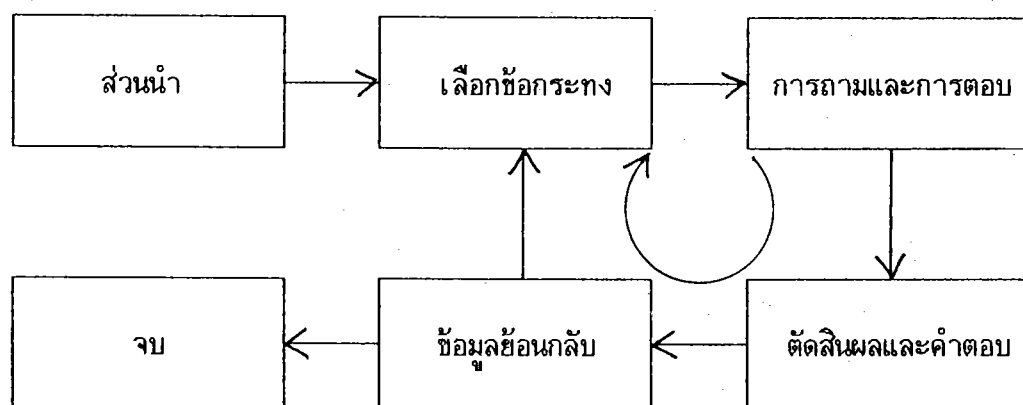
3.1.1 บทเรียนประเภทการสอน (Tutorials) เป็นรูปแบบพื้นฐานที่สุดของการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นการสอนรายบุคคล (one-on-one situation) โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนจะเริ่มด้วยส่วนนำซึ่งเป็นการบอกจุดประสงค์และลักษณะของบทเรียน จากนั้นจึงเข้าสู่วงจรโดยเสนอเนื้อหา ตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ตัดสินผลคำตอบให้นักเรียนผ่านไปหรือคงให้ทบทวนหรือซ่อมเสริม ดังภาพประกอบ 7 (Alessi and Trollip. 1985 : 66)



ภาพประกอบ 7 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทการสอน

บทเรียนประเภทนี้สร้างได้ยากเพราะต้องเตรียมรับคำตอบจากนักเรียนอย่างกว้างขวาง ทำให้ต้องใช้หน่วยความจำมาก และต้องทดลองหลายครั้งเพื่อให้มั่นใจว่าครอบคลุมคำตอบที่อาจเป็นไปได้ทั้งหมด

3.1.2 การฝึกหัดและการฝึกทักษะ (Drill and Practice) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันมากที่สุดและถูกวิพากษ์วิจารณ์มากที่สุดในด้านความคุ้มค่า ลักษณะเด่นของบทเรียนประเภทนี้คือการเสนอคำถามหรือปัญหาซ้ำในทำนองเดียวกันจนกว่านักเรียนจะตอบหรือแก้ปัญหาเหล่านั้นได้บรรลุถึงเกณฑ์ระดับหนึ่งดังภาพประกอบ 8 (Alessi and Trollip, 1985 : 135)

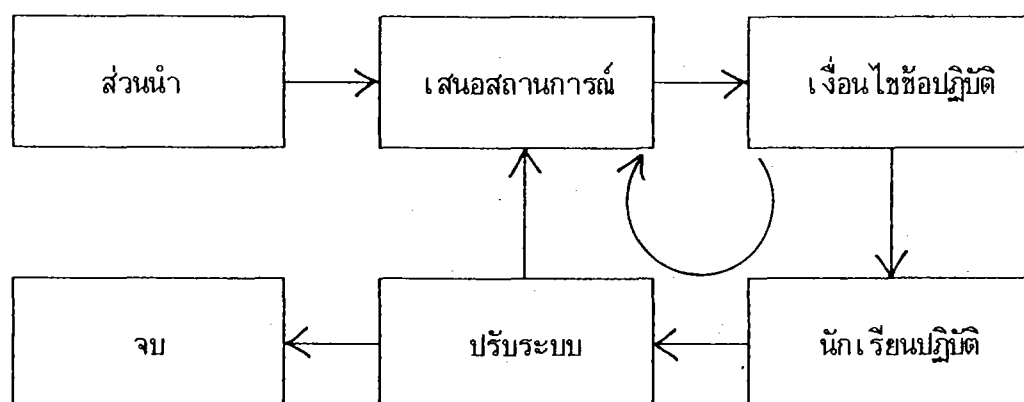


ภาพประกอบ 8 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทการฝึก

ข้อได้เปรียบของการฝึกหัดและฝึกทักษะด้วยเครื่อง คือ สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันทีให้การโต้ตอบกับนักเรียนได้เหมือนการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล จัดปัญหาชุดใหม่ป้อนให้นักเรียนตามระดับความก้าวหน้าหรืออุปสรรคในการเรียน ทำให้ครูและนักเรียนใช้เวลาเกี่ยวข้องกับการฝึกน้อยลงและมีเวลามากขึ้นในการทำกิจกรรมอื่นๆที่สร้างสรรค์และมีคุณค่ายิ่งขึ้น นอกจากนี้ ครูอาจจัดโปรแกรมการฝึกนี้เข้าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการ โดยให้เครื่องเก็บบันทึกความก้าวหน้าในการฝึกของนักเรียนทุกคน แล้วใช้ผลการบันทึกนั้นเพื่อการจัดกลุ่มใหม่สำหรับการเรียนในวันต่อไป มีหลักฐานสนับสนุนเป็นจำนวนมากว่าแม้แต่โปรแกรมที่เรียบง่ายที่สุด ซึ่งครูสร้างเองก็สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ในทักษะนั้นได้ อย่างไรก็ตามข้อค้นพบเหล่านั้นเป็นการศึกษาในขอบเขตจำกัดที่ยังไม่สามารถสรุปนัยสำคัญได้ ข้อพึงสังวรสำหรับผู้สร้างบทเรียนคือ เครื่องไม่

สามารถทำหน้าที่แทนครูได้ คงทำได้เพียงการฝึกแบบจำเจ การมีปฏิสัมพันธ์ที่เหมือนกับบุคคล แต่อยู่ในวงจำกัด มักกลายเป็นสิ่งน่าเบื่อและอาจนำไปสู่ความเบื่อการคำนวณในที่สุด เช่นเดียวกับ ปัญหาความเบื่อหน่ายในการเรียนจากทีวี ซึ่งใช้จอขนาดเล็กในห้องเรียนที่มีขนาดใหญ่ แม้ในภายหลังจะมีการจัดทำให้ดีเพียงไรก็ไม่สามารถเรียกความสนใจของนักเรียนกลับมาได้อีก

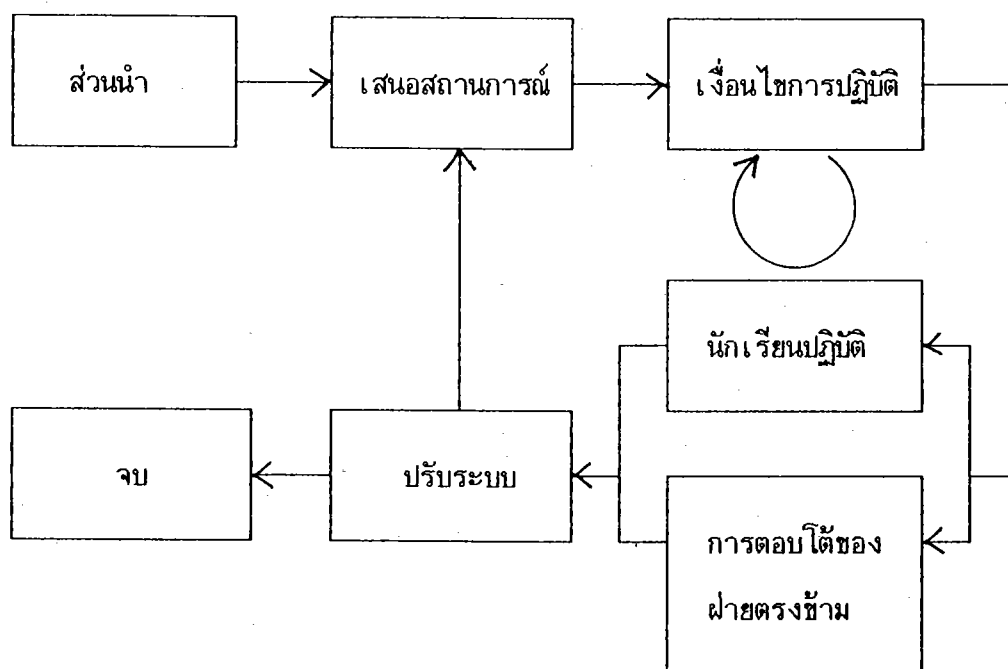
3.1.3 การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulations) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนที่สร้างสรรค์และน่าสนใจมากวิธีหนึ่งเพราะได้ใช้ศักยภาพของเครื่องอย่างเต็มที่ การจำลองสถานการณ์มีหลายลักษณะ ลักษณะทั่วไปคือคอมพิวเตอร์จะทำการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ ผู้เรียนได้ทำการตอบสนองต่อสถานการณ์แล้วคอมพิวเตอร์จะแสดงผลที่ได้จากการตัดสินใจนั้น ดังภาพประกอบ 9 (Allessi and Trollip. 1985 : 176)



ภาพประกอบ 9 โครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนสถานการณ์จำลอง

บทเรียนสถานการณ์จำลองใช้ได้ดีในการศึกษาเหตุการณ์ที่ต้องเสี่ยงอันตราย ค่าใช้จ่ายสูง มีเวลาน้อย หรือในการพิสูจน์สมมุติฐานที่ซับซ้อน บทเรียนประเภทการสาธิตก็อาจถือเป็นแบบหนึ่งของการสร้างสถานการณ์จำลอง ข้อเสียของแบบเรียนประเภทนี้คือสร้างได้ยาก แต่มีโปรแกรมชื่อ Micro-Dynamo ที่ช่วยให้ครูและนักเรียนสร้างสถานการณ์จำลองได้ง่ายๆได้

3.1.4 เกมส์การสอน (Instructional Games) เป็นเครื่องมือการสอนที่มีประสิทธิภาพ มีวิธีการที่เป็นเกมส์ซึ่งให้ความสนุกสนานบันเทิงแต่มีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนในการเรียนรู้ โครงสร้างของบทเรียนมีดังในภาพประกอบ 10 (Alessi and Trollip, 1985 : 217)



ภาพประกอบ 10 โครงสร้างและขั้นตอนของเกมส์การสอน

ประเภทของเกมส์การสอนมีหลายชนิด เช่นเกมส์ผจญภัย เกมส์ผ่านกระดาน เกมส์แบบไฟหรือการพนัน เกมส์สงคราม เกมส์ตลก เกมส์ฝึกทักษะกล้ามเนื้อ เกมส์บทบาทสมมุติ เกมส์คำศัพท์ เป็นต้น บทเรียนประเภทเกมส์ทำได้ยากและแพง มาโลน (Malone) ได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของเกมส์คอมพิวเตอร์ พบว่าสิ่งที่สร้างแรงจูงใจภายในได้อย่างดี คือ ความท้าทาย (challenge) จินตนาการเพื่อฝัน (fantasy) และความอยากรู้อยากเห็น (curiosity) เกมส์คอมพิวเตอร์ที่

ให้ความสำเร็จในการสอนก็ให้คุณสมบัติเหล่านี้ ข้อคิดสำหรับครูคือควรหลีกเลี่ยงเกมส์ที่เกี่ยวกับเหตุการณ์การรุนแรง (violent events)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งสี่แบบที่กล่าวมาเป็นรูปแบบที่ใช้กันมากโดยเฉพาะในสองแบบแรก ส่วนแบบอื่นๆนอกเหนือจากนี้ ได้แก่ เกมส์ทั่วไปซึ่งปกติไม่ได้ใช้ในการสอนโดยตรง แต่ใช้เป็นรางวัลเพื่อการเสริมแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือทดสอบซึ่งปกติไม่ได้ใช้สอน แต่ก็ยังคงประกอบสำคัญในกระบวนการสอนเป็นต้น

ในด้านการนำไปใช้สอน อเลสซีและทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1985 : 59-62) กล่าวถึงกระบวนการของการสอนที่มีประสิทธิภาพโดยรวมจากงานวิจัยว่าต้องมี 4 ขั้นตอน คือ การนำเสนอข้อสนเทศ การให้แนวทาง การฝึกทักษะเพื่อความชำนาญและความคงทน และการทดสอบเพื่อค้นหาหรือกำหนดแนวทางการสอนต่อไปสำหรับนักเรียนแต่ละคน ขั้นตอนแรกเป็นการสอนที่มีครูเป็นศูนย์กลาง ขั้นที่สองเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน และขั้นที่สามเป็นการสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง รูปแบบการสอนนี้ประยุกต์ใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่ไม่ได้หมายความว่าคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องทำให้ได้ครบทุกขั้นตอนเหล่านี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจเป็นเพียงส่วนประกอบส่วนหนึ่งที่ใช้ร่วมกับครูหรือสื่ออื่นๆในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง แต่หากต้องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนตลอดกระบวนการแล้วจำเป็นต้องมีให้ครบทั้งสี่ขั้นตอน การใช้เพียงแบบสอน (tutorial) หรือการฝึกหัดหรือแบบใดแบบหนึ่งแล้วคาดหวังให้เป็นการสอนทั้งหมดเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง เพราะแบบสอนนั้นครอบคลุมได้เพียงสองขั้นตอนแรก ในขณะที่การฝึกหัดและฝึกทักษะครอบคลุมขั้นที่สาม แบบการทดสอบครอบคลุมขั้นที่สี่ และแบบสถานการณ์จำลองอาจครอบคลุมขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งซึ่งโดยปกติมักเป็นขั้นผสม (combination) แทบไม่มีบทเรียนใดที่มีสี่ขั้นตอนโดยสมบูรณ์

3.2 การพัฒนาบทเรียน

อเลสซีและทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1985 : 274-278) เสนอรูปแบบการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดกระบวนการเป็น 8 ขั้นตอน คือ

- (1) กำหนดจุดมุ่งหมาย (Define purpose)
- (2) รวบรวมทรัพยากร (Collect resource materials)
- (3) สร้างความคิดเกี่ยวกับบทเรียน (Generate ideas for the lesson)
- (4) จัดระบบความคิดเกี่ยวกับบทเรียน (Organize ideas for the lesson)
- (5) ผลิตบทเรียนบนกระดาษ (Produce lesson displays on paper)
- (6) เขียนผังงาน (Flowchart the lesson)
- (7) เขียนโปรแกรม (Program the lesson)
- (8) ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพ (Evaluate the quality and effectiveness of the lesson)

การกำหนดจุดมุ่งหมาย : กำหนดจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของบทเรียนเพียงบทเดียว โดยกล่าวถึงสิ่งที่นักเรียนควรรู้และความสามารถของนักเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ สิ่งที่ต้องพิจารณา มี 2 ประการคือ ความรู้พื้นฐานและลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาใหม่กับความรู้เดิม

การรวบรวมทรัพยากร : ทรัพยากรแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ ทรัพยากรด้านเนื้อหาวิชา ได้แก่ ตำราเรียน หนังสืออ้างอิง สื่อต้นแบบ फिल्म เป็นต้น ทรัพยากรด้านการพัฒนาการสอน ได้แก่ ตำราการออกแบบการสอน แผ่น storyboards รูปภาพ เครื่องพิมพ์ดีดและบุคคลากรด้านการออกแบบการสอน เป็นต้น ทรัพยากรที่เกี่ยวกับระบบการส่งผ่าน ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ คู่มือปฏิบัติการของเครื่อง เป็นต้น

การสร้างความคิดเกี่ยวกับบทเรียน : วิธีที่ดีที่สุดสำหรับขั้นตอนนี้คือการระดมความคิด ซึ่งจะทำให้ได้ความคิดที่สร้างสรรค์และน่าสนใจ เรื่องที่ให้ระดมความคิดมี 2 เรื่อง คือ เรื่องที่ควรสอนและวิธีการสอน

การจัดระบบความคิด : จัดรายการความคิดที่ไม่มีคุณค่าออกไป จัดลำดับรายการ แสดงรายละเอียดและทำการปรับความคิดที่ดี ๆ

การผลิตบทเรียนบนกระดาษ : เริ่มตั้งแต่การร่างเนื้อหาการสอนซึ่งได้แก่การเสนอข้อสันนิษฐาน คำถาม ข้อมูลย้อนกลับ คำแนะนำและกราฟิกต่างๆ จนถึงการทำแผ่น storyboards ซึ่งเป็นภาพแทนของภาพบนจอ

การเขียนผังงาน : เป็นผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรมซึ่งควรแสดงรายละเอียดของข้อความ คำถาม โอกาสการเลือก กราฟฟิกส์ ฯลฯ งานในขั้นตอนนี้มีรายละเอียดมาก ควรทำเป็นชุดโดยเริ่มจากผังงานที่แสดงเฉพาะหลักการสำคัญจนถึงขั้นสุดท้ายที่มีรายละเอียดสมบูรณ์

การเขียนโปรแกรม : เป็นกระบวนการแปลผังงานและแผ่น storyboards ให้แก่เครื่อง

การประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียน : มีข้อพิจารณา 2 ประการคือ รูปลักษณะที่น่าสนใจและการทำงานที่มีประสิทธิภาพ โดยประเมินจากความเห็นของครูหรือนักออกแบบการสอนและจากการนำไปใช้จริง

นอกจากนี้ยังมีผู้เสนอข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์อีกหลายคน ดังเช่น เจย์ (Jay. 1986 : 139-143) ได้ใช้งานวิจัยของนักจิตวิทยากลุ่มพุทธิปัญญาในด้านกระบวนการประมวลข้อมูลสารสนเทศ (information processing) ของคน ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรการรับรู้ แหล่งเก็บหน่วยความจำระยะสั้น-ระยะยาว การถ่ายยรหัส การเรียกใช้ข้อมูลและอื่นๆมาเป็นแนวทางการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์และสรุปได้เป็นองค์ประกอบห้าประการที่มีผลต่อการประมวลข้อมูลสารสนเทศของคน คือ หน่วยความจำและความตั้งใจ ลักษณะของภาษา หรือข้อความ กระบวนการด้านกราฟฟิกส์ รูปแบบความคิดของนักเรียนและข้อมูลย้อนกลับ

หลักการและข้อปฏิบัติขององค์ประกอบแรกหรือหน่วยความจำและความตั้งใจ เนื่องจากหน่วยความจำระยะสั้นมีข้อจำกัดด้วยเนื้อที่(space) และเวลา ดังนั้นข้อความที่ปรากฏบนจอหนึ่ง ๆ ควรแสดงเพียงความคิดเดียวโดยมีความยาวประมาณ 1-2 ประโยค กำหนดเวลาอย่างเพียงพอให้สื่อเสริม เช่น สิ่งพิมพ์ประเภทแผนที่ ตาราง สมการ ฯลฯ เพื่อใช้อ้างอิงยามต้องการ โดยเฉพาะในงานที่ต้องใช้ความจำระยะสั้นหรือเป็นงานใหม่ และควรพักทุก 15-20 นาที เป็นต้น

ในองค์ประกอบด้านลักษณะภาษาและข้อความ ต้องคำนึงถึงระดับผู้ปฏิบัติหรือนักเรียนเป็นหลัก เช่น ระดับคำศัพท์ที่ใช้ ชนิดอารมณ์ขัน ภาษาที่เป็นธรรมชาติและมีรูปภาพ บทสนทนาควรให้ผู้อ่านได้ใช้ความคิดโดยเฉพาะความคิดแบบอุปนัย การนำเสนอในหลายรูปแบบทำให้เกิดการรับในหลายๆทางเช่น ดูและฟัง เป็นต้น

การดูเป็นวิธีหลักของการรับปัจจัย (input) จากเครื่องคอมพิวเตอร์ หลักการและข้อปฏิบัติในองค์ประกอบที่สามจึงเป็นการใช้กราฟิกส์เพื่อส่งเสริมความจำ เทคนิคเหล่านี้อาจเป็นการใช้สี รหัส สัญลักษณ์ ตัวขยาย คำกระพริบ ฯลฯ รวมทั้งการใช้สื่อเสริมเพื่อแสดงความแตกต่าง ความสำคัญหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น

ตามทฤษฎีการพัฒนากายของเปียร์เจต์ เด็กมีความสามารถทางการคิดแตกต่างกันตามระดับวุฒิภาวะ คุณค่าที่แท้จริงของการสอนด้านคอมพิวเตอร์คือสอนตามระดับความคิดของแต่ละบุคคล หลักการและข้อปฏิบัติในด้านนี้คือ การนำเสนอให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียน เช่น ใช้การนำเสนอด้วยภาพสำหรับเด็กและใช้ข้อความหรือคำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับเด็กที่มีปัญหาพิเศษ ใช้สื่อผสมสำหรับเด็กอายุต่ำกว่า 8 ขวบ ใช้เทคนิคการสนทนาและการถามในการกระตุ้นและท้าทาย เพื่อคงความกระตือรือร้นไว้ตลอดการเรียนรู้

ด้วยหลักการที่ว่าทุกคนต้องรู้ผลการกระทำ พฤติกรรมที่ถูกต้องจะถูกทำซ้ำและทำได้ดีขึ้น ส่วนข้อบกพร่องจะถูกกำจัดไป ในการพัฒนาบทเรียนจึงควรบอกให้นักเรียนทราบว่ามีการประเมินและให้คะแนน การให้ข้อมูลย้อนกลับ ควรใช้วิธีบอกไปมากกว่าการบอกโดยตรง ให้โอกาสตอบใหม่ได้ ให้มีการแข่งขันกับตัวเองหรือกับเพื่อน ไม่ลงโทษหรือบอกคำตอบเมื่อตอบผิดและยอมให้ผ่านไปเมื่อทำไม่ได้ ให้ทราบถึงผลก่อนเรียน-หลังเรียนพร้อมคำแนะนำเป็นต้น

คำแนะนำในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ยังมีอีกจำนวนมากทั้งที่เป็นบทความ ตำรา และงานวิจัย โดยในหลักการไม่มีความแตกต่างไปจากที่กล่าวมาแล้วนัก เช่น อเลสซีและทรอลลีป (Alessi and Trollip. 1985 : 374-393) กาเย่ เวเกอร์และโรจาส์ (Gagne, Wager and Rojas. 1981 : 17-24) ฮาร์ทเลย์และโลเวล (Hartley and Lovell. 1984 : 38-56) ไลบรัม (Leibrum. 1986 : 162-165) สตีลลี่ (Steely. 1986 : 138-139) นิมานันต์ (Nimanandh. 1988) สุกวี รอดโพธิ์ทอง (2529 : 17-25)

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอนมีเป็นจำนวนมาก ในทุกระดับการศึกษาและทุกแขนงวิชา สำหรับระดับประถมศึกษา การทดลองส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับ

ทักษะพื้นฐาน คิด การอ่าน เขียนและเรียนเลข รวมไปถึงทักษะการแก้ปัญหาหรือการคิด
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีทั้งเด็กในห้องเรียนปกติ เด็กด้อยผลสัมฤทธิ์ และเด็กพิการใน
การศึกษานិเศษ งานวิจัยที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยในวิชาคณิตศาสตร์และ
การสร้างเสริมทักษะการคิดซึ่งทำในช่วงปี ค.ศ. 1982-1987

3.3.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์

อนันต์ (Anand. 1985) ศึกษากลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้น ป. 5-6 เกี่ยวกับการใช้
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนรายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา เขาพบว่า
การสร้างบทเรียนเพื่อการเรียนแบบรายบุคคลให้ประสิทธิภาพสูงในการสอนคำยาก (word
problem) ให้ความหมายแก่นักเรียนได้มากกว่า ทั้งนำไปสู่การเกิดทัศนคติที่ดี ข้อสรุปคือ
คอมพิวเตอร์สามารถสร้างสื่อการเรียนแบบรายบุคคลที่มีประสิทธิภาพได้ดีกว่าการสอนแบบเดิม
ฮอว์เลย์ (Hawley. 1986) ศึกษาได้ผลคล้ายกัน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างชั้น ป. 3 และ 5
จำนวน 41 คน และ 38 คน ตามลำดับ สุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนเสริมด้วย
คอมพิวเตอร์และกลุ่มควบคุมซึ่งใช้การสอนตามปกติ ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทักษะทางคณิตศาสตร์
ดีกว่า แต่ในด้านทัศนคติไม่แตกต่างกัน ประสิทธิภาพต่อการลงทุนของกลุ่มทดลองสูงกว่า
กลุ่มควบคุม งานวิจัยอื่นที่สนับสนุนผลในทำนองเดียวกันนี้อีกคือ งานของเบอร์นาร์ด (Bernard.
1986) ซึ่งประเมินการทำงานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในห้องเรียนชั้น ป.2 และ 3 จาก
นักเรียนจำนวนกว่า 300 คน ก็พบว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยให้เรียนความคิดรวบยอด
พื้นฐานได้อย่างรวดเร็ว

บทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ดังผลการศึกษาของ
เมอร์เรล (Merrell. 1984) ซึ่งใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์เสริมการสอนปกติของนักเรียนชั้น
ป.3 และ 5 กลุ่มแรกใช้เป็นการสอนเสริมโดยตรง (Direct CAI) กลุ่มที่สองใช้เป็นการเสริม
ทางอ้อม (Indirect CAI) คือให้มีประสบการณ์เกี่ยวกับช่วยสอนแต่ไม่ใช้ในวิชาที่ทดสอบ และ
ให้มีกลุ่มที่สาม เป็นกลุ่มควบคุม ปรากฏว่า กลุ่มแรกมีผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สาม
กลุ่มที่สองมีผลสูงกว่ากลุ่มที่สาม แสดงว่าอาจเกิด carry over effect เมื่อเปรียบเทียบ
ผลภายในของกลุ่มแรกที่ได้รับการสอนเสริมโดยตรง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างระดับ

ชั้นเรียน ระดับสติปัญญาหรือเพศ แต่มีความแตกต่างกันตามเชื้อชาติเผ่าพันธุ์ เลวี (Levy. 1985) ได้ผลในทำนองเดียวกัน คือกลุ่มทดลองนักเรียนชั้น ป.5 ประมาณ 290 คน ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เป็นการสอนปกติแต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศ เมื่อเพิ่มเวลาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ปรากฏว่าการเพิ่มเวลาไม่ได้ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ให้สูงขึ้น ข้อสรุปบางประการของเมอร์เรลและเลวี ชัดแย้งกับผลของอาบรัม (Abrum. 1984) ที่พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้ได้ดีกับคณิตศาสตร์และเหมาะกับนักเรียนชายมากกว่านักเรียนหญิง

ผลงานของวอล์คเกอร์ (Walker. 1985) และ ทอดด์ (Todd. 1985) ให้ข้อสังเกตว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจใช้ได้ผลดีในบางเงื่อนไขเท่านั้น ข้อสรุปของวอล์คเกอร์ คือ ชั้นประถมศึกษาในระดับต้นๆ อันได้แก่ชั้น ป.2-3 นักเรียนที่มีความสามารถสูงจะมีผลสัมฤทธิ์จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่า ส่วนในชั้นกลางๆคือชั้น ป. 4-5-6 ไม่มีความแตกต่าง สำหรับชั้นที่สูงขึ้นคือระดับ 7-8 นักเรียนที่มีความสามารถต่ำจะมีผลสัมฤทธิ์จากการเรียนนี้ดีกว่า ส่วนข้อสรุปของทอดด์ซึ่งศึกษาจากนักเรียนชั้น ป. 4 ประมาณ 250 คน คือบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้ผลดีในรายสัณณภาพความคิดรวบยอดและการคำนวณ ส่วนการแก้ปัญหาไม่มีผลแตกต่าง นอกจากนี้หญิงและชายมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน แต่ในด้านทัศนคติ หญิงมีผลสูงกว่าชาย วิลเลียมส์ (Williams. 1984) ศึกษาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหาความสัมพันธ์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับองค์ประกอบบางตัวของลักษณะวิธีการเรียน เช่นแรงจูงใจ การเรียนโดยลำพังหรือการเรียนกับเพื่อน การฟัง การดู เป็นต้น โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้น ป.4 ประมาณ 300 คน จาก 6 โรงเรียนตามชนานเมือง สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้ได้ดีกับคณิตศาสตร์ชั้น ป.4 และไม่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบดังกล่าวแต่อย่างใด

นอกจากนี้การศึกษาผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของเด็ก ตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงเกรด 12 ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่ไม่สามารถเรียนได้ตามปกติ โดยนำไปใช้ในโปรแกรมการฝึกที่มีการช่วยเหลือจากครูน้อยที่สุด (Mason. 1984) หรือใช้ในการเรียนคำยากของการบวก-ลบ ชั้น ป. 1 (van Lieshout. 1986) ล้วนได้ผลน่าพอใจ

แต่จากการศึกษาของเดวิดสัน (Davidson. 1984) ซึ่งนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้กับเด็ก ป. 3-5 ที่ไม่สามารถเขียนได้ตามปกติ ปรากฏว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจในชั้น ป.3 เท่านั้น

อุทุมพร จามรมาและคณะ (2530) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาสำหรับการนำไปใช้ในการเรียนการสอนแบบไม่แบ่งชั้นเรียน มีขอบเขตเนื้อหาครอบคลุมชั้น ป.1-ป.6 แต่ทดลองใช้กับนักเรียนระดับ ป.2-ป.6 เท่านั้น การวิจัยนี้พบว่า ในด้านประสิทธิภาพสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ตามหลักการเทคโนโลยีเพื่อช่วยการสอน ด้านประสิทธิผลพบว่าใช้เวลาเรียนน้อยกว่าปกติมาก ในด้านความสนใจพบว่าผู้เรียนมีความสนใจและสนุกสนานมากกว่าการเรียนในห้องเรียน

ตัวอย่างงานวิจัยข้างต้นล้วนแสดงผลในทางสนับสนุนประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยอีกจำนวนหนึ่งที่ได้ผลขัดแย้งกับที่กล่าวมา เช่น งานวิจัยของโคลแมน (Coleman. 1984) พลัก (Pflug. 1987) ングยาเยและแวนเดอร์โพลก (Ngaiyaye and Vanderploeg. 1986) แซลวิน (Salvin. 1986) โปเวล (Powell. 1984) สปุชเชส (Spuches. 1958) และสไปวี่ (Spivey. 1985) เป็นต้น ซึ่งสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ได้มีประสิทธิภาพดีกว่าการสอนปกติ รวมทั้งในกลุ่มเด็กด้อยผลสัมฤทธิ์ หรือ การใช้กลุ่มเพื่อนซึ่งเป็นวิธีการที่ได้เปรียบกว่าในด้านการลงทุนหรือการใช้สื่อธรรมดาเช่น flashcard เป็นต้น ทั้งในด้านทัศนคติก็ไม่มีผลแตกต่างหรือในด้านแรงจูงใจก็ไม่มีความสัมพันธ์ สเลสนิค (Slesnick. 1986 : 30) ได้แสดงความเห็นว่างานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวนมากที่ใช้กระบวนการทดลองและวิธีการสรุป อันอาจนำไปสู่ความเข้าใจผิดในความพิเศษของสื่อประเภทนี้และเกิดการใช้อย่างไม่คุ้มค่าหรือไม่ถูกต้องทาง สเลสนิคประมวลภาพรวมงานวิจัยทางด้านนี้ สรุปได้ดังนี้

1. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแทนการสอนของครู หลักฐานส่วนใหญ่ยืนยันว่า ไม่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์แตกต่างไปจากวิธีการสอนเดิมแต่อย่างใด แต่ก็ไม่มีหลักฐานระบุว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ต่ำลง
2. โปรแกรมการฝึกหัดและฝึกทักษะ โดยใช้การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้นักเรียนมีอัตราการเรียนรู้ดีขึ้น

3. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้น้อยกว่าการเรียนปกติ
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพสูงเมื่อใช้เป็นสื่อการสอนเสริม (supplement CAI) ซึ่งเป็นธรรมชาติของผลจากการสอนเสริมทั่วไปที่ไม่ใช่เฉพาะแต่บทเรียนคอมพิวเตอร์
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ทัศนคติต่อคอมพิวเตอร์ดีขึ้นแต่ไม่ได้หมายความว่าทัศนคติต่อวิชานั้นจะดีขึ้นด้วย

การวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผลที่หลากหลายยากแก่การหาข้อสรุปที่ชัดเจน การวิเคราะห์เมตา (meta-analysis) เรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียนประถมศึกษาของนิเม็ค (Niemiec, 1984) อาจช่วยให้มองเห็นภาพรวมได้ระดับหนึ่ง แม้ว่าจะไม่ใช่งานวิจัยเฉพาะคณิตศาสตร์ก็ตาม นิเม็คสังเคราะห์งานวิจัยจำนวน 48 ชิ้น ได้ค่าที่เป็นผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับ .229 S.D. นั่นคือคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 60 ของการกระจายของคะแนนในกลุ่มควบคุม ตัวแปรที่เอื้อต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ เด็กที่มีอายุน้อยกว่า กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเด็กพิเศษชายและเด็กพิเศษ (exceptional students) นอกจากนี้งานวิจัยที่มีคุณภาพ มีการควบคุมตัวแปรอย่างเพียงพอ (strong methodology) มักให้ผลแสดงความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้มากกว่า

ในปี 1987 ชวาล์บ (Shwalb, 1987) ได้สังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางการสอนและการยกระดับผลสัมฤทธิ์ โดยเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียนอเมริกาและโรงเรียนญี่ปุ่น กลุ่มตัวอย่างคืองานวิจัยด้านโรงเรียนญี่ปุ่น 128 เรื่อง โรงเรียนอเมริกา 408 เรื่อง (นับแต่ ค.ศ. 1960 เป็นต้นมา) สรุปได้ว่าผลในโรงเรียนทั้งสองประเทศคล้ายกัน คือเทคโนโลยีการสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ดีขึ้น ทำให้ทัศนคติต่อวิชาสอนและสื่อดีขึ้น และทำให้ความคงทนในเนื้อหาวิชาดีขึ้น เด็กระดับประถมศึกษาเป็นกลุ่มที่ได้รับประโยชน์มาก โดยเฉพาะจากการสอนแบบโปรแกรมสำหรับประเทศญี่ปุ่น ส่วนสหรัฐอเมริกาได้แก่การสอนแบบโปรแกรมและคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งสองประเทศนักเรียนในระดับมัธยมปลายได้ประโยชน์จากเทคโนโลยีการสอนน้อยที่สุด ลักษณะเด็กที่ได้รับประโยชน์สูงสุดในสหรัฐอเมริกาได้แก่เด็กที่มี

ความถนัดต่ำ แต่ในขั้นนี้ได้แก่เด็กที่มีความถนัดระดับกลาง

3.3.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสร้างเสริมทักษะการคิด

เทอร์วิลลิเกอร์ (Terwilliger. 1987) นำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับเด็กที่มีความสนใจต่ำ โดยแบ่งเด็กเป็นสองกลุ่มละ 15 คน กลุ่มแรกได้รับการฝึกกลวิธีด้านความจำ (mnemonic strategy) กลุ่มหลังไม่ได้รับการฝึก ทั้งสองกลุ่มได้รับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา ผลสรุปว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณค่าต่อเด็กที่มีปัญหาด้านความสนใจหรือความตั้งใจในการเรียน แต่ทั้งนี้เด็กต้องได้รับการฝึกกลวิธีด้านความจำด้วย การวิจัยอีกเรื่องหนึ่งที่สนับสนุนการยกระดับความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้คอมพิวเตอร์ คืองานวิจัยของเฮิร์ช (Hirsch. 1986) ซึ่งทดลองกับนักเรียน ป. 5 จำนวน 38 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มเติมจากกิจกรรมแก้ปัญหาอันเป็นภาคปกติของบทเรียน ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่ได้รับส่วนนี้เพิ่มเติม ผลสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นความสามารถด้านพุทธิพิสัยของเด็ก ป.5 ดีขึ้น ริเบอร์ (Rieber. 1986) ทดลองสอนโปรแกรมโลโกแก่เด็ก ป.2 เพื่อยกระดับทักษะการแก้ปัญหาและถ่ายโยงทักษะนี้สู่ด้านอื่นๆ กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 25 คน สอนอาทิตย์ละ 1 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 อาทิตย์ ลักษณะโปรแกรมเป็นวิธีสืบสวนแบบนำทาง นักเรียนมีเสรีภาพต่อตัวเลือกต่างๆที่กำหนดไว้ให้มากมาย ใช้การจูงใจให้นักเรียนแสดงความคิดระดับสูง (formal stage thought pattern) โดยใช้หลักการเสริมแรงอย่างระมัดระวัง ผลปรากฏเป็นที่น่าพอใจ การทดลองที่ได้ผลในทำนองเดียวกัน ได้แก่การทดลองใช้หลักสูตรไมโครคอมพิวเตอร์ ภาษาโลโกกับนักเรียนชั้น ป.4-6 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวม 120 คน หลักสูตรมี 20 บทเรียนละ 1 ชั่วโมง สรุปผลได้ว่านักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคอมพิวเตอร์ มีความรู้และทักษะในการใช้เครื่อง พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ดีและสามารถเสริมความสามารถในการเรียนรู้วิชาอื่น (สมจิต ชิวปรีชาและคณะ. 2531 : 15-19)

การโฆษณาถึงประสิทธิภาพของการใช้โลโก เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนโดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหา ทำให้โลโกดูเหมือนเป็นสื่อที่ทรงคุณค่าสูงต่อห้องเรียน อย่างไรก็ตามคำตอบก็ยังยืนยันไม่ได้แน่ชัด ดัลตัน (Dalton. 1985) เปรียบเทียบผลของ

กลุ่มที่ใช้โลโก กับกลุ่มที่เรียนกลวิธีการแก้ปัญหาโดยศึกษาด้านผลสัมฤทธิ์ ทักษะคิดและทักษะการแก้ปัญหา พบว่าทั้งสองวิธีไม่ได้ช่วยให้เด็กเรียนมีทักษะพื้นฐาน (basic skills) ใดๆดีขึ้น รวมทั้งทักษะคิด นอกจากนี้กลุ่มที่เรียนกลวิธีแก้ปัญหาสามารถทำคะแนนทักษะการแก้ปัญหาได้สูงกว่า ฟิคเคิล (Fickel. 1986) เป็นอีกผู้หนึ่งที่ศึกษาผลการใช้โลโก ตัวแปรตามที่ศึกษาได้แก่ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถทางพุทธิพิสัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ป.6 จำนวน 96 คน แบ่งเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่เรียนด้วยบัตรกิจกรรมในลักษณะการเรียนรู้แบบสืบสวน กับกลุ่มที่เรียนด้วยโปรแกรมโลโก ผลคือโลโกไม่ได้พัฒนาความสามารถทางพุทธิพิสัยหรือการแก้ปัญหาแต่อย่างใด การทดลองกับเด็กพิการได้ผลในทำนองเดียวกัน (Harckham. 1986)

ศักยภาพของคอมพิวเตอร์ในห้องเรียนได้เป็นที่รับรู้กันโดยทั่วไปแล้ว แต่เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ก็ยังไม่มียุทธศาสตร์ในการเปลี่ยนแปลงอย่างสำคัญทางการศึกษา เพราะเป็นการนำมาใช้ในเนื้อหาสาระเดิมที่ไม่ได้อาศัยประโยชน์จากศักยภาพนั้นอย่างเต็มที่ (Bonner. 1986 : 15 ; Norton. 1986 : 56) อย่างไรก็ตามได้มีการกล่าวถึงรูปแบบใหม่ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ทางด้านกระบวนการจากการให้เด็กเรียนหาคำตอบที่ถูกซึ่งมีอยู่เพียงคำตอบเดียวมาเป็นวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมจากคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด อันเป็นหลักการที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ทางด้านเนื้อหาควรเปลี่ยนแปลงจากโจทย์ปัญหาสมมติซ้ำซากที่น่าเบื่อมาเป็นการใช้ข้อมูลปัญหารอบตัวนักเรียนและจัดทำโปรแกรมเข้าเครื่องเพื่อแก้ปัญหาต่อไป (Kelman and others. 1983 : 14-38 ; Piele. 1983 : 118-123)

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกำลังเป็นที่ยอมรับและขยายตัวอย่างรวดเร็วในรัฐต่าง ๆ ของสหรัฐอเมริกา (Harris. 1984; Kloosterman. 1987; Lamon. 1986; Lawrence. 1985; Nakafuji. 1985; Sherwood. 1984) สำหรับประเทศไทยยังถือเป็นอุปกรณ์ชนิดใหม่ของการศึกษา ดังนั้นความคิดเห็นขัดแย้งของกลุ่มคัดค้านจึงมีปรากฏอยู่เสมอ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. ม.ป.ป. : 6) ประเด็นข้อคัดค้านคือประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังไม่ชัด ความคุ้มค่าและภาระที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับการเรียนและการใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งไม่ใช่เรื่องง่าย ปัญหาเหล่านี้ล้วนมีเหตุผลสมควร แต่หากประเมินความน่าจะเป็นโดยอาศัยข้อมูลจากประเทศอื่นเป็นหลัก การนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในโรงเรียนคงเป็นสิ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้ ปัญหา

ที่ควรแก่การสนใจมากกว่าคือวิธีการพัฒนาบทเรียน (courseware) ที่ผสมผสานระหว่างเทคโนโลยี
ปรัชญาการศึกษาและจิตวิทยาการศึกษา ได้อย่างกลมกลืนเพื่อทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นประโยชน์
กับครูสูงสุด ขยายปรัชญาการสอนของครูออกไปให้กว้างขวาง อันเป็นการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์
เท่าที่มีอยู่จำกัดนี้ให้ทำงานได้อย่างคุ้มค่า

ความสงสัยท้าย

โรงเรียนแบบเสรี โรงเรียนแม่แบบที่มีเสรีภาพเป็นปรัชญาของการจัดโรงเรียน
โรงเรียนที่มีชื่อเสียงที่สุดในด้านนี้คือ ซัมเมอร์ฮิล ส่วนโรงเรียนปาร์คเวย์หรือโรงเรียนไม่มี
กำแพงก็เป็นที่รู้จักกันดีรวมทั้งโรงเรียนหมู่บ้านเด็กในประเทศไทย โรงเรียนเหล่านี้เป็นหลักฐาน
ของการแสดงถึงแนวคิดที่ปฏิบัติได้ผลจริงของการจัดการศึกษาบนพื้นฐานของการให้เสรีภาพหรือ
การศึกษาที่ให้ความสำคัญต่ออารมณ์ความรู้สึกของผู้เรียนซึ่งเป็นหลักการที่โรงเรียนปกติมักละเลย
ด้วยอาจมีข้อจำกัดของกระบวนการปฏิบัติหรือด้วยความไม่ตระหนักในความสำคัญของสิ่งนี้ เพราะ
ถือนโยบายของการจัดการศึกษาเพื่อปริมาณเป็นหลัก

เอกสารและงานวิจัยส่วนหนึ่ง แสดงถึงความพยายามของการแสวงหารูปแบบการใช้
เสรีภาพในโรงเรียนปกติ ไม่ว่าจะเป็นการเสนอรูปแบบจำลอง (Model) ต่างๆของกระบวนการ
เพื่อสร้างคุณลักษณะบางประการ การศึกษาค้นคว้าผลของลักษณะห้องเรียนปกติและห้องเรียนเปิด
รูปแบบการเรียนการสอนสำหรับเด็กประเภทที่มีความรู้สึกละเอียดอ่อน (sensitivity) การ
เสนอแนวทางการพัฒนาหลักสูตรที่เน้นความจำเป็นของวิธีการทางมนุษยศาสตร์ (humanistic
approach) ฯลฯ เหล่านี้ล้วนให้ความหมายแก่ 'โอกาส' 'ทางเลือก' เป็นสื่อของ 'ความพอใจ'
การศึกษาที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์อันเกิดจากความพอใจ สรุปในภาพรวมได้ว่าได้ผลดี อย่างไรก็ตาม
การทดลองในลักษณะการให้เลือกแบบการเรียนหรือบทเรียนจากหลายแบบภายใต้เนื้อเรื่องเดียวกัน
ยังไม่มีการศึกษามาก่อน ข้อค้นพบที่จะได้จากการศึกษารั้งนี้ จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับการพัฒนา
หลักสูตรโดยเฉพาะในระดับห้องเรียน

บทเรียนแบบต่างๆสำหรับการให้เล็อกนั้น ได้สร้างขึ้นโดยใช้ทฤษฎีการสอนตามโครงสร้าง
 พุทธิปัญญาของบรูเนอร์เป็นแนวทาง และถือว่าแบบเรียนทุกแบบมีประสิทธิภาพเท่ากัน นอกจากนี้
 ผู้วิจัยได้ประมวลวิธีการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ ธรรมชาติของการแก้ปัญหามาใช้เป็น
 แนวทางประกอบการจัดทำบทเรียนด้วย

สำหรับสื่อการทดลอง ผู้วิจัยได้เลือกใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่มีบทบาท
 หลายด้านในการศึกษา ปัจจุบันการนำไปใช้ช่วยสอนกำลังเป็นที่สนใจทั่วไป เพราะทำบทเรียนได้
 หลายแบบ ผลการทดลองเกี่ยวกับประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปรียบเทียบกับสื่ออื่น ๆ
 หรือวิธีการสอนแบบอื่นๆยังมีข้อถกเถียงกันอยู่บ้าง แต่ข้อสรุปที่ค่อนข้างชัดเจนคือ คอมพิวเตอร์ใช้
 สร้างสื่อการเรียนรายบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่าวิธีเดิมที่เคยทำมา ใช้ได้ผลดีในการฝึกหัด
 และฝึกทักษะและสะดวกแก่การสร้างทางเลือก ซึ่งคุณสมบัติสามประการดังกล่าวเอื้อต่อการทดลอง
 ครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

