

การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน
(Representations) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ปริญญานิพนธ์
ของ
สิริมา สาระพล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กันยายน 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒๕๕๖

๒๕๕๖

๖.๒

การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน
(Representations) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒

บทคัดย่อ

ของ

สิริมา สาระพล

- 1 ก.พ. 2548

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

กันยายน 2547

๒ ๕๕๕๕๕

สิริมา สาระพล.(2547).การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้
ตัวแทน(Representations) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เสวตมาลย์,
รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ
โดยใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547
โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ที่ได้มาจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน จำนวน 1
ห้องเรียน ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ใช้เวลาในการสอน 20 ชั่วโมง แบบแผนการทดลองครั้งนี้เป็น One-Group
Pretest-Posttest Design และ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าสถิติ t-test Dependent

ผลการศึกษาพบว่า

1. ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนมีประสิทธิภาพสูงกว่า
เกณฑ์ 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 87.94/85.01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลัง
ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนสูง
กว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้
ตัวแทนมีพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS INSTRUCTIONAL PACKAGES THROUGH
INTEGRATION METHOD WITH REPRESENTATIONS ON "RATIOS AND PERCENTS"
AT MATHAYOM SUKSA II LEVEL

AN ABSTRACT
BY
SIRIMA SARAPOL

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
September 2004

Sirima Sarapol.(2004).*The Development of Mathematics instructional Packages Through Integration Method With Representation on "Ratios and Percents" at Mathayom Suksa II Level*. Master thesis, M.Ed.(Secondary Education).
Bangkok : Graduate school , Srinakharinwirot University. Advisory Committee :
Assoc. Prof. Dr. Chaweewan Sawetamalya,Assoc.Prof.Nipa Sripairot.

The purposes of this research were to develop mathematics instructional Packages Through Integration Method With Representation on "Ratios and Percents" at Mathayom Suksa II Level and to study mathematics achievement and the progress of ability in mathematical representations of mathayomsuksa II student learning Instructional Packages Through Integration Method With Representations.

The subjects were 50 mathayomsuksa II student in the first semester of 2004 academic year at Satreesiriket School, Srisaket. They were selected through cluster random sampling technique. The experimental group was taught by using mathematics instructional Packages Through Integration Method With Representations for 20 hours. The One group Pretest-posttest design was used in this study. The data were statistically analyzed by using t-test Dependent.

The findings were as follows :

1. The mathematics instructional packages through integration method with representations possessed the efficiency of 87.94/85.01 according to 80/80 criteria.
2. The mathematics achievement of the experimental group after being taught by using mathematics instructional packages through integration method with representations was statistically higher than that before being taught at the .01 level of significance.
3. The ability in mathematical representations of the experimental Group was Higher.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน
(Representations) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ของ
นางสาวสิริมา สาระพล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)
วันที่ 30 เดือน กันยายน พ.ศ. 2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ
เศวตมัลย์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และรองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์
กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไข
ข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่งมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ประสาท สะอ้านวงศ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ
เศวตมัลย์ อาจารย์นวลน้อย เจริญผล อาจารย์ฉวีวรรณ อำไพพัทธ์ และรองศาสตราจารย์นิภา
ศรีไพโรจน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ หัวหน้าฝ่ายวิชาการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายแผนงาน
อาจารย์มยุรี สาสีวงศ์ คณะครูอาจารย์โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ คณะครูอาจารย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนสตรีศรีสะเกษ ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
รวมทั้งดำเนินการทดลองในการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา(การสอนคณิตศาสตร์)
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อทองดำ-คุณแม่ถ้ำ สาระพล คุณพี่วิรัตน์ –คุณพ่อนิลภา สาระพล
คุณพี่อภิรดี สาระพล และน้องอินทิรา สาระพล ที่ได้ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ คอยให้กำลังใจ และ
กำลังใจทรัพย์แก่ผู้วิจัยด้วยความรักและห่วงใยตลอดมา ทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา
และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

สิริมา สาระพล

ปริญญาโทฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุน
และส่งเสริมปริญญาโทของ
“ทบวงมหาวิทยาลัย”