การทดลองครั้งนี้มีการดำเนินการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ โอกาสการได้เลือกบทเรียนซึ่งถือเป็นตัวแทนของการมีความพอใจในการเรียน

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยรายสัปดาห์จากการทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest) หลังการทดลองครั้งที่หนึ่ง (Posttest) และครั้งที่สอง (Delayed Posttest)

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้น ป.4 ปีการศึกษา 2532 จากโรงเรียนสุวภูลพวิทยา ซึ่งมีจำนวน 2 ห้องเรียน รวม 94 คน และจากโรงเรียนวัดพรหมสุวรรณสามัคคี จำนวน 1 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มห้องเรียนแบบธรรมดา รวม 30 คน รวมกลุ่มตัวอย่างนักเรียนทั้งสิ้น 124 คน ใช้วิธีการสุ่มโรงเรียนอย่างเจาะจง (Purposive sampling) แต่ละห้องเรียนแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มย่อยตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ในอดีต ประกอบกับความเห็นของครูเป็นเกณฑ์การพิจารณา แล้วสุ่มนักเรียนในแต่ละกลุ่มย่อยเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้มีจำนวนใกล้เคียงกันมากที่สุด

เนื่องจากจำนวนเครื่องมีจำกัด จึงต้องให้นักเรียนแต่ละกลุ่มความสามารถจับคู่เรียน 2 คน ต่อ 1 เครื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ยของนักเรียน 2 คนเป็น 1 คน ได้จำนวน

กลุ่มตัวอย่างนักเรียนกลุ่มความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำของกลุ่มทดลองเป็น 10, 13 และ 9 คนตามลำดับ ของกลุ่มควบคุมเป็น 10, 13 และ 8 คน ตามลำดับ รวมกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มทดลองเป็น 32 คน และของกลุ่มควบคุม เป็น 31 คน รายละเอียดจำนวนนักเรียนมีดังนี้

กลุ่มและความสามารถ ห้องเรียน	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
	สูง	กลาง	ต่ำ	รวม	สูง	กลาง	ต่ำ	รวม
ห้องที่ 1	6 (3)	12 (6)	5 (3)	23 (12)	6 (3)	12 (6)	6 (3)	24 (12)
ห้องที่ 2	8 (4)	10 (5)	6 (3)	24 (12)	8 (4)	9 (5)	6 (3)	23 (12)
ห้องที่ 3	6 (3)	4 (2)	6 (3)	16 (8)	6 (3)	4 (2)	4 (2)	14 (7)
รวม	20 (10)	26 (13)	17 (9)	63 (32)	20 (10)	25 (13)	16 (8)	61 (31)

หมายเหตุ เลขในวงเล็บหมายถึง จำนวนคือนักเรียน

3. แบบแผนการทดลอง

แบบแผนการทดลองเป็นแบบวัดซ้ำ (Repeated measure) กล่าวคือ ทำการทดสอบก่อนการทดลอง หลังทดลองครั้งที่หนึ่งและหลังทดลองครั้งที่สองด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกันทั้งสามครั้ง ดังนี้

ทดสอบก่อนทดลอง ทดสอบหลังทดลอง 1 ทดสอบหลังทดลอง 2

กลุ่มทดลอง ห้องเรียนที่ 1 กลุ่มควบคุม			
กลุ่มทดลอง ห้องเรียนที่ 2 กลุ่มควบคุม			
กลุ่มทดลอง ห้องเรียนที่ 3 กลุ่มควบคุม			

4. สื่อการทดลอง

4.1 การเตรียมการเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

(1) สํารวจโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของสถาบันต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อศึกษารูปแบบ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บริษัท IBM เป็นต้น

- (2) ศึกษาแนวทางการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้รู้
- (3) เข้ารับการฝึกอบรมในโครงการต่าง ๆ เช่น การฝึกอบรมเกี่ยวกับโปรแกรมการสร้างภาพ โปรแกรม DOS โปรแกรม CAI โปรแกรมอำนวยความสะดวก เช่น Sidekick, PC tools เพื่อสะสมแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- (4) ศึกษาเอกสารตำราเพื่อศึกษาหลักการ - ทฤษฎี และวิเคราะห์ปัญหา ข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากงานวิจัยต่าง ๆ

4.2 การออกแบบบทเรียน

4.2.1 การออกแบบในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา มีขั้นตอนและสาระสำคัญดังหัวข้อต่อไปนี้

4.2.1.1 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องการคูณเศษส่วน ชั้น ป.5 เพื่อจัดลำดับและจัดกลุ่มของหน่วยการเรียนรู้ จำแนกผลได้เป็นจุดประสงค์ของความเข้าใจ ในหลักการวิธีการหาคำตอบ ทักษะการคำนวณและการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันในขอบเขตเนื้อหาเกี่ยวกับ

- (1) จำนวนเต็ม คูณ เศษส่วน
- (2) เศษส่วน ของ จำนวนเต็ม
- (3) เศษส่วน คูณ จำนวนเต็ม
- (4) เศษส่วน ของ เศษส่วน
- (5) เศษส่วน คูณ เศษส่วน
- (6) คุณสมบัติการสลับที่และการเปลี่ยนกลุ่มได้ของการคูณ

ผู้วิจัย ได้คัดเลือกมา 3 เรื่องแรก ซึ่งพอประมาณกับการสอนในสองชั่วโมง

4.2.1.2 ออกแบบบทเรียน ลักษณะบทเรียนเป็นบทเรียนสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง แนวทางของบทเรียนยึดรูปแบบการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีเป็นหลัก ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญคือ ทบทวนความรู้เดิม สอนเนื้อหาใหม่ สรุปวิธีคิด ผูกทักษะ และนำไปใช้ ผู้วิจัยได้บรรยายละเอียดในแต่ละขั้นตอน โดยใช้ทฤษฎีและแนวคิดต่าง ๆ ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 เป็นฐานความคิด เพื่อให้บทเรียนมีคุณภาพมากขึ้นมีลักษณะเอื้อต่อการเรียนแบบรายบุคคลมากที่สุดและต่อการบริหารการเรียนการสอนของครูด้วย ดังนี้

การทบทวน

ในขั้นนี้ นักเรียนจะทำการทบทวนหรือไม่ก็ได้ มากน้อยเท่าไรก็ได้ แต่ต้องผ่านเกณฑ์การทดสอบหลักการของหัวข้อเนื้อหาที่ทบทวน กล่าวคือหากนักเรียนไม่ต้องการทบทวน ด้วยคิดว่าตนเองมีพื้นฐานในเรื่องนั้นเพียงพอ นักเรียนสามารถผ่านบททบทวนไปทดสอบความรู้พื้นฐานได้เลย แต่หากไม่แน่ใจว่ามีพื้นฐานเพียงพอ นักเรียนสามารถทำการทบทวนได้ ถ้าทำแบบฝึกได้ถูกต้อง นักเรียนอาจผ่านไปขั้นตอนทดสอบความรู้พื้นฐานได้ตามต้องการโดยไม่จำเป็นต้องฝึกทบทวนให้ครบทุกข้อ ในกรณีที่ไมผ่านการทดสอบความรู้พื้นฐาน นักเรียนต้องกลับไปเรียนภาคความรู้พื้นฐานซ้ำใหม่

การสอนเนื้อหาใหม่

ในด้านวิธีสอนได้ใช้วิธีการของอุปนัยและนิรนัยควบกันโดยให้ศึกษานิยามจากตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด สรุปนิยามหรือหลักการ ทั้งนี้เป็นไปตามแนวคิดของเดวิสที่ว่า วิธีการนิยาม - ตัวอย่าง - นิยาม เป็นวิธีที่ดีที่สุด (Davis. 1974 : 226)

การนำเสนอเนื้อหาไม่ได้นำเสนอเป็นสามลำดับของการใช้ของจริง ภาพ และสัญลักษณ์ แต่เป็นการนำเสนอสิ่งเร้าแบบใดแบบหนึ่งจากประเภทของ ภาพเหมือนจริง ภาพไดอะแกรม หรือ สัญลักษณ์แล้วแต่เด็กจะเลือก โดยอาศัยแนวคิดของบรูเนอร์ที่ว่า ลักษณะบทเรียน (Mode of representation) มีความยากหรือความสะดวกต่อผู้เรียนแตกต่างกันตามระดับอายุ ภูมิหลัง บุคลิก และเนื้อหาวิชา นอกจากนี้เนื้อหาวิชาบางอย่างเหมาะกับการนำเสนอด้วยสัญลักษณ์ บางอย่างเหมาะกับภาพหรืออื่น ๆ แต่สำหรับคณิตศาสตร์สามารถจัดทำให้เหมาะสมได้หลายรูปแบบ (Bruner. 1982 : 42 - 47)

การฝึกทักษะ

ในด้านการฝึกทักษะนอกจากมีจุดประสงค์เพื่อการเสริมแรงตามที่เดวิสกล่าวแล้ว ยังใช้เป็น การเสริมทักษะความจำและเป็นผลของการทดสอบระหว่างเรียนด้วย โดยนักเรียนต้องได้คะแนน ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่ามีความรู้ในหน่วยนั้นเพียงพอที่จะให้ผ่านไปเรียนหน่วยต่อไปได้ นอกจากนี้ยังมีการจัดกลุ่มย่อยของลักษณะแบบฝึกเพื่อให้สอดคล้องกับการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องของ นักเรียนหรือโจทย์ที่นักเรียนทำไม่ได้

การจัดลำดับของแบบฝึกจัดเป็นสองประเภท คือ การฝึกย่อยแบบหน่วยต่อหน่วย และการ ฝึกแบบรวบครั้งเดียวหลังจากได้เรียนเนื้อหาครบทุกหน่วยแล้ว

ด้วยลักษณะการนำเสนอบทเรียนซึ่งมีให้เลือกสามแบบร่วมกับลักษณะการจัดลำดับแบบฝึก สองแบบ โปรแกรมบทเรียนสำหรับการให้เลือกในกลุ่มทดลองจึงมี 6 แบบ คือสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย สัญลักษณ์ - ฝึกรวบ ไดอะแกรม - ฝึกย่อย ไดอะแกรม - ฝึกรวบ ภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย ภาพเหมือนจริง - ฝึกรวบ ทั้งนี้กำหนดให้บทเรียนแบบภาพไดอะแกรมฝึกย่อยซึ่งมีลักษณะใกล้เคียง กับบทเรียนปกติเป็นบทเรียนสำหรับกลุ่มควบคุม สำหรับกลุ่มทดลอง นักเรียนสามารถเลือกได้ใน 3 โอกาส คือเมื่อเริ่มต้นการเรียนรู้เมื่อไม่ผ่านการทดสอบหลักการหรือความรู้ใหม่ และเมื่อไม่ผ่านเกณฑ์ คะแนนร้อยละ 80 ในภาคการฝึกทักษะ สำหรับกลุ่มควบคุมมีขั้นตอนการเรียนรู้เหมือนกลุ่มทดลอง ทุกประการยกเว้นโอกาสการเลือก

4.2.2 การออกแบบในส่วนที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

การออกแบบในด้านของบทเรียนที่เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้นำความรู้ แนวคิด ข้อเสนอแนะสำคัญ ๆ จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ มาประกอบการออกแบบ เพื่อเพิ่มความ น่าสนใจให้แก่บทเรียน คือ

- (1) การให้มีเพียงความคิดรวบยอดเดียวในจอหนึ่ง
- (2) การใช้เทคนิคกราฟิกส์ เช่น การเคลื่อนไหว การ overlay เป็นต้น เพื่อเสริม ความจำและความเข้าใจ
- (3) หลีกเลี่ยงการเรียนรู้ในส่วนที่เคยเรียนผ่านแล้ว

- (4) ให้นักเรียนดำเนินบทเรียนอย่างรวดเร็ว ไม่ต้องรอคอยการถ่ายข้อมูล (load) ที่ละตอน ซึ่งเป็นปัญหาที่ทำให้เด็กเบื่อ
 - (5) ให้นักเรียนโต้ตอบกับเครื่องตลอดเวลาพร้อมกับให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ด้วยการทำให้กรอบปัญหาหายไปเมื่อตอบถูก หรือแสดงตัวอย่างเพื่อให้ทำความเข้าใจอีกครั้งเมื่อตอบผิดและให้โอกาสตอบใหม่ ในกรณีที่ตอบไม่ได้ก็จะยอมให้ผ่านไปเรียนกรอบต่อไป แต่จะไม่มีการเล่น เพื่อป้องกันการไม่ตั้งใจคิดคำตอบ
 - (6) การใช้เวลาเรียนอย่างเพียงพอโดยให้นักเรียนเป็นผู้ควบคุมบทเรียนเองเพื่อลดความเครียดในการเรียนนั้นคือให้นักเรียนเป็นผู้เคาะผ่านเมื่อต้องการเรียนกรอบต่อไป
 - (7) การใช้เสียงเพลงหรือเสียงบางอย่างประกอบบางตอนโดยไม่รบกวนสมาธิของเพื่อนข้างเคียง
 - (8) การพักระหว่างโปรแกรมทุก 20 นาทีตามเวลาที่ต้องการแต่ไม่เกิน 5 นาที และมีเสียงเรียกเตือนเมื่อหมดเวลาพัก
 - (9) การให้นักเรียนทราบผลการเรียนเพื่อประเมินความก้าวหน้าของตนเองได้ทันที
 - (10) การสร้างไฟล์ข้อมูลเพื่อเก็บบันทึกรายงานผลการเรียนของนักเรียน ได้แก่ ชนิดบทเรียนที่เลือก หน่วยที่เรียน ผลการประเมินผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ คะแนนภาคฝึกทักษะ เวลาที่ใช้เรียน ข้อบกพร่องของนักเรียนหรือลักษณะโจทย์ที่นักเรียนทำไม่ได้ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกบันทึกรวมไว้ในแผนบทเรียนของนักเรียน โดยที่ครูสามารถจะนำมาใช้ศึกษาในเวลาใดก็ได้
 - (11) เงื่อนไขต่าง ๆ ที่สะดวกแก่การใช้สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา เช่น หลีกเลี่ยงการใช้แป้นตัวอักษร (ยกเว้นการใส่ชื่อ - สกุล) ให้มีเพียงแป้นตัวเลข แป้นลบคำตอบ และแป้นรับข้อมูล การรวม (pack) แผ่นดิสก์เก็ทท์ที่เป็นข้อความกับรูปภาพให้อยู่ในแผ่นเดียว เป็นต้น
- 4.2.3 ออกแบบบทเรียนในลักษณะเดียวกัน แต่เป็นเรื่องการบวกลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน รวม 2 หน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องและการเลือกบทเรียนด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งใช้เป็นบททบทวนและทดสอบความรู้พื้นฐานเดิมด้วย

4.3 การสร้างบทเรียน

ลำดับขั้นตอนในการสร้างบทเรียน ได้ใช้ข้อเสนอของอเลสซี และทรอลลีป (Alessi and Trollip. 1985) เป็นแนวทางดังนี้

4.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้ วิเคราะห์เนื้อหาที่เป็นความรู้พื้นฐาน ความรู้ใหม่ และการเสริมทักษะ จัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาใหม่กับความรู้เดิม

4.3.2 ประสานแนวคิดในส่วนที่เกี่ยวกับหลักการของบทเรียนตามที่ออกแบบไว้ หลักการในส่วนที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ และเนื้อหาที่ต้องการสอน

4.3.3 วิเคราะห์จำนวนกรอบบทเรียนตามเนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้ผลดังนี้

หน่วยที่	เรื่อง	จำนวนกรอบบทเรียน			
		บททวน	เรียนเนื้อหาใหม่	ฝึก	รวม
ส่วนนำ	-	-	-	-	5
1	จำนวนเต็มคูณเศษส่วน	13	10	25	43
2	เศษส่วนของจำนวนเต็ม	8	11	25	44
3	เศษส่วนคูณจำนวนเต็ม	7	11	15	33

หมายเหตุ บางกรอบบทเรียนมีการใช้ภาพ Overlay ประกอบหลายชั้นแต่นับรวมเป็นกรอบเดียว

4.3.4 ผลิตภัณฑ์เรียนบนกระดาน ดำเนินการร่างเนื้อหาการสอนโดยคำนึงถึงความน่าสนใจของแต่ละกรอบบทเรียนดังนี้

- (1) กำหนดข้อสันเทศและภาพที่ต้องการให้ปรากฏในแต่ละกรอบบทเรียน
- (2) กำหนดตำแหน่งและสัดส่วนของข้อความและภาพบนจอ
- (3) เทคนิคทางกราฟิกส์
- (4) ช่วงเวลาของการแสดงผลแต่ละส่วนบนจอภาพ
- (5) การสื่อความกับนักเรียนโดยใช้สัญลักษณ์แทนข้อความ เช่น  หมายถึง ให้นักเรียนตอบคำถาม  หมายถึง ให้รอสักครู  หมายถึง ให้ไปเรียนกรอบต่อไป  หมายถึง ให้ย้อนกลับไปยังกรอบที่ผ่านมา เป็นต้น
- (6) การโต้ตอบระหว่างนักเรียนกับเครื่อง
- (7) เงื่อนไขการให้ข้อมูลย้อนกลับ
- (8) ลำดับและความสัมพันธ์ระหว่างกรอบบทเรียนต่าง ๆ
- (9) การเก็บบันทึกผลการเรียนต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดแบบเรียน คะแนน

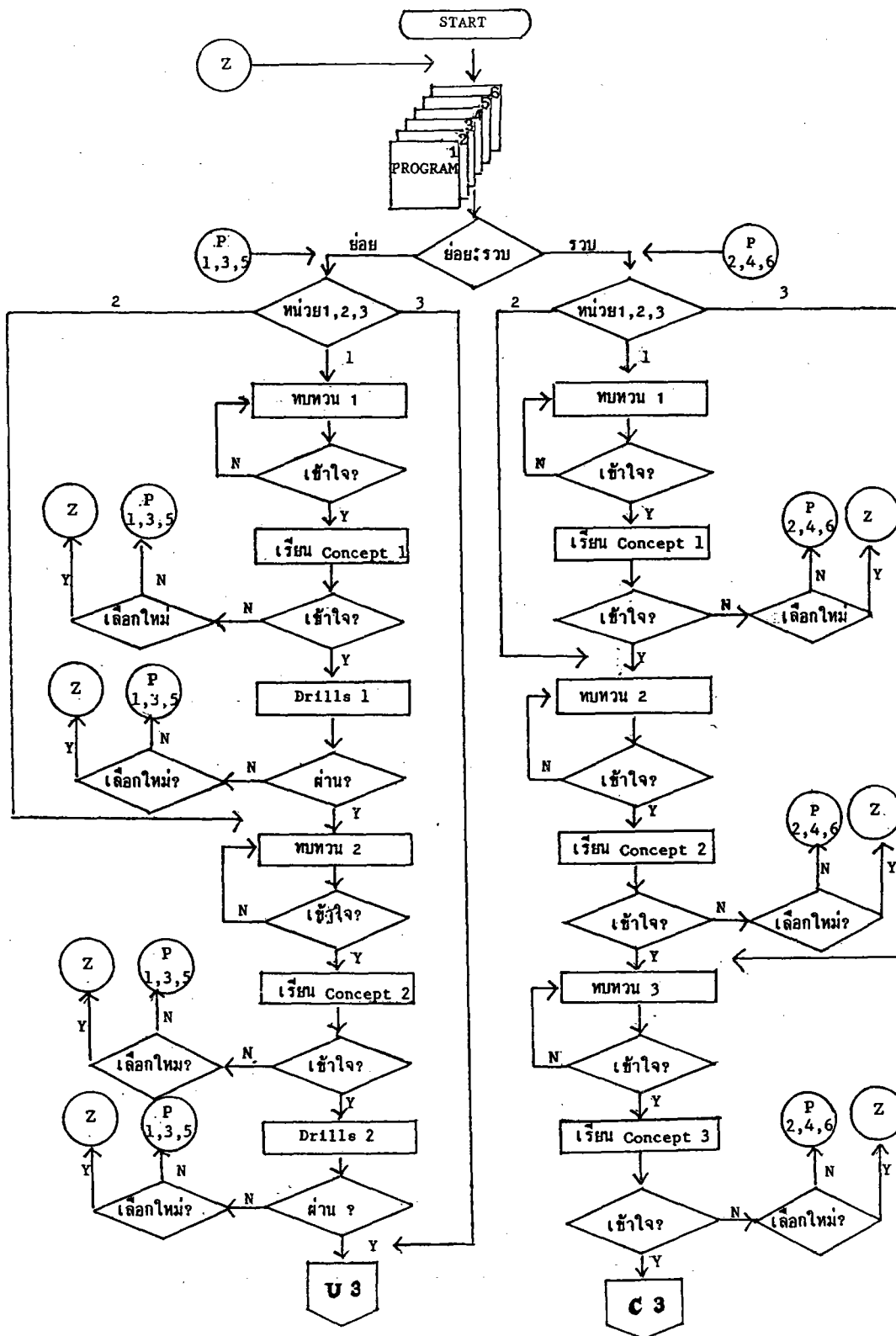
เวลาเรียน เป็นต้น

อาจารย์ที่ปรึกษาและครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้น ป.5 จำนวน 2 คน ตรวจสอบบทเรียนในด้านความต่อเนื่อง การใช้ภาษาที่เหมาะสมและอื่น ๆ

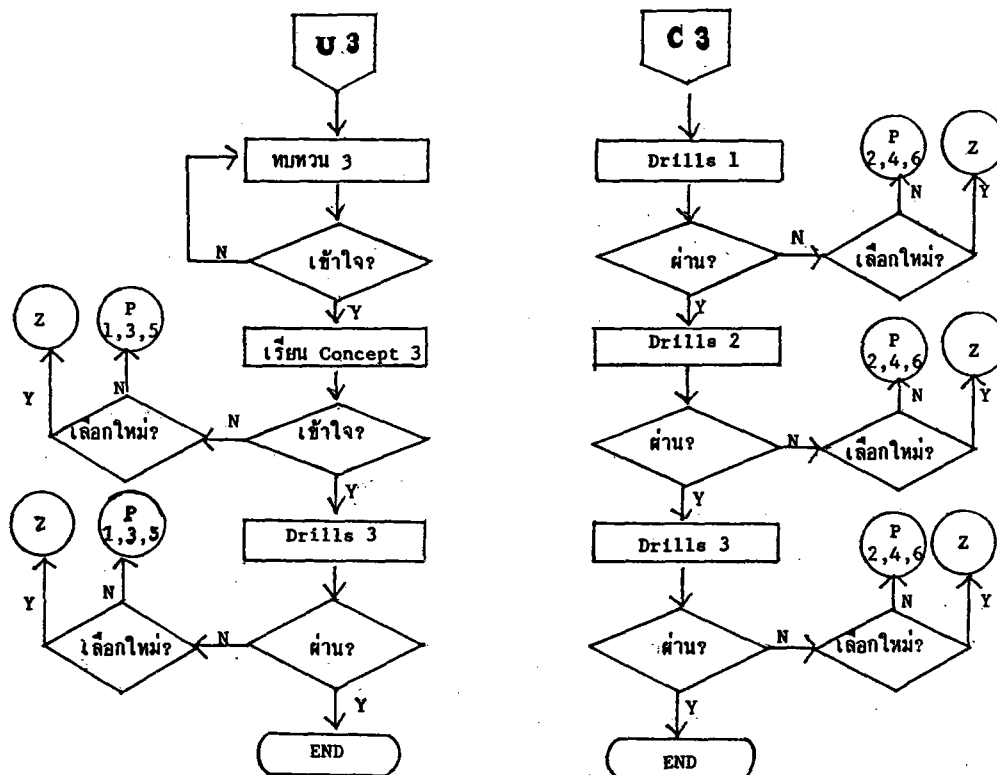
คู่มืออย่างบทเรียนในภาคผนวก

4.3.5 เขียนผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรมรวมทั้งทางเลือกต่าง ๆ โดยแบ่งระดับผังงานออกเป็น 3 ระดับตามลำดับของรายละเอียดดังนี้

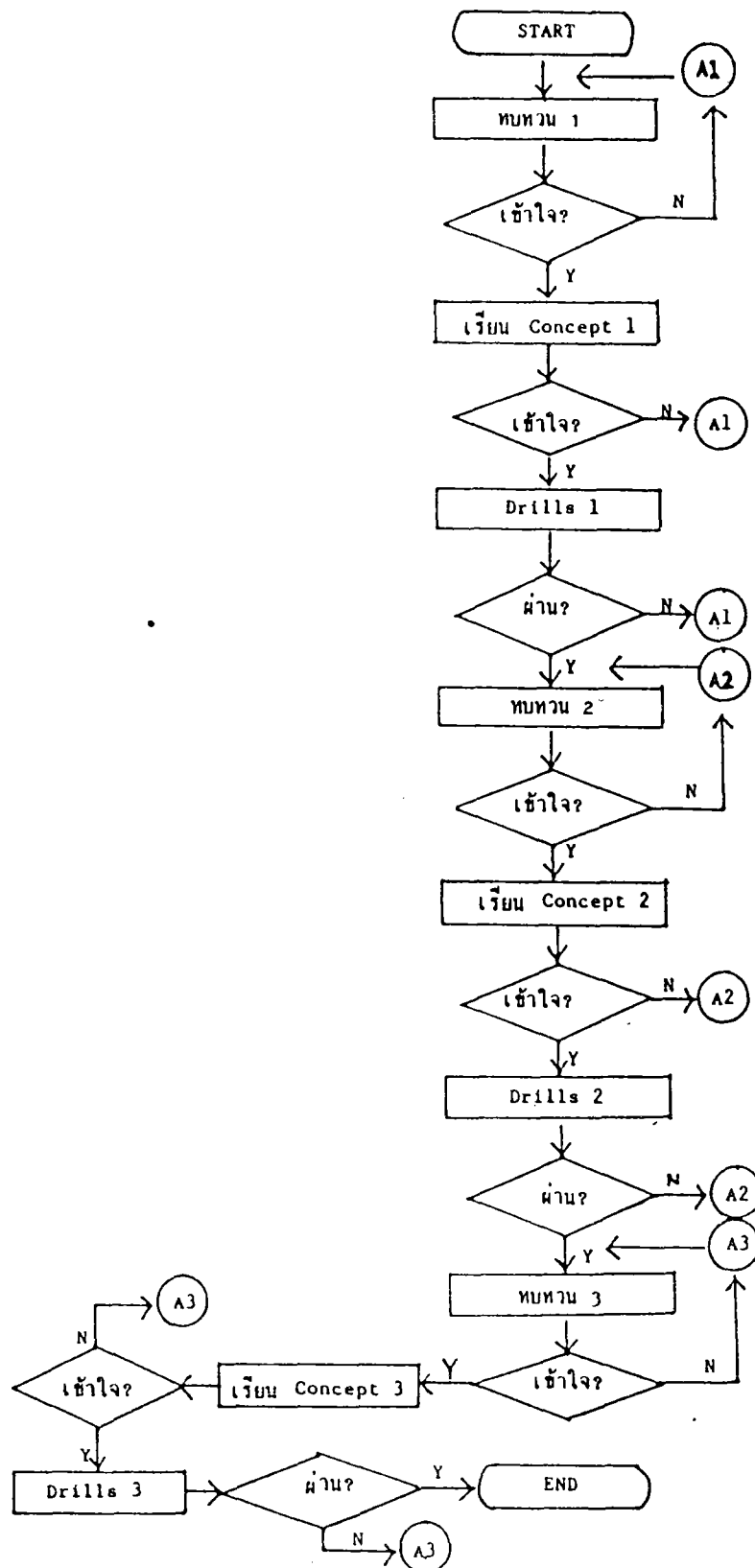
- (1) ผังงานระดับ 1 เป็นผังงานแสดงโอกาสการเลือกซึ่งเป็นหลักการสำคัญของโปรแกรมทั้งหมด ดังนี้



ภาพประกอบ 11 ผังงานของโอกาสการเลือก

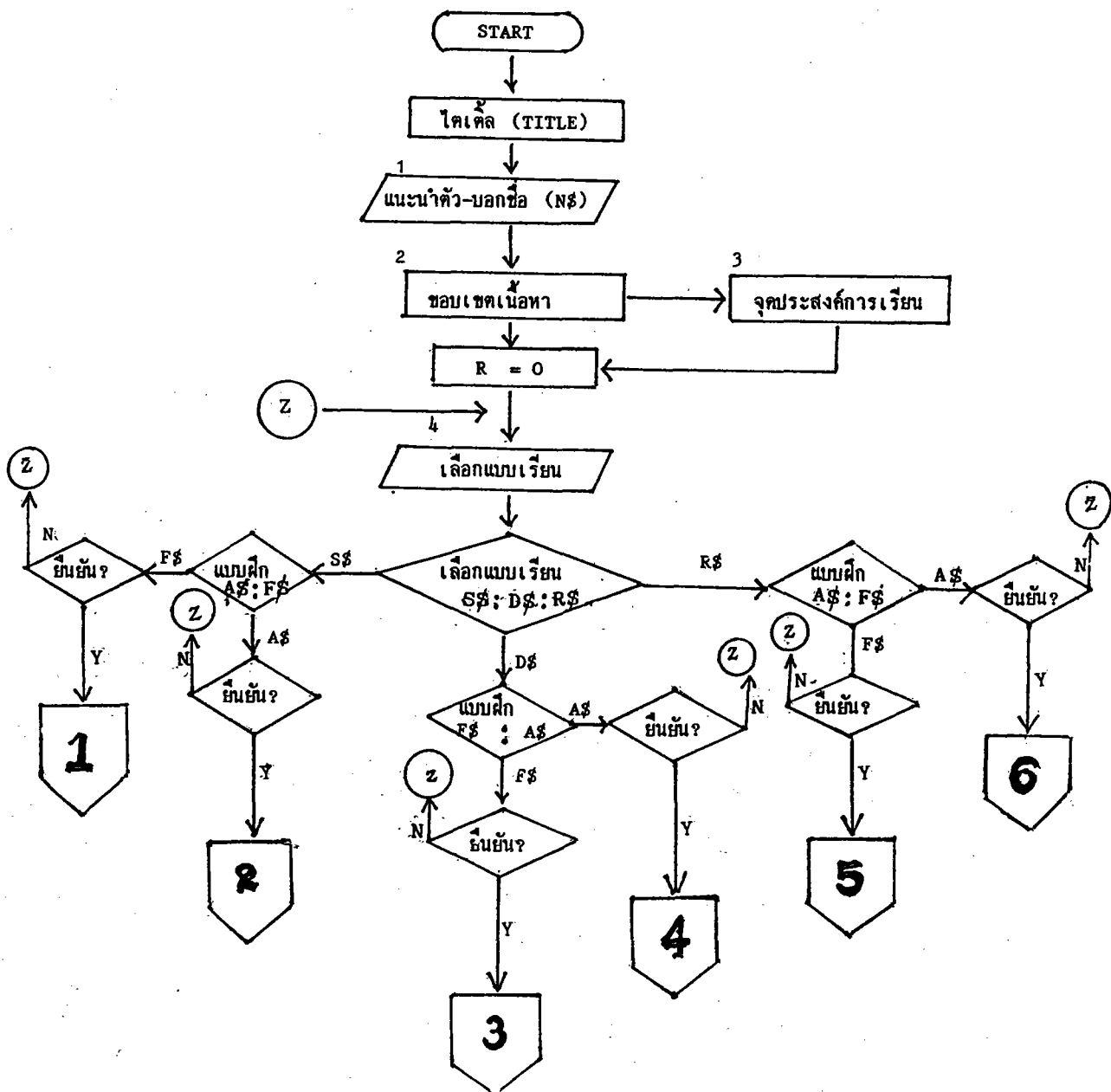


ภาพประกอบ 11 (ต่อ) ผังงานของโอกาสการเลือก

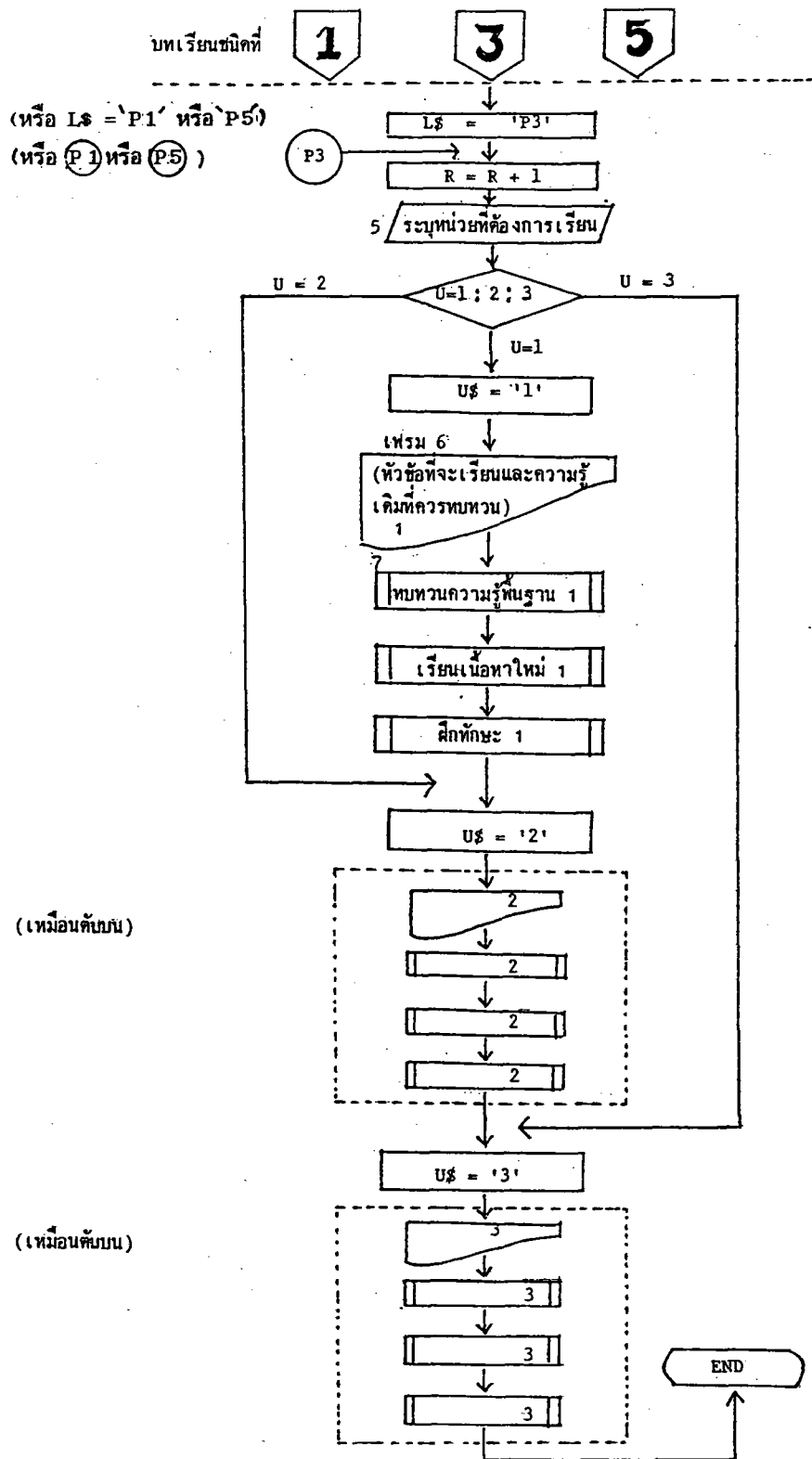


ภาพประกอบ 12 ผังงานของกลุ่มควบคุม

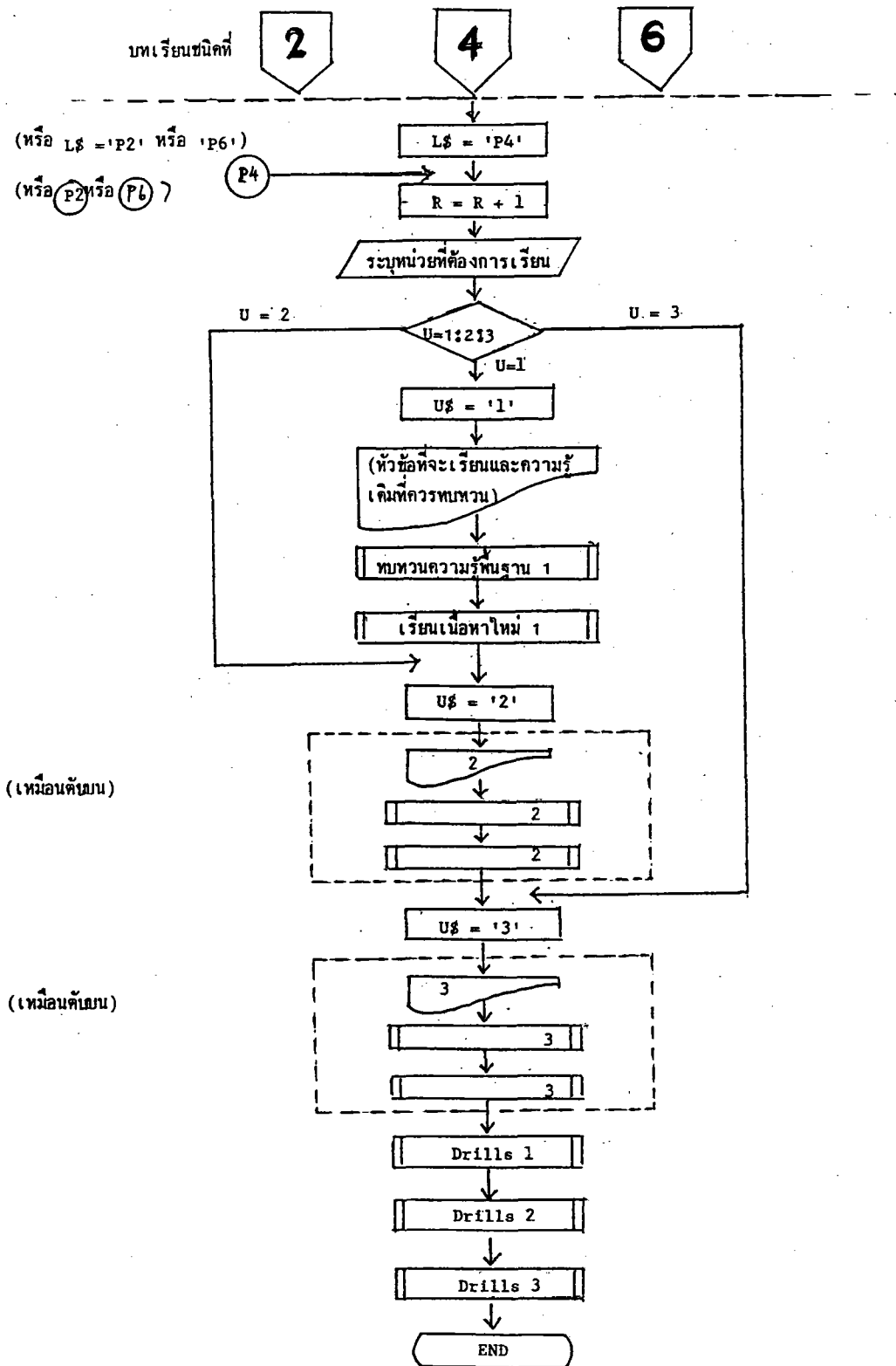
(2) ผังงานระดับ 2 เป็นผังงานรอง แสดงหลักการของการเลือกเมื่อเริ่มต้นการเรียนเพื่อดำเนินเข้าสู่ชนิดบทเรียนที่เลือกและแสดงหลักการของการดำเนินบทเรียนชนิดที่มีแบบฝึกย่อยกับชนิดที่มีแบบฝึกรวบ ดังนี้



ภาพประกอบ 13 ผังงานแสดงการนำเข้าสู่บทเรียน

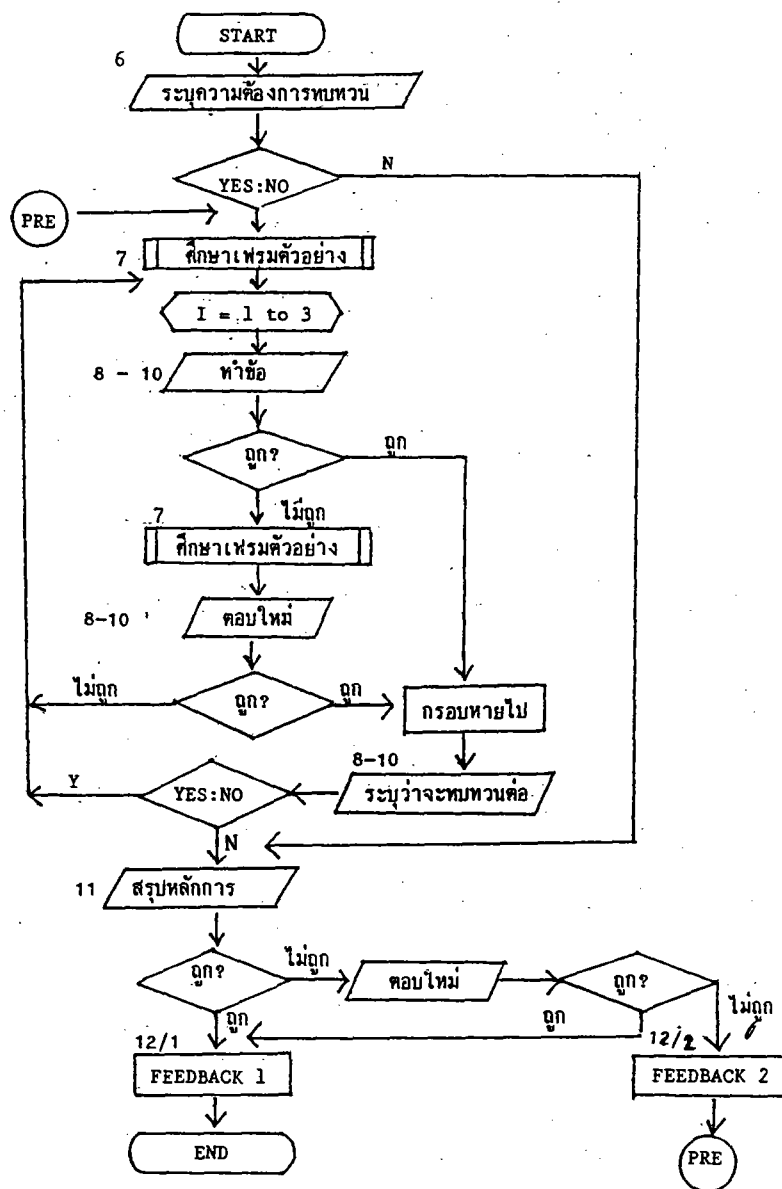


ภาพประกอบ 14 ผังงานแสดงการดำเนินบทเรียนที่มีแบบฝึกย่อยหน่วยต่อหน่วย

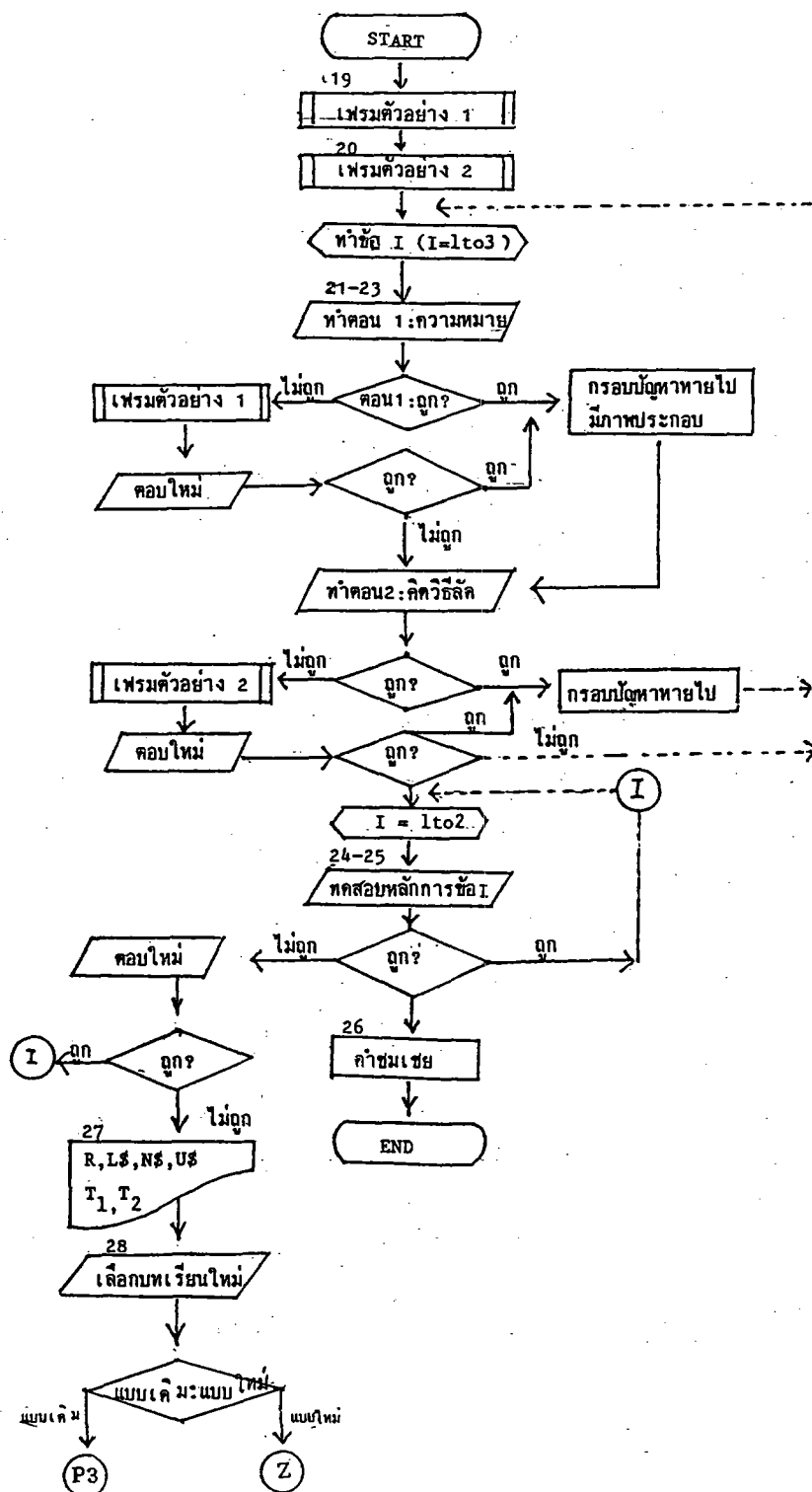


ภาพประกอบ 15 ผังงานแสดงการดำเนินบทเรียนที่มีแบบฝึกชนิดรวม

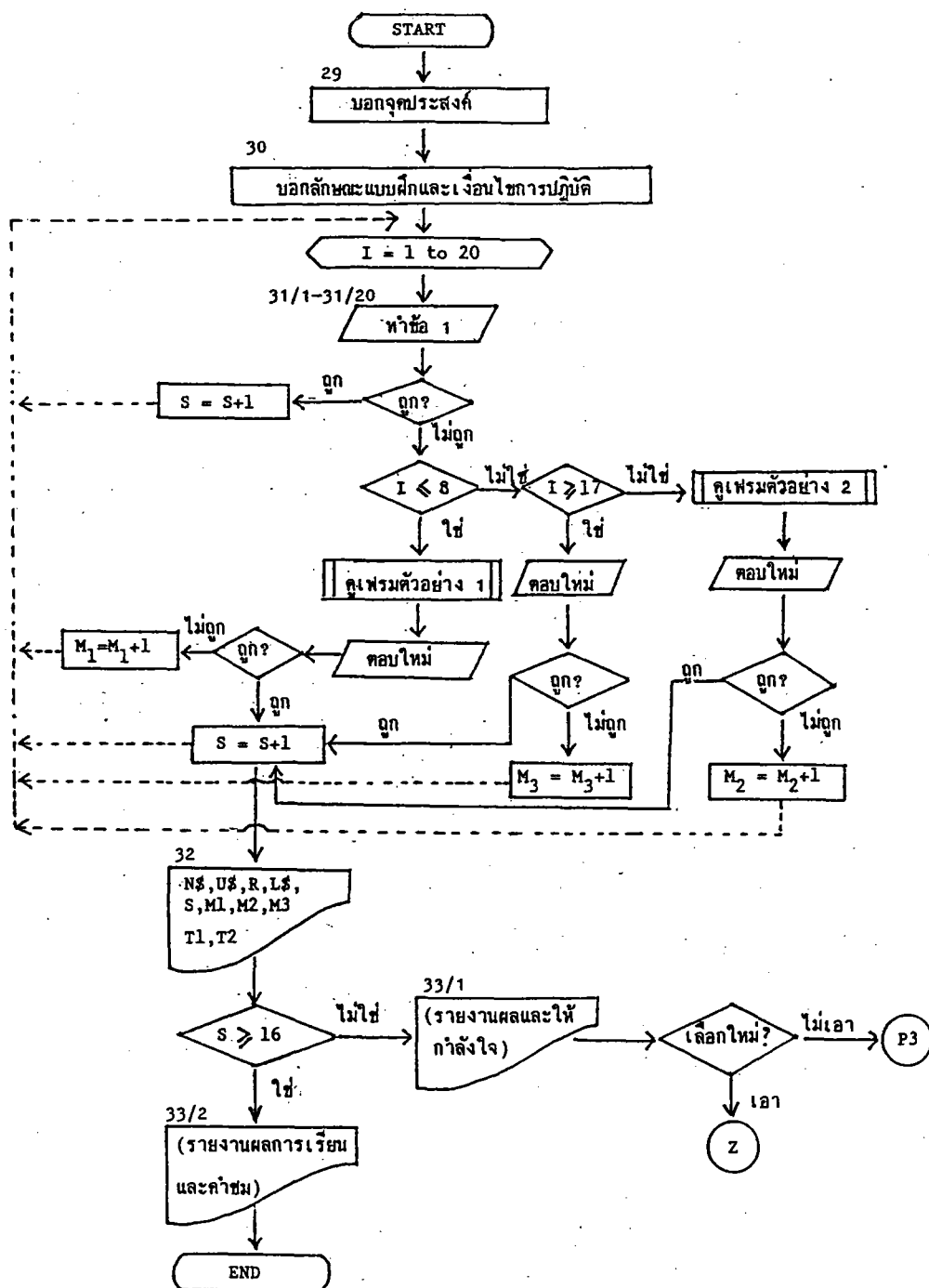
(3) ผังงานระดับ 3 แสดงรายละเอียดของการดำเนินบทเรียนในแต่ละส่วนย่อยของโปรแกรม คือ ภาคบทวน ภาคเรียนเนื้อหาใหม่ และภาคฝึกทักษะ ภาพประกอบ 16 - 18 เป็นตัวอย่างของผังงานจากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็มคูณเศษส่วน



ภาพประกอบ 16 ผังงานแสดงการดำเนินบทเรียนภาคบทวนความรู้พื้นฐาน (ตัวอย่างจากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็มคูณเศษส่วน)



ภาพประกอบ 17 ผลงานแสดงการดำเนินบทเรียนภาคการเรียนเนื้อหาใหม่ (ตัวอย่างจาก
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็มคูณเศษส่วน)



ภาพประกอบ 18 ผังงานแสดงการดำเนินบทเรียนภาคฝึกทักษะ (ตัวอย่างจากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็มคูณเศษส่วน)

4.3.6 พัฒนาโปรแกรม ซึ่งเป็นกระบวนการแปลงงานและบทเรียนบนกระดาษให้เป็นภาษาที่สื่อถึงเครื่องได้ เพื่อจัดทำบทเรียนลงบนแผ่นดิสเก็ตท์ ในขั้นตอนนี้ โปรแกรมเมอร์เป็นผู้เขียนโปรแกรมโดยผู้วิจัยทำหน้าที่ประสานงาน ขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรม มีดังนี้

- (1) ทำความกระจ่างกับผังงานและบทเรียนทั้งหมดเพื่อวางระบบการทำงาน
- (2) เลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษรที่จะใช้จาก Font ของ CU

writer

- (3) พัฒนาบทเรียนด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ขนาด 16 บิต

ชนิดจอโมโนโครม

- (4) พัฒนาฟังก์ชันพื้นฐานของโปรแกรม เช่น ฟังก์ชันในการแสดงผลภาษาไทย และตัวเลขเศษส่วน ฟังก์ชันในการแสดงรูปภาพ ฟังก์ชันในการรับคีย์บอร์ดจากผู้ใช้ เป็นต้น

- (5) สร้างภาพโดยใช้โปรแกรมวาดภาพ (Scanpaint) บางส่วนใช้

สแกนเนอร์

- (6) เขียนสคริปต์ของแต่ละกรอบบทเรียนโดยใช้โปรแกรม CU writer

- (7) เขียนโปรแกรมควบคุมการดำเนินการของโปรแกรมทั้งหมด โดยใช้

ภาษาปาสคาล

- (8) ทดสอบโปรแกรมว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานาน

ใช้เวลานาน

- (9) รวมโปรแกรมทั้งหมดให้อยู่บนดิสเก็ตท์เพียงแผ่นเดียวโดยใช้โปรแกรม pkpack ย่อข้อมูลให้มีขนาดเล็กลง และใช้โปรแกรม vdisk ซึ่งเป็นการใช้หน่วยความจำบางส่วนให้ทำหน้าที่เสมือน disk เพื่อเพิ่มความเร็วในการทำงาน

4.4 การประเมินคุณภาพของบทเรียน ดำเนินงานดังนี้

- (1) ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและครูผู้สอนคณิตศาสตร์ชั้น ป.5

จำนวน 2 ท่าน ประเมินคุณภาพบทเรียน โดยพิจารณาความน่าสนใจและการทำงานที่มีประสิทธิภาพของบทเรียนเป็นเกณฑ์

- (2) ปรับปรุงครั้งที่หนึ่ง
- (3) นำไปทดลองกับเด็กชั้น ป.6 จำนวน 2 คน
- (4) ปรับปรุงแก้ไขครั้งสุดท้ายและเตรียมใช้ในการทดลองจริง

4.5 การสร้างคู่มือการเรียนรู้ สร้างคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับ
นักเรียนกลุ่มทดลอง 1 ฉบับ สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม 1 ฉบับ และสำหรับครู 1 ฉบับ

4.6 การสร้างชุดทดลองฝึก ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะเดียวกันนี้ เรื่อง
การบวกเลขเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากันรวม 2 หน่วย เพื่อให้นักเรียนได้สร้างความคุ้นเคยกับเครื่อง
และได้ฝึกการเลือกบทเรียนด้วยเครื่องก่อนเริ่มทดลองจริงทั้งเป็นการทบทวนความรู้พื้นฐานอีก
ประการหนึ่งด้วย

5. เครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์คณิตศาสตร์
เรื่องการคูณเศษส่วนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น วัดสมรรถภาพสำคัญ 3 สมรรถภาพ คือ ความเข้าใจในหลักการ
ทักษะการคำนวณและการนำไปใช้หรือทักษะการแก้โจทย์ปัญหา (สมรรถภาพการแก้ปัญหานี้ไม่มี
การสอนในระหว่างบททดลอง แต่การประเมินจะครอบคลุมถึงสมรรถภาพนี้ด้วยตามฐานความคิด
ของกาเยที่ว่า การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่นักเรียนค้นพบโดยการรวมหลักการต่าง ๆ ที่เรียน
มาแล้วมาใช้ในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาใหม่ ได้ค้นพบหลักการใหม่ที่สูงขึ้นโดยไม่ได้รับความช่วยเหลือ
แต่อย่างใด ซึ่งการเรียนรู้ประเภทนี้ กาเยถือว่าเป็นปรมาัตถ์ของเป้าหมายทางการศึกษา)

แบบทดสอบนี้ใช้เป็นแบบทดสอบก่อนทดลอง (Pretest) หลังการทดลองครั้งที่ 1
(Posttest) และหลังการทดลองครั้งที่สอง (Delayed Posttest) ซึ่งห่างจากครั้งที่หนึ่ง
ประมาณสองสัปดาห์ แยกเป็นสามฉบับสำหรับสามสมรรถภาพตามลำดับ ให้เวลาการทำแบบทดสอบ
ประมาณ 40 - 50 นาที ต่อหนึ่งฉบับ

การหาคุณภาพของแบบทดสอบ ในขั้นแรกครุคณิตศาสตร์ชั้น ป.5 ได้ตรวจสอบความเหมาะสมในด้านเนื้อหา ระดับความยากง่ายและภาษาหลังจากปรับปรุงแล้ว นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้น ป.5 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 113 คน นักเรียนชั้น ป.6 โรงเรียนสุวกุลพิทยานาน จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 101 คน รวมนักเรียนทั้งสิ้น 214 คน หาค่าความเที่ยง (reliability) โดยใช้สูตร KR_{20} ได้ค่าความเที่ยงของสมรรถภาพความเข้าใจ การคำนวณ และการแก้ปัญหาเป็น .8658, .8381 และ .8333 ตามลำดับ

เครื่องมืออื่น ๆ นอกเหนือจากแบบทดสอบ ได้แก่ แบบสอบถามความเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนแบบให้โอกาสเลือกกับไม่ให้โอกาสเลือกบทเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนซึ่งมีรายการสังเกต 5 รายการ คือ ความตั้งใจในการตอบคำถาม ความพอใจหรือความสนใจต่อการเรียน ความมีสมาธิ การเรียนซ้ำภายหลังเรียนจบครบทุกหน่วยแล้ว และการเรียนเป็นลำดับขั้นตอน

6. แผนการทดลอง

6.1 กำหนดเวลาการทดลอง

ใช้เวลาการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งสิ้น 5 คาบ ดังนี้

<u>คาบที่</u>	<u>กิจกรรม</u>	<u>เวลา</u>
1	ทดสอบก่อนทดลอง	2 ชั่วโมง 30 นาที
2	ทบทวนความรู้เดิม ฝึกทักษะเลือกบทเรียนด้วยเครื่อง	4 ชั่วโมง
3	เรียนเนื้อหาตามที่กำหนด	2 ชั่วโมง
4	ทดสอบครั้งที่ 1 หลังการทดลอง	2 ชั่วโมง 30 นาที
5	ทดสอบครั้งที่ 2 หลังการทดลอง	2 ชั่วโมง 30 นาที

กิจกรรมในคาบที่ 5 ห่างจากคาบที่ 4 ประมาณ 2 สัปดาห์ ทั้งหมดนี้ใช้เวลาเรียนในภาคปกติ

6.2 การดำเนินการทดลอง

การทดลองนี้ใช้เวลาของการเรียนการสอนในภาคปกติ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลอง และการทดสอบโดยมีอาจารย์ประจำชั้นและอาจารย์ประจำห้องคอมพิวเตอร์ให้ความช่วยเหลือ ขั้นตอนการดำเนินงานเป็นไปตามแนวที่กำหนดไว้ ดังนี้

6.2.1 วันแรก ชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าจะมีการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พร้อมทั้งบอกรายการกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำทั้งหมดเพื่อขอความร่วมมือ

6.2.2 ทำการทดสอบก่อนทดลอง

6.2.3 วันที่สองและสาม เป็นการทดลองเรียน มีกิจกรรมดังนี้

(1) เตรียมห้องเรียนและอุปกรณ์การเรียน ได้แก่ การตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่อง เตรียมแผ่นบทเรียนคู่มือการเรียน แบบบันทึกรายการผลการเรียน และดินสอไว้ตามที่จัดไว้ให้สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เตรียมอุปกรณ์ชุดสำหรับครูเป็นต้น

(2) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมนั่งประจำที่ตามที่จัดไว้ให้ กำหนดนักเรียน 2 คน ต่อ 1 เครื่อง (เรียนครั้งละ 1 ห้องเรียน)

(3) ให้ความรู้เบื้องต้นแก่นักเรียนเกี่ยวกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ พร้อมกับสาธิตการใช้เครื่อง

(4) ให้นักเรียนทำตามทีละขั้นตอน

(5) อธิบายลักษณะบทเรียน 6 แบบ พร้อมสาธิตวิธีการเลือกจากชุดทดลองฝึก คือ ชุดการบวกลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน

(6) ทบทวนความเข้าใจของนักเรียนโดยทำไปพร้อมกับครู

(7) ให้เวลาสำหรับการทำความเข้าใจกับคู่มือ

(8) ให้ลองเรียนจากชุดทดลองฝึก

- (9) ฝึกการลงบันทึกรายงานผลการเรียน
- (10) ครูชี้แจงช่วยเหลือเป็นรายบุคคล
- (11) สรุปทำความเข้าใจร่วมกันทั้งชั้นอีกครั้งหนึ่ง

6.2.4 วันที่สี่ ดำเนินการทดลองโดย

- (1) ทบทวนความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่อง ลักษณะบทเรียนทั้ง 6 แบบของกลุ่มทดลอง และลักษณะบทเรียนของกลุ่มควบคุม
- (2) นักเรียนปฏิบัติการ โดยครูสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม
- (3) นักเรียนที่เรียนจบแล้ว ตอบแบบสอบถามความเห็นเกี่ยวกับการเรียน

6.2.5 วันที่ห้า ทำการทดสอบหลังการทดลองครั้งที่หนึ่ง

6.2.6 วันที่หก ห่างจากวันที่ห้าประมาณ 2 - 4 สัปดาห์ ทำการทดสอบหลังทดลองครั้งที่สอง

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ใช้สถิติ Analysis of repeated measure with one - way design ทดสอบความแตกต่างของแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยรายสมรรถภาพจากการทดสอบก่อนทดลอง หลังการทดลองครั้งที่หนึ่ง และหลังการทดลองครั้งที่สองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

นอกจากนี้ได้ใช้การบรรยายสรุปผลการสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มและผลการตอบแบบสอบถามความเห็นของนักเรียนต่อการเรียนที่ให้โอกาสเลือกกับไม่ให้โอกาสเลือก

7.2 การศึกษาความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเลือกและระดับความสามารถพื้นฐาน ใช้สถิติพรรณนาทำการวิเคราะห์ภาพรวมความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ต่อไปนี้

7.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดแบบเรียนกับตัวแปรอื่น ๆ

- (1) แบบที่เลือก กับ เวลาที่ใช้ในการเรียน
- (2) แบบที่เลือก กับ ระดับความสามารถของนักเรียน
- (3) แบบที่เลือก กับ ผลการผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์
- (4) แบบที่เลือก กับ ระดับผลสัมฤทธิ์ในรายสมรรถภาพ
- (5) แบบที่เลือก กับ ระดับความคงทน

7.2.2 การเลือกแบบเรียน กับระดับความสามารถของนักเรียน

- (1) ลักษณะการเลือก กับ ระดับความสามารถของนักเรียน
- (2) จำนวนแบบเรียนที่เลือก กับ ระดับความสามารถของนักเรียน

7.2.3 อัตราการเรียนสำเร็จของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

จากสมมุติฐานการวิจัยซึ่งตั้งไว้ว่า "นักเรียนกลุ่มที่มีโอกาสเลือกบทเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่มีโอกาสเลือกบทเรียน ทั้งในสมรรถภาพความเข้าใจ การคำนวณ และการแก้ปัญหา" การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล จึงนำเสนอโดยจำแนกเป็นรายสมรรถภาพ คือ

1.1 สมรรถภาพความเข้าใจ

1.2 สมรรถภาพการคำนวณ

1.3 สมรรถภาพการแก้ปัญหา

ในแต่ละสมรรถภาพ ได้แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และแสดงผลการเปรียบเทียบดังกล่าวโดยจำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามลำดับ นอกจากนี้ ได้แสดงผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม รวมทั้งหมดด้วย

2. การศึกษาความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเลือกและระดับความสามารถพื้นฐาน เสนอผลตามลำดับดังนี้

2.1 แบบเรียนที่เลือกกับตัวแปรต่าง ๆ

2.2 ลักษณะการเลือกกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

2.3 อัตราการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

3. ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนแบบให้โอกาสเลือกกับแบบไม่ให้โอกาสเลือก

4. พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายละเอียดผลการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

1.1 สมรรถภาพความเข้าใจ

1.1.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพความเข้าใจ

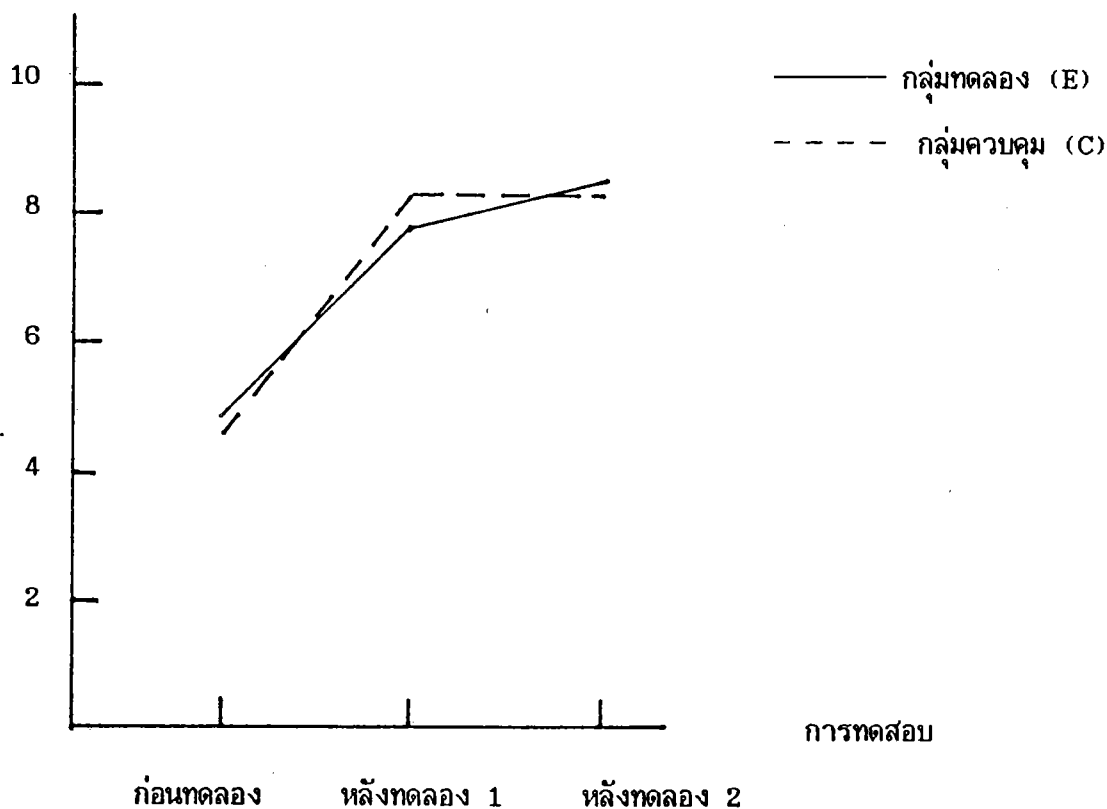
จากการทดสอบก่อนทดลอง หลังทดลองครั้งที่หนึ่ง และหลังทดลองครั้งที่สอง ปรากฏผลคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานในสมรรถภาพความเข้าใจดังตาราง 3 และได้แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแผนภูมิเส้นตามภาพประกอบ 19

ตาราง 3 คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพความเข้าใจ

กลุ่ม	คะแนน	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	คะแนนเพิ่ม	หลังทดลอง	คะแนนเพิ่ม
			ครั้งที่ 1	ครั้งแรก	ครั้งที่ 2	ครั้งหลัง
กลุ่มทดลอง (n = 32)	$\bar{X}$	5.2547	7.9141	2.6594	8.7344	.8203
	SD	3.3215	3.4329	2.1877	3.6273	2.4447
กลุ่มควบคุม (n = 31)	$\bar{X}$	4.7484	8.4274	3.6790	8.4839	.0565
	SD	2.4744	2.7220	2.7211	2.9832	2.8930

หมายเหตุ คะแนนเพิ่มครั้งแรก คำนวณจากคะแนนหลังทดลองครั้งที่ 1 ลบด้วยคะแนนก่อนทดลอง
คะแนนเพิ่มครั้งหลัง คำนวณจากคะแนนหลังทดลองครั้งที่ 2 ลบด้วยคะแนนหลังทดลองครั้งที่ 1

คะแนนเฉลี่ย



ภาพประกอบ 19 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพความเข้าใจ

การทดสอบภายหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเพิ่มครั้งแรก (Gain Scores 1) โดยเฉลี่ยต่ำกว่าของกลุ่มควบคุม คือ มีคะแนนเพิ่ม 2.6594 และ 3.6790 คะแนนตามลำดับ แต่คะแนนเพิ่มครั้งที่สอง (Gain Scores 2) กลุ่มทดลองมีมากกว่า คือ เป็น .8203 และ .0560 คะแนนตามลำดับ โดยที่คะแนนเพิ่มของกลุ่มทดลองมีการกระจายต่ำกว่าด้วย

เมื่อทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติทดสอบพหุคูณ (Multivariate tests) ซึ่งเป็นสถิติวิเคราะห์ตัวหนึ่งในกลุ่มของ Analysis of Repeated Measure with One-Way Design ทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของผลการสอบสามครั้ง ผลปรากฏดังในตาราง 4 และ 5

ตาราง 4 ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมใน
สมรรถภาพความเข้าใจ

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
Pillais	.04605	1.44814	2.00	60.00	.243
Hotellings	.04827	1.44814	2.00	60.00	.243
Wilks	.95395	1.44814	2.00	60.00	.243
Roys	.04605				

จากตาราง 4 แนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด (ตาราง 5) ปรากฏความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกครั้งที่มีการสอน

ตาราง 5 ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพความเข้าใจ

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
Pillais	.69728	69.10023	2.00	60.00	0.0
Hotellings	2.30334	69.10023	2.00	60.00	0.0
Wilks	.30272	69.10023	2.00	60.00	0.0
Roys	.69728				

1.1.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพความเข้าใจจำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แสดงไว้ในตาราง 6 และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มโดยใช้แผนภูมิเส้นดังในภาพที่ 20

ตาราง 6 คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพ
ความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

กลุ่ม และระดับ ความสามารถ	คะแนน	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง ครั้งที่ 1	คะแนนเพิ่ม ครั้งแรก	หลังทดลอง ครั้งที่ 2	คะแนนเพิ่ม ครั้งหลัง
E_1 (n = 10)	$\bar{X}$	7.44	9.5750	2.1350	11.8250	2.2500
	SD	3.3989	3.4941	2.1714	1.9967	2.1794
C_1 (n = 10)	$\bar{X}$	6.0750	10.2500	4.1750	10.1000	-0.1500
	SD	2.9204	1.8028	2.8236	1.6465	2.6013
E_2 (n = 13)	$\bar{X}$	4.8462	7.8077	2.9615	8.0577	.2500
	SD	2.5363	2.1726	1.8676	2.8269	1.9605
C_2 (n = 13)	$\bar{X}$	4.2077	8.9038	4.6962	8.0577	-.8462
	SD	1.7316	2.3129	2.1680	3.7585	3.4483

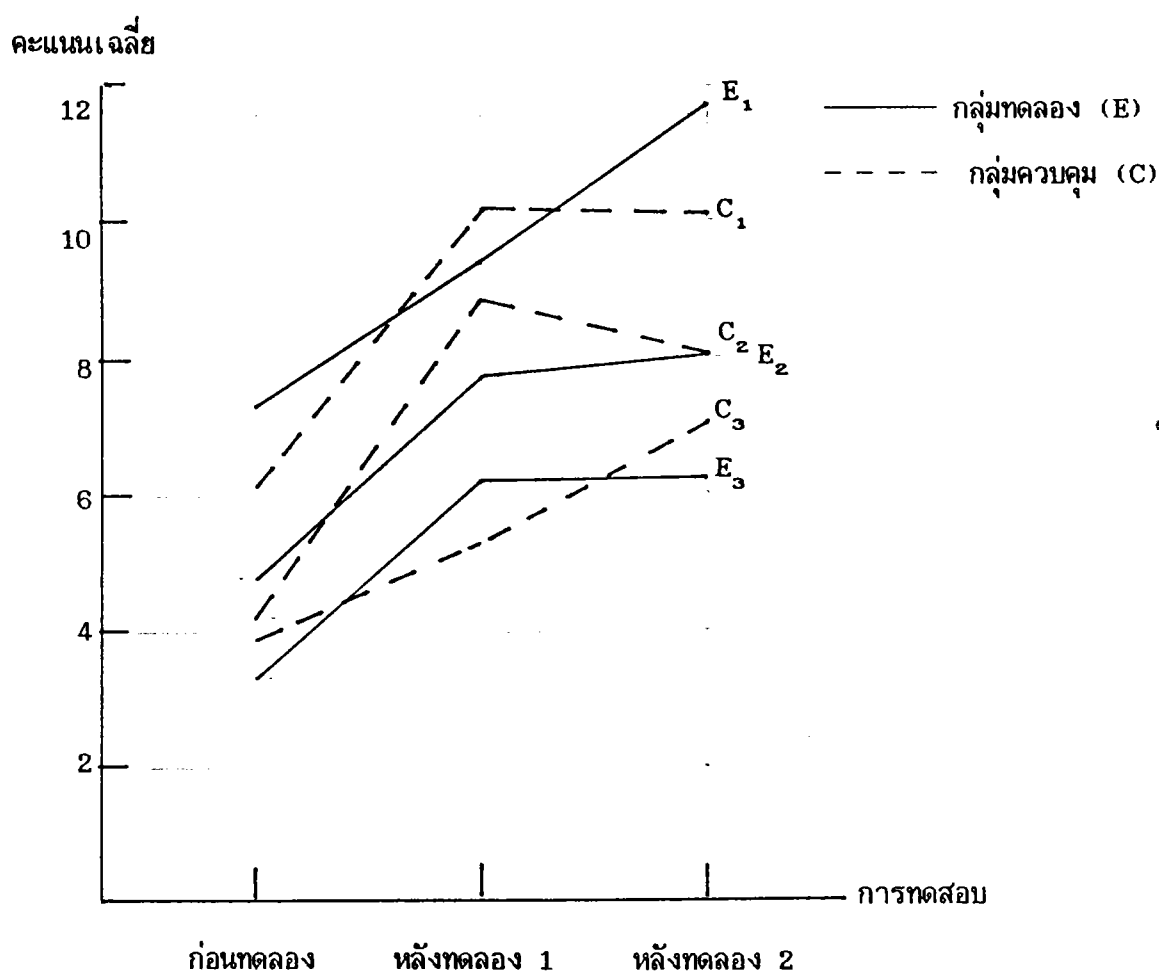
ตาราง 6 (ต่อ)

กลุ่ม และระดับ ความสามารถ	คะแนน	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	คะแนนเพิ่ม	หลังทดลอง	คะแนนเพิ่ม
			ครั้งที่ 1	ครั้งแรก	ครั้งที่ 2	ครั้งหลัง
E_3 (n = 9)	X	3.4167	6.222	2.8056	6.2778	.0556
	SD	3.1721	4.2618	2.7351	3.8779	2.8825
C_3 (n = 8)	X	3.9688	5.3750	1.4063	7.1563	1.7813
	SD	2.5264	1.6091	2.2910	2.0871	1.3459

หมายเหตุ (1) E คือกลุ่มทดลอง C คือ กลุ่มควบคุม

(2) หมายเลข 1,2,3 ที่ทำกับ E และ C หมายถึงระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำตามลำดับ

(3) n หมายถึง จำนวนนักเรียน



ภาพประกอบ 20 คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ในระยะสั้น นักเรียนกลุ่มความสามารถต่ำของกลุ่มทดลองมีแนวโน้มของผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมและเมื่อพิจารณาผลในระยะยาว นักเรียนกลุ่มความสามารถสูงและปานกลางของกลุ่มทดลองมีแนวโน้มของผลสัมฤทธิ์สูงกว่า

อย่างไรก็ตามผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งสามระดับ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 (ตาราง 7) แต่พบความแตกต่างของแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในแต่ละระดับ

ความสามารถ ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 (ตาราง 8) แสดงว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มในทุกระดับความสามารถเดียวกันมีผลสัมฤทธิ์ ไม่แตกต่างกันแต่นักเรียนทั้งหมดในแต่ละระดับความสามารถมีแนวโน้มของคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น

ตาราง 7 ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมใน
สมรรถภาพความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
ก. <u>กลุ่มความสามารถสูง</u>					
Pillais	.25670	2.93543	2.00	17.00	.080
Hotellings	.34534	2.93543	2.00	17.00	.080
Wilks	.74330	2.93543	2.00	17.00	.080
Roys	.25670				
ข. <u>กลุ่มความสามารถปานกลาง</u>					
Pillais	.17457	2.43213	2.00	23.00	.110
Hotellings	.21149	2.43213	2.00	23.00	.110
Wilks	.82543	2.43213	2.00	23.00	.110
Roys	.17457				
ค. <u>กลุ่มความสามารถต่ำ</u>					
Pillais	.14543	1.19128	2.00	14.00	.333
Hotellings	.17018	1.19128	2.00	14.00	.333
Wilks	.85457	1.19128	2.00	14.00	.333
Roys	.14543				

ตาราง 8 ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
ก. <u>กลุ่มความสามารถสูง</u>					
Pillais	.72998	22.97874	2.00	17.00	.000
Hotellings	2.70338	22.97874	2.00	17.00	.000
Wilks	.27002	22.97874	2.00	17.00	.000
Roys	.72998				
ข. <u>กลุ่มความสามารถปานกลาง</u>					
Pillais	.79908	45.73720	2.00	23.00	0.0
Hotellings	3.97715	45.73720	2.00	23.00	0.0
Wilks	.20092	45.73720	2.00	23.00	0.0
Roys	.79908				
ค. <u>กลุ่มความสามารถต่ำ</u>					
Pillais	.64455	12.69352	2.00	14.00	.001
Hotellings	1.81336	12.69352	2.00	14.00	.001
Wilks	.35545	12.69352	2.00	14.00	.001
Roys	.64455				

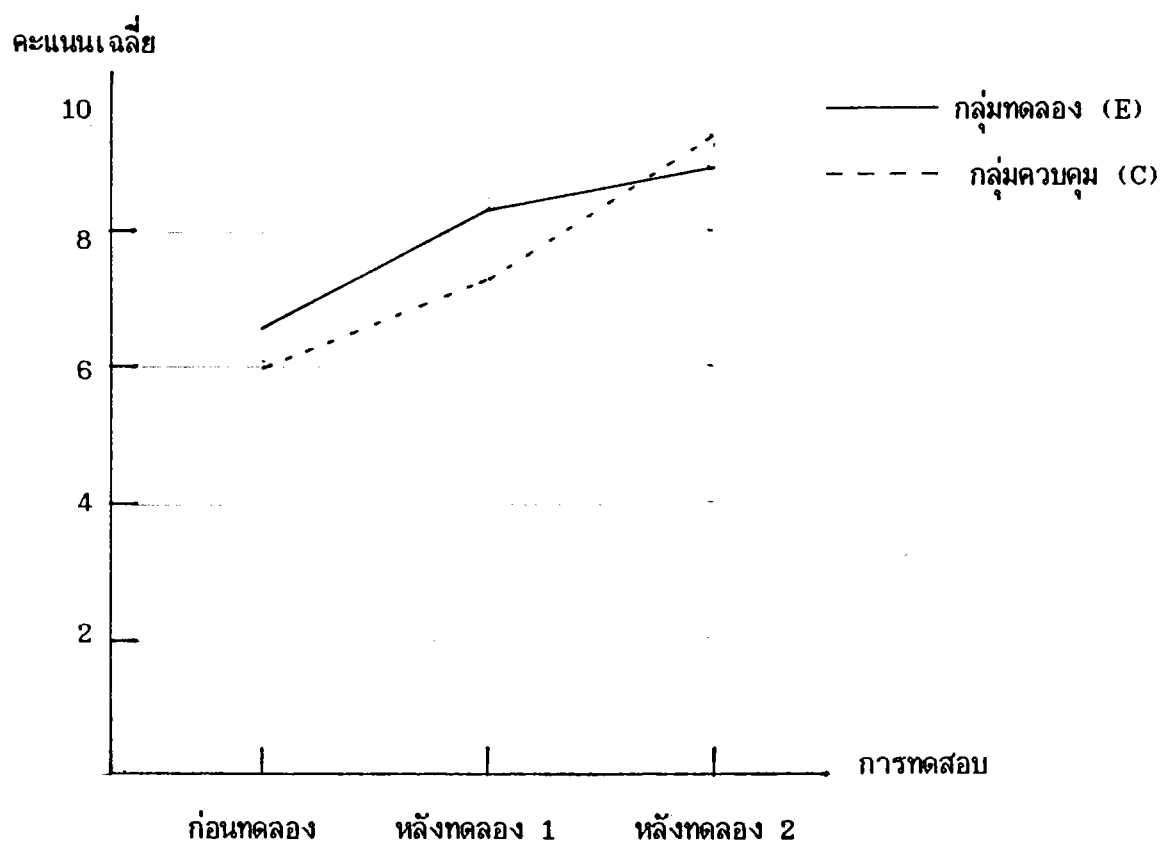
1.2 สมรรถภาพการคำนวณ

1.2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการคำนวณ

ในตาราง 9 ได้แสดงผลการสอบในสมรรถภาพการคำนวณของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และภาพที่ 21 ได้แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทั้งสองไว้ดังนี้

ตาราง 9 คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการคำนวณ

กลุ่ม และระดับ ความสามารถ	คะแนน	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	คะแนนเพิ่ม	หลังทดลอง	คะแนนเพิ่ม
			ครั้งที่ 1	ครั้งแรก	ครั้งที่ 2	ครั้งหลัง
กลุ่มทดลอง (n = 32)	$\bar{X}$	6.6625	8.4969	1.8344	9.1875	.6906
	SD	3.0628	4.1864	2.5462	3.6139	2.5333
กลุ่มควบคุม (n = 31)	$\bar{X}$	6.0806	7.4677	1.3871	9.5000	2.0323
	SD	2.9752	2.9635	1.9862	2.8781	2.5656



ภาพประกอบ 21 คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในสมรรถภาพการคำนวณ

ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแสดงแนวโน้มของคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทั้งผลในระยะสั้นและผลในระยะยาว โดยเฉพาะกลุ่มควบคุมแสดงแนวโน้มของผลสัมฤทธิ์ในระยะยาวที่ดีกว่า โดยคะแนนเพิ่มเฉลี่ยครั้งหลัง (Gain scores 2) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็น .6906 และ 2.0323 ตามลำดับ

เมื่อทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มด้วยสถิติทดสอบพหุคูณ ผลไม่ปรากฏความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 (ตาราง 10) แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ผลการทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในตาราง 11 ปรากฏว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดมีแนวโน้มสูงขึ้นโดยตลอด

ตาราง 10 ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมใน
สมรรถภาพการคำนวณ

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
Pillais	.06721	2.16149	2.00	60.00	.124
Hotellings	.07205	2.16149	2.00	60.00	.124
Wilks	.93279	2.16149	2.00	60.00	.124
Roys	.06721				

ตาราง 11 ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพการคำนวณ

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
Pillais	.59082	43.31656	2.00	60.00	0.0
Hotellings	1.44389	43.31656	2.00	60.00	0.0
Wilks	.40918	43.31656	2.00	60.00	0.0
Roys	.59082				

1.2.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

การศึกษาลักษณะของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สามารถปรากฏผลตามตาราง 12 และได้แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยจำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้วยแผนภูมิเส้นดังภาพประกอบ 22

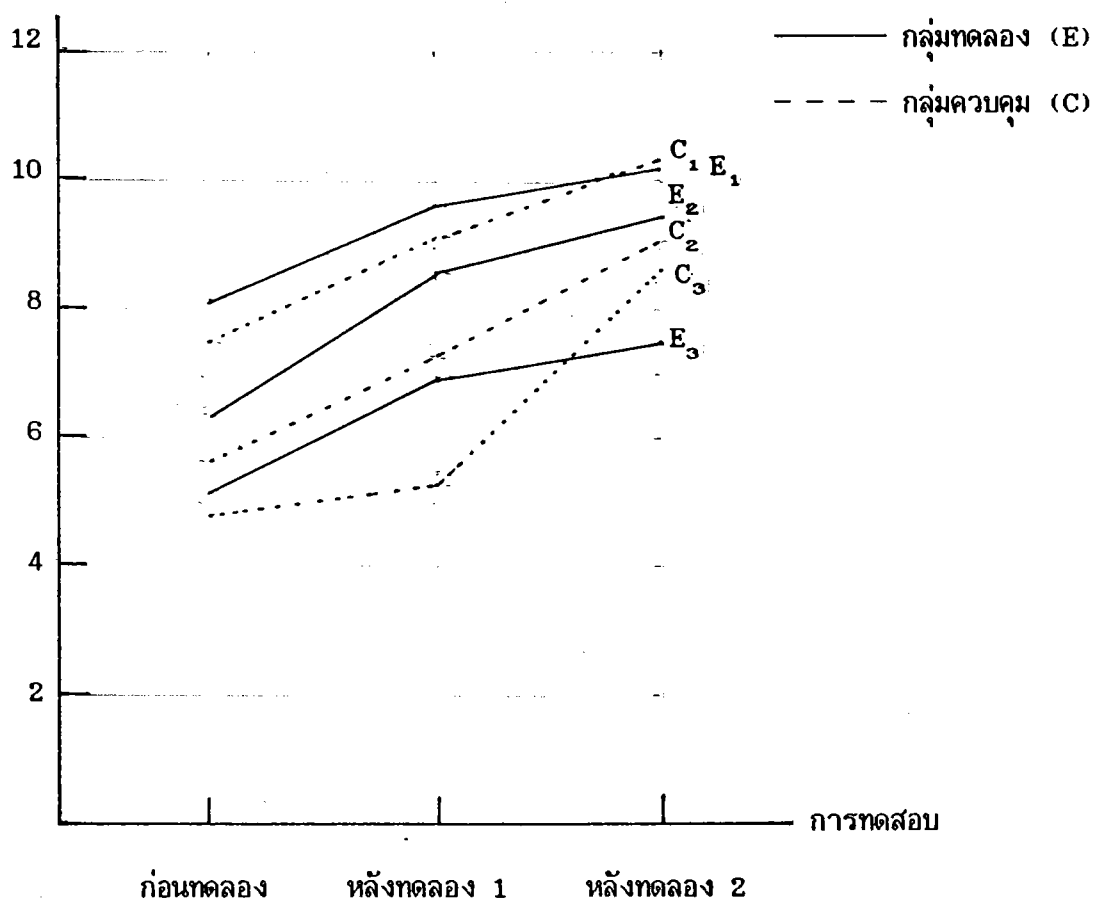
ตาราง 12 คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

กลุ่ม และระดับ ความสามารถ	คะแนน	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง ครั้งที่ 1	คะแนนเพิ่ม ครั้งแรก	หลังทดลอง ครั้งที่ 2	คะแนนเพิ่ม ครั้งหลัง
E ₁ (n = 10)	$\bar{X}$	8.2200	9.7000	1.4800	10.2000	.5000
	SD	3.4570	5.0067	3.0154	4.6320	2.7789
C ₁ (n = 10)	$\bar{X}$	7.5000	9.2000	1.7000	10.3500	1.1500
	SD	2.9345	2.9926	2.0028	2.6146	2.6146

ตาราง 12 (ต่อ)

กลุ่ม และระดับ ความสามารถ	คะแนน	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง ครั้งที่ 1	คะแนนเพิ่ม ครั้งแรก	หลังทดลอง ครั้งที่ 2	คะแนนเพิ่ม ครั้งหลัง
E_2 (n = 13)	$\bar{X}$	6.4615	8.6538	2.1923	9.5000	.8462
	SD	2.3582	3.6538	2.3500	2.3184	2.6878
C_2 (n = 13)	$\bar{X}$	5.7308	7.4231	1.6923	9.2308	1.8077
	SD	2.4884	2.7977	1.8879	3.0043	2.1846
E_3 (n = 9)	$\bar{X}$	5.2222	6.9333	1.7111	7.6111	.6778
	SD	3.0219	4.0190	2.4952	3.7648	2.2933
C_3 (n = 8)	$\bar{X}$	4.8750	5.3750	.5000	8.8750	3.5000
	SD	3.3885	1.8468	2.1004	3.1024	2.7516

คะแนนเฉลี่ย



ภาพประกอบ 22 คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

หากพิจารณาผลสัมฤทธิ์ในระยะสั้น นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถปานกลางและต่ำมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม เมื่อพิจารณาผลในระยะยาว นักเรียนกลุ่มควบคุมทั้งสามระดับความสามารถ มีแนวโน้มของผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนกลุ่มทดลองในระดับความสามารถเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแสดงแนวโน้มของผลสัมฤทธิ์ที่เพิ่มขึ้น โดยตลอด

การทดสอบความแตกต่างแนวโน้มนะแนเจลี่ยของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการทดสอบพหุคูณ ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ .05 ในทุกระดับความสามารถ (ตาราง 13) แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในระดับความสามารถเดียวกันมีผลสัมฤทธิ์ในสมรรถภาพการคำนวณไม่แตกต่างกัน แต่การทดสอบความแตกต่างคะแนนเจลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในแต่ละระดับความสามารถ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ .05 (ตาราง 14) แสดงว่านักเรียนทั้งหมดในแต่ละกลุ่มระดับความสามารถมีแนวโน้มนะแนเจลี่ยเพิ่มขึ้นในสมรรถภาพการคำนวณ

ตาราง 13 ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมใน
สมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
ก. <u>กลุ่มความสามารถสูง</u>					
Pillais	.02696	.23554	2.00	17.00	.793
Hotellings	.02771	.23554	2.00	17.00	.793
Wilks	.97304	.23554	2.00	17.00	.793
Roys	.02696				
ข. <u>กลุ่มความสามารถปานกลาง</u>					
Pillais	.04017	.48123	2.00	23.00	.624
Hotellings	.04185	.48123	2.00	23.00	.624
Wilks	.95983	.48123	2.00	23.00	.624
Roys	.04017				
ค. <u>กลุ่มความสามารถต่ำ</u>					
Pillais	.27727	2.68549	2.00	14.00	.103
Hotellings	.38364	2.68549	2.00	14.00	.103
Wilks	.72273	2.68549	2.00	14.00	.103
Roys	.27727				

ตาราง 14 ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพการคำนวณ
จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
ก. <u>กลุ่มความสามารถสูง</u>					
Pillais	.46081	7.26435	2.00	17.00	.005
Hotellings	.85463	7.26435	2.00	17.00	.005
Wilks	.53919	7.26435	2.00	17.00	.005
Roys	.46081				
ข. <u>กลุ่มความสามารถปานกลาง</u>					
Pillais	.76097	36.61164	2.00	23.00	.000
Hotellings	3.18362	36.61164	2.00	23.00	.000
Wilks	.23903	36.61164	2.00	23.00	.000
Roys	.76097				
ค. <u>กลุ่มความสามารถต่ำ</u>					
Pillais	.54529	8.39436	2.00	14.00	.004
Hotellings	1.19919	8.39436	2.00	14.00	.004
Wilks	.45471	8.39436	2.00	14.00	.004
Roys	.54529				