สารบัญ

บทที่

หน้า

1 บทนำ

ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
สาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย.....	5
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	5
ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอน.....	12
ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอน.....	12
ประเภทของชุดการเรียนรู้การสอน.....	14
องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้การสอน.....	16
หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่นำไปสู่การสร้างชุดการเรียนรู้การสอน.....	25
ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้การสอน.....	28
คุณค่าของชุดการเรียนรู้การสอน.....	38
การใช้ชุดการเรียนรู้การสอน.....	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอน.....	43
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบบูรณาการ.....	46
ความหมายของการสอนแบบบูรณาการ.....	46
ลักษณะการบูรณาการในหลักสูตร.....	49
ลักษณะการสอนแบบบูรณาการ.....	43
จุดมุ่งหมายของการสอนแบบบูรณาการ.....	52

2 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการ.....	55
การจัดเนื้อหาวิชาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการ.....	57
หลักการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ.....	60
การประเมินในการเรียนการสอนแบบบูรณาการ.....	62
บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ.....	63
บทบาทและกิจกรรมของนักเรียนในการเรียนการสอนแบบบูรณาการ.....	64
ประโยชน์ของการสอนแบบบูรณาการ.....	66
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบบูรณาการ.....	67
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแทน(Representation).....	71
ความหมายของการใช้ตัวแทน.....	71
การใช้ตัวแทนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	77
บทบาทของครูในการพัฒนาการใช้ตัวแทนของนักเรียนในระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น.....	82
ความสำคัญของการใช้ตัวแทน.....	84
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแทน.....	84
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	88
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	88
องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	91
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	93
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	93
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	93
การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	94
วิธีดำเนินการวิจัย.....	105
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	107
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	107
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	113

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ)	
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	113
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	113
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	117
สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีการวิจัย.....	117
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	117
สมมติฐานของการวิจัย.....	117
วิธีดำเนินการวิจัย.....	118
สรุปผลการวิจัย.....	120
อภิปรายผล.....	121
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	125
ข้อเสนอแนะ.....	126
บรรณานุกรม.....	126
ภาคผนวก.....	138
ภาคผนวก ก.....	139
ภาคผนวก ข.....	142
ภาคผนวก ค.....	160
ภาคผนวก ง.....	193
ภาคผนวก จ.....	211
ภาคผนวก ช.....	214
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	216

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	รูปแบบ แบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์จากการใช้ ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการใช้ตัวแทน.....	103
2	แบบแผนการทดลอง.....	106
3	ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 114	114
4	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่าง.....	115
5	คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการใช้ตัวแทน ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง.....	116
6	ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 20 ข้อ.....	140
7	ค่าความยาก (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 5 ข้อ.....	141
8	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	143
9	คะแนนหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการใช้ตัวแทน ชุดที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน.....	145
10	คะแนนหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการใช้ตัวแทน ชุดที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน.....	147
11	คะแนนหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการใช้ตัวแทน ชุดที่ 3 เรื่อง สัดส่วน.....	149
12	คะแนนหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการใช้ตัวแทน ชุดที่ 4 เรื่อง ร้อยละ.....	151

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

- 13 คะแนนหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ
โดยการใช้ตัวแทน ชุดที่ 5 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและ
ร้อยละ.....153
- 14 คะแนน (x) และคะแนนกำลังสอง (x^2) จากแบบสังเกตความสามารถ
ในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ก่อนทดลอง และระหว่างการทดลอง.....155
- 15 คะแนนการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการของความสามารถ
ในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและระหว่างการทดลอง.....157

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	10
2	องค์ประกอบที่สำคัญของชุดการสอน.....	22
3	แผนภูมิแสดงการสร้างชุดการสอน.....	34
4	การใช้ตัวแทนของ 5 และครึ่งหนึ่งของ 5	72
5	สระน้ำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและพื้นที่ปูกระเบื้อง.....	74
6	แนวทางที่สามารถช่วยให้ครูอธิบายถึงการสื่อสารความหมาย.....	75
7	การใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาคำถามของนักเรียน.....	79
8	การใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาค่าอาหารรวมกับภาษีและค่าบริการ ของพนักงาน.....	80
9	การใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาค่าหาจำนวนกระเบื้องของขอบสระน้ำ.....	81
10	จุดยอดและเส้นเชื่อมที่ช่วยในการจัดตารางเวลา.....	83
11	ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	94
12	ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	96
13	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	100

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดแนวทางการปฏิรูปการศึกษาโดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นหลักเพื่อรองรับกระแสการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี ให้ความสำคัญสูงสุดสำหรับกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาเต็มตามศักยภาพ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและรู้จักแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ทั้งนี้โดยจัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผูกกระบวนการคิด ทักษะ จัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ส่งเสริมให้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น รวมทั้งการพัฒนาและปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม ตลอดจนค่านิยมที่พึงประสงค์ (วรรณ ชุนศรี. 2546 : 15)

วิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล มีระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ทำให้เป็นคนที่มีสมบูรณ์ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และมีความสมดุลทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา อารมณ์ และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544:1) จากความสำคัญดังกล่าว กระทรวงศึกษาธิการจึงได้ให้มีการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทุกระดับชั้น โดยที่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนคณิตศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล มีทักษะในการคิดคำนวณ มีความรู้ ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อไปได้ (กรมสามัญศึกษา. 2534 :8) แต่นักเรียนส่วนมากไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2540 พบว่าผลการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในด้านโครงสร้างความรู้ ทักษะกระบวนการและกรอบการวิเคราะห์เกี่ยวกับจำนวน เรขาคณิต การวัด พีชคณิต ความน่าจะเป็นและสถิติ เฉลี่ยร้อยละ 36.91 คะแนน และผลการประเมินนักเรียนตามระดับคุณภาพพบว่า นักเรียนอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุงสูงถึงร้อยละ 80.95 (กรมวิชาการ. 2542 : 13, 29) สอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545 :1-5) ได้จัดทำรายงานข้อมูลจากรายงานความสามารถในการแข่งขัน ปี 2544 (The World Competitiveness Yearbook 2001) ของสถาบันนานาชาติเพื่อพัฒนาด้านการจัดการ (International Institute for Management

Development : IMD) ได้จัดอันดับประเทศต่างๆ จำนวน 49 ประเทศ ผลของการวิเคราะห์ความสามารถในการแข่งขันของ IMD ความสามารถในการแข่งขันในภาพรวมของประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ค่อนข้างต่ำ คือต่ำกว่าอันดับที่ 30 มาโดยตลอด ในปี 2544 ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 38 ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกือบทุกประเทศในเอเชีย ยกเว้น อินโดนีเซีย และ ฟิลิปปินส์ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในโครงการ TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) ของ IEA หรือ สมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา พบว่า เจตคติต่อวิชาเรียนและวิธีการสอนของครูมีผลกระทบต่อคะแนนทดสอบของประเทศไทยและต่างประเทศ ตัวแปรที่มีผลในทางลบสูงสุด คือ การที่นักเรียนคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อ ซึ่งเจตคติดังกล่าวย่อมเป็นผลมาจากคุณภาพในการจัดการเรียนการสอนของครู (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.2545 : 34) ทั้งนี้เพราะการเรียนการสอนครูผู้สอนยังคงใช้วิธีสอนที่ไม่คำนึงถึงความแตกต่างและความถนัดของนักเรียนแต่ละคน นั่นคือถ้านักเรียนได้รับการฝึกประสบการณ์ที่เหมาะสมจะทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ แต่สภาพการเรียนการสอนปัจจุบันครูจะสอนนักเรียนทั้งชั้นด้วยวิธีการเดียวกัน ฝึกทักษะและประเมินเหมือนกันทุกคน จึงทำให้นักเรียนจำนวนหนึ่งไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียนและไม่สนใจ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจึงต่ำ (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล.2543:196) ดังนั้นสิ่งสำคัญก็คือผู้สอนจะต้องคำนึงเสมอว่าจะสอนอย่างไรจึงจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสรุปสิ่งที่เรียนได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้ต้องตระหนักว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติและสร้างความรู้ด้วยตนเอง การจัดกระบวนการเรียนรู้จึงเป็นเรื่องสำคัญยิ่ง และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถทำได้ตามศักยภาพของเขา (วรรณัน ขุนศรี.2546:34)

เพื่อให้บรรลุผลดังกล่าวการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผลดีที่สุด คือการจัดการเรียนการสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล นั่นคือการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของเขาตามศักยภาพที่มีอยู่ โรงเรียนและครูผู้สอนต้องพยายามจัดประสบการณ์การเรียนรู้แต่ละคนได้พัฒนาความสามารถเฉพาะ และจุดเด่นของเขา กิจกรรมที่จัดขึ้นควรเกิดจากความสนใจของนักเรียน โดยชุมชนอาจเป็นห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนรู้ของนักเรียน การจัดห้องและจัดเวลาทำกิจกรรมควรมีการยืดหยุ่น เพื่อให้เกิดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลให้มากที่สุด แต่การทำงานกลุ่มก็เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน มีความเข้าใจในความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถตัดสินใจเป็นกลุ่มและพัฒนาทักษะการติดต่อสื่อสารได้ บทบาทของครู คือการสังเกตเด็กแต่ละคนและหาความต้องการจำเป็นและความพร้อมเป็นรายบุคคล คิดหาเทคนิคและวิธีการพัฒนาความตื่นตัวทางคณิตศาสตร์ของเขา ใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง ตอบคำถาม