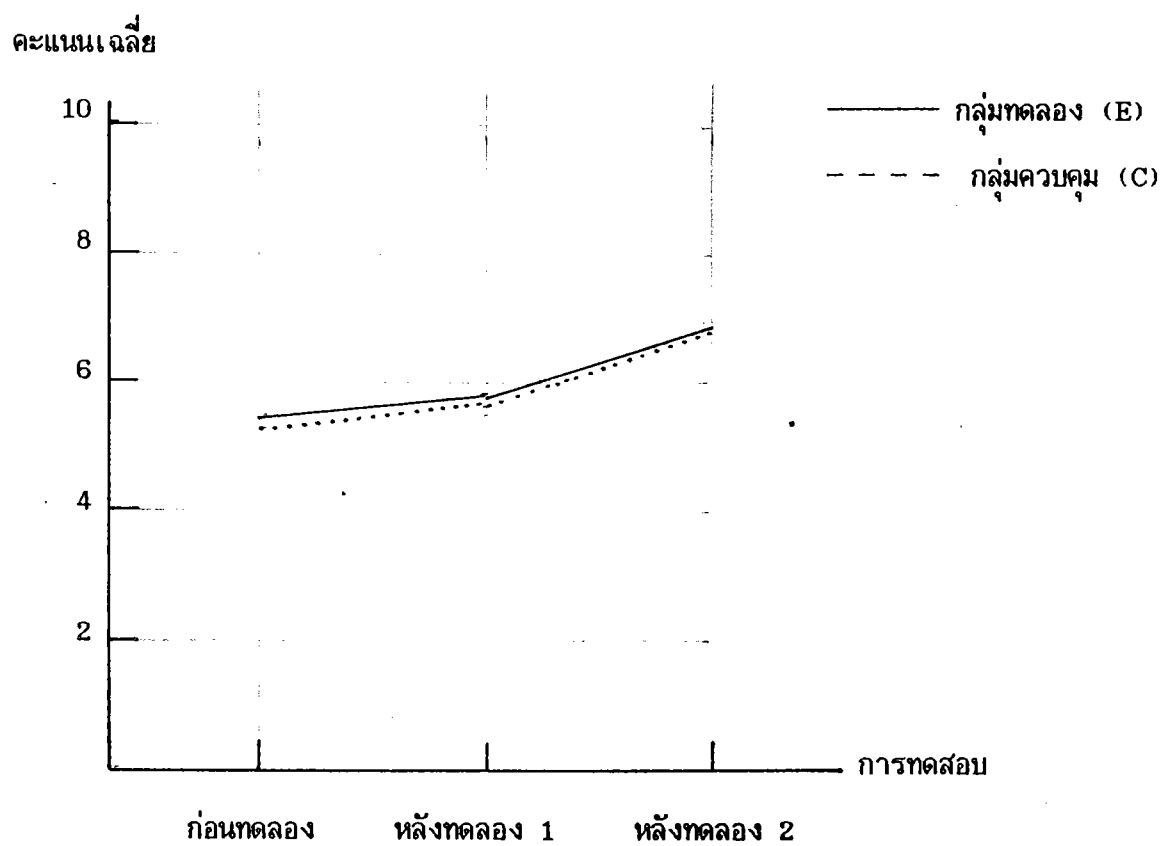
1.3 สมรรถภาพการแก้ปัญหา

1.3.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการแก้ปัญหา

คะแนนเฉลี่ยในสมรรถภาพการแก้ปัญหามาจากการสอบทั้งสามครั้งของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังแสดงในตาราง 15 และภาพที่ 23 และเมื่อทดสอบความแตกต่างแนวโน้มนะคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ผลไม่ปรากฏความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันในสมรรถภาพการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบแนวโน้มนะคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด ได้พบว่าคะแนนเฉลี่ยแสดงแนวโน้มนะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นโดยตลอดภายหลังการทดลอง ดังผลในตาราง 16 และ 17 ตามลำดับ

ตาราง 15 คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการแก้ปัญหา

กลุ่ม	คะแนน					
		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง ครั้งที่ 1	คะแนนเพิ่ม ครั้งแรก	หลังทดลอง ครั้งที่ 2	คะแนนเพิ่ม ครั้งหลัง
กลุ่มทดลอง (n = 32)	$\bar{X}$	5.5469	5.812	.2656	6.9250	1.1125
	SD	3.3610	3.05	1.999	2.9648	1.7074
กลุ่มควบคุม (n = 31)	$\bar{X}$	5.4335	5.7419	.3065	6.9194	1.1774
	SD	2.4925	2.8310	1.6466	2.5984	2.0998



ภาพประกอบ 23 คะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการแก้ปัญหา

ตาราง 16 ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มนะแนเจลีระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมใน
สมรรถภาพการแก้ปัญหา

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
Pillais	.01372	.41732	2.00	60.00	.661
Hotellings	.01391	.41732	2.00	60.00	.661
Wilks	.98628	.41732	2.00	60.00	.661
Roys	.01372				

ตาราง 17 ผลการทดสอบแนวโน้มนะแนเจลีของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพการแก้ปัญหา

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
Pillais	.33528	15.13168	2.00	60.00	.000
Hotellings	.50439	15.13168	2.00	60.00	.000
Wilks	.66472	15.13168	2.00	60.00	.000
Roys	.33528				

1.3.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

ผลการสอบภายหลังการทดลองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทุกระดับความสามารถมีคะแนนเพิ่มขึ้นน้อยมากโดยนักเรียนกลุ่มความสามารถปานกลางและต่ำของกลุ่มทดลองมีคะแนนเพิ่มเฉลี่ยครั้งแรก (Gain Score 1) สูงกว่ากลุ่มควบคุมและนักเรียนกลุ่มความสามารถสูงของกลุ่มทดลองมีคะแนนเพิ่มเฉลี่ยครั้งที่สองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามความแตกต่างของคะแนนเพิ่มระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในทุกระดับความสามารถมีน้อยมาก ดังผลในตาราง 18 และ ภาพที่ 24

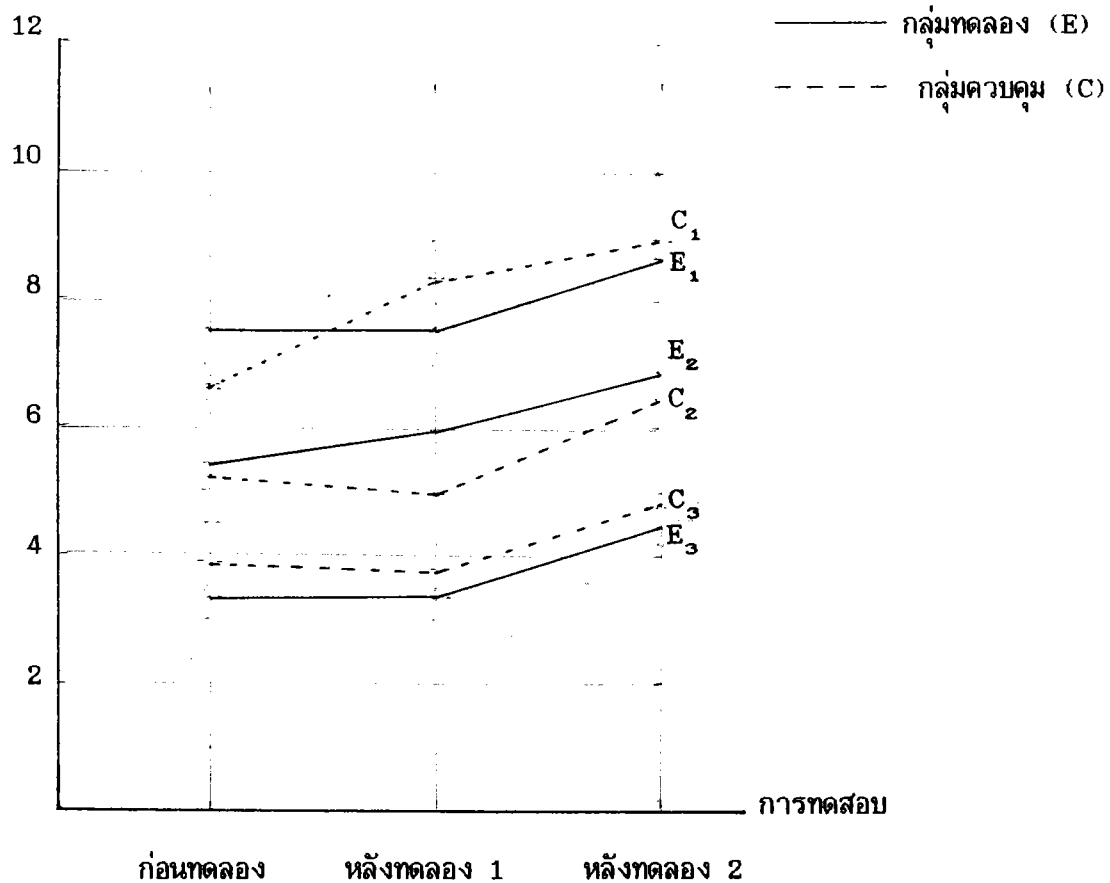
ตาราง 18 คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

กลุ่ม และระดับ ความสามารถ	คะแนน	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง ครั้งที่ 1	คะแนนเพิ่ม ครั้งแรก	หลังทดลอง ครั้งที่ 2	คะแนนเพิ่ม ครั้งหลัง
E_1 (n = 10)	$\bar{X}$	7.6	7.65	.05	8.7	1.05
	SD	3.3649	3.3087	1.9784	3.5496	2.2267
C_1 (n = 10)	$\bar{X}$	6.75	8.25	1.5	9.05	.80
	SD	3.0023	2.8211	2.1344	1.9214	2.2261

ตาราง 18 (ต่อ)

กลุ่ม และระดับ ความสามารถ	คะแนน	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง ครั้งที่ 1	คะแนนเพิ่ม ครั้งแรก	หลังทดลอง ครั้งที่ 2	คะแนนเพิ่ม ครั้งหลัง
E_2 (n = 13)	$\bar{X}$	5.5	6.0385	.5385	6.9615	.9231
	SD	2.8795	2.5038	2.1356	2.0962	1.7660
C_2 (n = 13)	$\bar{X}$	5.3462	5.00	-.3462	6.5385	1.5385
	SD	1.7367	1.9791	1.1252	2.0662	2.4106
E_3 (n = 9)	$\bar{X}$	3.3333	3.4444	.1111	4.4667	1.0222
	SD	2.7951	1.9275	2.0121	1.5411	1.0035
C_3 (n = 8)	$\bar{X}$	3.9375	3.8125	-.125	4.875	1.0625
	SD	2.1948	1.7716	.744	2.3107	1.4501

คะแนนเฉลี่ย



ภาพประกอบ 24 คะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการแก้ปัญหา
จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

การทดสอบความแตกต่างแนว โน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมทุกระดับความสามารถ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 แต่ในการทดสอบแนว โน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด พบว่านักเรียนทุกกลุ่มระดับความสามารถมีแนว โน้มคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 (ตาราง 19 , 20) แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ ไม่แตกต่างกันในสมรรถภาพการแก้ปัญหา แต่นักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นภายหลังการทดลอง

ตาราง 19 ผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมใน
สมรรถภาพการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
ก. <u>กลุ่มความสามารถสูง</u>					
Pillais	.15507	1.56003	2.00	17.00	.239
Hotellings	.18353	1.56003	2.00	17.00	.239
Wilks	.84493	1.56003	2.00	17.00	.239
Roys	.15507				
ข. <u>กลุ่มความสามารถปานกลาง</u>					
Pillais	.06782	.83668	2.00	23.00	.446
Hotellings	.07275	.83668	2.00	23.00	.446
Wilks	.93218	.83668	2.00	23.00	.446
Roys	.06782				
ค. <u>กลุ่มความสามารถต่ำ</u>					
Pillais	.02184	.15633	2.00	14.00	.857
Hotellings	.02233	.15633	2.00	14.00	.857
Wilks	.97816	.15633	2.00	14.00	.857
Roys	.02184				

ตาราง 20 ผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในสมรรถภาพการแก้ปัญหา
จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

Test Name	Value	Approx.F	Hypoth.DF	Error.DF	Sig.of F
ก. <u>กลุ่มความสามารถสูง</u>					
Pillais	.35710	4.72132	2.00	17.00	.023
Hotellings	.55545	4.72132	2.00	17.00	.023
Wilks	.64290	4.72132	2.00	17.00	.023
Roys	.35710				
ข. <u>กลุ่มความสามารถปานกลาง</u>					
Pillais	.37111	6.78621	2.00	23.00	.005
Hotellings	.59011	6.78621	2.00	23.00	.005
Wilks	.62889	6.78621	2.00	23.00	.005
Roys	.37111				
ค. <u>กลุ่มความสามารถต่ำ</u>					
Pillais	.40258	4.71705	2.00	14.00	.027
Hotellings	.67386	4.71705	2.00	14.00	.027
Wilks	.59742	4.71705	2.00	14.00	.027
Roys	.40258				

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแล้วทั้งหมด สรุปได้ว่า ตามข้อมูลพื้นฐานคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการสอบวัดสามครั้ง คะแนนเพิ่มเฉลี่ยครั้งแรก (Gain Scores 1) ของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพการคำนวณ และคะแนนเพิ่มเฉลี่ยครั้งหลัง (Gain Scores 2) ของกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุมในสมรรถภาพความเข้าใจ สำหรับสมรรถภาพการแก้ปัญหา คะแนนเพิ่มทั้งครั้งแรกและครั้งหลังระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันน้อยมาก อย่างไรก็ตาม เมื่อทดสอบความแตกต่างของแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมในทุกสมรรถภาพด้วยสถิติทดสอบพหุคูณ ผลปรากฏไม่มีความแตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าผลการทดสอบไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามผลการทดสอบแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมของนักเรียนทั้งหมดพบว่า คะแนนเฉลี่ยแสดงแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกสมรรถภาพ ผลการทดสอบเหล่านี้เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรายกลุ่มความสามารถทุกระดับ

2. การศึกษาความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเลือกและระดับความสามารถพื้นฐาน

จากการวิเคราะห์แบบรายงานผลการเลือกแบบเรียนและผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองในช่วงเวลาของการทดลอง สรุปผลตามหัวข้อต่อไปนี้ ได้ดังนี้

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดแบบเรียนกับตัวแปรอื่น ๆ

2.1.1 แบบเรียนที่เลือกกับเวลาที่ใช้ในการเรียน

เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียนสำหรับบทเรียนแต่ละแบบ ได้คำนวณหาโดยใช้สูตรการคำนวณ

2 สูตร คือ

$$\text{ก. เวลาเรียนเฉลี่ยของแบบเรียนหนึ่ง ๆ} = \frac{\text{เวลาเรียนรวมทั้งหมดของแบบเรียนนั้น}}{\text{จำนวนนักเรียนที่เรียนแบบนั้น}}$$

$$\text{ข. เวลาเรียนเฉลี่ยของแบบเรียนหนึ่ง ๆ} = \frac{\text{เวลาเรียนรวมทั้งหมดของแบบเรียนนั้น}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}}$$

ในตาราง 21 ได้แสดงผลเวลาเรียนที่นักเรียนใช้สำหรับแบบเรียนแต่ละแบบที่คำนวณตามสูตร ก และ ข

ตาราง 21 เวลาเรียนโดยเฉลี่ยที่นักเรียนใช้ในการเรียนแบบเรียนแต่ละแบบ

แบบเรียน	เวลาเรียน (วินาที)	จำนวนนักเรียน ที่เลือก	เวลาเรียนเฉลี่ย	
			นาที : วินาที(ก)	นาที : วินาที (ข)
แบบสัญลักษณ์				
- ฝึกย่อย	34317	22	25 : 59	17 : 52
แบบสัญลักษณ์				
- ฝึกรวม	9822	13	12 : 35	5 : 07
แบบไดอะแกรม				
- ฝึกย่อย	35132	24	24 : 23	18 : 18
แบบไดอะแกรม				
- ฝึกรวม	5290	8	11 : 01	2 : 45
แบบภาพเหมือนจริง				
- ฝึกย่อย	40314	24	27 : 59	20 : 59
แบบภาพเหมือนจริง				
- ฝึกรวม	8280	10	13 : 48	4 : 19

หมายเหตุ (ก) หมายถึง เวลาเรียนเฉลี่ยที่คำนวณโดยใช้สูตร ก

(ข) หมายถึง เวลาเรียนเฉลี่ยที่คำนวณโดยใช้สูตร ข

เวลาเรียนเฉลี่ยที่คำนวณจากสูตร ก และ ข มีผลใกล้เคียงกันคือนักเรียนใช้เวลาเรียนเฉลี่ยมากที่สุดในบทเรียนแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย รองลงมาคือ แบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย กับแบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน สำหรับแบบเรียนที่นักเรียนใช้เวลาเรียนเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกรวบ

2.1.2 แบบเรียนที่นักเรียนใช้เวลาเรียนมากกับระดับความสามารถของนักเรียน

แบบเรียนที่นักเรียนใช้เวลาเรียนมากที่สุดจำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีผลการวิเคราะห์ดังในตาราง 22

ตาราง 22 จำนวนนักเรียนจำแนกตามแบบเรียนที่นักเรียนใช้เวลาเรียนมากที่สุดและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

ชนิดแบบเรียน	ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์		
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
สัญลักษณ์ - ฝึกย่อย	4	5	1
สัญลักษณ์ - ฝึกรวบ	-	1	0
ไดอะแกรม - ฝึกย่อย	5	2	2
ไดอะแกรม - ฝึกรวบ	-	0	1
ภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย	1	4	5
ภาพเหมือนจริง - ฝึกรวบ	-	1	-
รวมจำนวนนักเรียน	10	13	9

แบบเรียนที่นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาเรียนมากที่สุด สำหรับนักเรียนกลุ่มความสามารถสูง ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย และแบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย กลุ่มความสามารถปานกลาง ได้แก่ แบบสัญลักษณ์ฝึกย่อย และกลุ่มความสามารถต่ำ ได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย

2.1.3 แบบเรียนที่มีจำนวนรอบการเรียนรู้สูงสุดกับระดับความสามารถของนักเรียน

จำนวนนักเรียนกับแบบเรียนที่ปรากฏจำนวนรอบของการเรียนรู้สูงสุด จำแนกตามระดับความสามารถของนักเรียน ได้แสดงไว้ในตาราง 23

ตาราง 23 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถและตามชนิดแบบเรียนที่นักเรียนมีจำนวนรอบการเรียนรู้สูงสุด

ชนิดแบบเรียน	ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์		
	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
สัญลักษณ์ - ฝึกย่อย	4	4	1
สัญลักษณ์ - ฝึกรวบ	-	1	2
ไดอะแกรม - ฝึกย่อย	5	2	3
ไดอะแกรม - ฝึกรวบ	-	-	1
ภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย	1	5	3
ภาพเหมือนจริง - ฝึกรวบ	1	2	-
รวมจำนวนนักเรียน	11	14	10

หมายเหตุ นักเรียนบางคนมีแบบเรียนที่เลือกเรียนมากกว่า 1 ชนิด

แบบเรียนที่มีจำนวนรอบการเรียนรู้สูงสุดสำหรับกลุ่มที่มีความสามารถสูง ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย และแบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย กลุ่มความสามารถปานกลาง ได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย และแบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย และกลุ่มความสามารถต่ำ ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย และแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย

2.1.4 แบบเรียนที่เลือกกับผลการผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์

ในการบันทึกผลระหว่างเรียน เครื่องจะทำการบันทึกผลทุกครั้งที่มีการทดสอบความรู้ภาคความคิดรวบยอดและการทดสอบภาคแบบฝึกหัดเสริมทักษะ เมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบผ่าน/ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยพิจารณาพร้อมกันไปกับชนิดของแบบเรียนที่เลือก ผลปรากฏดังนี้

ตาราง 24 ร้อยละนักเรียนที่ผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์จากการเรียนตามชนิดของแบบเรียนที่เลือก
จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

นักเรียน ระดับความ สามารถ	ผล	แบบเรียนที่เลือก					
		สัญลักษณ์ ฝึกย่อย	สัญลักษณ์ ฝึกรวบ	ไดอะแกรม ฝึกย่อย	ไดอะแกรม ฝึกรวบ	ภาพจริง ฝึกย่อย	ภาพจริง ฝึกรวบ
สูง	ผ่าน	69.0(20)	75(3)	68.8(22)	** 20(1)	56.3(9)	* 83.3(5)
	ไม่ผ่าน	31.0(9)	25(1)	31.2(10)	80(4)	43.8(7)	16.7(1)
ปานกลาง	ผ่าน	57.1(24)	40(6)	57.1(20)	** 14.3(1)	* 62.9(34)	34.8(8)
	ไม่ผ่าน	42.9(18)	60(9)	42.9(15)	85.7(6)	37.1(20)	65.2(15)
ต่ำ	ผ่าน	52.9(9)	47.1(18)	42.1(8)	50(3)	51.5(17)	** 0(0)
	ไม่ผ่าน	47.1(8)	52.9(9)	57.9(11)	50(3)	48.5(16)	100(6)
รวม ทั้งหมด	ผ่าน	60.2(53)	47.2(17)	58.1(50)	27.7(5)	58.3(60)	37.1(13)
	ไม่ผ่าน	39.8(35)	52.8(19)	41.9(36)	72.3(13)	41.7(43)	62.9(22)

- หมายเหตุ 1. เครื่องหมาย * หมายถึง ร้อยละนักเรียนสูงสุดที่ผ่านเกณฑ์
เครื่องหมาย ** หมายถึง ร้อยละนักเรียนต่ำสุดที่ผ่านเกณฑ์
2. จำนวนครั้งที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ไม่เท่ากับจำนวนครั้งของการเลือกในตาราง (2.4) เพราะรายการสุดท้ายในแบบบันทึกของนักเรียนบางคนเป็นผลการไม่ผ่านเกณฑ์ และไม่มีการเรียน (เลือก) ต่อเนื่องจากหมดเวลาการทดลอง ความถี่ของผลการไม่ผ่านจึงสูงกว่าความถี่ของผลการเลือก

พิจารณาในภาพรวม บทเรียนแบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย มีอัตราการผ่านหรือความสำเร็จสูงสุด รองลงมาคือ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย และแบบโดอะแกรม - ฝึกย่อย ซึ่งมีอัตราความสำเร็จใกล้เคียงกัน แบบเรียนที่นักเรียนมีอัตราความสำเร็จน้อยกว่าแบบอื่น ๆ คือ แบบโดอะแกรม - ฝึกรวบ

เมื่อพิจารณาในรายกลุ่มระดับความสามารถ นักเรียนกลุ่มความสามารถสูง มีอัตราการผ่านสูงในแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกรวบ แต่ข้อมูลดิบความถี่ต่ำมาก หากพิจารณาความถี่ประกอบด้วยแบบเรียนที่นักเรียนมีความสำเร็จสูง ควรเป็นแบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย และโดอะแกรม - ฝึกย่อย แบบเรียนที่มีอัตราการผ่านต่ำ ได้แก่ แบบโดอะแกรม - ฝึกรวบ กลุ่มความสามารถปานกลาง มีอัตราผ่านสูงสุดในแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อยและมีอัตราผ่านต่ำสุดในแบบโดอะแกรม - ฝึกรวบ กลุ่มความสามารถต่ำมีอัตราการผ่านในแบบเรียนทั้งห้าแบบแรกไม่ค่อยแตกต่างกัน ยกเว้นแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกรวบ ที่มีอัตราการผ่านต่ำมาก ผลการเรียนผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ในแบบเรียนแต่ละชนิดเหล่านี้เป็นเพียงผลการวิเคราะห์อย่างหยาบ เนื่องจากเป็นการทดลองช่วงสั้น กลุ่มตัวอย่างในแบบเรียนบางชนิดมีจำนวนน้อยมาก และความสำเร็จในการผ่านเกณฑ์ของแบบเรียนหนึ่งอาจเป็นความรู้สะสมจากการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ในอีกแบบเรียนหนึ่ง

2.1.5 แบบเรียนที่เลือกกับระดับผลสัมฤทธิ์ในรายสมรรถภาพ

การศึกษาแนวโน้มความสัมพันธ์ของลักษณะแบบเรียนกับระดับผลสัมฤทธิ์ แบบเรียนที่นักเรียนเลือกพิจารณาจากแบบเรียนที่นักเรียนมีผลสำเร็จหรือจำนวนครั้งของการผ่านสูงสุด ในกรณีที่ความถี่จำนวนครั้งการผ่านเท่ากัน จะใช้เวลาเรียนที่มากกว่าเป็นเกณฑ์ สำหรับผลสัมฤทธิ์นั้นพิจารณาจาก

ความแตกต่างของคะแนนหรือคะแนนที่เพิ่มขึ้นครั้งแรก (Gain scores 1) ทั้งนี้ได้แบ่งผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง กลาง และต่ำ โดยใช้ $X + 1$ SD ของคะแนนเพิ่มเป็นเกณฑ์แบ่ง ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตาราง 25 - 27

ตาราง 25 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งแรก (Gain scores 1) ระดับต่าง ๆ ใน
สมรรถภาพความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และแบบเรียนที่เลือก

ระดับ ความสามารถ	ระดับคะแนน เพิ่ม	แบบเรียนที่เลือก						ร้อยละ
		1/1	1/2	2/1	2/2	3/1	3/2	
สูง	สูง	-	-	1	-	-	-	10
	กลาง	2	-	4	-	-	1	70
	ต่ำ	1	-	-	-	1	-	20
ปานกลาง	สูง	1	1	-	-	-	-	15.4
	กลาง	2	-	1	-	5	1	69.2
	ต่ำ	1	-	1	-	-	-	15.4
ต่ำ	สูง	-	2	-	-	-	-	22.2
	กลาง	2	-	1	-	1	-	33.3
	ต่ำ	-	-	1	1	1	-	44.5
รวม	สูง	1	3	1	-	-	-	15.6
	กลาง	6	-	6	-	6	2	59.4
	ต่ำ	2	-	2	1	2	-	25.0

หมายเหตุ : 1 รหัสแบบเรียน 1,2,3 คือ แบบสัญลักษณ์ ไดอะแกรมและภาพเหมือนจริง ตาม
ลำดับ ส่วน /1 และ /2 คือ แบบฝึกย่อย และแบบฝึกรวบ ตามลำดับ

2 คะแนนเพิ่มระดับสูงคือ มากกว่า 4.8471 คะแนน

ระดับกลาง คือ $\bar{X} \pm 1SD$. หรือ 2.6594 ± 2.1877 คะแนน

ระดับต่ำ คือ น้อยกว่า .4717 คะแนน

ตาราง 26 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งแรก (Gain scores 1) ระดับต่าง ๆ ใน
สมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และแบบเรียนที่เลือก

ระดับ ความสามารถ	ระดับคะแนน เพิ่ม	แบบเรียนที่เลือก						ร้อยละ
		1/1	1/2	2/1	2/2	3/1	3/2	
สูง	สูง	-	-	1	-	-	1	20
	กลาง	3	-	4	-	-	1	70
	ต่ำ	-	-	-	-	1	-	10
ปานกลาง	สูง	-	-	-	-	2	-	15.4
	กลาง	3	1	-	-	3	1	61.5
	ต่ำ	1	-	2	-	-	-	23.1
ต่ำ	สูง	-	1	-	-	-	-	11.1
	กลาง	1	-	1	1	2	-	55.6
	ต่ำ	1	1	1	-	-	-	33.3
รวม	สูง	-	1	1	-	2	1	15.6
	กลาง	7	1	5	1	5	1	62.5
	ต่ำ	2	1	3	-	1	-	21.9

หมายเหตุ : คะแนนเพิ่มระดับสูงคือ มากกว่า 4.3806 คะแนน

ระดับกลาง คือ $\bar{X} \pm 1SD$. หรือ 1.8344 ± 2.5462 คะแนน

ระดับต่ำ คือ น้อยกว่า -0.7118 คะแนน

ตาราง 27 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งแรก (Gain scores 1) ระดับต่าง ๆ ใน
สมรรถภาพการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และแบบเรียนที่เลือก

ระดับ ความสามารถ	ระดับคะแนน เพิ่ม	แบบเรียนที่เลือก						ร้อยละ
		1/1	1/2	2/1	2/2	3/1	3/2	
สูง	สูง	-	-	1	-	1	-	20
	กลาง	2	-	2	-	-	1	50
	ต่ำ	1	-	2	-	-	-	30
ปานกลาง	สูง	-	-	-	-	1	-	7.7
	กลาง	4	1	2	-	4	-	84.6
	ต่ำ	-	-	-	-	-	1	7.7
ต่ำ	สูง	-	1	-	-	-	-	11.1
	กลาง	1	1	2	1	2	-	77.8
	ต่ำ	1	-	-	-	-	-	11.1
รวม	สูง	-	1	1	-	2	-	12.5
	กลาง	7	2	6	1	6	1	71.9
	ต่ำ	2	-	2	-	-	1	15.6

หมายเหตุ : คะแนนเพิ่มระดับสูงคือ มากกว่า 2.2655 คะแนน

ระดับกลาง คือ $\bar{X} \pm 1SD$. หรือ $.2656 \pm 1.9999$ คะแนน

ระดับต่ำ คือ น้อยกว่า -1.7343 คะแนน

จากตาราง แบบเรียนที่เลือกหรือแบบเรียนที่นักเรียนแต่ละระดับมีผลสำเร็จมากที่สุด มีแนวโน้มแสดงความแตกต่างกัน โดยนักเรียนกลุ่มความสามารถสูง แบบเรียนที่เลือกส่วนใหญ่คือ แบบโดอะแกรม - ผิกย้อย กลุ่มความสามารถปานกลางส่วนใหญ่เลือกแบบเรียนภาพเหมือนจริง - ผิกย้อย และสัญลักษณ์ - ผิกย้อย สำหรับกลุ่มความสามารถต่ำ การเลือกแบบเรียนไม่มีแนวโน้มเด่นชัด หากกล่าวในภาพรวม แบบเรียนที่นักเรียนเลือกมาก ได้แก่ แบบเรียนที่เน้นการผิกย้อยทั้งสามแบบ

จากแบบเรียนทั้งสามแบบดังกล่าวอันได้แก่ สัญลักษณ์ โดอะแกรมและภาพเหมือนจริงที่เป็นแบบผิกย้อยทั้งหมด นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์หรือคะแนนเพิ่ม (Gain scores 1) ในระดับสูง - กลาง - ต่ำ มีอัตราส่วนไม่แตกต่างกันในสมรรถภาพความเข้าใจ คือเป็น 1 : 6 : 2, 1 : 6 : 2, และ 0 : 6 : 2 ตามลำดับ แต่ในสมรรถภาพการคำนวณ อัตราส่วนเหล่านี้ค่อนข้างแตกต่างกัน โดยแบบเรียนชนิดภาพเหมือนจริง - ผิกย้อย มีอัตราส่วนของนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มน่าพอใจกว่า คือ เป็น 2 : 5 : 1 ในขณะที่แบบสัญลักษณ์ - ผิกย้อย มีอัตราส่วนเป็น 0 : 7 : 2 และแบบโดอะแกรม - ผิกย้อย เป็น 1 : 5 : 3 สำหรับสมรรถภาพการแก้ปัญหา แบบภาพเหมือนจริง - ผิกย้อย มีอัตราส่วนของนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มน่าพอใจกว่า เช่นเดียวกับในสมรรถภาพการคำนวณ คือเป็น 2 : 6 : 0 ขณะที่แบบสัญลักษณ์และแบบโดอะแกรมเป็น 0 : 7 : 2 และ 1 : 6 : 2 ตามลำดับ

เมื่อมองในภาพรวมของทั้งสามสมรรถภาพแบบเรียนที่แสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ระดับสูง ได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ผิกย้อย การศึกษาเป็นรายกลุ่มความสามารถ กลุ่มความสามารถสูง ได้แก่ แบบโดอะแกรม - ผิกย้อย กลุ่มความสามารถปานกลาง ได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ผิกย้อย สำหรับกลุ่มความสามารถต่ำ ข้อมูลกระจายไม่ชัดเจน

2.1.6 แบบเรียนที่เลือกกับระดับความคงทน

การศึกษาแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างแบบเรียนกับผลสัมฤทธิ์ด้านความคงทน ได้ผล ดังตาราง 28 - 30

ตาราง 28 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งหลัง (Gain scores 2) ระดับต่าง ๆ ใน
สมรรถภาพความเข้าใจ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และแบบเรียนที่เลือก

ระดับ ความสามารถ	ระดับคะแนน เพิ่ม	แบบเรียนที่เลือก						ร้อยละ
		1/1	1/2	2/1	2/2	3/1	3/2	
สูง	สูง	-	-	3	-	1	-	40
	กลาง	3	-	2	-	-	1	60
	ต่ำ	-	-	-	-	-	-	-
ปานกลาง	สูง	-	-	1	-	-	-	7.7
	กลาง	3	1	1	-	4	-	69.2
	ต่ำ	1	-	-	-	1	1	23.1
ต่ำ	สูง	-	-	1	-	-	-	11.1
	กลาง	2	-	1	1	2	-	66.7
	ต่ำ	-	2	-	-	-	-	22.2
รวม	สูง	-	-	5	-	1	-	18.8
	กลาง	8	1	4	1	6	1	65.6
	ต่ำ	1	2	-	-	1	1	15.6

หมายเหตุ : คะแนนเพิ่มระดับสูงคือ มากกว่า 3.265 คะแนน

ระดับกลาง คือ $\bar{X} \pm 1SD$. หรือ $.8203 \pm 2.4447$ คะแนน

ระดับต่ำ คือ น้อยกว่า -1.6244 คะแนน

ตาราง 29 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งแรก (Gain scores 2) ระดับต่าง ๆ ใน
สมรรถภาพการคำนวณ จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และแบบเรียนที่
นักเรียนเลือก

ระดับ ความสามารถ	ระดับคะแนน เพิ่ม	แบบเรียนที่เลือก						ร้อยละ
		1/1	1/2	2/1	2/2	3/1	3/2	
สูง	สูง	-	-	1	-	-	-	10
	กลาง	2	-	4	-	1	1	80
	ต่ำ	1	-	-	-	-	-	10
ปานกลาง	สูง	-	-	1	-	1	-	15.4
	กลาง	4	1	1	-	3	1	76.9
	ต่ำ	-	-	-	-	1	-	7.7
ต่ำ	สูง	1	-	1	-	-	-	22.2
	กลาง	1	1	1	1	2	-	66.7
	ต่ำ	-	1	-	-	-	-	11.1
รวม	สูง	1	-	3	-	1	-	15.6
	กลาง	7	2	6	1	6	2	75.0
	ต่ำ	1	1	-	-	1	-	9.4

หมายเหตุ : คะแนนเพิ่มระดับสูงคือ มากกว่า 3.2239 คะแนน

ระดับกลาง คือ $\bar{X} \pm 1SD$. หรือ $.6906 \pm 2.5333$ คะแนน

ระดับต่ำ คือ น้อยกว่า -1.8427 คะแนน

ตาราง 30 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มครั้งหลัง (Gain scores 2) ระดับต่าง ๆ ใน
สมรรถภาพการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์และแบบเรียนที่เลือก

ระดับ ความสามารถ	ระดับคะแนน เพิ่ม	แบบเรียนที่เลือก						ร้อยละ
		1/1	1/2	2/1	2/2	3/1	3/2	
สูง	สูง	-	-	2	-	-	-	20
	กลาง	3	-	2	-	-	1	60
	ต่ำ	-	-	1	-	1	-	20
ปานกลาง	สูง	1	-	1	-	-	-	15.4
	กลาง	3	1	-	-	3	1	61.5
	ต่ำ	-	-	1	-	2	-	23.1
ต่ำ	สูง	1	-	-	-	-	-	11.1
	กลาง	1	1	2	1	2	-	77.8
	ต่ำ	-	1	-	-	-	-	11.1
รวม	สูง	2	-	3	-	-	-	15.6
	กลาง	7	2	4	1	5	2	65.6
	ต่ำ	-	1	2	-	3	-	18.8

หมายเหตุ : คะแนนเพิ่มระดับสูงคือ มากกว่า 2.5199 คะแนน

ระดับกลาง คือ $\bar{X} \pm 1SD$. หรือ $.8125 \pm 1.7074$ คะแนน

ระดับต่ำ คือ น้อยกว่า $-.8949$ คะแนน

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแบบเรียนทั้งสามแบบที่นักเรียนเลือกมาก คือ แบบเรียนประเภทฝึกย่อยทั้งหมด แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย มีแนวโน้มให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความคงทนในสมรรถภาพความเข้าใจดีกว่าคือ มีอัตราส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับสูง : กลาง : ต่ำ เป็น 5 : 4 : 0 ในขณะที่แบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย มีอัตราส่วนดังกล่าวเป็น 0 : 8 : 1 และแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย เป็น 1 : 6 : 1

สำหรับสมรรถภาพการคำนวณ ได้ผลในทำนองเดียวกันคือ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย มีแนวโน้มให้ผลสัมฤทธิ์ด้านความคงทนได้ดีกว่า มีอัตราส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ความคงทนระดับสูง : กลาง : ต่ำ เป็น 3 : 6 : 0 ในขณะที่แบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย และแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย มีอัตราส่วนดังกล่าวเป็น 1 : 7 : 1 และ 1 : 6 : 1 ตามลำดับ

สำหรับการแก้ปัญหา แบบเรียนสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย มีอัตราส่วนของนักเรียนที่มีคะแนนเพิ่มน่าพอใจกว่าแบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย และแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ความคงทนระดับสูง : กลาง : ต่ำ มีอัตราส่วนเป็น 2 : 7 : 0 , 3 : 4 : 2 และ 0 : 5 : 3 ตามลำดับ

เมื่อมองในภาพรวมทั้งสามสมรรถภาพ แบบเรียนที่แสดงแนวโน้มความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ความคงทนระดับสูง ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย การศึกษาเป็นรายกลุ่มความสามารถ กลุ่มความสามารถสูง ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย กลุ่มความสามารถปานกลาง ได้แก่ แบบสัญลักษณ์-ฝึกย่อย ส่วนกลุ่มความสามารถต่ำ ข้อมูลไม่ชัดเจน

ตารางต่อไปนี้สรุปผลแบบเรียนที่มีแนวโน้มความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ระดับสูงในสมรรถภาพต่าง ๆ

ตาราง 31 แบบเรียนที่แสดงแนวโน้มความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ระดับสูง จำแนกตามรายสัปดาห์ และระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

ระดับความสามารถ	คะแนน เพิ่ม	ความเข้าใจ	การคำนวณ	แก้ปัญหา
สูง	ครั้งแรก ครั้งหลัง	ไดอะแกรม-ฝึกย่อย ไดอะแกรม-ฝึกย่อย	ไดอะแกรม-ฝึกย่อย ไดอะแกรม-ฝึกย่อย	- ไดอะแกรม-ฝึกย่อย
ปานกลาง	ครั้งแรก ครั้งหลัง	- (ไดอะแกรม-ฝึกย่อย)	ภาพเหมือนจริง-ฝึกย่อย (ไดอะแกรม-ฝึกย่อย)	(ภาพเหมือนจริง-ฝึกย่อย) สัญลักษณ์-ฝึกย่อย
ต่ำ	ครั้งแรก ครั้งหลัง	- (ไดอะแกรม-ฝึกย่อย)	- (สัญลักษณ์-ฝึกย่อย)	- -
รวม	ครั้งแรก ครั้งหลัง	- ไดอะแกรม-ฝึกย่อย	ภาพเหมือนจริง-ฝึกย่อย ไดอะแกรม-ฝึกย่อย	ภาพเหมือนจริง-ฝึกย่อย สัญลักษณ์-ฝึกย่อย ไดอะแกรม-ฝึกย่อย

หมายเหตุ : () วงเล็บ หมายถึง ข้อมูลค่อนข้างจัดกระจาย

2.2 ลักษณะการเลือกแบบเรียนกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

2.2.1 การเลือกแบบเรียนภายหลังการไม่ผ่านเกณฑ์ กับระดับความสามารถ

ตามรูปแบบของบทเรียน นักเรียนจะมีโอกาสเลือกแบบเรียนเมื่อไม่สามารถผ่านเกณฑ์ การเรียนภาคความคิดรวบยอดหรือไม่สามารถผ่านเกณฑ์ภาคฝึกทักษะ ลักษณะการเลือกมี 2 แบบ คือ การเลือกแบบเรียนชนิดเดิม กับการเลือกแบบเรียนใหม่ชนิดอื่น ๆ ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

ตาราง 32 จำนวนครั้งของการเลือกบทเรียนแบบเดิมหรือแบบใหม่ภายหลังการไม่ผ่านเกณฑ์
จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ระดับความสามารถ	ลักษณะการเลือก	
	เลือกแบบเดิม	เลือกแบบใหม่
สูง	12 (41.4 %)	17 (58.6 %)
ปานกลาง	37 (44.6 %)	46 (55.4 %)
ต่ำ	24 (42.1 %)	33 (57.9 %)
รวม	73 (43.2 %)	96 (56.8 %)

จากจำนวนครั้งที่มีการเลือกบทเรียนทั้งหมด 169 ครั้ง จะเป็นการเลือกบทเรียนแบบเดิม 73 ครั้ง หรือคิดเป็นร้อยละ 43.2 และเป็นการเลือกบทเรียนใหม่ชนิดอื่น ๆ 96 ครั้งหรือร้อยละ 56.8 เมื่อพิจารณาตามกลุ่มระดับความสามารถ ลักษณะการเลือกก็เป็นไปในทำนองเดียวกันคือ เป็นการเลือกบทเรียนแบบเดิมประมาณร้อยละ 41 - 45 และเป็นการเลือกแบบใหม่ประมาณร้อยละ 59 - 55

2.2.2 จำนวนแบบเรียนที่เลือกกับระดับความสามารถของนักเรียน

การศึกษาความหลากหลายในการเลือกแบบเรียนของนักเรียน ได้แสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง 33

ตาราง 33 จำนวนนักเรียนจำแนกตามจำนวนแบบเรียนที่เลือกและระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

ระดับความสามารถ	จำนวนแบบเรียนที่เลือก					
	1	2	3	4	5	6
สูง	2	2	5	1	-	-
ปานกลาง	1	2	6	2	1	1
ต่ำ	1	2	1	2	1	2
รวม	4	6	12	5	2	3
ร้อยละ	12.5	18.8	37.5	15.6	6.2	9.4
ร้อยละสะสม	12.5	31.3	68.8	84.4	90.6	100.0

จากตารางนักเรียนกลุ่มความสามารถสูง จำนวน 9 ใน 10 คน เลือกแบบเรียนไม่เกิน 3 แบบ นักเรียนกลุ่มความสามารถปานกลาง จำนวน 9 ใน 13 คน เลือกแบบเรียนไม่เกิน 3 แบบ และนักเรียนกลุ่มความสามารถต่ำ จำนวน 4 ใน 9 คน เลือกแบบเรียนไม่เกิน 3 แบบหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ จำนวน 5 ใน 9 คน ที่เลือกแบบเรียนมากกว่า 3 แบบ

2.3 อัตราการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ด้วยเวลาของการทดลองที่มีอยู่อย่างจำกัด จึงมีนักเรียนจำนวนหนึ่งไม่สามารถเรียนบทเรียนที่กำหนดให้ 3 หน่วยการเรียนรู้ได้ทั้งหมด ตาราง 34 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านจำนวนหน่วยการเรียนรู้โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมดังนี้

ตาราง 34 อัตราร้อยละการเรียนรู้ผ่านหน่วยการเรียนรู้ต่าง ๆ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

ระดับความสามารถ	จำนวนหน่วยการเรียนรู้ที่เรียนผ่าน							
	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
	0 หน่วย	1 หน่วย	2 หน่วย	3 หน่วย	0 หน่วย	1 หน่วย	2 หน่วย	3 หน่วย
สูง	-	10 (1)	10 (1)	80 (8)	-	10 (1)	-	90 (9)
ปานกลาง	-	15 (2)	8 (1)	77 (10)	-	8 (1)	8 (1)	84 (11)
ต่ำ	22 (2)	11 (1)	22 (2)	44 (4)	25 (2)	25 (2)	-	50 (4)
รวม	6 (2)	13 (4)	13 (4)	68 (22)	6 (2)	13 (4)	3 (1)	78 (24)

หมายเหตุ เลขในวงเล็บ คือ จำนวนนักเรียน

กลุ่มควบคุมมีนักเรียนที่เรียนจบหรือผ่านทั้งสามหน่วยการเรียนรู้เป็นจำนวนมากกว่าคือประมาณร้อยละ 78 ขณะที่กลุ่มทดลองมีเพียงร้อยละ 68 เมื่อพิจารณาผลในรายกลุ่มที่จำแนกตามระดับความสามารถ ผลเป็นไปในทำนองเดียวกัน คือ กลุ่มควบคุมมีอัตรานักเรียนที่เรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มทดลองทุกระดับความสามารถ โดยอัตราส่วนของนักเรียนที่เรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้กลุ่มทดลองต่อกลุ่มควบคุมเป็นดังนี้ นักเรียนระดับความสามารถสูงเป็น 80 : 90 ระดับปานกลางเป็น 77 : 84 และระดับต่ำเป็น 44 : 50

จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเลือก และระดับความสามารถพื้นฐานของนักเรียนตามที่กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ดังต่อไปนี้

การพิจารณาแบบเรียนที่นักเรียนเลือกเรียนมากที่สุด หากพิจารณาตามเวลาที่ใช้เรียน แบบเรียนที่นักเรียนใช้เวลาเรียนมากที่สุดสามลำดับแรก ได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย แบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย และแบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย โดยนักเรียนกลุ่มความสามารถสูงใช้เวลาเรียนมากที่สุดในแบบเรียนไดอะแกรม - ฝึกย่อย และแบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย นักเรียนกลุ่มความสามารถปานกลางใช้เวลาเรียนมากที่สุดในแบบเรียน สัญลักษณ์ - ฝึกย่อยและภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย นักเรียนกลุ่มความสามารถต่ำ ใช้เวลาเรียนมากในแบบเรียนภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย

เมื่อพิจารณาแบบเรียนที่นักเรียนเลือกเรียนมากจากจำนวนครั้งของแบบเรียนที่ปรากฏสูงสุดในรายงานบันทึก ผลยังคงปรากฏในการทำงานใกล้เคียงกัน

อัตราความสำเร็จหรือการผ่านเกณฑ์ในแบบเรียนแต่ละชนิด แบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย มีอัตราความสำเร็จสูงสุด รองลงมาคือ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย และแบบภาพไดอะแกรม - ฝึกย่อย อย่างไรก็ตาม อัตราความสำเร็จในแบบเรียนทั้งสามแบบนี้ไม่แตกต่างกันมากนัก คือเป็นร้อยละ 60, 58 และ 58 ตามลำดับ อัตราความสำเร็จในการเรียนจากแบบเรียนชนิดต่าง ๆ ของนักเรียนทั้งสามระดับมีความแตกต่างกัน โดยกลุ่มความสามารถสูงมีอัตราความสำเร็จสูงสุดในแบบสัญลักษณ์และไดอะแกรม - ฝึกย่อย กลุ่มความสามารถปานกลางเป็นแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย และกลุ่มความสามารถต่ำ เป็นแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย

แบบเรียนที่มีแนวโน้มความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ระดับสูงครั้งแรก (Gain score 1) ได้แก่ ภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย ส่วนครั้งหลัง (Gain scores 2) ได้แก่ ภาพไดอะแกรม - ฝึกย่อย

การศึกษาลักษณะการเลือกภายหลังการไม่ผ่านเกณฑ์ พบว่า เป็นการเลือกบทเรียนแบบเดิมร้อยละ 43 และเป็นทางเลือกบทเรียนแบบใหม่ร้อยละ 57 อัตราการเลือกบทเรียนแบบเดิมต่อแบบใหม่ในกลุ่มนักเรียนทุกระดับความสามารถก็ไปในอัตราใกล้เคียงกันนี้ สำหรับจำนวนแบบเรียนที่นักเรียนเลือก พบว่า นักเรียนเกือบร้อยละ 70 ที่เลือกแบบเรียนไม่เกินสามแบบ เมื่อศึกษาในรายกลุ่มตามระดับความสามารถ นักเรียนที่เลือกไม่เกินสามแบบในกลุ่มความสามารถสูงมีจำนวน 9 ใน 10 กลุ่มความสามารถปานกลาง มี 9 ใน 13 และกลุ่มความสามารถต่ำ มี 4 ใน 9

การเปรียบเทียบอัตราการเรียนสำเร็จระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยพิจารณาจากจำนวนหน่วยการเรียนรู้ที่นักเรียนเรียนผ่าน พบว่า กลุ่มควบคุมมีอัตราการเรียนสำเร็จสูงกว่า คือมีนักเรียนที่ไม่ผ่านหน่วยการเรียนรู้เลข ผ่าน 1 หน่วย ผ่าน 2 หน่วย และผ่าน 3 หน่วย

เป็นอัตราส่วน 6 : 13 : 3 : 78 ในขณะที่กลุ่มทดลองมีอัตราส่วนเป็น 6 : 13 : 13 : 68 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายกลุ่มระดับความสามารถ กลุ่มควบคุมก็มีอัตราการเรียนสำเร็จสูงกว่ากลุ่มทดลองทุกระดับความสามารถ

3. ความเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนแบบให้โอกาสเลือกกับแบบไม่ให้โอกาสเลือกบทเรียน

3.1 ความเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลอง จากแบบสอบถามความเห็นของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

(1) นักเรียนที่เลือกแบบเรียนต่างชนิดกัน ส่วนใหญ่มีเหตุผลในการเลือกเหมือนกัน คือ ง่ายและได้ความรู้ เหตุผลที่มีผู้ตอบเป็นจำนวนรองลงมาคือ สนุก และชอบตามลำดับ การศึกษาในรายกลุ่มความสามารถได้ผลในการทำงานเดียวกันทุกระดับความสามารถ

(2) หากมีการเรียนลักษณะเดียวกันนี้ในเรื่องต่อ ๆ ไป กลุ่มความสามารถสูงและต่ำมีนักเรียนที่จะเลือกเรียนแบบเดิมกับที่จะเลือกเรียนแบบอื่นเป็นจำนวนพอ ๆ กัน ส่วนกลุ่มความสามารถปานกลาง นักเรียนส่วนใหญ่จะไม่เลือกแบบเดิม

(3) เหตุผลที่นักเรียนเลือกแบบเดิมคือ ง่าย ส่วนเหตุผลที่ไม่เลือกแบบเดิม ลำดับตามจำนวนผู้ตอบจากมากไปน้อย คือ ต้องการเรียนทุกแบบ ได้เปลี่ยนแบบใหม่และสนุก

(4) การให้คะแนนความชอบต่อการเรียนมีบทเรียนหลายแบบให้เลือกกับที่มีบทเรียนแบบเดียวโดยไม่มีการให้เลือก นักเรียนกลุ่มความสามารถสูงและปานกลาง ส่วนใหญ่ให้คะแนนแบบการให้เลือกว่าดีกว่าแบบการไม่ให้เลือก ความแตกต่างของคะแนนมีตั้งแต่ 1 - 5 คะแนน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน) ส่วนนักเรียนกลุ่มต่ำ ส่วนใหญ่ให้คะแนนเท่ากัน ที่น่าสังเกตคือมีนักเรียนบางคนให้คะแนนการเรียนแบบมีการเลือกต่ำกว่าแบบไม่มีการเลือก

(5) นักเรียนส่วนใหญ่อยากให้มีการเรียนในลักษณะเดียวกันนี้ในวิชาอื่น ๆ ด้วย โดยอยากให้มีมากในกลุ่มประสบการณ์สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ทักษะภาษาไทย และทักษะภาษาอังกฤษตามลำดับ

(6) หากบทเรียนนี้ไม่ใช่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่จัดทำอยู่ในรูปเล่มหรือแผ่นกระดาษ นักเรียนกลุ่มความสามารถสูงที่ชอบน้อยลงกับที่ชอบเท่าเดิมหรือมากกว่าเดิม มีจำนวนพอ ๆ กัน นักเรียนกลุ่มความสามารถปานกลางส่วนใหญ่ชอบน้อยลง และนักเรียนกลุ่มความสามารถต่ำส่วนใหญ่ชอบเท่าเดิมหรือมากกว่าเดิม

(7) ประโยชน์สำคัญที่นักเรียนคิดว่าจะได้จากการเรียนแบบมีบทเรียนหลายแบบให้เลือกอันดับแรก คือ การมีความรู้ความเข้าใจประสบการณ์สูงขึ้น รองลงไป คือ ความพอใจและความสนุกในการเรียน

(8) ความเห็นทั่วไปของนักเรียนส่วนใหญ่เป็นการแสดงความต้องการเรียนต่อ เช่น ขอนั่งเรียนคนเดียว อยากเรียนทุกวันและทุกชั่วโมง อยากให้มีเรื่องพิเศษส่วนตัว อยากให้มีมากกว่านี้ ฯลฯ

3.2 ความเห็นของนักเรียนกลุ่มควบคุม สรุปได้ดังนี้

(1) นักเรียนชอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เหตุผลอันดับแรกคือ สุกและให้ความรู้ รองลงไปคือ ได้ฝึกสมอง กระตุ้นสมองให้ทำงาน ฝึกความแม่นยำ ได้คำตอบทันที และเรียนด้วยตนเองได้ตามลำดับ

(2) หากบทเรียนนี้ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่จัดทำเป็นรูปเล่มหรือแผ่นกระดาษ นักเรียนทั้งในกลุ่มความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ส่วนใหญ่จะยังคงชอบเหมือนเดิม นักเรียนบางคนชอบน้อยลง เพราะคิดว่าแบบอื่นจะให้ความเข้าใจได้น้อยกว่า ใช้เวลาเรียนมากกว่า เป็นต้น

(3) ถ้าเป็นการเรียนแบบให้เลือก นักเรียนทั้งหมด (ร้อยละ 100) ในทุกกลุ่มความสามารถ ตอบว่า จะชอบมากขึ้นโดยมีเหตุผลตามลำดับความสำคัญคือ ได้ความรู้มากขึ้น ได้ประสบการณ์มากขึ้น ได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ได้เลือกแบบที่ต้องการหรือแบบที่ชอบ สุก และได้เล่นนาน ๆ

(4) นักเรียนให้คะแนนความชอบในการเรียนแบบมีบทเรียนหลายแบบให้เลือกสูงกว่าการเรียนที่มีบทเรียนแบบเดียว ความแตกต่างของคะแนนมีตั้งแต่ 0 - 5 คะแนน แต่ส่วนใหญ่ไม่เกิน 2 คะแนน

(5) การมีบทเรียนหลายแบบให้เลือก นักเรียนกลุ่มความสามารถสูงเกือบทั้งหมด และนักเรียนกลุ่มความสามารถปานกลางทั้งหมด คิดว่าจะทำให้มีความเข้าใจได้ดีขึ้น ส่วนนักเรียนกลุ่มความสามารถต่ำเกือบทั้งหมดไม่มีความคิดเห็น

(6) นักเรียนต้องการให้มีการเรียนแบบให้เลือกในวิชาอื่น ๆ สามลำดับแรกคือ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

(7) ความเห็นเพิ่มเติมทั่วไปของนักเรียน ส่วนใหญ่เป็นการแสดงความต้องการอยากเรียนต่อเช่นเดียวกับของกลุ่มทดลอง

4. การสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลดังต่อไปนี้

พฤติกรรมที่หนึ่ง ความตั้งใจเรียน หมายถึง ความตั้งใจตอบคำถามจากหน้าจอภาพ ไม่กอดเล่น ไม่ตอบคำถามโดยไม่คิดเพราะหวังเพียงให้ผ่านหน้าจอภาพนั้น ๆ ไป ผลการสังเกตสรุปได้ว่า ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการแสดงออกของพฤติกรรมนี้ไม่แตกต่างกัน

พฤติกรรมที่สอง ความพอใจต่อการเรียน หมายถึง ความสนุก ความขี้มั่วแจ่มใส ความกระตือรือร้นในการเรียน ความไม่ท้อแท้หรือเหนื่อยหน่าย สรุปได้ว่า ในระยะต้นของการเรียน กลุ่มควบคุมมีการแสดงออกของพฤติกรรมนี้ชัดเจนกว่า แต่หลังจากเรียนไปแล้วประมาณครึ่งหนึ่ง กลุ่มทดลองมีการแสดงออกของพฤติกรรมนี้มากกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในระยะต้นของการเรียน กลุ่มทดลองยังขาดความมั่นใจเกี่ยวกับการเลือกบทเรียนและหน่วยการเรียน

พฤติกรรมที่สาม ความมีสมาธิ หมายถึง ความมีใจจดจ่อต่อบทเรียนของตนเอง ไม่แบ่งความสนใจไปในเรื่องอื่นหรือบทเรียนของผู้อื่นในระหว่างที่กำลังเรียน พฤติกรรมนี้นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการแสดงออกไม่แตกต่างกัน

พฤติกรรมที่สี่ มีการเรียนซ้ำใหม่ภายหลังการเรียนสำเร็จแล้ว ผลการเปรียบเทียบสรุปได้ว่า ทั้งสองกลุ่มมีการเรียนซ้ำใหม่ภายหลังจากที่เรียนจนครบ 3 หน่วยแล้ว โดยกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่เรียนซ้ำ 1 - 2 รอบ แล้วเปลี่ยนความสนใจมาที่บทเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ในขณะที่กลุ่มทดลองสนใจเรียนซ้ำในบทเรียนของตนเองโดยตลอด

พฤติกรรมที่ห้า มีการเรียนเป็นลำดับขั้นตอน หมายถึง การเรียนซ้ำในหน่วยที่ไม่ผ่านเกณฑ์ หรือการไม่เรียนซ้ำในหน่วยที่ผ่านได้แล้ว หรือการไม่เรียนข้ามหน่วยไปมา ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองประสบปัญหาในพฤติกรรมนี้เนื่องจากมีนักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจเงื่อนไขการเลือกหน่วยการเรียน ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ประสบปัญหานี้เนื่องจากบทเรียนจัดโปรแกรมให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนไว้แล้ว

สรุป อภิปราย ข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสองประการ คือ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่มีโอกาสเลือกบทเรียนกับนักเรียนที่ไม่มีโอกาสเลือกบทเรียน และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเลือก กับระดับความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้น ป.4 ปีการศึกษา 2532 จากโรงเรียนสุกุลวิทยาคมจำนวนสองห้องเรียนรวม 94 คน และจากโรงเรียนวัดพรหมสุวรรณสามัคคี จำนวน 1 ห้องเรียนรวม 30 คน รวมกลุ่มตัวอย่างนักเรียนทั้งสิ้น 124 คน ใช้วิธีการสุ่มโรงเรียนอย่างเจาะจงเจาะจง (Purposive sample) แบ่งนักเรียนแต่ละห้องเรียนออกเป็น 3 กลุ่มย่อยตามระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ คือ กลุ่มความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ ทั้งนี้อาศัยผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ในอดีต และความเห็นของครูประจำชั้นเป็นเกณฑ์การนิยามกลุ่มนักเรียนทั้งสามกลุ่มย่อยเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้มีจำนวนเท่ากัน โดยกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่เรียนแบบมีโอกาเลือกบทเรียนด้วยตนเอง ส่วนกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนโดยไม่เลือกบทเรียน ตัวอย่างเนื้อหาในการทดลอง คือ เรื่องการคูณเศษส่วนชั้น ป.5 ในขอบเขตเกี่ยวกับ จำนวนเต็มคูณเศษส่วน เศษส่วนของจำนวนเต็ม และ เศษส่วนคูณจำนวนเต็ม

ลักษณะบทเรียนเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการเรียนด้วยตนเอง แนวทางการออกแบบบทเรียนยึดรูปแบบการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหลักโดยปรับรายละเอียดในขั้นตอนต่าง ๆ ตามทฤษฎีและแนวคิดที่รวบรวมไว้ในบทที่ 2 กล่าวคือ บทเรียนหน่วยหนึ่งแบ่งออกเป็นสามขั้นตอน ขั้นแรก ได้แก่ การทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นซึ่งนักเรียนจะทำการทบทวนหรือไม่ก็ได้ มากน้อยเท่าใดก็ได้ตามความประสงค์ แต่ต้องผ่านการทดสอบความรู้พื้นฐานจึงไปเรียนขั้นที่สองได้ ขั้นที่สองเป็นการเรียนเนื้อหาใหม่ที่มุ่งสร้างความคิดรวบยอด มีหลักการสำคัญ คือ เสนอตัวอย่าง - ทำแบบฝึก - สรุปหลักการ ขั้นสุดท้ายเป็นการฝึกทักษะ ได้ถือคะแนนร้อยละ 80 เป็นเกณฑ์ผ่าน การนำเสนอเนื้อหาให้เลือก 3 แบบ คือ ภาพเหมือนจริง

ไดอะแกรมและสัญลักษณ์โดยจัดลำดับการฝึกเป็น 2 แบบ คือ การฝึกย่อยหน่วยต่อหน่วย และการฝึก
รวมครั้งเดียวภายหลังการเรียนเนื้อหาจบทุกหน่วยแล้ว ดังนั้นโปรแกรมบทเรียนสำหรับการให้เลือก
ในกลุ่มทดลองจึงมี 6 แบบ และกำหนดให้บทเรียนภาพไดอะแกรมที่ใช้การฝึกย่อยแบบหน่วยต่อหน่วย
ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับบทเรียนปกติเป็นบทเรียนสำหรับกลุ่มควบคุม

ในส่วนที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและตำราทั่วไป นอกจากนี้ได้ทำ
การวิเคราะห์ปัญหาสำคัญรวมทั้งข้อเสนอนี้จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เพื่อนำมาประกอบการออกแบบให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเฉพาะความน่าสนใจและความ
สะดวกในการใช้สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

การพัฒนาบทเรียนอาศัยแนวทางของเอสซีและทรอลลิป ซึ่งมีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

- (1) กำหนดจุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนรู้ วิเคราะห์เนื้อหาและจัดลำดับความต่อเนื่อง
ของส่วนที่เป็นความรู้พื้นฐานเดิมกับความรู้ใหม่
 - (2) ประสานความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา หลักการของบทเรียนที่ออกแบบไว้ รวมทั้งหลัก
การที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์
 - (3) วิเคราะห์จำนวนกรอบบทเรียน
 - (4) ผลิตบทเรียนบนกระดาษ
 - (5) เขียนชุดผังงาน โดยแบ่งออกเป็นระดับต่าง ๆ ตามรายละเอียดของหลักการแต่ละขั้น
 - (6) ผลิตบทเรียนลงบนแผ่นดิสเก็ตที่โดยประสานงานกับโปรแกรมเมอร์
 - (7) ทดสอบโปรแกรม
 - (8) ประเมินสื่อบทเรียนโดยอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้รู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และครู
คณิตศาสตร์ ป.5 2 ท่าน และทดลองกับนักเรียนชั้น ป. 6 จำนวน 2 คน พร้อมปรับปรุงแก้ไข
 - (9) สร้างคู่มือการเรียนสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
- นอกจากสื่อที่ใช้ในการทดลองตามแผนการวิจัยนี้แล้ว ผู้วิจัยได้ผลิตสื่อลักษณะเดียวกันนี้ใน
เนื้อหาเรื่องการบวกลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากันรวม 2 หน่วย เพื่อใช้ฝึกนักเรียนในเรื่องการใช้
เครื่องและการเลือกบทเรียนด้วยเครื่องก่อนมีการทดลองจริง
- เครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รวมสามฉบับ วัด

สมรรถภาพความเข้าใจหรือความคิดรวบยอด การคำนวณ และการนำไปใช้ตามลำดับ มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นซึ่งคำนวณโดยสูตร Kr_{20} เป็น .8658, .8381 และ .8333 ตามลำดับเครื่องมืออื่น ๆ นอกเหนือจากนี้ได้แก่ แบบสอบถามความเห็นนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนแบบมีโอกาสเลือกกับแบบไม่มีโอกาสเลือกและแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

แบบแผนการทดลองเป็นแบบ Repeated Measure คือมีการทดสอบก่อนทดลอง หลังทดลองครั้งที่หนึ่ง และหลังทดลองครั้งที่สองซึ่งห่างจากครั้งที่หนึ่งประมาณ 2 - 4 สัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันทั้งสามครั้ง ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนและการทดลองตลอดกระบวนการใช้เวลาสำหรับกิจกรรมทั้งหมดต่อห้องเรียนหนึ่ง ๆ ประมาณ 14 ชั่วโมง รวม 3 ห้องเรียน ใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 42 ชั่วโมง ลำดับขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้

- (1) ทดสอบก่อนทดลอง
- (2) ทดลองเรียนโดยใช้บทเรียนชุดการบวกลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน เพื่อให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่อง ลักษณะบทเรียน วิธีการเรียน การบันทึกรายงานผลการเรียน การเลือกแบบเรียน และหน่วยการเรียน โดยใช้การสาธิต การศึกษาคู่มือและการปฏิบัติจริง
- (3) เรียนชุดจริง คือ เรื่องการคูณเศษส่วนตามเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ ครูสังเกตและเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม
- (4) นักเรียนตอบแบบสอบถามความเห็นเกี่ยวกับการเรียนแบบมีโอกาสเลือกและแบบไม่มีโอกาสเลือก
- (5) ทดสอบภายหลังสิ้นสุดการเรียน
- (6) เว้นระยะ 2 - 4 สัปดาห์ แล้วทดสอบซ้ำอีกครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติ Analysis of Repeated Measure with One-Way Design ทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และใช้สถิติพรรณนาวิเคราะห์ความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเลือกและระดับความสามารถพื้นฐาน นอกจากนี้ได้ใช้การบรรยายสรุปผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม และผลการตอบแบบสอบถามความเห็นนักเรียนต่อการเรียนที่ให้โอกาสเลือกกับไม่ให้โอกาสเลือกบทเรียน

สรุปผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

หากพิจารณาตามคะแนนเพิ่มเฉลี่ย (gain scores) ในสมรรถภาพความเข้าใจ กลุ่มทดลองมีคะแนนเพิ่มครั้งแรกต่ำกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีคะแนนเพิ่มครั้งหลังสูงกว่า ในสมรรถภาพการคำนวณมีผลตรงข้าม คือ คะแนนเพิ่มครั้งแรกของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่คะแนนเพิ่มครั้งหลังต่ำกว่า สำหรับสมรรถภาพการแก้ปัญหาคะแนนเพิ่มทั้งสองครั้งของนักเรียนทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกันมาก ผลคะแนนเฉลี่ยในรายกลุ่มความสามารถ นักเรียนกลุ่มทดลองในระดับความสามารถสูงมีระดับของคะแนนเพิ่มครั้งหลังสูงกว่ากลุ่มควบคุมในสมรรถภาพความเข้าใจและการแก้ปัญหา กลุ่มความสามารถปานกลางมีระดับคะแนนเพิ่มครั้งหลังสูงกว่าในสมรรถภาพความเข้าใจเช่นกัน ส่วนกลุ่มความสามารถต่ำมีคะแนนเพิ่มครั้งแรกสูงกว่ากลุ่มควบคุมในสามสมรรถภาพ

อย่างไรก็ดีผลการทดสอบความแตกต่างแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบทีหาค่าไม่ปรากฏความแตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าผลการทดสอบไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้แต่เมื่อศึกษาแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด พบว่า คะแนนเฉลี่ยแสดงแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผลการทดสอบเหล่านี้เป็นไปในลักษณะเดียวกันทุกสมรรถภาพ นอกจากนี้เมื่อทดสอบในรายกลุ่มความสามารถระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ก็ได้ผลในทำนองเดียวกันในทุกระดับความสามารถ

2. การศึกษาความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเลือกและระดับความสามารถพื้นฐาน สรุปได้ดังนี้

2.1 แบบเรียนที่นักเรียนใช้เวลาเรียนมาก ได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย สัญลักษณ์ - ฝึกย่อย และ ไดอะแกรม - ฝึกย่อย ตามลำดับ แบบเรียนที่นักเรียนใช้เวลาเรียนเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกรวบ

2.2 แบบเรียนที่นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาเรียนมากที่สุดสำหรับนักเรียนกลุ่มความสามารถสูง ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย และแบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย กลุ่มความสามารถ

ปานกลาง ได้แก่ แบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย และกลุ่มความสามารถต่ำ ได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย

2.3 แบบเรียนที่ปรากฏจำนวนรอบการเรียนรู้สูงสุดในแบบบันทึกรายงานผลการเรียน นักเรียนกลุ่มความสามารถสูงส่วนใหญ่ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย และแบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย กลุ่มความสามารถปานกลาง ได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย และแบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย กลุ่มความสามารถต่ำ ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย และแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย

2.4 แบบเรียนที่นักเรียนมีอัตราการผ่านหรือความสำเร็จสูงสุด ได้แก่ แบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย รองลงมาคือ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย และแบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย แบบเรียนที่มีอัตราความสำเร็จต่ำกว่าแบบอื่น ๆ คือ แบบไดอะแกรม - ฝึกรวบ

2.5 แบบเรียนที่นักเรียนแต่ละระดับมีอัตราการผ่านหรือความสำเร็จสูงสุด กลุ่มความสามารถสูง ได้แก่ แบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย และแบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย แบบเรียนที่มีอัตราการผ่านต่ำสุด ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกรวบ กลุ่มความสามารถปานกลางมีอัตราผ่านสูงสุดในแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย และมีอัตราผ่านต่ำสุดในแบบไดอะแกรม - ฝึกรวบ กลุ่มความสามารถต่ำมีอัตราการผ่านในแบบเรียนต่าง ๆ ไม่ค่อยแตกต่างกัน ยกเว้นแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกรวบ ที่มีอัตราการผ่านต่ำมาก

2.6 แบบเรียนที่แสดงแนวโน้มความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ระดับสูง ในสมรรถภาพความเข้าใจ ไม่มีแบบเรียนใดเด่นชัด แต่ในสมรรถภาพการคำนวณและสมรรถภาพการแก้ปัญหา ได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย

2.7 แบบเรียนที่แสดงแนวโน้มความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ระดับสูง ในภาพรวมของสามสมรรถภาพ ได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย การศึกษาในรายกลุ่มความสามารถ กลุ่มความสามารถสูง ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย กลุ่มความสามารถปานกลาง ได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย สำหรับกลุ่มความสามารถต่ำไม่มีแบบเรียนใดแสดงแนวโน้มเพียงพอ

2.8 แบบเรียนที่แสดงแนวโน้มความสัมพันธ์กับความคงทนระดับสูง ในสมรรถภาพความเข้าใจและสมรรถภาพการคำนวณ ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย ส่วนสมรรถภาพการแก้ปัญหา ได้แก่ แบบสัญลักษณ์ - ฝึกย่อย และแบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย

2.9 แบบเรียนที่แสดงแนวโน้มความสัมพันธ์กับความคงทนระดับสูงในภาพรวมของสามสมรรถภาพ ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ผิกย่อย การศึกษาในรายกลุ่มความสามารถ กลุ่มความสามารถสูง ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ผิกย่อย กลุ่มความสามารถปานกลางและต่ำ ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ผิกย่อย และแบบสัญลักษณ์ - ผิกย่อย

2.10 การเลือกบทเรียนของนักเรียนภายหลังการไม่ผ่านเกณฑ์ ส่วนใหญ่เป็นการเลือกบทเรียนชนิดใหม่โดยอัตราส่วนร้อยละของการเลือกบทเรียนใหม่ต่อบทเรียนเดิม เป็น 57 ต่อ 43 การศึกษาในรายกลุ่มความสามารถ ผลการเลือกเป็นไปในอัตราใกล้เคียงกันนี้ทุกระดับความสามารถ

2.11 ความหลากหลายในการเลือกบทเรียน นักเรียนประมาณร้อยละ 70 มีการเลือกแบบเรียนไม่เกิน 3 แบบ โดยนักเรียนกลุ่มความสามารถสูงมีจำนวน 9 ใน 10 คน กลุ่มความสามารถปานกลางมีจำนวน 9 ใน 13 คน และกลุ่มความสามารถต่ำมีจำนวน 4 ใน 9 คน

2.12 อัตราการเรียนสำเร็จของนักเรียนกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุมโดยมีอัตราส่วนนักเรียนที่เรียนจบครบสามหน่วยของกลุ่มทดลองต่อกลุ่มควบคุมเป็นร้อยละ 68 ต่อ 78 การศึกษาในรายกลุ่มความสามารถได้ผลในทำนองเดียวกัน คือ กลุ่มความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มีอัตราส่วนร้อยละการเรียนสำเร็จของกลุ่มทดลองต่อกลุ่มควบคุม เป็น 80 ต่อ 90 , 77 ต่อ 84 และ 44 ต่อ 50 ตามลำดับ

3. ความเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนแบบให้โอกาสเลือกกับแบบไม่ให้โอกาสเลือก

สรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองชอบการเรียนที่มีแบบเรียนให้เลือกหลายแบบ การเลือกแบบเรียนแต่ละชนิดของแต่ละคนนั้นมีเหตุผลคล้ายกัน คือ เป็นบทเรียนที่ง่าย รองลงไป คือ สนุกและชอบตามลำดับ นักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งต้องการเปลี่ยนเลือกแบบอื่น ๆ เมื่อมีการเปลี่ยนเนื้อหาวิชา (โดยเฉพาะกลุ่มความสามารถปานกลาง) โดยมีเหตุผลว่า สนุกและได้เรียนรู้หลาย ๆ แบบ

การให้คะแนนความชอบในแบบเรียนที่มีการให้เลือกว่ากับที่ไม่มีการให้เลือก นักเรียนกลุ่มความสามารถสูงและปานกลางให้คะแนนแก่แบบเรียนที่มีการให้เลือกว่า ขณะที่นักเรียนกลุ่มความสามารถต่ำให้คะแนนไม่แตกต่างกัน ความเห็นเกี่ยวกับบทเรียนที่มีหลายแบบให้เลือก นักเรียนเกือบ

ทั้งหมดเห็นว่าประโยชน์สำคัญประการแรก คือ ทำให้มีความรู้ความเข้าใจดีขึ้นและทำให้ผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น รองลงไปคือความพอใจและความสนุกในการเรียน

ในการที่บทเรียนไม่อยู่ในรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่เป็นรูปแบบอื่น เช่น กระดาษ นักเรียนกลุ่มความสามารถสูงจำนวนครึ่งหนึ่งชอบเหมือนเดิม อีกครึ่งหนึ่งชอบน้อยลง นักเรียนกลุ่มความสามารถปานกลางส่วนใหญ่ชอบน้อยลง และนักเรียนกลุ่มความสามารถต่ำส่วนใหญ่ชอบเหมือนเดิม เหตุผลที่ชอบเหมือนเดิมคือ ไม่ว่าจะบทเรียนรูปแบบใดก็ให้ความรู้เหมือนกัน เหตุผลที่ชอบน้อยลง คือ รูปแบบอื่นเรียนได้ช้าและให้ความเข้าใจได้ไม่ดีเท่า

ความเห็นของนักเรียนกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ทุกคนชอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะสนุก ให้ความรู้ ได้ฝึกสมองและความแม่นยำ รู้คำตอบทันที และเรียนด้วยตนเองได้ ถ้าเป็นบทเรียนที่ให้โอกาสเลือก ทุกคนจะมีความชอบมากยิ่งขึ้น หากบทเรียนอยู่ในรูปแบบอื่น ๆ นักเรียนทุกระดับความสามารถส่วนใหญ่ยังคงชอบเหมือนเดิม

การให้คะแนนระหว่างบทเรียนที่ให้โอกาสเลือก กับบทเรียนที่ไม่ให้โอกาสเลือก นักเรียนกลุ่มควบคุมทุกคนให้คะแนนสูงกว่าในบทเรียนที่ไม่ให้โอกาสเลือกเพราะเห็นว่าเป็นบทเรียนที่สนุกกว่า ทั้งได้ความรู้มากขึ้นประสบการณ์มากขึ้น ได้เลือกแบบที่ตนเองชอบหรือต้องการ เป็นอิสระ และได้เรียนนาน ๆ

ทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอยากให้มีการเรียนที่เป็นแบบให้เลือกทำเองเดี่ยวกันนี้ในวิชาอื่น ๆ สามลำดับแรก ได้แก่ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ทักษะ - ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ และต้องการให้มีการเรียนลักษณะนี้ทุกวัน

4. การสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน พฤติกรรมที่หนึ่ง คือความตั้งใจในการตอบคำถาม อันได้แก่ การไม่กดปุ่มพิมพ์เล่น หรือ การตอบเพียงเพื่อให้ผ่านกรอบบทเรียนไปโดยไม่สนใจความถูกต้อง เป็นต้น รวมทั้งพฤติกรรมที่สาม คือ การมีสมาธิซึ่งได้แก่ความมีใจจดจ่อต่อบทเรียน นักเรียนทั้งสองกลุ่มแสดงพฤติกรรมเหล่านี้ไม่แตกต่างกัน

สำหรับพฤติกรรมที่สองคือความพอใจในการเรียนอันได้แก่ ความสนุก ความกระตือรือร้น

กลุ่มควบคุมแสดงออกมากกว่าในระยะต้นของการเรียนแต่ในตอนท้ายกลุ่มทดลองแสดงออกมากกว่าสำหรับพฤติกรรมที่สี่ คือ มีการเรียนซ้ำภายหลังการผ่านเกณฑ์ทุกหน่วยแล้วนั้น นักเรียนสองกลุ่มมีพฤติกรรมแตกต่างกัน โดยกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่เรียนซ้ำเพียง 1 - 2 รอบแล้วเปลี่ยนความสนใจมาที่บทเรียนของกลุ่มทดลอง ในขณะที่กลุ่มทดลองมีการเรียนซ้ำกับบทเรียนของตนเองโดยตลอด

พฤติกรรมรายการที่ห้า คือ นักเรียนมีการเรียนเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งได้แก่การเรียนซ้ำในหน่วยที่ไม่ผ่าน ไม่เรียนข้ามหน่วยไปมาเมื่อไม่บรรลุเกณฑ์ ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีปัญหาในพฤติกรรมนี้ เนื่องจากไม่เข้าใจเงื่อนไขการเลือกหน่วยการเรียน ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมไม่ประสบปัญหานี้ เนื่องจากโปรแกรมบทเรียนจัดลำดับขั้นตอนของหน่วยการเรียนให้เอง

อภิปรายผล

แม้ว่าการวิจัยครั้งนี้จะไม่สามารถแสดงผลแตกต่างระหว่างการที่มีโอกาสเลือกกับไม่มีโอกาสเลือกได้อย่างชัดเจนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ดูเหมือนว่า ข้อมูลชิ้นนี้ยังคงสนับสนุนข้อมูลพื้นฐานที่นำมากำหนดเป็นสมมติฐานในระดับที่สร้างความพึงพอใจให้กับผู้เรียนได้ดี ซึ่งอาจหมายความว่า เมื่อผู้เรียนมีความพึงพอใจและแสดงความยินดีที่จะกระทำการกิจกรรมการเรียนต่อไปอีก ก็ย่อมนำไปสู่ผลระยะยาวคือผลการเรียนรู้ได้ จึงอาจกล่าวได้ว่าผลของการเลือกนี้จะมีในระยะยาวโดยส่งผ่านความพึงพอใจทำให้ผู้เรียนได้ทำการกิจกรรมการเรียนมากขึ้น และผลจากการทำงานเพิ่มขึ้น จึงจะนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์อีกระดับหนึ่ง การทดลองนี้ยังไม่ได้จัดทำในระยะยาวจนถึงระยะเวลาที่จะแสดงผลสัมฤทธิ์ได้ดังกล่าว จึงทำให้อิทธิพลของการเลือกไม่แสดงผลออกมาได้อย่างชัดเจน

ผลการวิจัยที่ได้กล่าวถึงในตอนต้น มีประเด็นที่ควรพิจารณาในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. การที่ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่า นักเรียนกลุ่มที่มีโอกาสเลือกบทเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่มีโอกาสเลือกบทเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อัญชลี อัมไพ (2527) ที่พบว่า

การให้โอกาสแก่นักเรียนเลือกใบงานในการเรียนกลุ่มการงานพื้นฐานอาชีพไม่ได้ทำให้นักเรียนที่มีโอกาสเลือก มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

การสร้างสภาพจิตใจพื้นฐานโดยการให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีโอกาสเลือกบทเรียนเพื่อสร้างความพึงพอใจในขอบเขตของการวิจัยนี้ ไม่สามารถส่งผลต่อการทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่มีโอกาสเลือกบทเรียน การที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

(1) การสร้างความพึงพอใจโดยการให้นักเรียนมีโอกาสเลือกบทเรียนจนถึงขั้นที่จะใหม่ผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น อาจต้องอาศัยกระบวนการที่มีลักษณะของการสั่งสมความพึงพอใจอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แต่การทดลองในการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาสั้น ประกอบกับวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการที่นักเรียนกลุ่มทดลองได้พบเป็นครั้งแรก ความพึงพอใจที่เกิดขึ้นจึงยังไม่มีอิทธิพลเพียงพอ ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงผลการสังเกตในส่วนที่นักเรียนกลุ่มทดลองแสดงความรู้สึกพึงพอใจกับการเลือก และมีพฤติกรรมการเรียนที่แสดงถึงการมีใจจดจ่อกับกิจกรรมการเรียนของตนมากกว่ากลุ่มควบคุม เป็นแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่าความพึงพอใจที่เกิดขึ้นน่าจะทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพียงแต่ประสิทธิภาพที่สูงขึ้นนี้ยังไม่เพียงพอต่อการทำให้เกิดประสิทธิผลที่ต้องการในด้านผลสัมฤทธิ์ที่ต้องการได้ ด้วยเหตุที่วัฒนธรรมเดิมของนักเรียนคุ้นเคยกับการรับมอบหมายงาน นักเรียนเพิ่มโอกาสได้รับความพึงพอใจจากการเลือกบทเรียนเป็นครั้งแรกและในช่วงเวลาสั้น นอกจากนี้ อัตรานักเรียนที่เรียนสำเร็จของกลุ่มทดลองก็ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมเนื่องจากเสียเวลากับการเลือก หากมีแนวทางที่ทำให้นักเรียนได้รับความพึงพอใจจากการเลือกบทเรียนอย่างต่อเนื่องและให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีอัตราการเรียนสำเร็จเท่า ๆ กันเป็นไปได้ว่าประสิทธิภาพการเรียนในช่วงเวลาพอสมควร จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าปกติได้

(2) รูปแบบกระบวนการเรียนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยหวังในผลการเรียนรู้มากเกินไป กล่าวคือ หลังจากผ่านการเรียนเนื้อหาใหม่แล้ว นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะต้องผ่านขั้นตอนการฝึก ซึ่งหากทำคะแนนในภาคฝึกทักษะได้ต่ำกว่าร้อยละ 80 นักเรียนต้องเรียนหน่วยการเรียนรู้ชิ้นซ้ำใหม่ ด้วยกระบวนการดังกล่าวนี้ นักเรียนทั้งสองกลุ่มจึงเกิดผลการเรียนรู้สูงจนอิทธิพลของความพอใจจากการได้เลือกบทเรียนไม่ส่งผลหรือมีผลเพียงน้อยนิด

(3) การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของความพึงพอใจที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้สูงขึ้น และในขณะเดียวกันก็มีจุดมุ่งหมายที่จะแสวงหาแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียน การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยเนื้อหาของบทเรียนที่เลือกมาเป็นเรื่องเศษส่วน ซึ่งจัดเป็นเนื้อหาในกลุ่ม ที่มีปัญหามากที่สุด ฉะนั้นความยากของเนื้อหาเรื่องนี้ทำให้ให้นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งแม้จะได้รับการสร้าง ให้มีสภาพจิตใจพื้นฐานที่ดีในระดับหนึ่งก็ยังพบอุปสรรคในการเรียนรู้ให้ได้ผลดี ทั้งนี้นอกจากจะเนื่อง มาจากความยากโดยธรรมชาติของเนื้อหาเรื่องนี้แล้ว ยังอาจผูกพันไปถึงความรู้พื้นฐานเดิมที่มีอยู่ ก่อนอีกด้วย เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนโดยทั่วไปมีผลสัมฤทธิ์ค่อนข้างต่ำมาก

ในการทดลองครั้งนี้ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนหลังการทดลองทั้งสองครั้งสูงกว่าคะแนนก่อนการทดลอง และมีแนวโน้มของคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนน เฉลี่ยหลังการทดลองทั้งสองครั้งก็อยู่ในระดับเพียงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มเท่านั้น

โดยธรรมชาติของเนื้อหาวิชาดังกล่าว ทำให้ความพึงพอใจที่เกิดขึ้นมีอิทธิพลไม่เพียงพอกที่จะ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น หากการวิจัยใช้เนื้อหาที่มีความยากน้อยกว่านี้ หรือใช้เวลายาวกว่านี้เพื่อปรับสภาพพื้นฐานทั้งความรู้ และจิตใจ อาจพิจาณผลที่เกิดจากการสร้างความ พึงพอใจให้แก่ นักเรียนกลุ่มทดลองให้เห็นเด่นชัดได้

(4) การวิจัยครั้งนี้เลือกใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการทดลองด้วยพิจารณา เห็นว่าเป็นสื่อที่สะดวกแก่การวางรูปแบบการเลือกบทเรียนของนักเรียนและเอื้อต่อการควบคุมตัวแปร อื่น ๆ เพื่อให้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเท่าเทียมกันในทุก ๆ ด้าน ยกเว้นการมีโอกาส เลือกหรือไม่มีโอกาสเลือกแต่ในขณะเดียวกันก็อาจเป็นไปได้ว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มต่างก็เกิดความ พึงพอใจที่ได้เรียนกับสื่อชนิดใหม่ที่นักเรียนทราบว่าเป็นสื่อทันสมัยที่มีลักษณะแปลกไปจากประสบการณ์ เดิม รวมทั้งกิจกรรมการเรียนเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีใช้การฟังคำอธิบายจากครู ฝ่ายเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ใช้จึงกลายเป็นการปรับปรุงคุณภาพการสอนโดยทำให้การเรียน การสอนเป็นเรื่องใหม่ มีลักษณะแตกต่างหรือไม่สัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนการสอนเดิม เป็นผลให้ นักเรียนเรียนด้วยความรู้สึกในเชิงบวก เกิดความรู้สึกสนใจ พอใจ และสนุกสนาน ซึ่งตรงกับข้อคิด เห็นของบลูม (Bloom, 1976) และตรงกับข้อคิดเห็นของไวท์เฮด (Whitehead, 1967) ที่กล่าว ไว้ว่า การให้นักเรียนรับสิ่งใหม่ ๆ ที่มีความตื่นเต้นพอใจกับสิ่งใหม่เป็นการสร้างความพึงพอใจให้แก่ นักเรียน

ในประเด็นนี้ การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์จึงอาจเป็นการสร้างความพึงพอใจให้แก่นักเรียนทั้งสองกลุ่มร่วมกัน และเป็นการสร้างสภาพจิตใจพื้นฐานที่มีอิทธิพลมากพอแก่การส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใกล้เคียงกัน โดยที่โอกาสในการเลือกบทเรียนของกลุ่มทดลองอาจสร้างความพึงพอใจเพิ่มขึ้นอีกส่วนหนึ่งให้แก่กลุ่มนี้ แต่เป็นการเพิ่มที่มีผลน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลของการเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งหากสามารถตัดความพึงพอใจในส่วนแรก คือการได้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ออกได้ ความพึงพอใจในการเลือกบทเรียนของกลุ่มทดลองจะแสดงผลให้เห็นเด่นชัดกว่านี้ นั่นคือ หากเด็กทั้งสองกลุ่มเรียนด้วยสื่ออื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกับประสบการณ์เดิม หรือเด็กทั้งสองกลุ่มมีความคุ้นเคยกับการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์จนเป็นการเรียนปกติ การเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์จะไม่สามารถสร้างความพึงพอใจเป็นพิเศษดังเช่นที่พบครั้งแรก ๆ ความพึงพอใจจากการมีโอกาเลือกบทเรียนของกลุ่มทดลองน่าจะส่งผลเพียงตัวแปรเดียวได้

2. การเกิดผลการเรียนทางด้านจิตพิสัย

ตามทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูมได้สรุปไว้ว่า ตัวแปรในด้านสภาพจิตใจพื้นฐานมีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลการเรียนร้อยละ 25 แต่ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ข้อค้นพบมิได้สอดคล้องกับทฤษฎีดังกล่าว เนื่องจากมุ่งศึกษาผลการเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ภายใต้ความจำกัดของเวลาและอิทธิพลของตัวแปรอื่น ๆ ดังที่ได้อภิปรายในตอนต้น

แต่ถ้าพิจารณาถึงข้อมูลบางส่วนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อการเรียนแบบให้โอกาสเลือกบทเรียน เช่น การให้คะแนนความชอบการเรียนแบบให้เลือกมากกว่าความรู้สึกว่าแบบเรียนที่เลือกนั้น ง่าย ได้ความรู้ สนุก และชอบ ความเชื่อว่าการได้เรียนหลายแบบทำให้มีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น และความต้องการให้มีการเรียนแบบให้เลือกในทุกวิชา รวมทั้งผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลองขณะเรียนที่แสดงออกมากกว่ากลุ่มควบคุม เช่น ความสุขและความพอใจในการเรียน การเรียนช้าภายหลังการเรียนจบทุกหน่วยแล้ว ข้อมูลเหล่านี้เป็นแนวโน้มที่จะเชื่อได้ว่า ในขณะที่ความพึงพอใจจากการเลือกบทเรียนไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้เห็นเด่นชัด ความพึงพอใจจากการเลือกบทเรียนน่าจะส่งผลต่อผลการเรียนทางด้านจิตพิสัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ นั่นคือ การหวังผลการ

เรียนทางด้านจิตพิสัยในขอบเขตจำกัดของการวิจัย น่าจะเป็นไปได้มากกว่าการหวังผลทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. ลักษณะการเลือกบทเรียนของนักเรียน

การเลือกบทเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง จากการวิเคราะห์ข้อมูลมีประเด็นที่ควรพิจารณาดังนี้

(1) บทเรียนที่เด็กเลือกเรียนกันมาก ได้แก่ แบบฝึกย่อย ทั้งนี้ น่าจะเป็นเพราะความรู้สึกของเด็กที่มองแบบฝึกย่อยว่ามีลักษณะการจัดลำดับบทเรียนเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ทำให้หน่วยการเรียนรู้เหมือนเล็กลงและง่ายขึ้น ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้การสอนที่ทราบกันอยู่ทั่วไปแล้วว่า บทเรียนที่มีการทอนเป็นขั้นตอนมากขึ้น จะทำให้ดูง่ายลงและเป็นหลักการสำคัญในการพัฒนาบทเรียนสำหรับเด็ก

(2) แบบเรียนต่าง ๆ ตามที่เด็กแต่ละกลุ่มความสามารถเลือกเรียน เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของตัวแปรต่าง ๆ เช่น เวลาที่ใช้เรียน อัตราการเรียนสำเร็จ ความสัมพันธ์ระดับสูงกับผลสัมฤทธิ์ระยะสั้นและระยะยาวหรือความคงทนและอื่น ๆ มีผลสอดคล้องที่น่าจะเป็นแนวโน้มของแบบเรียนที่เด็กแต่ละกลุ่มความสามารถชอบหรือถนัดได้ คือ กลุ่มความสามารถสูง ได้แก่ แบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย กลุ่มความสามารถปานกลาง ได้แก่ ภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย ส่วนกลุ่มความสามารถต่ำไม่แสดงแนวโน้มในแบบเรียนใด ข้อมูลนี้เป็นไปตามหลักการสอนที่ว่า เด็กที่มีความสามารถทางวิชาการต่ำกว่า ต้องการสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือสิ่งใกล้ตัว ใกล้ของจริงมากกว่า นอกจากนี้ยังชี้บอกว่าเด็กกลุ่มความสามารถต่ำต้องการเวลาในการค้นหาความชอบความถนัดของตนมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ

ความพอใจในโอกาสการเลือกของเด็กที่มีระดับความสามารถต่างกันมีความแตกต่างกัน เด็กกลุ่มความสามารถสูงมีความต้องการและพอใจกับโปรแกรมการเรียนที่จัดให้มีหลายทางเลือก (Corno and Snow. 1985 : 605) ในขณะที่เด็กกลุ่มความสามารถต่ำต้องการบทเรียนหรือกิจกรรมการเรียนที่มอบหมายอย่างเฉพาะเจาะจงมากกว่า (Brophy and Good. 1985 : 364) ข้อมูลที่พบจากการวิจัยครั้งนี้ได้เป็นไปตามข้อความดังกล่าว ดังผลจากการตอบแบบสอบถาม กลุ่มความสามารถสูงและปานกลาง ให้คะแนนความชอบในการเรียนแบบให้เลือกว่าสูงกว่าแบบไม่ให้

เลือก ในขณะที่กลุ่มความสามารถต่ำให้คะแนนเท่ากันหรือต่ำกว่า ทั้งผลการวิเคราะห์ความถนัด
 ในแบบเรียนของเด็กกลุ่มความสามารถต่าง ๆ เด็กกลุ่มความสามารถต่ำก็ไม่แสดงแนวโน้มความถนัด
 ในแบบเรียนใด อย่างไรก็ตามผลที่พบว่าเด็กกลุ่มต่ำมีลักษณะการเลือกบทเรียนที่หลากหลายกว่า
 กลุ่มอื่น ๆ นั้นย่อมแสดงถึงความต้องการเลือกแบบเรียนใหม่เมื่อไม่ประสบความสำเร็จจากแบบเรียน
 ที่เรียนอยู่ จึงน่าจะเป็นข้อสังเกตได้ว่า การให้โอกาสเลือกแก่เด็กกลุ่มความสามารถต่ำเป็นสิ่ง
 จำเป็นเช่นเดียวกับกลุ่มความสามารถสูง แต่ต้องใช้เวลาสำหรับการค้นหาตัวเองมากกว่าและต้อง
 ได้รับความช่วยเหลือ แนะนำ จากครูมากกว่า

ทั้งหมดดังกล่าวข้างต้นนี้ แสดงให้เห็นว่าแม้อิทธิพลการเลือกจะยังไม่แสดงผลอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติ แต่การศึกษาครั้งนี้ก็เป็นก้าวแรกที่ทำให้มองเห็นธรรมชาติของการให้เลือก
 บางประการและสามารถนำไปสู่การใช้ประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนและการวิจัยขยายผล
 ดังข้อเสนอแนะในหัวข้อต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

(1) ผลการวิจัยนี้ได้ชี้ให้เห็นว่า การให้โอกาสนักเรียนได้เลือกบทเรียนแบบต่าง ๆ
 ด้วยตนเอง จะมีผลดีในแง่ของการทำให้เกิดความพึงพอใจส่วนบุคคล นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดง
 แนวโน้มให้เห็นว่าการเลือกบทเรียนจะมีผลต่อผลการเรียนทางด้านจิตนิสัยในช่วงเวลาสั้น ๆ ได้
 จึงน่าจะได้ขยายการทดลองนี้ไปสู่การปฏิบัติของครู โดยมีครูเป็นผู้ดำเนินการแทนการใช้คอมพิวเตอร์
 ช่วยสอน

(2) ในการวิจัยนี้แสดงถึงความสนใจเรียนของนักเรียนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่ม
 ทดลอง ทั้งนี้เพราะความตื่นเต้นกับการเรียนด้วยสื่อที่มีความแปลกใหม่ ความคิดพื้นฐานในการ
 พัฒนาสื่อ หรือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงควรคำนึงถึงการให้มี ‘ความแปลกใหม่’
 อยู่เสมอ นอกจากนี้ความสนุกสนานพอใจของนักเรียนอีกส่วนหนึ่งก็เกิดจากการที่กิจกรรมการ
 เรียนมีลักษณะของการที่เด็กมีส่วนร่วมหรือเป็นผู้ลงมือปฏิบัติขณะที่เรียน ซึ่งโดยหลักการเรียนรู้

ถ้านักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติในการเรียนรู้ จะทำให้ผลการเรียนรู้มีคุณภาพสูง กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่จะพัฒนาต่อไปจึงควรเป็นสื่อและกิจกรรมที่นักเรียน ‘ลงมือปฏิบัติ’ ให้มากที่สุดควบคู่ไปกับ ‘ความแปลก-ใหม่’ และ ‘การมีโอกาเลือกบทเรียน’

(3) ในการเลือกบทเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง นักเรียนจะเลือกและเรียนได้ดีในรูปแบบของการฝึกย่อย ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความต้องการและเรียนได้ผลเมื่อมีการลงมือปฏิบัติไปตามขั้นตอนทุกขั้นตรงตามหลักการเรียนการสอนที่ทราบกันทั่วไป แต่ยังมีปฏิบัติจริงค่อนข้างน้อย แนวทางที่จะเป็นไปได้คือการให้แนวปฏิบัติแก่ศูนย์วิชาการจังหวัดและศูนย์วิชาการกลุ่มที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเรียนการสอนในทุกกลุ่มประสบการณ์เสียใหม่ ทั้งนี้ศูนย์วิชาการทั้งสองแห่งอาจร่วมกันจัดทำเพราะมีงบประมาณในด้านการปรับปรุงการเรียนการสอนและการผลิตสื่อสนับสนุนอยู่แล้ว

2. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

(1) แม้การวิจัยนี้จะใช้คอมพิวเตอร์เป็นเพียงเครื่องมือเพื่อพิสูจน์อิทธิพลของการเลือกเท่านั้นก็ตาม แต่ด้วยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่คาดว่าจะมีบทบาทสำคัญแน่นอนในก้าวต่อไปของการศึกษา โรงเรียนประถมศึกษาหลายแห่งก็มีความพร้อมอยู่แล้ว อย่างไรก็ตามการลงทุนในสื่อนี้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง การพัฒนาสื่อให้เป็นระบบ Authoring โดยครูสามารถเปลี่ยนเนื้อหาบทเรียนได้ตามความต้องการ จะช่วยให้ได้ประโยชน์คุ้มค่ายิ่งขึ้น

(2) คอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่มีศักยภาพสูงในการเรียนการสอนแบบให้นักเรียนมีโอกาสเลือก จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาบทเรียนให้หลากหลายบนพื้นฐานความถนัดของนักเรียน เพื่อให้เอื้อต่อการจัดการสอนที่สามารถปรับไปตามความสามารถหรือความถนัดของนักเรียน (adaptive teaching) ซึ่งการสอนลักษณะนี้ คอร์โน และสโนว์ ถือว่าเป็นหัวใจของการจัดการศึกษา (Corno and Snow. 1985 : 605 - 614)

(3) จากงานวิจัยครั้งนี้ ได้พบว่าเด็กมีทัศนคติที่ดีมากต่อสื่อคอมพิวเตอร์ เด็กมีความพอใจกับการได้ฝึกคิด ฝึกความแม่นยำ ทั้งมีความพอใจกับการได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จึงน่าจะได้นำสื่อนี้มาเป็นสื่อเสริมประกอบการสอนเนื้อหาที่เป็นปัญหาวิกฤตของคณิตศาสตร์ตามที่กล่าวไว้ใน

บทที่ 1 เช่น โจทย์ปัญหา ในเรื่องของ ปริมาตร และรูปทรง การบวกลบคูณหารเศษส่วน ร้อยละ เป็นต้น รวมทั้งการใช้ฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา ลักษณะของบทเรียนอาจเป็นแบบ ICAI (Intelligent Computer Assisted Instruction) โดยเครื่องทำหน้าที่ของผู้เชี่ยวชาญ นักจิตวิทยา และครูผู้เลี้ยงได้อย่างครบวงจร

(4) ตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการศึกษาครั้งนี้ คือ กำหนด เวลาเรียนครั้งละ 2 ชั่วโมงโดยมีการพักทุก 20 นาที และการเรียน 2 คนต่อ 1 เครื่อง พบว่า เป็นรูปแบบที่ใช้ได้กับเด็กระดับประถมศึกษา แต่สำหรับเด็กกลุ่มความสามารถสูง ส่วนใหญ่ต้องการ เรียนคนเดียว อย่างไรก็ตาม รูปแบบนี้เป็นเพียงข้อสังเกตหรือแนวทางการศึกษาปริมาณของนักเรียน ต่อการใช้เครื่อง ควรมีการทดลองจัดรูปแบบอื่นเพื่อหารูปแบบการเรียนรู้ที่เอื้อต่อผลประโยชน์ของ นักเรียนมากที่สุด

บรรณานุกรม

- ✓ กรรณิการ์ ทองสัมฤทธิ์. การศึกษาความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสมุทรสงคราม. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- การประถมศึกษาจังหวัดนิคมโลก, สำนักงาน. รายงานการวิจัยโครงการทดลองการสอนโจทย์ปัญหาและการคิดคำนวณโดยใช้ระเบียบขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 เขตการศึกษา 7. อัดสำเนา : ม.ป.ป.
- โกวิท ประวาลนฤกษ์, กมล กู่ประเสริฐ และ สงบ ลักษณะ. การพัฒนาผลงานทางวิชาการ. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, ม.ป.ป.
- ✓ คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. การศึกษาปัญหาการเรียนการสอนจากการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้หลักสูตรประถมศึกษา 2521. เอกสารอันดับที่ 9/2532 หน่วยศึกษานิเทศก์ 2532. อัดสำเนา.
- . รายงานการประเมินความก้าวหน้า : คุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2527. กรุงเทพฯ : ครุสภาลาดพร้าว, 2528.
- . รายงานการประเมินความก้าวหน้า : คุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2531. กรุงเทพฯ : อักษรไทย, 2532.
- . รายงานผลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับจังหวัด ปีการศึกษา 2527. ม.ป.ป. อัดสำเนา.
- . รายงานผลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับจังหวัด ปีการศึกษา 2528. ม.ป.ป. อัดสำเนา.
- ✓ คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. โครงการวิจัยและวางแผนเพื่อพัฒนาการศึกษา : รายงานสรุปผลการทดสอบความสามารถพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4ทั่วประเทศ. อัดสำเนา : ม.ป.ป.

- รายงานการวิจัยและประเมินผลประสิทธิภาพของการประถมศึกษาปีที่ 3
ปีการศึกษา 2523. กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์, 2524.
- จำลอง อินวิเชียร. การศึกษาความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดกำแพงเพชร. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2530. อัดสำเนา.
- แจ่มจันทร์ ปรียานิช. ปัญหาและความต้องการสื่อการสอนของครูโรงเรียนประถมศึกษาสังกัด
องค์การบริหารส่วนจังหวัดราชบุรีในการใช้หลักสูตร พ.ศ. 2521. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2522. อัดสำเนา.
- ตะเอย ชวลิตชัยชาญ. การทดลองสอนคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณและการหารกับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันโดยวิธีสอนแบบวรรณี. ปรินทิพนิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2530. อัดสำเนา.
- ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพฯ : ประสานมิตร, 2528.
- นิพนธ์ ศุขปรีดี. สื่อกิจกรรมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา, 2528.
- นิพนธ์ ธงไชย. ชีวิตจริงที่หมู่บ้านเด็ก : ชุมชนและโรงเรียนทดลองในอุดมคติ. กรุงเทพฯ :
มูลนิธิเด็ก, 2526.
- วิชาการ, กรม, กระทรวงศึกษาธิการ. การวิเคราะห์รายงานนิเทศและติดตามผลการใช้
หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : การศาสนา, 2525.
- รายงานการตรวจสอบคุณภาพการศึกษา วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ปีการศึกษา 2526. กรุงเทพฯ : ศุภสกลาตพรวัว, 2528.
- รายงานการตรวจสอบคุณภาพการศึกษา วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ปีการศึกษา 2528. กรุงเทพฯ : การศาสนา, 2530.
- เอกสารวิชาการ โครงการจัดปัจจัยด้านความพร้อมลำดับที่ 2 รายงานการวิจัย
เรื่อง การวิจัยสังเคราะห์กระบวนการหลักสูตร หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช
2521. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2532.

วิทยา รุ่งอดุลนิศาล. การศึกษาวิธีสอนคณิตศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษาที่พึงประสงค์. 2525.
อัสสัมชัญ.

ศิริลักษณ์ คชาวงษ์. การศึกษาความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดนครนายก. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2530. อัสสัมชัญ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สรุปผลการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับ
ประถมศึกษา. (รายงานฉบับที่ 26/2530.) 2531. อัสสัมชัญ.

สมจิต ชิวปรีชา และ คณะ. "การทดลองใช้หลักสูตรไมโครคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกกับนักเรียน
ระดับประถมศึกษา," คอมพิวเตอร์. 15(81) : 15-19; ตุลาคม-พฤศจิกายน 2531.

สว่าง วรธะกอก. ปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ใน
โรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดลำพูน. หน่วยศึกษานิเทศก์
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดลำพูน, 2529.

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และอรุณศรี กุ่มท. "ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน
เวลาที่ใช้ในการเรียนและเกรดเฉลี่ย," วารสารการวิจัยทางการศึกษา. 12(4) :
18 - 24 ; ตุลาคม - ธันวาคม 2525.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน. ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ม.ป.ป. อัสสัมชัญ.

———. "เกมส์คอมพิวเตอร์ : จุดเด่นที่น่าสนใจแบบ," วารสารครุศาสตร์. 14(3)
: 17-25; มกราคม-มีนาคม, 2529.

สุภา ศีลสร. ความต้องการพัฒนาสมรรถภาพในการปฏิบัติการสอนของครูประถมศึกษาในเขตกรุง
เทมมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2526.
อัสสัมชัญ.

หทัยรัตน์ ธรรมานิตย์. การศึกษาความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดลพบุรี. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2530. อัสสัมชัญ.

อัญชลี อัมโพ. การทดลองสอนวิธีการให้เลือกใบงานด้านประดิษฐ์และงานช่างกลุ่มการงานและ
พื้นฐานอาชีพ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดลพบุรี. ปริญญาโท กศม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

อัครเศ พินิจมงคลพร. การศึกษาความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดขอนแก่น. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2530. อัดสำเนา.

เอ เอส นิล. ชีวิต, เสรีภาพ, ชัมเมอร์ฮิล. แปลโดยเตือนตา สุวรรณจินดา, สมบูรณ์ ศุภศิลป์
และนักแปลนิรนาม. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : มุลนิธิเด็ก, 2525ก.

_____. เสรีภาพไม่ใช่การตามใจ : เลี้ยงดูเด็กแบบชัมเมอร์ฮิล. แปลโดย วิศิษฐ์ วังวิญญู
และ สมบัติ ทิศสะอาด กรุงเทพฯ : มุลนิธิเด็ก, 2525ข.

Abram, S.L." The Effect of Computer Assisted Instruction on First Grade Phonics and Mathematics Achievement Computation," Dissertation Abstracts International. 45(4) : 1032-A; 1984.

Alessi, Stephen M. and Stanley R. Trollip. Computer-Based Instruction : Methods and Development. Englewood Cliff, New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1985.

Alvarado, N. "Successes and Failures of Individualized Instruction in Mathematics," in Proceedings of the Forth International Congress on Mathematical Education. edited by Marilyn Zweng and Others. P. 661-663. Boston : Birkhauser Boston, Inc., 1983.

Anand, P.G. "Using Computer-Assisted Instruction to Personalize Arithmetic Materials for Elementary School Children," Dissertation Abstracts International. 46(7) : 1870-A, 1985.

Arroe, B. "Conceptual Framework of Alternative Programs," Dissertation Abstracts International. 46(8) : 2255-a; March, 1958.

Ausubel, David P. Educational Psychology : A Cognitive View. New York : Holt. Rinehart and Winston, Inc., 1968.

———. The Psychology of Meaningful Verbal Learning : An Introduction to School Learning. 2nd Printing. New York : Grune & Stratton, Inc., 1963.

Bernard, Y.F. "Development of CAT-Program within the Field of Early Mathematics," Educational Resources Information Center. 22(1) : 133; January, 1987.

Bloom, Benjamin S. Human Characteristics and School Learning. New York : McGraw-Hill, 1976.

Bloom, B.S., J. Thomas Hastings and George F. Madues. Handbook on

Formative and Summative Evaluation of Student. New York : McGraw-Hill, 1971.

- Bonner, P. "Computers in Education : Promise and Reality," in Run : Computer Education. 2nd ed. edited by D.O. Harper and J.H. Stewart. p.14-17. California : Brooks/Cole Publishing Company. 1986.
- Bremer, John and Michael von Moschzisker. The School Without Walls. New York : Holt, Rinehart and Winston, inc., 1971.
- Brophy, J.E. and Good, T.L. "Teacher Behavior and Student Achievement," in Handbook of Research on Teaching. 3rd ed. edited by Merilin C. Wittrock. p.328-375. Macmillan Publishing Company, 1985.
- Bruner, Jerome S. The Process of Education. 16th printing. Massachusetts : Harvard University Press, 1978.
- . Toward a Theory of Instruction. 9th printing. Massachusetts : Harvard University Press, 1982.
- Chambers, J.A. and Jerry W. Sprecher. "Computer-Assisted Instruction : Current Trends and Critical Issues, " in Principles and Perspectives for Design and Use. edited by D.F.Walker and R.D.Hess. p.4-16. California : Wadsworth Publishing Company, 1984.
- Coburn, P. and Others. Practical Guide to Computers in Education. 2nd.ed. Massachusetts : Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1985.
- Cole, N.J. "A Descriptive Study of an Elementary School," Dissertation Abstracts International. 45(9) : 2740-A; 1984.
- Coleman, D.P. "Manipulating Causal Attributions to Maximize Student Performance in Math Computer Assisted Instruction" Dissertation Abstracts International. 48(4) : 817-A ; 1986.

- Corno, L. and Snow, R.E. "Adapting Teaching to Individual Differences Among Learners," in Handbook of Research on Teaching. 3rd ed. edited by Merlin C. Wittrock. p.805-829.
- Crook, J.D. "Effects of Computer-Assisted Instruction Upon Seventh-Grade Students' Growth in Writing Performance," Dissertation Abstracts International. 46(8) : 2142-A; 1985.
- Dalton, D.W. "A Comparison of the Effects of LOGO and Problem-Solving Strategy Instruction on Learner Achievement, Attitude, and Problem-Solving Skills," Dissertation Abstracts International. 47(2) : 511-A; 1985.
- Davis, Robert H., Lawrence T. Alexander and Stephen I. Yelon. Learning System Design : An Approach to the Improvement of Instruction. New York : McGraw-Hill, 1974.
- Davidson, M.S. "Computer Assisted Instruction in Arithmetic for Specific Learning Disabilities Students in the Elementary School," Dissertation Abstracts International. 46(3) : 674-A, 1984.
- Dubsky, C.L. "Development of a Model for Improving Teacher Effectiveness and Increasing Student Self-Responsibility for Relevant Learning," Dissertation Abstracts International. 46(11) : 3324-A; September, 1985.
- Eads, T.G. "An Evaluation of The Future-Oriented Mathematics and Computer Literacy Development Project for Elementary School," Dissertation Abstracts International. 47(6) : 2065-A ; 1986.
- Eggen, Paul D., Donald P. Kauchak and Robert J. Harder. Strategies for Teacher : Information Processing Models in the Classroom. New Jersey : Prentice-Hall, inc., 1979.
- Fickel, M.G. "The Effects Of Logo Study on Problem-Solving Cognitive Abilities of Sixth-Grade Students," Dissertation Abstracts International. 47(6) : 2066-A; 1986.

Gagne, Robert M. The Conditions of Learning and Theory of Instruction.
3rd ed. New York : Holt-Rinechart and Winston, Inc., 1977.

Gagne, R.M., W.Wager, and A. Rojas. "Planning and Authoring
Computer-assisted Instruction Lessons," Educational Technology.
70(9) : 17-21; September, 1981.

Graeber, A., Dina Tirosh and Roseanne Glover. "Preservice Teacher
Misconceptions in Solving Verbal Problems in Multiplication
and Division," Journal for Research in Mathematics Education.
20(1) : 95-101; January, 1989.

Graubard, A. Free The Children : Radical Reform and the Free School
Movement. New York : Random House, 1971.

Harcckham, L.D. "The Impact of Microcomputer Instruction on Handicapped
Students : Second Year Findings," Educational Resources
Information Center. 23(1) : 172; January. 1988.

Harris, M.L. "The Perceptions of Selected Elementary and Secondary School
Parents, Teachers, and Building Administrators Regarding the
Applications of Computer Technology in the Public Schools,"
Dissertation Abstracts International. 45(7) : 2073-A; 1984.

Hartley, J.R. and Kenneth Lovell. "The Psychological Principles
Underlying the Design of Computer-Based Instructional Systems,"
in Principles and Perspectives for Design and Use. edited by
D.F Walker and R.D.Hess. p.38-56. California : Wadsworth
Publishing Company. 1984.

Hawley, D.E. and Others. "Costs, Effects, and Utility of Microcomputer-
Assisted Instruction," Educational Resources Information
Center. 22(11) : 151; November, 1987.

Hirsch, M.L. "The Effect of Computer Assisted Instruction in Problem
Solving on the Cognitive Abilities of Fifth Grade Students,"
Dissertation Abstracts International. 47(4) : 1170-A; 1986.

Holt, John. How Children Fail. London : Cox Wymam Ltd., 1964.

- Jay, T.B. "The Cognitive Approach to Computer Courseware Design and Evaluation," in Run : Computer Education. 2nd ed. edited by Dennis O. Harper and James H. Stewart, p. 139-143. California : Brooks Cole Publishing Company, 1986.
- Kelman, P. and Others. Computers in Teaching Mathematics. Massachusetts : Addison-Wesley Publishing Company. 1983.
- Kloosterman, P. and H. Harty. "Current Teaching Practices in Science and in Indiana Elementary Schools," Educational Resources Information Center. 22(8) : 111; August, 1987.
- Lamon, W.E. "The Status of Microcomputers in Oregon Public Schools : A Statewide Survey " Educational Resources Information Center. 23(5) : 99; May, 1988.
- Lawrence, J.C. "A Field Study of Computer Assisted Instruction in three Elementary School," Dissertation Abstracts International. 46(10) : 2878-A; 1985.
- Leibum, M.D. "Some Principles of Computer-assisted Instruction, or How to Tame the Flashing Beast," in Run : Computer Education. 2nd .ed. edited by Dennis, O. Harper and James H. Stewart, p. 162-165. California : Brooks/Cole Publishing Company, 1986.
- Levy, M.H. "An Evaluation of Computer Assisted Instruction Upon The Achivement of Fifth Grade Student as Measured By Standardized Tests," Dissertation Abstracts International. 46(4) : 860-A, 1985.
- Mason, M.T. "A Longitudinal Study of the Effects of Computer Assisted Instruction on the Mathematics Achievement of the Learning Disabled and Educable Mentally Retarded," Dissertation Abstracts International. 45(9) : 2791-A; 1984.
- Mason, T.C. "Elementary School Students, Achievement-Related Cognitions, Emotion, Task Behavior and Performance," Dissertation Abstracts International. 46(9) : 2631-A; 1985.

- McMahon, R.S. "Collaboration in Preservice and Inservice Education : A Humanistic Model For Austin Peay State University," Dissertation Abstracts International. 45(6) : 1724-A; 1984.
- Merrell, L.E. "The Effects of Computer-Assisted Instruction on the Cognitive Ability Gain of Third, Fourth, and Fifth Grade Student, " Dissertation Abstracts International. 45(12) : 3502-A; 1984.
- Merrill, M.D. and Robert D. Tennyson. Teaching Concepts : An Instructional Design Guide. Englewood Cliffs, New Jersey : Educational Technology Publications, Inc., 1977.
- Montgomery, E.R. "A Phenomenological Study of the Written Language Processes and Products of Good and Poor Readers in the Second Grade," Dissertation Abstracts International. 45(10) : 2919-A, 1985.
- Moustakas, Clark E. and Cereta Perry. Learning to be Free. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1973.
- Myers, J.L. Fundamentals of Experimental Design. 3rd.ed. Boston : Allyn and Bacon, 1979.
- Nakafuji, D.Y. "Instructional Applications of Microcomputers in Selected Elementary schools of the Los Angeles Unified School District, " Dissertation Abstracts International. 46(9) : 2670-A; 1985.
- Nash, Paul. Authority and Freedom in Education : An Introduction to the Philosophy of Education. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1966. /
- Neill, A.S. Summerhill : A Radical Approach To Child Rearing. New York : Hart Publishing Co., 1960. /

- Ngaiyaye, M.S.W. and A. Vanderploeg. "Differential Effectiveness of Three Kinds of Computer-Assisted Instruction," Educational Resources Information Center. 22(5) : 85; April, 1987.
- Niemiec, R.P. "The Meta-Analysis of Computer Assisted Instruction at the Elementary School Level," Dissertation Abstracts International. 45(11) : 3330-A; 1984.
- Nimanandh. Sukanya An Analysis of the Use and Characteristics of Feedback in Computer-assisted Instruction. A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements of the Degree of Doctor of Philosophy. Department of Curriculum and Instruction in the Graduate School : Southern Illinois University at Carbondale, 1988.
- Norton, Priscilla. "Computer Potentials and Computer Educators : A Proactive View of Computer Education," Educational Technology. 72(10) : 55-67; October, 1983.
- Piele, D. "Computer-Assisted Mathematics, "in Computer in Curriculum and Instruction. edited by M. Tim Grady and Jane D. Gawronski. p. 118-123. Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development. 1983.
- Popham, W.J. and Eva L. Baker. Classroom Instructional Tactics. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, Inc., 1973.
- Pflug, E.A. "A Comparison of the Effect of Computer-Assisted-Instruction and Same-Age Peer-Tutoring on Math Achievement of Fourth Grade Students," Dissertation Abstracts International. 45(5) : 1113-A, 1987.
- Puglisi, H.G. "A Phenomenological Study into the Concious Causes of Effective Teaching," Dissertation Abstracts International. 47(9) : 3300-A; 1986.

- Powell, R.K. "Computer Assisted and Traditional Instruction of Multiplication Facts with learning Disabled Elementary Students," Dissertation Abstracts International. 45(8) : 2381-A; 1984.
- Rieber, L.P. "The Effect of LOGO On Young Children," Educational Resources Information Center. 21(8) : 99; August, 1986.
- Rogers, C.R. Freedom to Learn. Columbus, Ohio : Charles E. Merrill, 1969.
- Salhein, T.J. "The Merits of Computer-Assisted Instruction Versus Printed Worksheet Instruction as Drill and Practice : Reinforcing Addition Facts," Dissertation Abstracts International. 25(1) : 16-A; 1986.
- Schoultz, C.B. "Four Teachers : How They Teach and Why," Dissertation Abstracts International. 47(8) : 3006-A; January, 1986.
- Shelby McQueen, P.J. "Learning Styles and Self-Concepts of Underachieving and Achieving Gifted 6th Graders : A Comparison Study," Dissertation Abstracts International. 48(5) : 1113-A; 1987.
- Sherwood, M.G. "The Implementation of Educational Computing in Twelve Missouri School Districts," Dissertation Abstracts International. 45(8) : 2346-A; 1984.
- Shwalb, B.J. "Instructional Technology in American and Japanese School : A Meta-Analysis of Achievement Findings," Dissertation Abstracts International. 48(2) : 370-A; 1987.
- Skinner, B.F. Beyond Freedom and Dignity. Toronto : A Bantam/Vintage Book, 1971.
- Slesnick, T. "Computer Education Research : A Blinder for the Misguided," in Run : Computer education. 2nd ed. edited by

D.O. Harper and J.H. Stewart. p. 28-30. California : Brooks/Cole Publishing Company. 1986.

Snelbecker, Glenn E. Learning Theory, Instructional Thoery, and Psychoeducational Design. New York : McGraw-Hill, 1974.

Sohaili, M.R. "Interactive Effects of Inter~~nal~~ality/Externality and Open/Traditional Classrooms on Educationtional Achievement," Dissertation Abstracts International. 45(1) : 59-A; August 1984.

Spivey, P.M. "The Effects Of Computer-Assisted Instruction on Student Achievement in Addition and Subtraction at First Grade Level," Educational Resources Information center. 21(4) : 90 April, 1986.

Spuches, C.M. and C.M.Reigeluth. "The Effects of Scorekeeping on Student Motivation in a Computer-Assisted Arithmetic Drill and Practice Game." Educational Resources Information center. 23(5) : 118; May, 1988.

Steely, D. "Instructional Design and CaI," in Run : Computer Education. 2nd ed. edited by Dennis O. Harper and James H. Stewart, p. 138-139. California : Brooks/Cole Pubblishing Company, 1986.

Travers, Robert M. Essential of Learning : An Overview for Student of Education. 3rd ed. New York : the Macmillan Company , 1972.

Terwilliger, C.L. "Teaching Problem Solving Strategies to Children with Attention Deficit Disorder," Dissertation Abstracts International. 48(4) : 908-A; 1987.

Todd, W.E. "Effects of Computer-Assisted Instruction on Attitudees and Achievement of Fourth Grade Students in Reading And Mathematics," Dissertation Abstracts International. 46(11) : 3249-A; 1985.

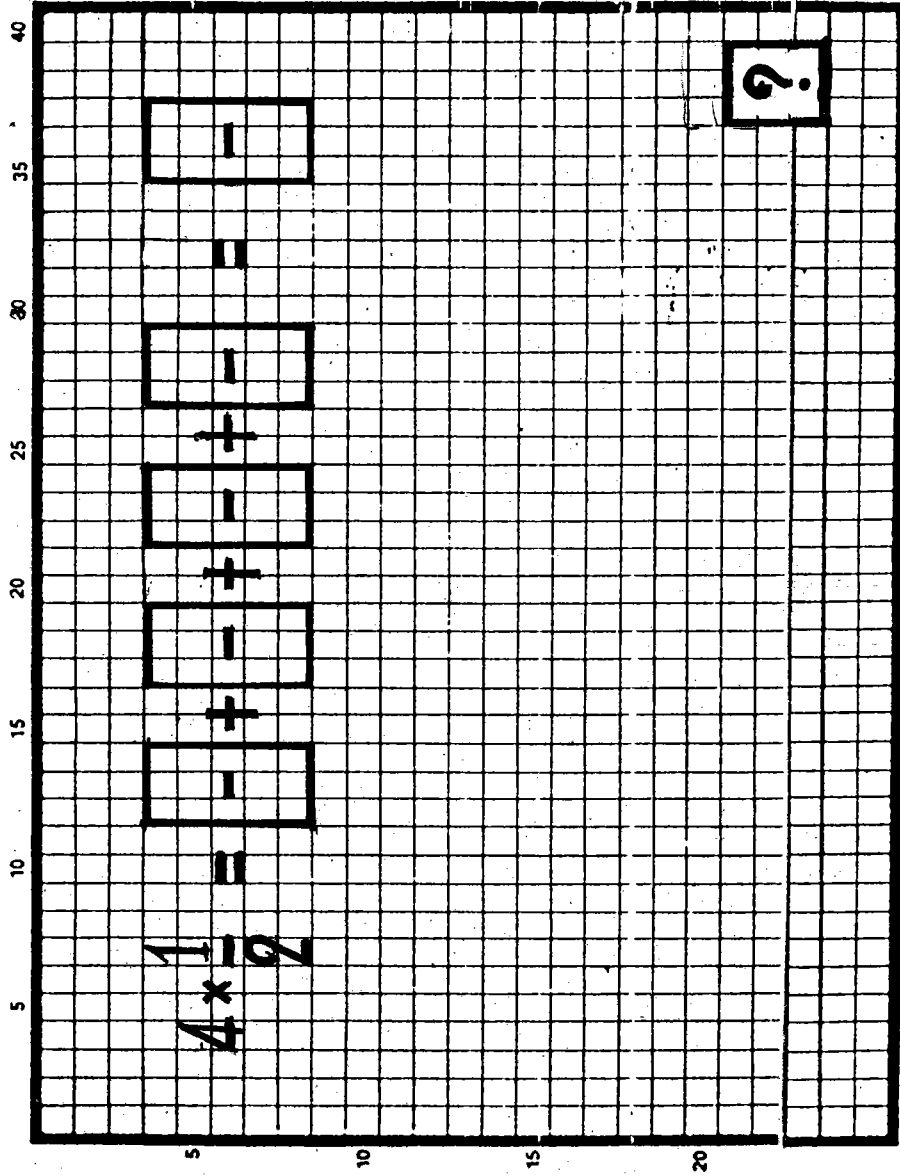
- van Lieshout, E. "Developing a Computer-Assisted Strategy Training Procedure for Children with Learning Deficiencies to Solve Addition and Subtraction Word Problem," Educational Resources Information Center. 21(11); 118; 1986.
- Walker, E. and J. Azumi. "The Impact of Computer Assisted Instruction on Mathematics Learning Gains of Elementary and Secondary Students," Educational Resources Information Center. 22(3); 116 March; 1987.
- Whitehead, Alfred N. The Aims of Education and Other Essay. New York : the Free Press, 1967.
- Williams, G.L. "The Effectiveness of Computer-Assited Instruction and Its Relationship to Selected Learning Style Elements," Dissertation Abstracts International. 45(7) : 1986-A; 1985.

ภาคผนวก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 : เรื่องจำนวนเต็มคู่พิเศษ

กรอบบทเรียนที่ 22

ชนิดแบบเรียน: ภาพเหมือนจริง

1. คำตอบคือ $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{4}{2}$

2. ถ้าตอบถูก:

- กรอบปัญหาหายไป
- มีภาพประกอบคำตอบที่ถูกต้อง
- ดังกรอบที่ 22/1 - 22/5
- เมื่อตอบถูกต้อง แสดงเครื่องหมาย $\checkmark$ 3 วินาที แล้วเปลี่ยนเป็น $\downarrow$

- ถ้าเคาะ $\downarrow$ ผ่านไปกรอบที่ 23

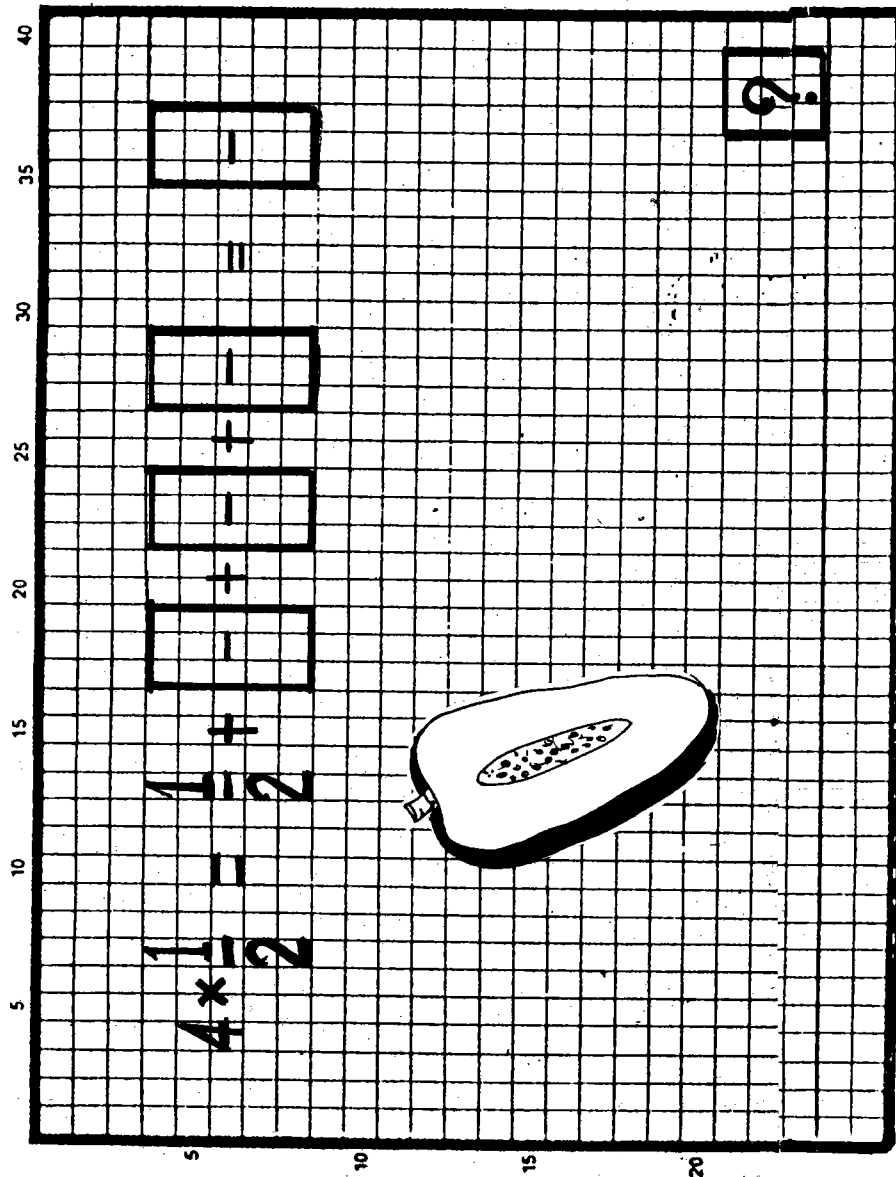
3. ถ้าตอบผิด:

- กรอบปัญหายังคงอยู่
- แสดงเครื่องหมาย $\times$ 3 วินาที
- ย้อนกลับไปที่กรอบที่ 19 (ตัวอย่าง)
- เมื่อเคาะ $\downarrow$ กลับมาเริ่มที่กรอบนี้ใหม่
- ถ้าตอบผิดอีก แสดงเครื่องหมาย $\times$ แล้วผ่านไปกรอบที่ 23

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 : เรื่อง จำนวนเต็มคูณเศษส่วน

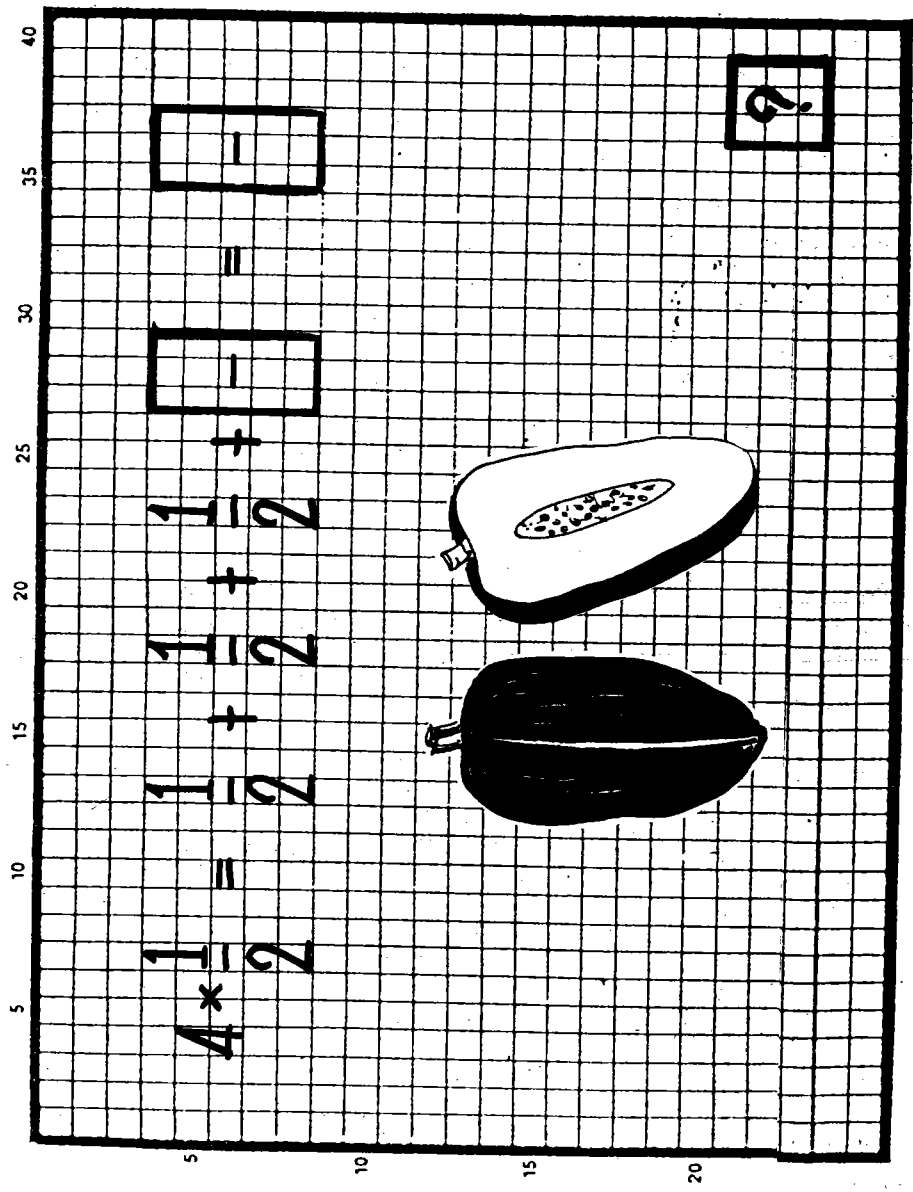
การอบบทเรียนที่ 22/1

ชนิดแบบเรียน: ภาพเหมือนจริง



เมื่อใส่คำตอบแรกถูก
จะปรากฏภาพผลไม้ครึ่งผล
เคลื่อนจากริมจอมาอยู่ใน
ตำแหน่งที่กำหนด

ภาพประกอบ 25 (ต่อ) บทเรียนภรรดาษ ประภาพานเหมือนจริง



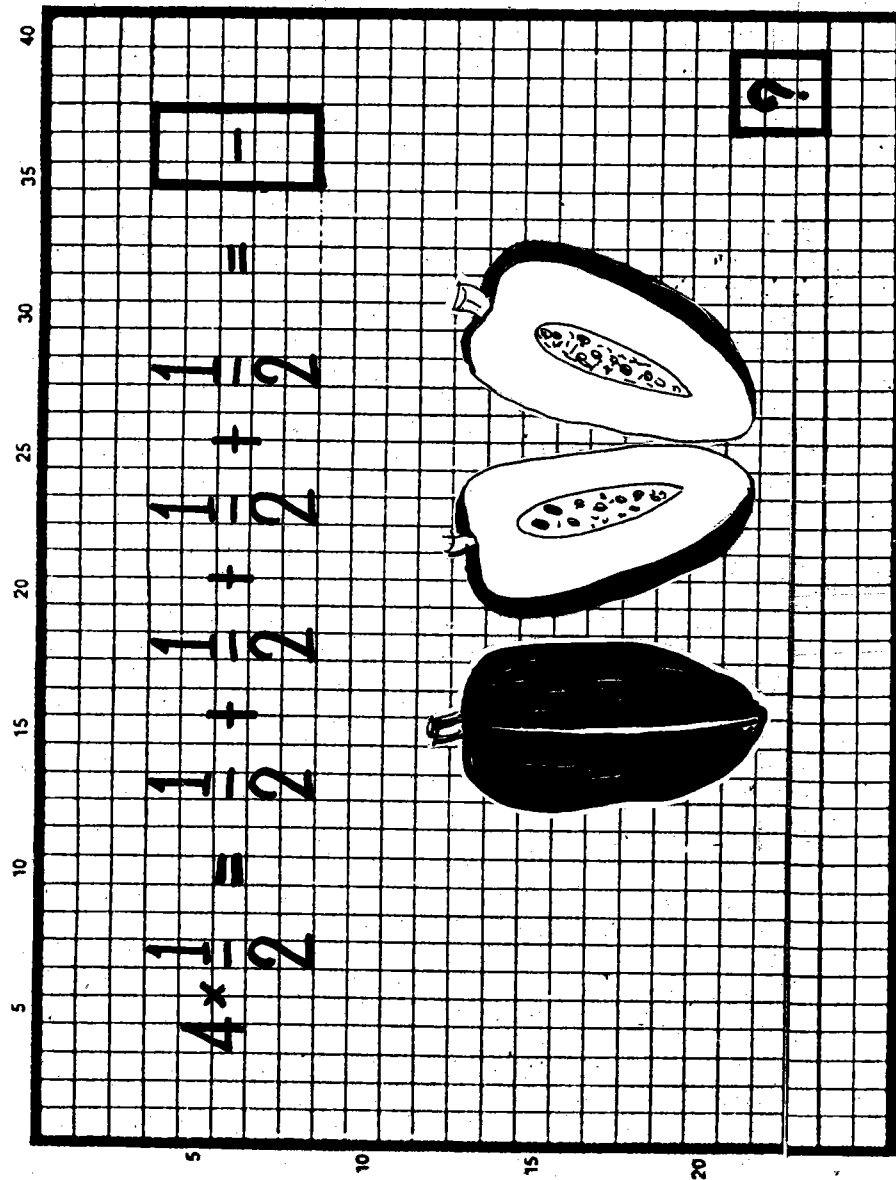
เมื่อใส่คำตอบที่สามถูก
ภาพผลไม้สองครึ่งรวม
เป็นหนึ่งผล โดยเส้นแบ่งครึ่ง
ยังปรากฏอยู่ และมีผลไม้
ครึ่งผล เคลื่อนมาอยู่ใน
ตำแหน่งที่กำหนด

ภาพประกอบ 25 (ต่อ) บทเรียนมารดาฯ ประเภทภาพเหมือนจริง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 : เรื่องจำนวนเต็มคูณเศษส่วน

กรอบบทเรียนที่ 22/4

ชนิดแบบเรียน: ภาพเหมือนจริง



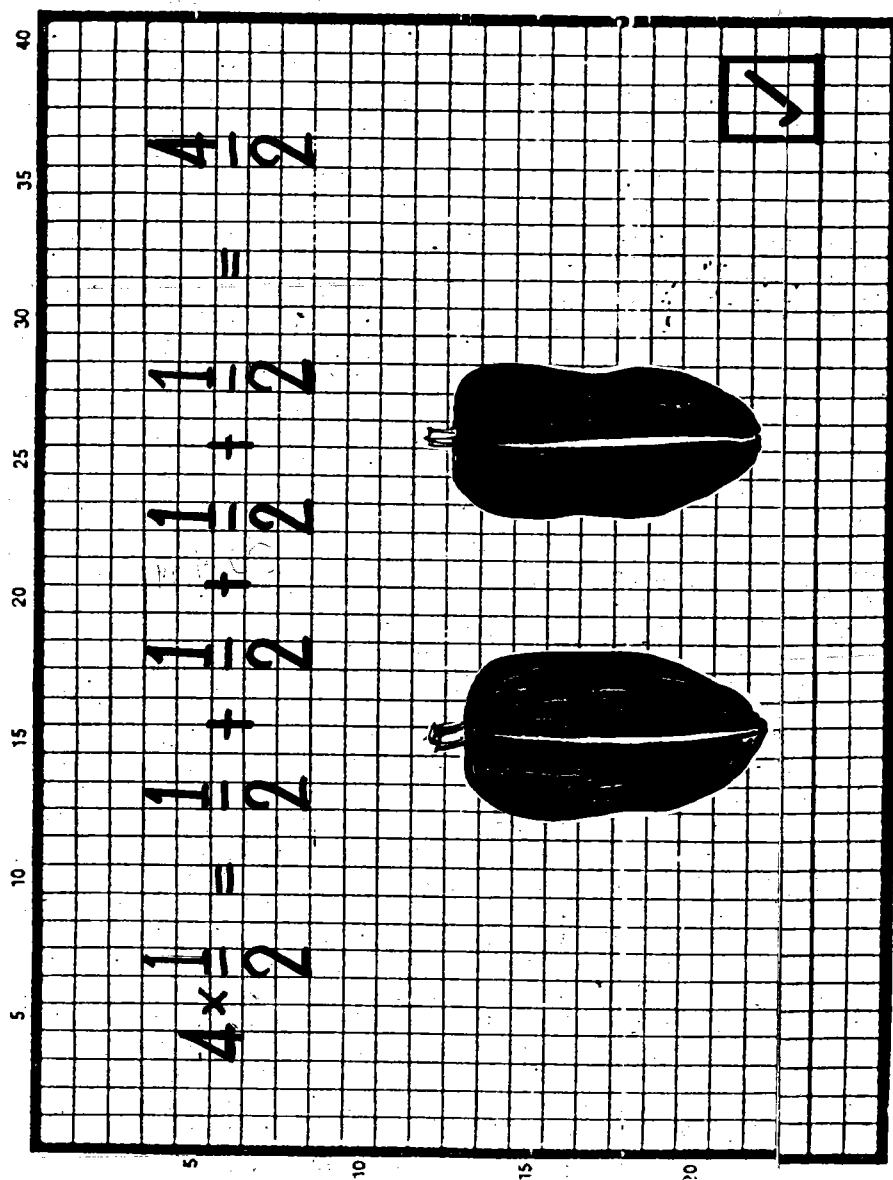
เมื่อใส่คำตอบที่ถูกต้อง
ภาพผลไม้ครึ่งผลเคลื่อน
มาหยุดในตำแหน่งที่กำหนด

ภาพประกอบ 25 (ต่อ) บทเรียนภาษาต่างประเทศภาพเหมือนจริง

หน่วยการเรียงที่ 1 : เรื่องจำนวนเต็มดูเศษส่วน

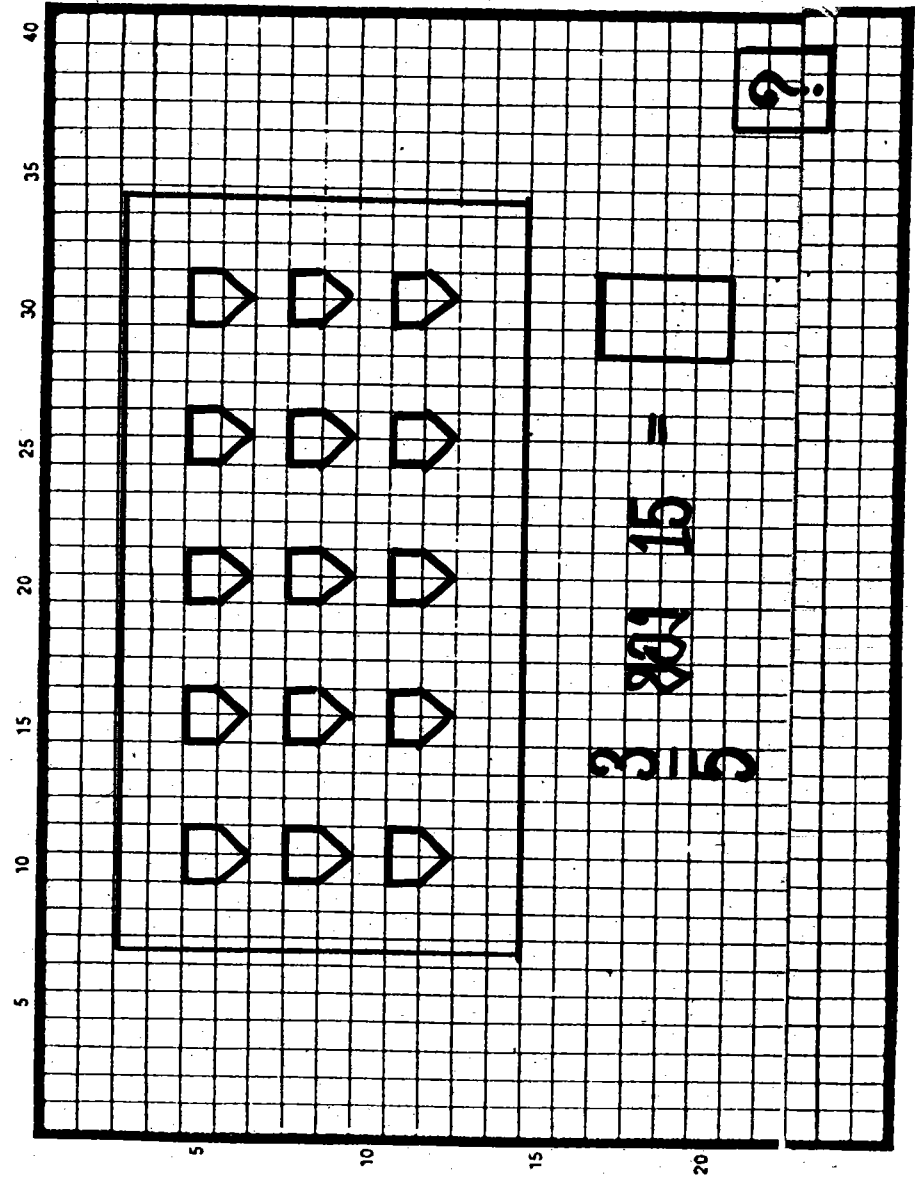
กรอบบทเรียนที่ 22/5

ชนิดแบบเรียน: ภาพเหมือนจริง



เมื่อใส่คำตอบที่ห้าถูก
ภาพผลไม้สองครึ่งหลังรวมเป็น
ผลเดียวกัน โดยมีเส้นแบ่งครึ่ง
ปรากฏอยู่

ภาพประกอบ 25 (ต่อ) บทเรียนภาษาต่างประเทศภาพเหมือนจริง



- 1. คำตอบคือ 9
- 2. ถ้าตอบถูก:
 - กรอบปัญหาหายไป
 - Overlay ภาพเป็นสองลำดับ ดังกรอบที่ 47/1-47/2
 - แสดงเครื่องหมาย ✓
- 3 วินาทีแล้วเปลี่ยนเป็น ↓
- เมื่อเคาะ ↓ ผ่านไปกรอบที่ 48
- 3. ถ้าตอบผิด:
 - แสดงเครื่องหมาย X 3 วินาที
 - ไปที่กรอบ 42 (ตัวอย่าง)
 - เมื่อ ↓ กลับมาเริ่มใหม่
 - ที่กรอบ 47
 - ถ้าตอบผิดอีก แสดงเครื่องหมาย X
- 3 วินาที แล้วผ่านไปถึงกรอบที่ 48

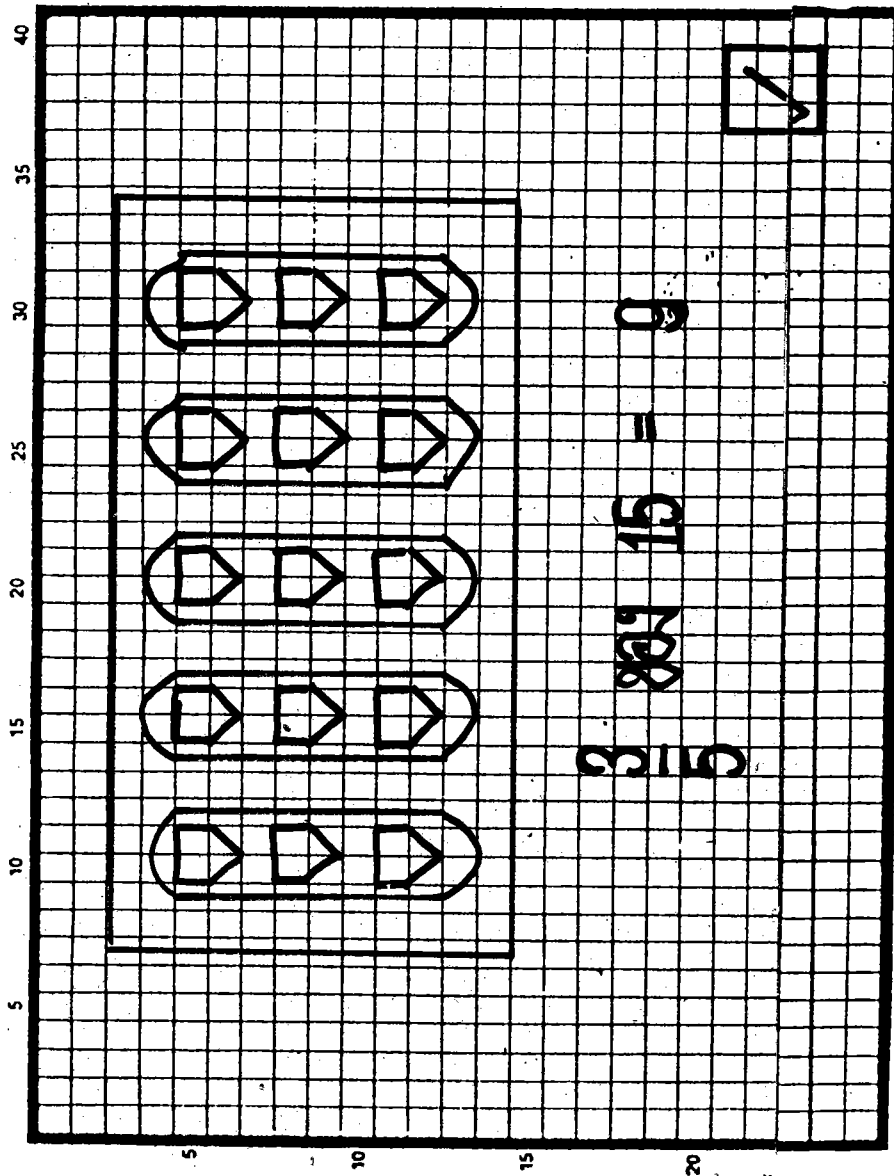
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 : เรื่อง เศษส่วนของจำนวนเต็ม

กรอบบทเรียนที่ 47/1

ชนิดแบบเรียน: ภาพไดอะแกรม

ปรากฏเส้นแบ่งภาพ

ออกเป็น 5 กลุ่ม



ภาพประกอบ 26 (ต่อ) บทเรียนมาตรฐาน ประถมศึกษา

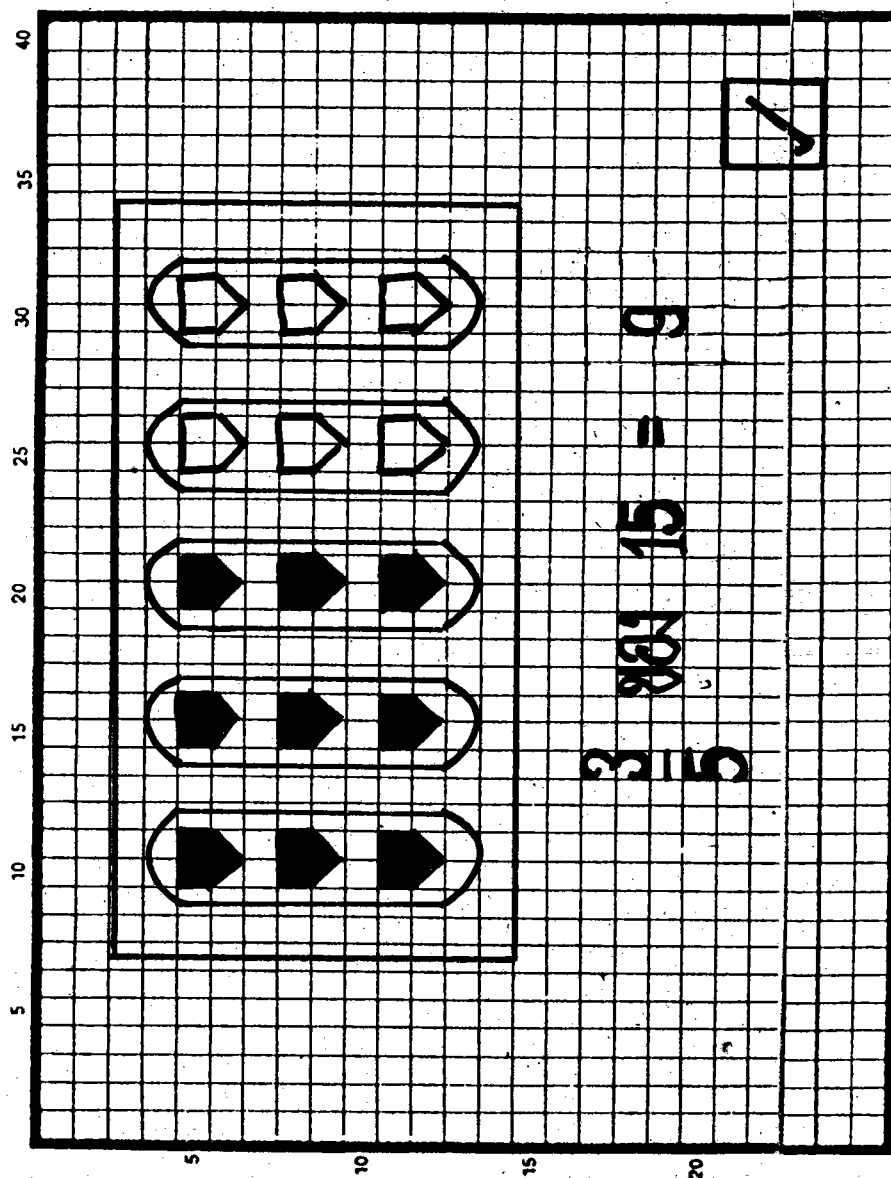
ชนิดแบบเรียน;ภาพ;ไดอะแกรม

กรอบบทเรียนที่ 47/2

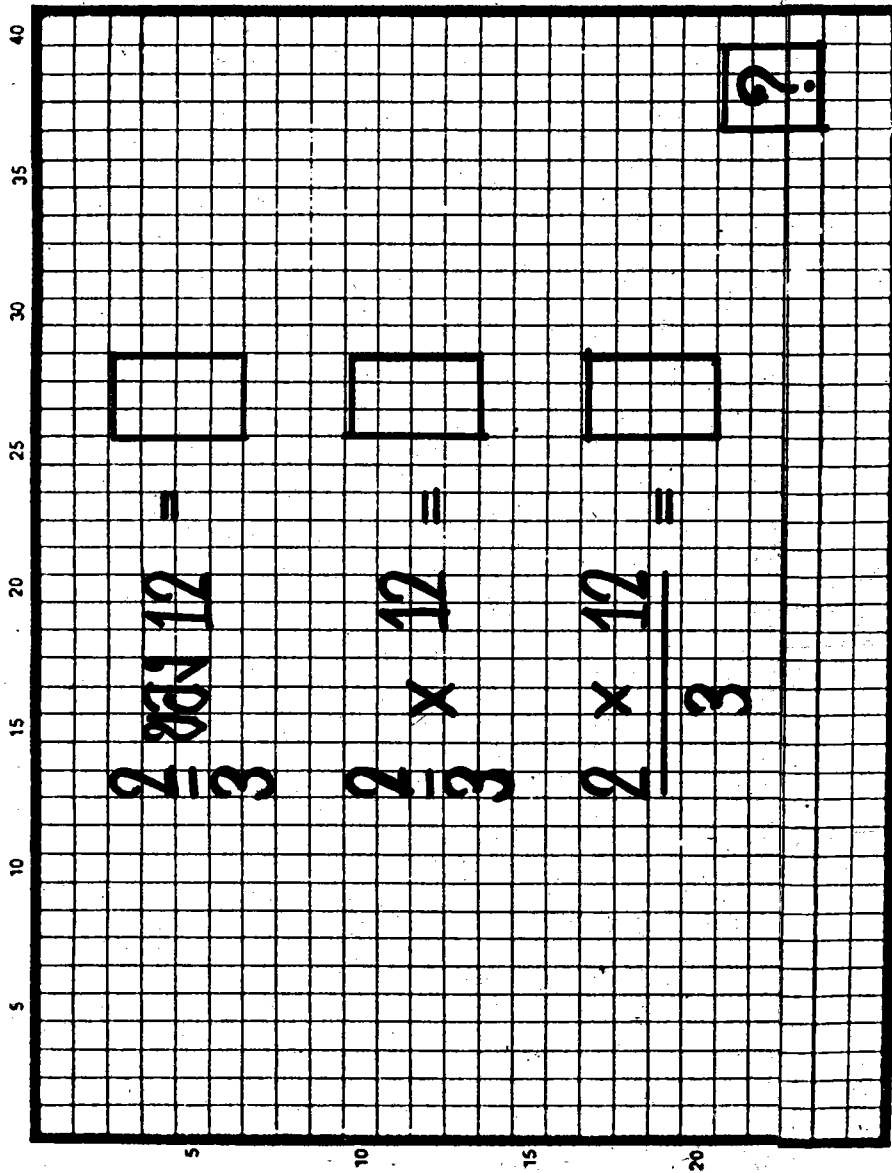
หน่วยการเรียนรู้ 2 : เรื่อง เศษส่วนของจำนวนเต็ม

ระบายสีที่บภายใน

3 กลุ่มแรก



ภาพประกอบ 26. (ต่อ) บทเรียนภาพระดาษ ประเภท ไดอะแกรม



1. Overlay 2 ลำดับคือ
 - บรรทัดที่สองปรากฏขึ้นเมื่อตอบคำถามในบรรทัดแรกถูก
 - บรรทัดที่สามปรากฏขึ้นเมื่อตอบคำถามในบรรทัดที่สองถูก
2. คำตอบคือ 8,8,8
3. ตอบถูกแต่ละครั้งกรอบปัญหาจะหายไป
4. เมื่อตอบถูกหมด แสดงเครื่องหมาย ✓ 3 วินาทีเปลี่ยนเป็น ↙ เมื่อเคาะ ↙ ผ่านไปกรอบที่ 69
5. ถ้าตอบผิด แสดงเครื่องหมาย X นาน 3 วินาทีแล้วย้อนไปกรอบที่ 67 (ตัวอย่าง) เมื่อ ↙ กลับมาเริ่มที่กรอบ 68 ถ้าตอบผิดอีกแสดงเครื่องหมายผิดแล้วผ่านไปกรอบ 69

ตัวอย่างบทเรียนที่ปรากฏบนจอภาพ

$$5 \times \frac{1}{3} = \boxed{} + \boxed{} + \boxed{} + \boxed{} + \boxed{} = \boxed{}$$

ลำดับที่ 1

คำถามบนจอภาพ

?

$$5 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3} + \boxed{} + \boxed{} + \boxed{} + \boxed{} = \boxed{}$$



ลำดับที่ 2

เมื่อนักเรียนใส่คำตอบแรกถูก

?

ภาพประกอบ 28 บทเรียนบนจอภาพ ประเภทภาพเหมือนจริง

$$5 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{\boxed{}}{3} + \frac{\boxed{}}{3} + \frac{\boxed{}}{3} = \frac{\boxed{}}{3}$$

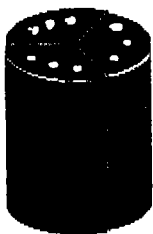


ลำดับที่ 3

เมื่อนักเรียนใส่คำตอบที่สองถูก

?

$$5 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{\boxed{}}{3} + \frac{\boxed{}}{3} = \frac{\boxed{}}{3}$$



ลำดับที่ 4

เมื่อนักเรียนใส่คำตอบที่สามถูก

?

ภาพประกอบ 28 (ต่อ) บทเรียนบนจอภาพ ประเภทภาพเหมือนจริง

$$5 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{\boxed{}}{\boxed{}}$$



ลำดับที่ 5

เมื่อนักเรียนใส่คำตอบที่ถูกต้อง

?

$$5 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{\boxed{}}{\boxed{}}$$



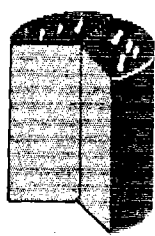
ลำดับที่ 6

เมื่อนักเรียนใส่คำตอบที่ถูกต้อง

?

ภาพประกอบ 28 (ต่อ) บทเรียนบนจอภาพ ประเภทภาพเหมือนจริง

$$5 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{5}{3}$$



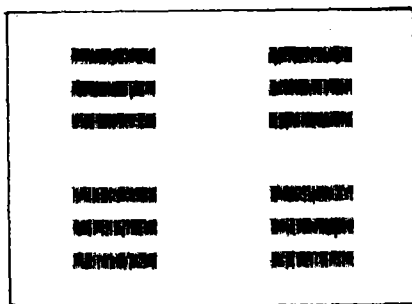
ลำดับที่ 7

เมื่อนักเรียนตอบคำถามถูกต้องทั้งหมด



ภาพประกอบ 14 (ต่อ) บทเรียนบนจอภาพ ประเภทภาพเหมือนจริง

$$\frac{3}{4} \text{ ของ } 12 = \square$$



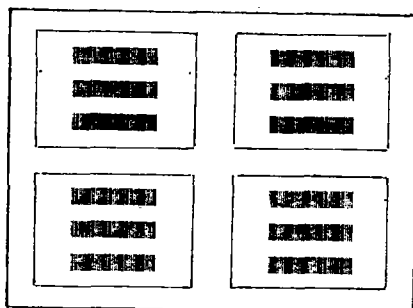
ลำดับที่ 1

คำถามบนจอภาพ



ภาพประกอบ 29 บทเรียนบนจอภาพ ประเภทไดอะแกรม

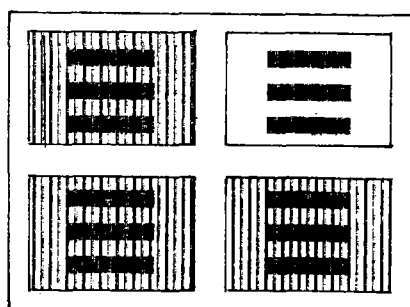
$$\frac{3}{4} \text{ ของ } 12 = 9$$



ลำดับที่ 2

เมื่อนักเรียนใส่คำตอบถูก

$$\frac{3}{4} \text{ ของ } 12 = 9$$



ลำดับที่ 3

ภาพประกอบ 49 (ต่อ) บทเรียนบนจอภาพ ประเภทไดอะแกรม

$$\frac{2}{3} \text{ ของ } 12 = \square$$

ลำดับที่ 1

คำถามบนจอภาพ

?

$$\frac{2}{3} \text{ ของ } 12 = 8$$

ลำดับที่ 2

เมื่อนักเรียนใส่คำตอบแรกถูก

$$\frac{2}{3} \times 12 = \square$$

?

ภาพประกอบ 30 บทเรียนบนจอภาพ ประเภทสัญลักษณ์

$$\frac{2}{3} \text{ ของ } 12 = 8$$

$$\frac{2}{3} \times 12 = 8$$

$$\frac{2 \times 12}{3} = \square$$

?

ลำดับที่ 3

เมื่อนักเรียนใส่คำตอบที่สองถูก

$$\frac{2}{3} \text{ ของ } 12 = 8$$

$$\frac{2}{3} \times 12 = 8$$

$$\frac{2 \times 12}{3} = 8$$

✓

ลำดับที่ 4

เมื่อนักเรียนตอบคำตอบถูกต้องทั้งหมด

ภาพประกอบ 30 (ต่อ) บทเรียนบนจอภาพ ประเภทสัญลักษณ์

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

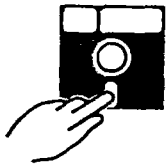
คำชี้แจง ขีด / ในช่อง [] ข้างหน้ารายการ ถ้าท่านเห็นว่าดีแล้ว และขีด X ถ้าเห็นว่า
ควรปรับปรุง พร้อมรายละเอียดสิ่งที่ควรปรับปรุงในช่องทางขวามือ

<u>รายการประเมิน</u>	<u>ข้อควรปรับปรุง</u>
ก. <u>การนำเสนอบทเรียน</u>	
[] เนื้อหาตรงหลักสูตร	
[] จัดบทเรียนเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน ทำให้นักเรียนเข้าใจง่าย	
[] ภาษาเหมาะสมกับระดับนักเรียนชั้น ป.5	
[] จัดสรรเนื้อหาและตำแหน่งของข้อมูล บนจอภาพได้เหมาะสม	
[] ความดึงดูดใจ / ความน่าสนใจของ แต่ละจอภาพ	
[] ความสอดคล้องของภาพกับข้อความ	
[] การใช้ไม่มีปัญหาทางเทคนิค	
[] การดำเนินบทเรียนมีความกระชับ	
ข. <u>ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเครื่อง</u>	
[] นักเรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้เอง	
[] เงื่อนไขของโปรแกรมเมื่อตอบถูก / ผิด มีความเหมาะสม	
[] การให้ข้อมูลย้อนกลับมีความเหมาะสม	
[] การเสริมแรงจัดไว้เหมาะสม	

รายการประเมิน	ข้อควรปรับปรุง
[] การสื่อความหมายระหว่างนักเรียน กับเครื่องมีความชัดเจนดี	
[] นักเรียนสามารถใช้โปรแกรมได้เอง โดยครูช่วยเหลือน้อยที่สุด	
ค. <u>การใช้สำหรับครู</u>	
[] การเก็บบันทึกผลการเรียนนักเรียน มีความเหมาะสมดี	
[] เป็นการใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ที่คุ้มค่า	

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับนักเรียนกลุ่ม E
เรื่อง การคูณเศษส่วน (ชั้น ป.5)

การใช้แผ่นบทเรียน



อย่า!

ห้ามจับหรือสัมผัสส่วนที่เป็นเนื้อแผ่น



ห้ามใช้ปากกา/ดินสอ/สิ่งแหลมคม เขียนลงกระดาษที่ติดอยู่บนแผ่นแล้ว และห้ามใช้คลิปต่าง ๆ ทิ่มบนแผ่นบทเรียน



ห้ามงอแผ่น



ทำ!

เก็บแผ่นบทเรียนลงในช่องเมื่อเลิกใช้ อย่าให้ส่วนที่เห็นเนื้อแผ่นอยู่นอกขอบช่อง



ใส่แผ่นบทเรียนในช่องจับแผ่นอย่างระมัดระวัง

การใช้เครื่อง

1. การเปิดเครื่อง

- ใส่แผ่นบทเรียนในช่องขับแผ่นชั้นบน
- ล็อคช่องขับแผ่นให้เรียบร้อย
- เปิดสวิตช์ของตู้เครื่องและของจอภาพตามลำดับ
- ขณะที่ปุ่มไฟของเครื่องขับแผ่นกำลังทำงาน ห้ามนักเรียนสัมผัสหรือทำสิ่งใด ๆ กับเครื่อง จนกว่าไฟสว่างที่ปุ่มนั้นจะดับลง
- ดำเนินบทเรียนตามคำแนะนำบนจอภาพ

2. การปิดเครื่อง

- ปิดสวิตช์จอภาพ และที่ตู้เครื่องตามลำดับ
- เปิดล็อคช่องขับแผ่น
- ดึงแผ่นบทเรียนออกจากช่องขับแผ่นอย่างระมัดระวัง และเก็บใส่ช่องให้เรียบร้อย
- วางแผ่นบทเรียนไว้บนโต๊ะ

ลักษณะบทเรียน

1. แบบของบทเรียน

บทเรียนมีทั้งหมด 6 แบบ ให้นักเรียนเลือกเรียนได้ตามต้องการ บทเรียนเหล่านี้

ได้แก่

- | | | | |
|----------|----------------------|---|-------------------------|
| แบบที่ 1 | : บทเรียนสัญลักษณ์ | + | แบบฝึกชนิดหน่วยต่อหน่วย |
| แบบที่ 2 | : บทเรียนสัญลักษณ์ | + | แบบฝึกชนิดรวม |
| แบบที่ 3 | : บทเรียนไดอะแกรม | + | แบบฝึกชนิดหน่วยต่อหน่วย |
| แบบที่ 4 | : บทเรียนภาพไดอะแกรม | + | แบบฝึกชนิดรวม |

แบบที่ 5 : บทเรียนภาพเหมือนจริง + แบบฝึกชนิดหน่วยต่อหน่วย

แบบที่ 6 : บทเรียนภาพเหมือนจริง + แบบฝึกชนิดรวม

2. หน่วยการเรียนรู้

บทเรียนมี 3 หน่วยการเรียนรู้ นักเรียนต้องเรียนทุกหน่วยและควรเรียนไปตามลำดับ โดยเริ่มจากหน่วยที่ 1 ไม่ควรเลือกหน่วยที่สูงกว่าถ้ายังไม่ผ่านเกณฑ์ของหน่วยที่ต่ำกว่า ทั้งนี้เพื่อผลดีในการเรียนของนักเรียนเอง

3. ขั้นตอนของบทเรียน

หน่วยการเรียนรู้หนึ่ง ๆ จะแบ่งบทเรียนเป็น 3 ตอน คือ การทบทวนความรู้พื้นฐานเดิม การเรียนความคิดรวบยอดเนื้อหาใหม่ และการฝึกทักษะ

การทบทวนความรู้พื้นฐานเดิม เครื่องจะถามว่านักเรียนต้องการทบทวนความรู้พื้นฐานหรือไม่

ถ้าต้องการทบทวน ก็พิมพ์เลข 1 แล้วเคาะ  1 ครั้ง นักเรียนจะได้พบกับบทเรียนทบทวนซึ่งเครื่องจะคอยถามว่า พอหรือยัง ต้องการทบทวนต่อหรือไม่ ถ้าไม่ต้องการทบทวนต่อเครื่องจะผ่านไปขั้นตอนทดสอบความรู้พื้นฐานเลย

ถ้านักเรียนคิดว่าตนเองมีความรู้พื้นฐานเพียงพอแล้ว และไม่ต้องการทบทวนอีกก็พิมพ์เลข 2 แล้วเคาะ  1 ครั้ง เครื่องจะผ่านบททบทวนไปขั้นตอนทดสอบความรู้พื้นฐานเลย ในกรณีที่ไม่ว่านขั้นตอนทดสอบความรู้พื้นฐาน เครื่องจะย้อนกลับมาเริ่มใหม่กับบทเรียนทบทวน

การเรียนเนื้อหาใหม่ มีกระบวนการดังนี้

ศึกษาตัวอย่าง - ฝึก - สรุปหลักการ

การฝึกทักษะ นักเรียนต้องทำคะแนนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วย จึงจะถือว่าผ่าน

การเลือกบทเรียน

นักเรียนจะมีโอกาสเลือกบทเรียน (จากเครื่อง) ได้ใน 3 กรณี คือ

1. เมื่อเริ่มต้นการเรียน
2. เมื่อสรุปหลักการในชั้นการเรียนเนื้อหาใหม่ของหน่วยนั้น ๆ ไม่ถูกต้อง
3. เมื่อทำแบบฝึกของหน่วยนั้น ๆ ได้ไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

การเลือกบทเรียนในกรณีที่ 2 และ 3 นักเรียนจะเลือกแบบเดิมที่เรียนอยู่หรือแบบอื่น ๆ ก็ได้ หลังการเลือกบทเรียนทุกครั้งเครื่องจะให้เลือกหน่วยการเรียน การเลือกหน่วยการเรียนให้พิจารณา ดังนี้

- คูแถวที่มี PD เป็นแถวสุดท้าย
- คูตัวที่อยู่หน้า PD ว่าเป็น F หรือ S
- ถ้าเป็น F ให้ดูเลขที่ตามหลัง PD แล้วเลือกหน่วยตามเลขนั้น
- ถ้าเป็น S ให้ดูเลขที่ตามหลัง PD แล้วเลือกหน่วยที่ถัดต่อจากเลขนั้น

ตัวอย่าง 1 สมมติแถว PD สุดท้าย มีผลดังนี้

<u>R</u>	<u>L\$</u>	<u>U\$</u>	<u>S</u>	<u>M₁</u>	<u>M₂</u>	<u>M₃</u>	<u>T</u>
—	—	—	—	—	—	—	—
F	PD	2	10	1	2	2	5:3
—	—	—	—	—	—	—	—

(หน้า PD คือ F และหลัง PD คือ 2 ดังนั้นนักเรียนต้องเลือกหน่วยการเรียนที่ 2)

ตัวอย่าง 2 สมมติแถว PD สดท้าย มีผลดังนี้

<u>R</u>	<u>L\$</u>	<u>U\$</u>	<u>S</u>	<u>M₁</u>	<u>M₂</u>	<u>M₃</u>	<u>T</u>
—	—	—	—	—	—	—	—
S	PD	2	12	1	1	1	4:1
—	—	—	—	—	—	—	—

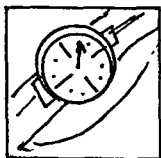
(หน้า PD คือ S และหลัง PD คือ 2 ดังนั้นนักเรียนต้องเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 3)

การดำเนินบทเรียน

- เมื่อใส่แผ่น ล็อคเครื่อง เปิดสวิตช์ของตู้และจอภาพแล้วจะปรากฏไฟสว่างขึ้นที่ช่องบนแผ่น ให้นักเรียนรอจนกว่ากรอบบทเรียนจะปรากฏขึ้นบนจอภาพ
- กรอบแรกของบทเรียน เครื่องจะให้นักเรียนพิมพ์ข้อตรงตำแหน่งที่มีเครื่องหมาย — ปรากฏอยู่ เมื่อพิมพ์เสร็จแล้วให้เคาะ  เครื่องหมาย — จะไปปรากฏในช่องนามสกุล ให้นักเรียนพิมพ์นามสกุล เสร็จแล้วเคาะ 
- คำตอบที่นักเรียนต้องพิมพ์ในบทเรียนนี้เป็นตัวเลขทั้งหมด
- การใช้แป้นตัวเลข นักเรียนอาจใช้แป้นตัวเลขแถวบนสุด หรือจะใช้แป้นตัวเลขที่รวมเป็นกลุ่มอยู่ทางขวามือก็ได้ ถ้าต้องการใช้แป้นทางขวามือ ต้องกดแป้น **Num Lock** ให้ปุ่มไฟสีแดงปรากฏขึ้น จึงใช้ได้
- ถ้าต้องการลบคำตอบ ให้กด  ถ้าต้องการลบคำตอบที่เข้ามาในตอนต้น ๆ ให้กด  ลบย้อนขึ้นไปเรื่อย ๆ จนถึงตำแหน่งที่ต้องการ
- การกดแป้นให้เคาะเบา ๆ 1 ครั้ง อย่ากดแฉ่หรือเคาะซ้ำ

7. ทุกครั้งที่ใส่คำตอบเสร็จแล้ว ให้เคาะ  เป็นการให้เครื่องรับรู้ว่าได้ตอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว

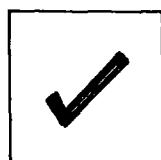
8. หลังจากใส่คำตอบแล้ว เครื่องจะสื่อความหมายกับนักเรียน โดยแสดงสัญลักษณ์อย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปที่กรอบเล็กมุมขวาด้านล่าง



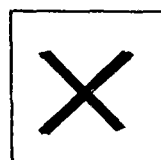
หมายถึง ให้นักเรียนรอ



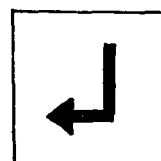
หมายถึง ให้นักเรียนพิมพ์คำตอบลงไป



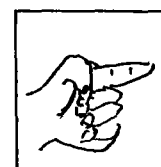
หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้อง



หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้อง



หมายถึง ให้เคาะเป็น  เพื่อให้เครื่องแสดงข้อความขึ้นต่อไปของกรอบทเรียนั้น



หมายถึง ให้เคาะ  เพื่อผ่านไปกรอบทเรียนอื่น

ให้นักเรียนดำเนินบทเรียนตามกรอบคำสั่งเหล่านี้ อย่าข้ามขั้นตอน เช่น ไม่เคาะระหว่างที่มีคำสั่งให้รอ (ภาพนาฬิกา) หรือไม่เคาะ  ซ้ำหลาย ๆ ครั้ง มิฉะนั้นบทเรียนบางกรอบจะผ่านไปอย่างรวดเร็ว โดยนักเรียนไม่ทันได้ศึกษาหรืออาจหยุดชะงัก และไม่สามารถดำเนินบทเรียนต่อไปได้

นอกจากแสดงเครื่องหมาย $\checkmark$, $\times$ แล้วกรอบปัญหาจะหายไปเมื่อตอบถูก และกรอบปัญหาจะคงเดิมอยู่เช่นนั้นเมื่อตอบผิด เช่น $2 + 3 = \square$

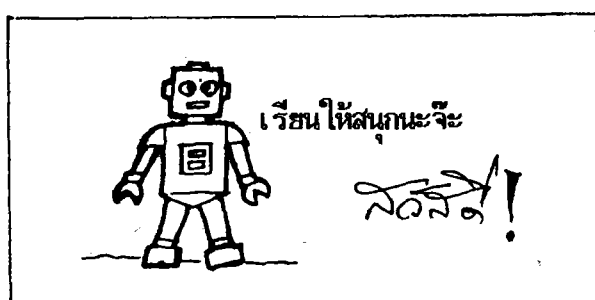
(ผลเมื่อนักเรียนตอบถูก) $2 + 3 = 5$

(ผลเมื่อนักเรียนตอบผิด) $2 + 3 = \boxed{6}$

9. เมื่อนักเรียนตอบผิด เครื่องจะย้อนกลับไปแสดงกรอบตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจซ้ำใหม่ เสร็จแล้วจะกลับมาที่กรอบเดิมเพื่อให้ตอบใหม่อีกครั้ง ถ้าผิดอีกเครื่องจะผ่านไปรอบบทเรียนถัดไปโดยไม่มีการเฉลย กล่าวโดยสรุป คือ ทุก ๆ คำตอบนักเรียนมีโอกาสตอบได้ 2 ครั้ง โดยที่การตอบผิดครั้งแรกเครื่องจะเสนอตัวอย่างให้นักเรียนได้ศึกษาอย่างรอบคอบอีกครั้ง (บางกรอบอาจไม่มีการแสดงตัวอย่างเพียงแต่ลบคำตอบเดิมทิ้งเพื่อให้ตอบใหม่)

10. ให้ลอกรายการลงในแบบฟอร์มทุกครั้งที่เครื่องมีคำสั่งให้ลอก ผลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์กับตัวนักเรียนเองในการจัดการเรียนซ่อมเสริมได้อย่างตรงเป้าหมายสำหรับนักเรียนแต่ละคน

11. ทุก 20 นาที เครื่องจะออกจากบทเรียนเพื่อให้นักเรียนได้พัก 5 นาที เมื่อหมดเวลาพักจะมีเสียงเตือนให้นักเรียนกลับเข้าสู่บทเรียนโดยเคาะ  ถ้าไม่ต้องการพักให้เคาะ  เพื่อกลับมาบทเรียนได้เลย



คู่มือสำหรับครู

ลักษณะโปรแกรม

1. ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM / pc หรือ IBM / pc Compatible ทั้ง AT / XT ขนาด 16 บิต ชนิดจอ Monochrome หน่วยความจำไม่ต่ำกว่า 512 KB
2. โปรแกรมภาษาที่ใช้ คือ ภาษา ปาสคาล
3. ตัวอักษรภาษาไทย ใช้ font ของ CU - Writer
4. การทำงานของโปรแกรม อยู่ใน Mode Graphic ทั้งหมด

ลักษณะบทเรียน

1. แบบของบทเรียน

บทเรียนของกลุ่มทดลองมี 6 แบบให้เลือกตามความต้องการ (ดูรายละเอียดในคู่มือ
นักเรียนกลุ่มทดลอง) บทเรียนของกลุ่มควบคุมมีแบบเดียว คือ แบบภาพไดอะแกรมชนิดที่มีการฝึก
แบบหน่วยต่อหน่วย

2. หน่วยการเรียนรู้

มี 3 หน่วย คือ

หน่วยที่ 1 : จำนวนเต็ม คุณ เศษส่วน

หน่วยที่ 2 : เศษส่วน ของ จำนวนเต็ม

หน่วยที่ 3 : เศษส่วน คุณ จำนวนเต็ม

สำหรับชุดทดลองฝึก มีเนื้อหา 2 หน่วย คือ

หน่วยที่ 1 : การบวกเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน

หน่วยที่ 2 : การลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน

3. ขั้นตอนของบทเรียน

ในหน่วยการเรียนรู้หนึ่ง ๆ จะแบ่งบทเรียนเป็น 3 ตอน คือ การทบทวนความรู้พื้นฐานเดิม การเรียนความคิดรวบยอดเนื้อหาใหม่และการฝึกทักษะ

ในขั้นตอนการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิม เครื่องจะถามว่านักเรียนต้องการทบทวนความรู้พื้นฐานหรือไม่ ถ้านักเรียนคิดว่าตนเองมีความรู้พื้นฐานเพียงพอแล้ว และไม่ต้องการทบทวนอีกก็พิมพ์ เลข 2 แล้วเคาะ  1 ครั้ง เครื่องจะผ่านบททบทวนไปขั้นตอนทดสอบความรู้พื้นฐานเลย หรือถ้าต้องการทบทวนก็พิมพ์ เลข 1 แล้วเคาะ  1 ครั้ง นักเรียนจะได้พบกับบทเรียนทบทวน ซึ่งเครื่องจะคอยถามว่าพอหรือยัง? ถ้าไม่ต้องการทบทวนต่อ เครื่องจะผ่านไปขั้นตอนทดสอบความรู้พื้นฐานเลย

ในกรณีที่ไม่ว่านขั้นตอนทดสอบความรู้พื้นฐาน เครื่องจะยอมกลับมาเริ่มใหม่ที่บทเรียนทบทวน

ในขั้นตอนการเรียนเนื้อหาใหม่ มีกระบวนการดังนี้ ศึกษาตัวอย่าง - ฝึก - สรุปหลักการ

ในขั้นของการฝึกทักษะ นักเรียนต้องทำคะแนนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วย จึงจะถือว่าผ่าน

การควบคุมชั้นเรียน

ชั่วโมงทดลองฝึก

1. สุ่มนักเรียนในชั้นเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. แจกแผ่นบทเรียนชุดทดลองฝึกพร้อมคู่มือและแบบฟอร์มรายงานผล
3. ให้นักเรียนกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุมเข้าประจำที่ (1 คน ต่อ 1 เครื่อง) เมื่อกลุ่มหนึ่งทดลองฝึกเรียบร้อยแล้วจึงเปลี่ยนเวียนเป็นอีกกลุ่มหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการอธิบาย
4. ให้นักเรียนทำความเข้าใจกับคู่มือฯ แล้วทดลองทำจริงโดยครูอธิบายตามไปทุกขั้นตอนด้วยตั้งแต่การใส่แผ่น การล๊อคเรื่องขึ้นแผ่น การเปิดสวิตช์ดูและจอภาพ การเลือกบทเรียน และการเรียนรู้อัตโนมัติบทเรียนแต่ละแบบอย่างเพียงพอที่จะตัดสินใจเลือกได้เมื่อถึงเวลาการทดลองจริง เป็นต้น
5. ให้นักเรียนทดลองเรียนด้วยตนเอง โดยเริ่มใหม่ตั้งแต่ต้น
6. การให้คำแนะนำ/ความช่วยเหลือของครูจะเกี่ยวกับการใช้บทเรียนเท่านั้น ส่วนเนื้อหาวิชาให้นักเรียนพยายามทำความเข้าใจด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชั่วโมงทดลองจริง

1. ให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเข้าประจำที่ ในกรณีที่เครื่องไม่พอกับจำนวนนักเรียน ให้แบ่งเรียนทีละกลุ่มย่อย นักเรียนที่เหลือให้ทำกิจกรรมอื่น ๆ
2. แจกแผ่นบทเรียนของชั่วโมงนั้น ๆ พร้อมคู่มือและแบบฟอร์มรายงานผล
3. ทบทวนด้วยปากเปล่าถึงวิธีการใช้เครื่อง การเลือกบทเรียนลักษณะบทเรียนแต่ละแบบ ในบางกรณีที่นักเรียนยังสับสนอาจใช้การสาธิตเพิ่มเติม
4. ย้ำเตือนนักเรียนให้ลอกรายการทุกครั้งที่ผลการเรียนปรากฏบนจอภาพ
5. เมื่อนักเรียนพร้อมแล้ว เริ่มบทเรียนพร้อมกัน

6. ดูแลและให้ความช่วยเหลือทั่วไปในส่วนที่เกี่ยวกับการใช้เครื่องหรือบทเรียน แต่ไม่ใช่ในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา

การเก็บผลการเรียน

1. เก็บรายงานผลที่นักเรียนลอกลงมาจากจอภาพ
 2. ตรวจสอบรายงานของนักเรียนกับผลที่เครื่องบันทึกไว้ โดยเข้าสู่ DOS (A>) แล้วพิมพ์ type CAI. RPT เครื่องจะแสดงผลที่บันทึกไว้ หากบันทึกของนักเรียนมีรายการคลาดเคลื่อนให้แก้ไขให้ถูกต้อง
-

แบบสังเกตความพอใจ

- คำชี้แจง**
1. ให้ขีด ✓ ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่แสดงพฤติกรรมนั้น ๆ มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง
 2. ถ้าเห็นว่าทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ก็ไม่ต้องขีด ✓ ลงในกลุ่มใด

รายการพฤติกรรม	กลุ่ม E	กลุ่ม C
1. ตั้งใจเรียน 2. แสดงความพอใจต่อบทเรียน 3. มีสมาธิ 4. มีการเรียนซ้ำอีกหลังจากผ่านเกณฑ์ทุกหน่วยแล้ว 5. มีการเรียนเป็นลำดับขั้นตอน		

คำอธิบายรายการพฤติกรรม

1. ความตั้งใจเรียน หมายถึง ความตั้งใจตอบคำถาม คิดก่อนตอบ ไม่ก่ดเล่นหรือก่ดผ่าน
2. ความพอใจต่อบทเรียน หมายถึง ความสนุก ความขี้มขี้มแจ่มใส ความกระตือรือร้น ไม่ท้อแท้หรือเหนื่อยหน่าย
3. ความมีสมาธิ หมายถึง ความมีใจจดจ่อต่อการเรียน มุ่งความสนใจอยู่กับบทเรียนของตน
4. การเรียนเป็นลำดับขั้นตอน หมายถึง การเรียนตามลำดับหน่วย ไม่เรียนข้ามหน่วยไปมา เรียนซ้ำในหน่วยที่ไม่ผ่าน ไม่เรียนซ้ำในหน่วยที่ผ่านได้แล้ว

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียน (กลุ่ม E)

1. ชอบเลือกเรียนกี่แบบ
2. เลือกเรียนแบบไหนมากที่สุด

<u>บทเรียน</u>	สัญลักษณ์	ไดอะแกรม	ภาพเหมือนจริง
<u>แบบฝึก</u>	ฝึกย่อยหน่วยต่อหน่วย	ฝึกรวบ	
3. เหตุผลที่เลือกแบบนั้น (คำตอบข้อ 2) มากที่สุด

4. ถ้ามีการเรียนแบบนี้ในเรื่องต่อ ๆ ไปอีก จะเลือกแบบไหน

<u>บทเรียน</u>	สัญลักษณ์	ไดอะแกรม	ภาพเหมือนจริง
<u>แบบฝึก</u>	ฝึกย่อยหน่วยต่อหน่วย	ฝึกรวบ	

 เหตุผล
5. ถ้าความรู้สึกชอบมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน ขอให้คะแนนความชอบต่อการเรียนแบบมี
 บทเรียนหลายแบบให้เลือกนี้ เท่าไร

6. เปรียบเทียบกับการเรียนที่มีบทเรียนแบบเดียว (ไม่มีการให้เลือก) ขอให้คะแนนความ
 ชอบเท่าไร (จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน เช่นกัน)

7. อยากให้มีการเรียนแบบนี้ในวิชาอื่น ๆ ด้วยหรือไม่

.....

ถ้าอยาก อยากให้มีในวิชาอะไรบ้าง (ตามลำดับของความต้องการ)

.....

.....

.....

8. ถ้าบทเรียนหลายแบบเหล่านี้ จัดทำเป็นรูปเล่มหรือแผ่นกระดาษ (ไม่ใช่คอมพิวเตอร์)

นักเรียนจะยังชอบ/ไม่ชอบ เหมือนเดิมหรือไม่

ชอบเหมือนเดิม

ชอบน้อยลง

ชอบมากกว่าเดิม

9. นักเรียนคิดว่า การเรียนแบบมีบทเรียนหลายแบบให้เลือก จะสามารถทำให้นักเรียนมีสิ่งต่อไปนี้อีกมากขึ้นหรือไม่

ความพอใจ/ความสนใจในการเรียน

ความรู้/ความเข้าใจ (ผลสัมฤทธิ์) ในเนื้อหาการเรียน

10. ความเห็นทั่วไปเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียน (กลุ่ม C)

1. ชอบชอบการเรียนแบบนี้หรือไม่
 เพราะเหตุใด

2. ถ้าบทเรียนนี้ จัดทำเป็นรูปเล่มหรือแผ่นกระดาษ (ไม่ใช่คอมพิวเตอร์) เรายังชอบ/
 ไม่ชอบ เหมือนเดิมหรือไม่
 เพราะเหตุใด

3. ถ้าการเรียนนี้มีบทเรียนหลายแบบให้เลือก เรายังชอบมากขึ้นหรือน้อยลง

 เพราะเหตุใด

4. ถ้าความรู้ที่เรารู้จักชอบมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน เรายังคะแนนความชอบต่อการเรียน 2 แบบนี้
 อย่างไร
 - การเรียนที่มีบทเรียนแบบเดียว ระดับความชอบ คะแนน
 - การเรียนที่มีบทเรียนหลายแบบให้เลือก ระดับความชอบ คะแนน
5. เรายังคิดว่า การมีบทเรียนหลายแบบให้เลือกเรียน จะทำให้เราเรียนได้เข้าใจยิ่งขึ้นหรือไม่
 (ถ้าตอบว่า ดีขึ้น ให้อ่านคำถามข้อ 6 ต่อ ถ้าตอบว่าไม่ดีขึ้น ให้ข้ามไปตอบคำถามข้อ 7
 เลย)

6. เธออยากให้มีการเรียนแบบมีบทเรียนหลายแบบให้เลือกในวิชาอื่น ๆ บ้างหรือไม่

.....

ถ้าอยาก อยากให้มีในวิชาอะไรบ้าง (ตามลำดับความต้องการ)

.....

.....

.....

.....

7. มีความเห็นเพิ่มเติมอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดความเข้าใจ

คำชี้แจง

1. มีทั้งหมด 16 ข้อ
2. คะแนนเต็ม 20 คะแนน
3. กำหนดเวลาไม่เกิน 40 นาที
4. ให้ตอบลงในแบบทดสอบนี้เลย

คำแนะนำ

1. พยายามทำทุกข้อ
2. ข้อใดทำไม่ได้ ควรข้ามไปก่อน เมื่อมีเวลาเหลือ
จึงย้อนกลับมาทำใหม่
3. ข้อ 7 - 10 คำสั่งให้นักเรียนเติมภาพให้สมบูรณ์

นักเรียนควรใช้ภาพง่ายๆแทนจำนวนนับ เช่น รูป  , 
หรือ  เป็นต้น เพราะการให้คะแนนจะพิจารณาเฉพาะความถูกต้อง
ไม่มีคะแนนความสวยงาม

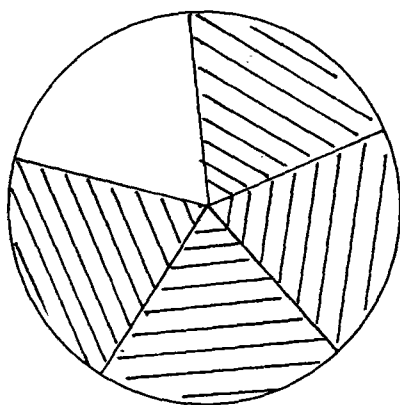
4. ทำเสร็จแล้วตรวจทานให้เรียบร้อย
5. ตรวจทานเรียบร้อยแล้วให้นำส่งครู เพราะมีการบันทึก

เวลาด้วย

อย่าเปิดหน้าต่อไป จนกว่าจะมีคำสั่งให้ลงมือทำได้

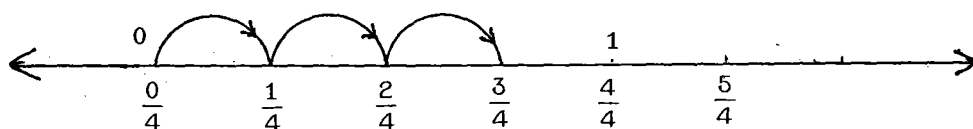
ชื่อ นามสกุล

- 1) จงเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณตามความหมายของภาพ



ตอบ

- 2) จงเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณตามความหมายของภาพ

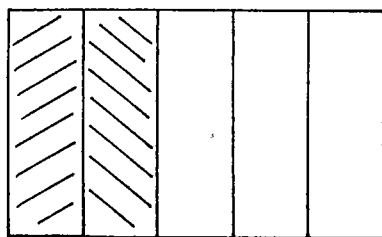


ตอบ

- 3) จงเขียนประโยคสัญลักษณ์การบวกที่เป็นความหมายของ $4 \times \frac{1}{3}$

ตอบ $4 \times \frac{1}{3} = \dots\dots\dots$

4) จงเติมตัวเลขที่แสดงความหมายตามภาพ



$$\square \times \frac{\square}{\square} = \frac{\square}{\square} + \frac{\square}{\square} = \frac{\square}{\square}$$

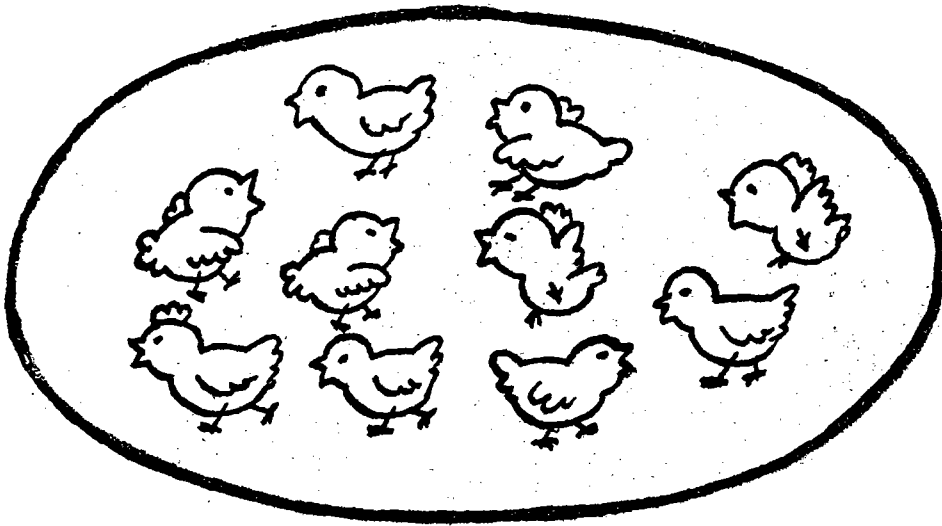
5) จงเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณของ

$$\frac{3}{7} + \frac{3}{7} + \frac{3}{7} + \frac{3}{7}$$

ตอบ

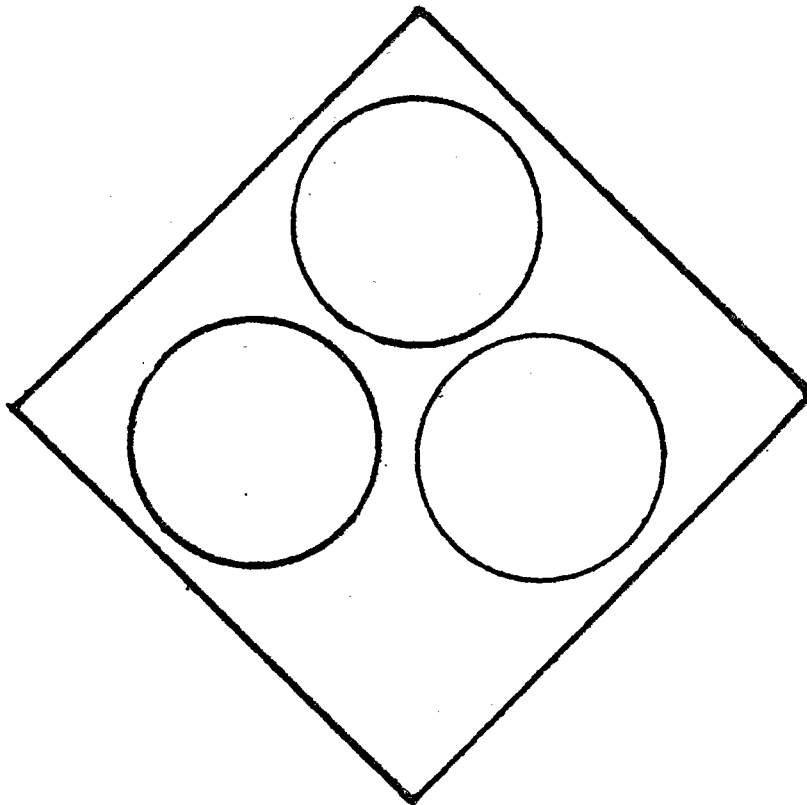
6) ให้จัดกลุ่มและแรเงาภาพ เพื่อแสดงความหมายของ

$$\frac{4}{5} \text{ ของ } 10$$



7) จงเติมภาพให้สมบูรณ์ตามความหมายของ

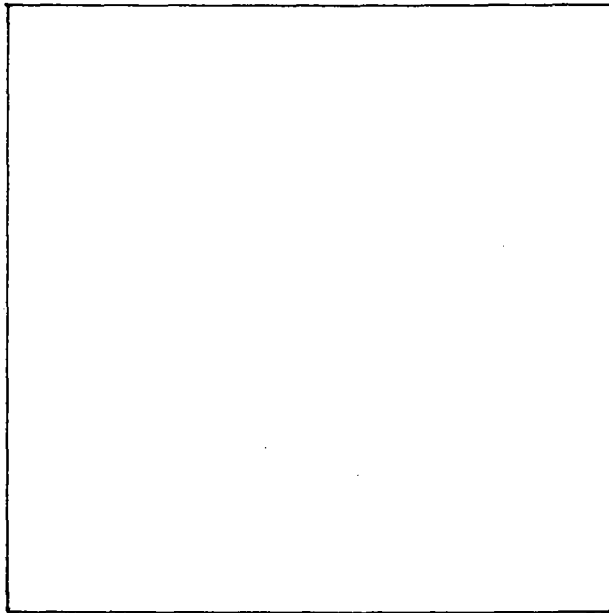
$$\frac{2}{3} \text{ ของ } 18 = 12$$



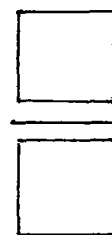
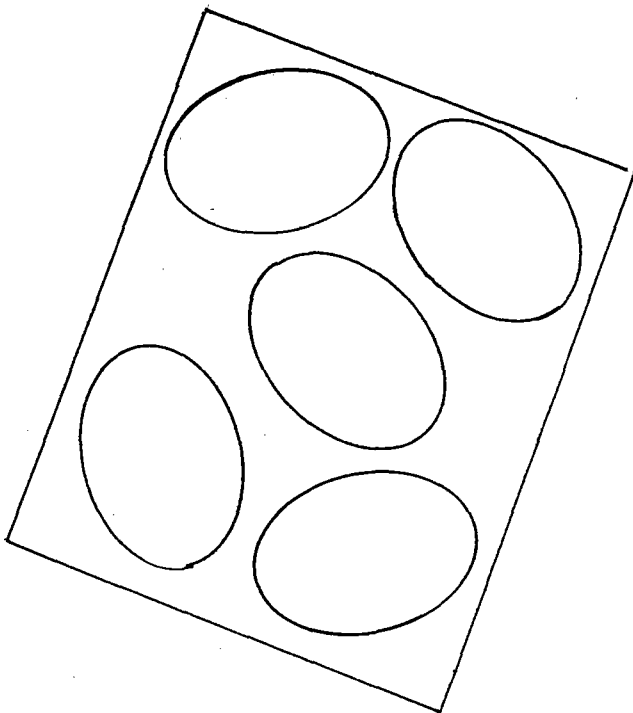
8) จงเติมภาพให้สมบูรณ์ตามความหมายของ

$\frac{3}{4}$ ของ 16

221

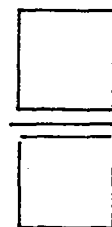
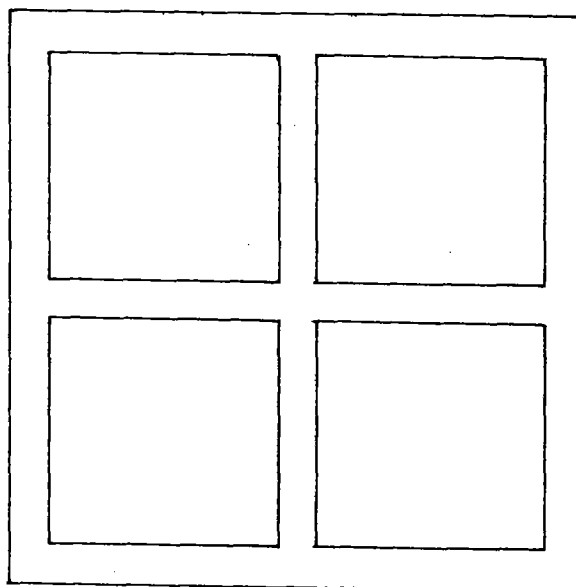


9) จงเติมภาพให้สมบูรณ์และเติมเศษส่วนที่ทำให้ประโยคเป็นจริง



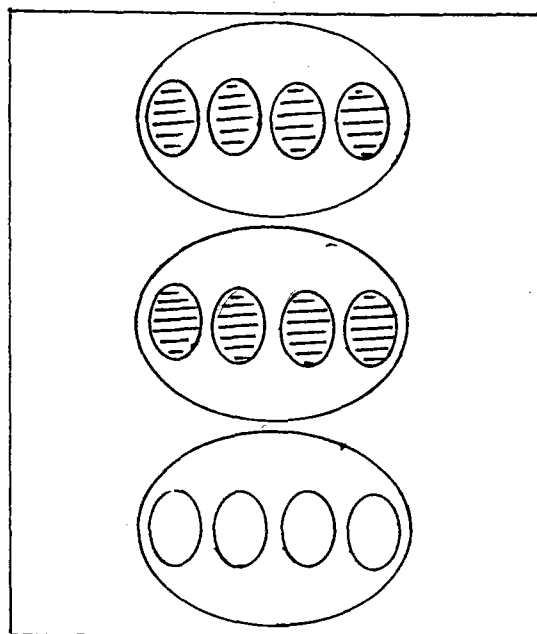
ของ 15 = 9

- 10) จงเติมภาพให้สมบูรณ์และเติมเศษส่วนที่ทำให้ประโยคเป็นจริง



ของ $16 = 12$

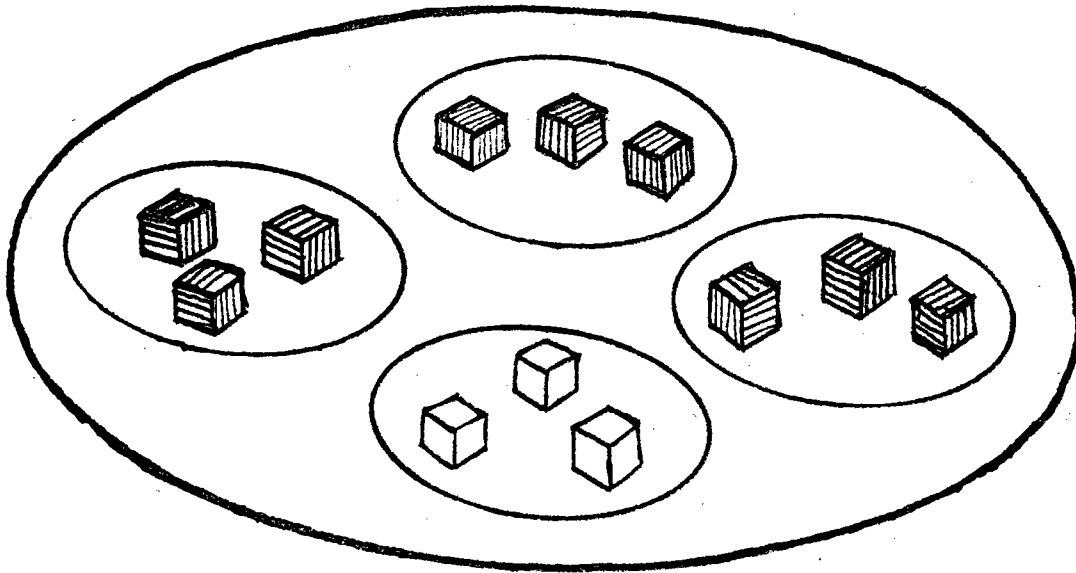
- 11) จงเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณตามความหมายภาพ



ตอบ

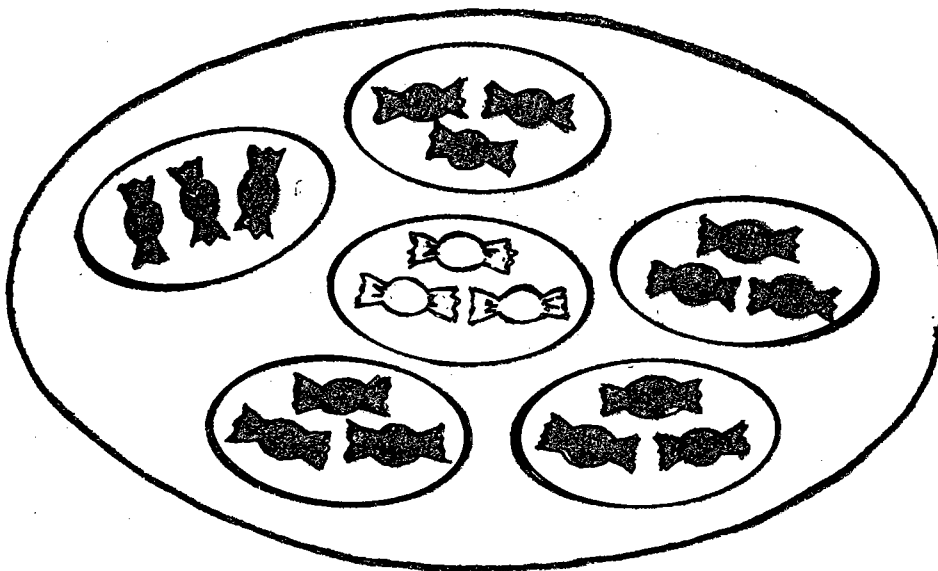
12) จงเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณตามความหมายของภาพ

223



ตอบ

13) จงเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณตามความหมายของภาพ



ตอบ

14)

$$\frac{\square}{\square} \times 24 = 12$$

15)

$$\frac{\square}{\square} \times 24 = 16$$

16)

$$\frac{\square}{\square} \times 24 = 18$$

แบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณ

คำชี้แจง

1. มีทั้งหมด 18 ข้อ
2. คะแนนเต็ม 18 คะแนน
3. กำหนดเวลาไม่เกิน 40 นาที
4. ให้ตอบลงในกระดาษคำตอบ
5. ทำเสร็จแล้วให้ตรวจทานและนำส่งครู
เพราะมีการบันทึกเวลาด้วย

อย่าเปิดหน้าต่อไป จนกว่าจะมีคำสั่งให้ลงมือทำได้

จงคำนวณหาผลลัพธ์ต่อไปนี้

1. $4 \times \frac{4}{15} =$

2. $10 \times \frac{15}{12} =$

3. $10 \times \frac{10}{10} =$

4. $\frac{9 \times 9}{3} =$

5. $\frac{11 \times 33}{99} =$

6. $\frac{5}{1} \times \frac{7}{28} =$

7. $\frac{7}{15}$ ของ 135 มีค่าเท่าไร

8. $\frac{\boxed{}}{4}$ ของ 100 = 25

มีค่าเท่าไร

9. $\frac{\boxed{}}{10}$ ของ 150 = 45

มีค่าเท่าไร

10. $\frac{2}{3}$ ของ = 90

มีค่าเท่าไร

11. $\frac{6}{10}$ ของ = 60

มีค่าเท่าไร

12. $\frac{3}{\boxed{}}$ ของ 24 = 18

มีค่าเท่าไร

$$13. \quad \frac{3 \times 77}{11} =$$

$$16. \quad \frac{14}{28} \times 250 =$$

$$14. \quad \frac{6 \times 18}{24} =$$

$$17. \quad \frac{9}{20} \times 72 =$$

$$15. \quad \frac{5}{6} \times 120 =$$

$$18. \quad \frac{7}{49} \times 420 =$$

กระดาษคำตอบทักษะการคำนวณ

ชื่อ นามสกุล

- | | | |
|----------|-----------|-----------|
| 1. _____ | 7. _____ | 13. _____ |
| 2. _____ | 8. _____ | 14. _____ |
| 3. _____ | 9. _____ | 15. _____ |
| 4. _____ | 10. _____ | 16. _____ |
| 5. _____ | 11. _____ | 17. _____ |
| 6. _____ | 12. _____ | 18. _____ |
-
-

แบบทดสอบวัดการนำไปใช้

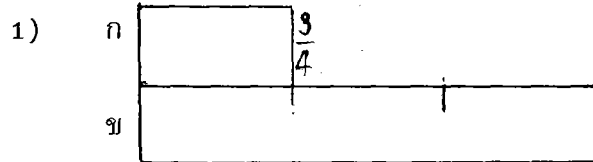
คำชี้แจง

1. มีทั้งหมด 20 ข้อ
2. คะแนนเต็ม 20 คะแนน
3. กำหนดเวลาไม่เกิน 50 นาที
4. ให้ตอบลงในกระดาษคำตอบ

คำแนะนำ

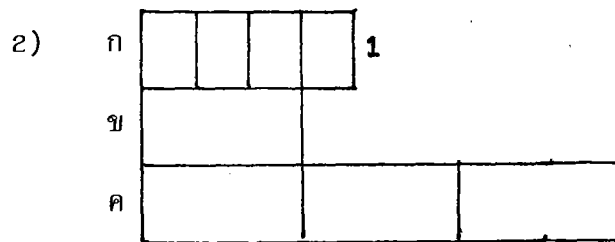
1. อ่านโจทย์ให้ดีว่า ในแต่ละข้อมีคำสั่งให้ทำอะไร เช่น ให้คำนวณหาผลลัพธ์หรือเขียนเฉพาะประโยชน์ลักษณะ
2. ใช้ส่วนล่างที่ว่างอยู่ของหน้ากระดาษคำตอบเป็นกระดาษทด ถ้าไม่พอให้ขอกระดาษทดเพิ่มจากครู
3. ทำเสร็จแล้วตรวจทานให้เรียบร้อย และนำส่งครู เพราะมีการบันทึกเวลาด้วย

อย่าเปิดหน้าต่อไป จนกว่าจะมีคำสั่งให้ลงมือทำได้



ไม้แท่ง ก ยาว $\frac{3}{4}$

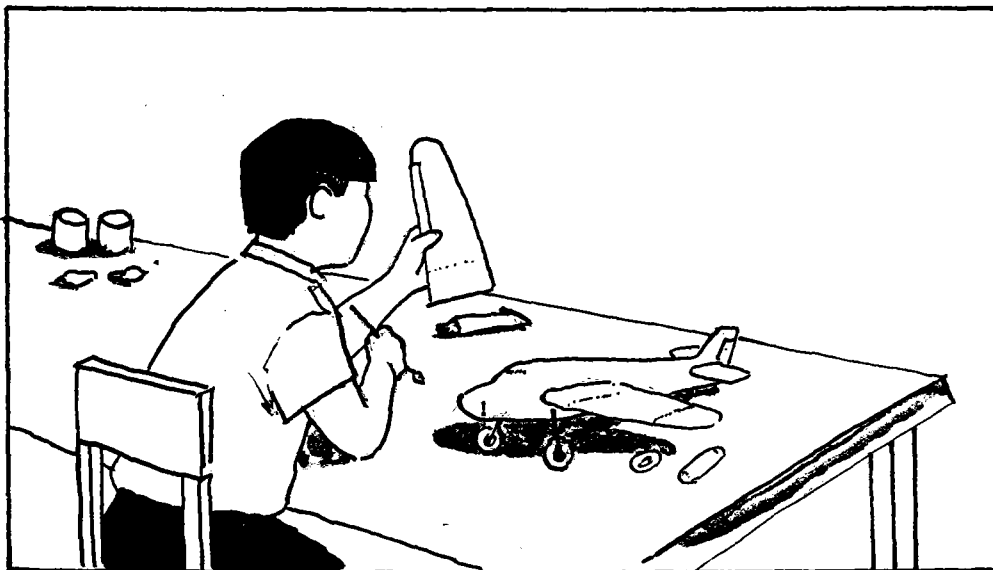
ไม้แท่ง ข ยาวเท่าไร



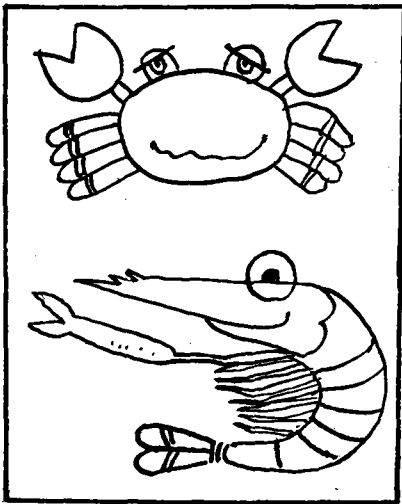
ไม้แท่ง ก ยาว 1

ไม้แท่ง ค ยาวเท่าไร

ใช้ภาพข้างล่างนี้ ตอบคำถามข้อ 3-4

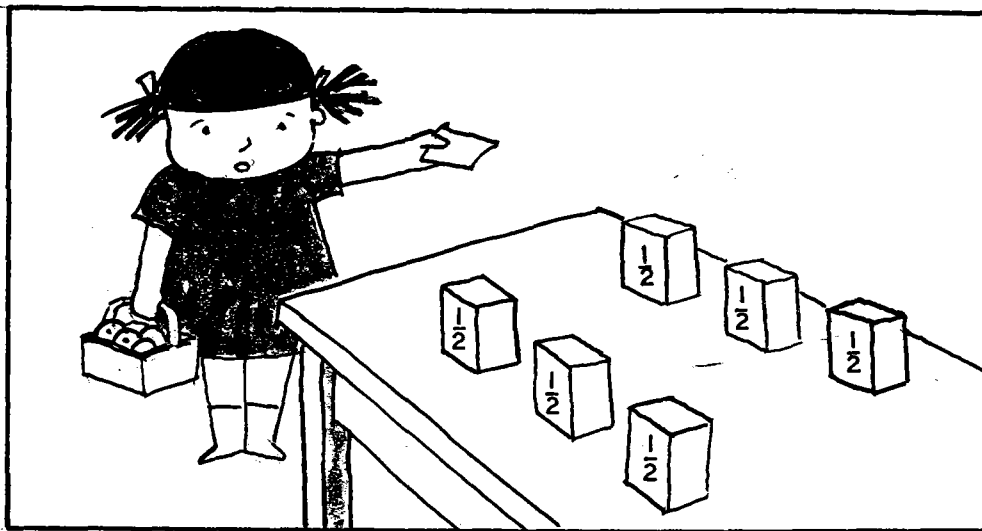


3. บินห์ติดล้อที่ปีกเครื่องบินข้างหนึ่งใช้เวลา $\frac{2}{3}$ ชั่วโมง เขาต้องใช้เวลาเท่าไรในการติดล้อที่ปีกทั้งสอง
4. บินห์ระบายสีเครื่องบินด้วยสีเงิน $\frac{2}{6}$ ของจำนวนเครื่องทั้งหมด และระบายด้วยสีฟ้า $\frac{3}{6}$ ของทั้งหมด มีเครื่องบินที่ระบายสีคิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของจำนวนทั้งหมด

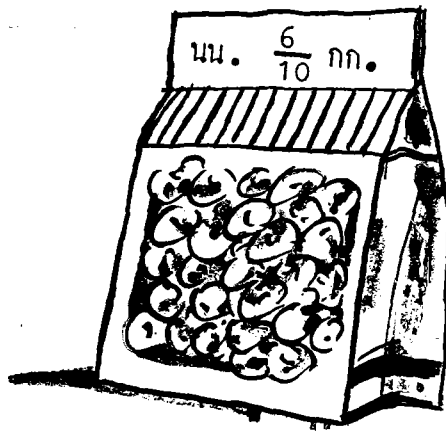


- 5) ชื้อปูหนัก $\frac{3}{2}$ กิโลกรัม กุ้งหนัก $\frac{3}{4}$ กิโลกรัม
ชื้อปูและกุ้งหนักรวมกันกี่กิโลกรัม จงเขียน
ประโยคสัญลักษณ์แสดงคำตอบ (ไม่ต้อง-
คำนวณผลลัพธ์)
- 6) ชื้อปูหรือกุ้งมากกว่า และมากกว่าอยู่เท่าใด
จงเขียนประโยคสัญลักษณ์แสดงการหาคำตอบ
(ไม่ต้องคำนวณผลลัพธ์)

ใช้ภาพข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 7-8



- 7) ลินจงชื้อน้ำตาลก้อน 6 ก้อน แต่ละก้อนหนัก $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม รวมน้ำหนักของ
น้ำตาลก้อนทั้งหมดเป็นกี่กิโลกรัม
- 8) แม่ใช้ทำขนม $\frac{3}{4}$ ของที่ชื้อมาทั้งหมด แม่ใช้ไปกี่กิโลกรัม (ตอบเป็นเศษส่วน)

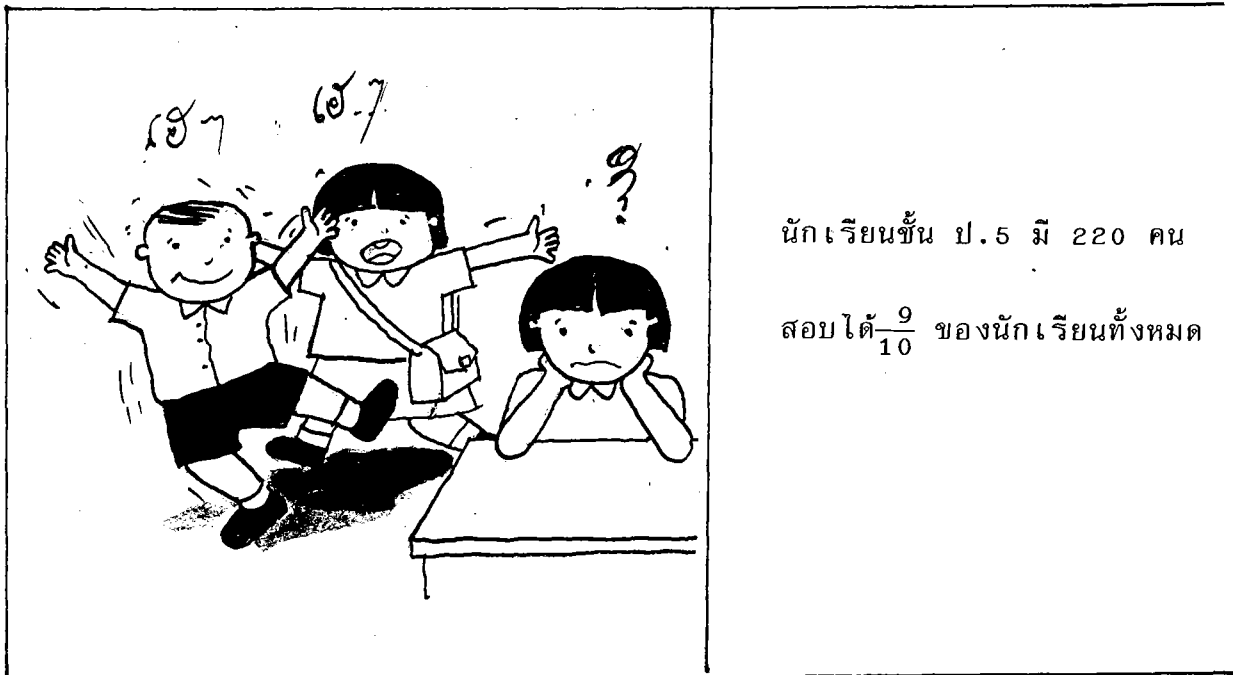


ลูกเกาลัดหนักถุงละ $\frac{6}{10}$ กก.

ราคา กก. ละ 150 บาท

- 9) ลูกเกาลัดราคาถุงละเท่าไร
- 10) จงเขียนประโยคสัญลักษณ์แสดงการหาคำตอบของข้อ 9
- 11) ถ้าซื้อ 4 ถุง จะได้เกาลัดหนักเท่าไร

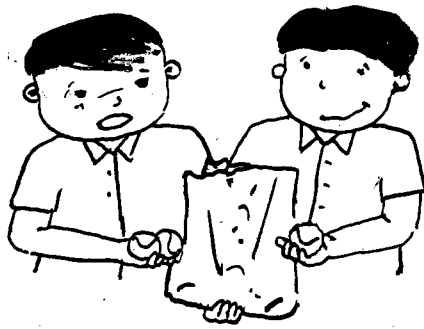
ใช้ภาพข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 12-15



นักเรียนชั้น ป.5 มี 220 คน

สอบได้ $\frac{9}{10}$ ของนักเรียนทั้งหมด

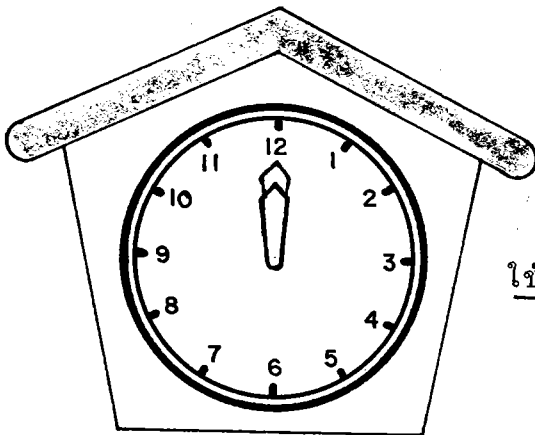
- 12) จงเขียนเศษส่วนของนักเรียนทั้งหมด
- 13) จงเขียนเศษส่วนของนักเรียนที่สอบตก
- 14) จำนวนนักเรียนที่สอบตกมีกี่คน
- 15) ถ้าคะแนนเต็มคือ 60 คะแนน ปุ้ยทำได้ $\frac{2}{3}$ ของคะแนนเต็ม
ปุ้ยได้กี่คะแนน



เบิร์ตหยิบลูกบอลในถุงครั้งละ 3 ลูก
แต่ครั้ง แบ่งให้แจ้ 2 ลูก ให้ตัวเอง 1 ลูก

16) จงเติมคำตอบในตารางให้สมบูรณ์

จำนวนลูกบอลในถุง	60		
จำนวนลูกบอลที่แจ้ได้		50	
จำนวนลูกบอลที่เบิร์ตได้			15



ใช้ภาพนาฬิกา ตอบคำถามข้อ 17-20

- 17) 45 นาที เป็นเศษส่วนเท่าไรของ 1 ชั่วโมง
- 18) ถ้าหมุนเข็มนาฬิกาทางขวา $\frac{2}{3}$ ของหน้าปัด เข็มนาฬิกาจะชี้ตรงเลขอะไร
- 19) 18 ชั่วโมง เป็นเศษส่วนเท่าไรของ 1 วัน
- 20) $\frac{3}{4}$ ของ 1 วัน เท่ากับกี่ชั่วโมง

กระดาษคำตอบทักษะการแก้ปัญหา

ชื่อ.....นามสกุล.....

- | | |
|----------|-----------|
| 1. _____ | 9. _____ |
| 2. _____ | 10. _____ |
| 3. _____ | 11. _____ |
| 4. _____ | 12. _____ |
| 5. _____ | 13. _____ |
| 6. _____ | 14. _____ |
| 7. _____ | 15. _____ |
| 8. _____ | |

16.

จำนวนลูกบอลในถุง	60		
จำนวนลูกบอลที่แจ้ได้		50	
จำนวนลูกบอลที่เบิร์ตได้			15

17.

19.

18.

20.

ประวัติย่อของผู้วิจัย

นางสาววันทยา วงศ์ศิลปกรมย์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2514 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาสถิติ การศึกษา จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2521 เข้าศึกษาต่อในระดับ ปริญญาเอก สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เมื่อปีการศึกษา 2529 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งนักวิชาการศึกษา 7 กองวิชาการ สำนักงาน คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่มีผลจากความพอใจในการได้เลือกบทเรียน

บทคัดย่อ

ของ

วันทยา วงศ์ศิลปกรมย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร

ธันวาคม 2533

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่มีโอกาสเลือก
บทเรียนกับที่ไม่มีโอกาสเลือกบทเรียน และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเลือก
กับระดับความสามารถพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้น ป.4 ปีการศึกษา 2532 จำนวน
124 คน จากโรงเรียนสุกุลพิทยาลงกรณ์และโรงเรียนวัดพรหมสุวรรณสามัคคี แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3
กลุ่มระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เนื้อหาในการทดลอง
ได้แก่ เรื่องการคูณเศษส่วนและมีชุดทดลองฝึก โดยใช้เนื้อหาเรื่องการบวกลบเศษส่วนที่มีส่วน
ไม่เท่ากัน

สื่อการทดลองเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โปรแกรมบทเรียนสำหรับกลุ่มทดลองมี
6 แบบ คือ แบบสัญลักษณ์ ไดอะแกรม และภาพเหมือนจริงโดยแต่ละแบบมีการจัดลำดับแบบฝึกหัด
หน่วยต่อหน่วยกับฝึกหัดครั้งเดียว กำหนดให้บทเรียนภาพไดอะแกรม-ฝึกย่อยเป็นบทเรียนสำหรับ
กลุ่มควบคุม

เครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 3 ฉบับ วัดสมรรถภาพ
ความเข้าใจ การคำนวณและการแก้ปัญหาโดยมีค่า KR_{20} เป็น .8658, .8381 และ .8333
ตามลำดับ เครื่องมืออื่น ๆ ได้แก่ แบบสอบถามความเห็นนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนและแบบสังเกต
พฤติกรรมการเรียน แบบแผนการทดลองเป็นแบบ Repeated Measure คือทดสอบก่อนทดลอง
หลังทดลองครั้งที่หนึ่งและหลังทดลองครั้งที่สอง โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้
สถิติ Analysis of Repeated Measure with One - Way Design ทดสอบความแตกต่าง
ของผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และใช้สถิติพรรณนาวิเคราะห์แนวโน้มความสัมพันธ์
ของตัวแปรต่าง ๆ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. แนวโน้มการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน
ที่ระดับความเชื่อมั่น .95 แต่แนวโน้มคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ
ความมีนัยสำคัญ .05 ผลการทดสอบเหล่านี้เป็นไปในลักษณะเดียวกันทุกรายสมรรถภาพและกลุ่ม
ความสามารถ

2. นักเรียนเลือกเรียนมากในแบบเรียนประเภทการฝึกย่อยทั้งสามแบบโดยเฉพาะในแบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย

3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเลือกกับระดับความสามารถพื้นฐานของนักเรียน มีแนวโน้มว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน มีความชอบหรือความถนัดในแบบเรียนต่างชนิดกัน โดยกลุ่มความสามารถสูง มีความชอบหรือความถนัดในแบบไดอะแกรม - ฝึกย่อย กลุ่มความสามารถปานกลางได้แก่ แบบภาพเหมือนจริง - ฝึกย่อย ส่วนกลุ่มความสามารถต่ำไม่แสดงแนวโน้มของการเลือกในแบบเรียนใดอย่างชัดเจน

4. ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมชอบการเรียนแบบมีโอกาสให้เลือกมากกว่าแบบไม่ให้เลือก ทั้งต้องการให้มีการเรียนแบบให้เลือกในวิชาอื่น ๆ ด้วย

5. กลุ่มทดลองแสดงพฤติกรรมไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมในด้านความตั้งใจเรียนและความมีสมาธิ แต่แสดงออกมากกว่าในด้านความพอใจในการเรียน โดยการทำกิจกรรมการเรียนทบทวนอีกภายหลังการเรียนจบทุกหน่วยแล้ว

EFFECT OF STUDENT'S PREFERENCE OF LESSON PRESENTATION
ON LEARNING OUTCOMES

AN ABSTRACT

BY

WANTAYA WONGSILAPAPIROM

Presented in partial fulfillment of the requirements for the Doctor
of Education degree in Research and Curriculum Development
at Srinakharinwirot University

December 1990

The purpose of this study were to 1) investigate the effect of student's preference of lesson presentation on learning outcomes 2) study the relationship and interaction between students' style of selection and their mathematical ability. The samples consisted of 3 classes with 124 fourth grade students from two schools, Suwagulpittaya and Wat Promsuwansamakee, of 1989 academic year. Three levels of mathematical ability were classified by their achievement and teacher's opinion, and randomly assigned to experimental and control groups. The content was fraction multiplication which was developed into three learning units .

Computer - Assisted - Instruction were used to control some extraneous variables and error treatments. Three modes of lesson presentation :- symbol, diagram and picture, followed by those of two types of exercise, formative and summative. The formative practice was the exercise attached to each learning unit, the summative was the culminated exercise attached to the last part of the lesson. Therefore there were six alternatives for experimental group meanwhile diagram with formative exercise was assigned to the control group. Prior to the experiment, a lesson on fractional addition and subtraction was used to familiarize the learners to the microcomputer and how to make selection concerning the alternatives

Three achievement tests :- comprehension, computation and problem solving were developed with the KR_{20} reliability coefficient of .8658, .8381 and .8333 respectively. The questionnaire on student's opinion about learning and the observation instrument on learning

behavior were also utilized to collect data on affective outcome and learning behavior.

A pretest, an immediate posttest and a delayed posttest were carried out with all students by using the same tests. The Analysis of Repeated Measure with One - Way Design were used in treatment of the data.

The findings were:

1) There was no significant difference of the achievement trends between experimental and control groups. However the significant gain was found on total students average scores. These same findings were found in all competencies and all group - levels of mathematical ability.

2) Almost all experimental group students preferred the lessons with picture presentation and formative exercises.

3) The students with high ability preferred the lesson with diagram presentation, the students with moderate level preferred the lesson with picture presentation but students with low ability did not show any clear preference.

4) Both experimental and control groups preferred lessons with selection opportunity and expressed that choice of learning mode should be made available in all other subjects.

5) Experimental group did not show different behaviors from control group in terms of attention and concentration but the experimental group demonstrated more interest and satisfaction by redoing the lessons and requesting to be allowed to do more.