ช่วยนักเรียนหาสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็น ช่วยให้เข้าใจความคิดรวบยอดหรือทักษะที่จำเป็นในการทำกิจกรรมต่อไป (จิวรรณ เศวตมาลย์.2544 :157-160) เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการดังกล่าวการจัดการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนเป็นแนวทาง ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล คือการใช้ชุดการเรียนการสอนที่มีลักษณะประสม เพราะชุดการเรียนการสอนเป็นเทคโนโลยีที่มีคุณค่าใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินการสอนให้เป็นลำดับขั้นตอน สามารถถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่ยากซับซ้อนให้ออกมาเป็นรูปธรรม ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูง นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเอง ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคลให้ได้เรียนตามความสนใจ ตามเวลาและโอกาสอันเหมาะสม (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521 : 181) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสนใจมีลักษณะเป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเอง กิจกรรมการเรียนรู้อาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นรายกลุ่ม ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนวางแผนแก้ปัญหาร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ครุมีหน้าที่คอยชี้แนะความถูกต้องและเชื่อมโยงการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานของแต่ละกลุ่มให้เกิดการบูรณาการระหว่างกัน

ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการใช้ตัวแทน เป็นทักษะกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics หรือ NCTM.2000:67-71) ได้กำหนดทักษะการใช้ตัวแทน (Representation) ในหลักการและมาตรฐานหลักสูตรคณิตศาสตร์ (Principles and Standards of School Mathematics 2000) ว่าการจัดโปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับ Pre- K ถึงเกรด 12 ควรจัดให้ผู้เรียนสามารถ

1. คิดหาวิธีการใช้ตัวแทน และการใช้ตัวแทนในการรวบรวมข้อมูล จัดบันทึก ตลอดจนสื่อสารความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้
2. เลือก ประยุกต์ และแปลความหมายของการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ไปสู่การแก้ปัญหาได้
3. ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแบบจำลองและสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ทางด้านกายภาพ ทางสังคม และทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบจำลองได้

การใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้แก่วัตถุจริง การวาดรูป ตาราง แผนภูมิ กราฟ และสัญลักษณ์ ตัวแทนเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหา พัฒนาความเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น และสามารถสื่อสารความเข้าใจคณิตศาสตร์ของตนกับคนอื่น ๆ ได้ (Schultz and Water.2000 : 448-453) การเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างการใช้ตัวแทนในแต่ละแบบที่แตกต่างกัน จะช่วยเพิ่มความเข้าใจการใช้ความคิดรวบยอดและพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน

วิชาคณิตศาสตร์ พ.ศ 2544 (สสวท.2544:7) ได้กำหนดมาตรฐาน ค 6.3 ให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ ซึ่งหมายถึง เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาในช่วงชั้นที่ 3 คือ ระดับ ม.1 – 3 ผู้เรียนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายวิธีหาคำตอบของตนในชั้นเรียน จะเป็นการให้โอกาสให้ผู้เรียนได้สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความเข้าใจในเรื่องนั้นให้มากยิ่งขึ้น

จากแนวความคิดดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการที่จะช่วยเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เอื้อต่อการที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้นและเป็นแนวทางเพื่อส่งเสริมทักษะการใช้ตัวแทนของนักเรียนอีกทั้งเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจาก
 - 1.1 เกณฑ์ 80/80
 - 1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยชุดการเรียนรู้การสอน และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนในระดับช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 - ม.3) ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

- ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
- ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีศรีสุริเยศ
อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547
จำนวน 10 ห้องเรียน รวม 500 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีศรีสุริเยศ
อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547
โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการ
จับสลากมา 1 ห้องเรียนจากทั้งหมด 10 ห้องเรียน จำนวน 50 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องเรียนมี
ผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนตามความสามารถของนักเรียน

สาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

สาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและ
ร้อยละ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วง
ชั้นที่ 3 (ม.1 - ม.3) ซึ่งมีเนื้อหาทยอยตามหัวข้อต่อไปนี้

- ชุดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน (2 ชั่วโมง)
- ชุดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน (2 ชั่วโมง)
- ชุดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สัดส่วน (3 ชั่วโมง)
- ชุดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ร้อยละ (4 ชั่วโมง)
- ชุดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (7 ชั่วโมง)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ใช้เวลาในการสอน
20 ชั่วโมง ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 1 ชั่วโมง ดำเนินการสอน 18 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน
(Post-test) 1 ชั่วโมง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
3. พัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การบูรณาการ หมายถึง กระบวนการหรือการปฏิบัติการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงศาสตร์หรือเนื้อหาสาขาวิชาต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องมาผสมผสานกันเข้าเป็นสิ่งเดียวกันเป็นการทำให้หน่วยย่อยต่างๆ เชื่อมโยงกันอย่างสมบูรณ์และกลมกลืน เพื่อให้เกิดความรู้ที่มีความหมาย มีความสมดุล และเพื่อประโยชน์ในการแก้ปัญหาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและดำรงชีวิตอย่างมีความสุข

2. วิธีการสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่เป็นประสบการณ์ตรงที่เชื่อมโยงผสมผสานโครงสร้างของเนื้อหาเข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายที่เป็นแกนหลักในการเชื่อมโยงและผสมผสานเนื้อหาพร้อมกันและเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่สมดุลระหว่างผู้เรียนและผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้แบบองค์รวม มีประสบการณ์กว้างขวางขึ้น พร้อมทั้งจะนำมวลประสบการณ์และความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยมีขั้นตอนในการสอนดังนี้

2.1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูสร้างความสนใจหรือชี้ประเด็น ให้นักเรียนตระหนักถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นหรือประสบอยู่ โดยใช้สื่อการเรียนการสอนต่างๆ หรือการเลียนแบบสถานการณ์จริงในการชี้ให้เห็นถึงประเด็นของปัญหา

2.2 ขั้นปฏิบัติ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนวางแผนพิจารณาแนวทางและกำหนดจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหา โดยมีการทำกิจกรรมในลักษณะของกลุ่มในการทำงานและภายในกลุ่มแยกกิจกรรมกันทำในแต่ละด้าน

2.3 ขั้นกิจกรรมสรุป เป็นขั้นตอนในการเชื่อมโยงกิจกรรมการทำงานของแต่ละกลุ่มโดยผสมผสานทุกด้านเข้าด้วยกัน โดยมีเป้าหมายคือ เพื่อตอบปัญหาหรือแก้ไขปัญหาที่เป็นปัญหาหลักของทุกกลุ่มร่วมกัน

2.4 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนการประเมินผลที่เป็นกระบวนการต่อเนื่องทุกระยะของการเรียนการสอน โดยแบ่งลักษณะการประเมินออกเป็นทางด้านวิชาการ ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกัน ครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะความถูกต้องและเชื่อมโยงการแก้ปัญหา หรือพัฒนางานของแต่ละกลุ่มให้เกิดการบูรณาการระหว่างกัน

3. ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ หมายถึง การบูรณาการนวัตกรรมกับกระบวนการจัดการเรียนการสอนต่างๆ ในรูปของการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งชุดการเรียนการสอนนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของคาร์ดาเรลลี (Cardarelli, 1973 :150) ; ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2523 : 120) และกิดานันท์ มลิทอง (2531: 18) มาประยุกต์ใช้โดยชุดการเรียนการสอนที่สร้างจะประกอบไปด้วย

3.1 คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน เป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน

3.2 ชื่อชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์

3.3 คำชี้แจง อธิบายจุดมุ่งหมายของชุดการเรียนรู้การสอนและลักษณะของชุดการเรียนรู้การสอน

3.4 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังจากการศึกษาค้นคว้าชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์นี้จบลง

3.5 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่บอกเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำชุดการเรียนรู้การสอน

3.6 สื่อการเรียนรู้ บอกถึงในชุดการเรียนรู้การสอนนั้นมีวัสดุ – อุปกรณ์ อะไรบ้าง

3.7 สารการเรียนรู้ อธิบายความรู้กับนักเรียน

3.8 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนกำหนดที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์

3.9 การประเมินผลการเรียนรู้ เป็นส่วนที่นักเรียนได้ประเมินความรู้ความสามารถของตนเองจากการทำกิจกรรมในแต่ละชุดการเรียนรู้การสอน

4. การใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ (Representations) หมายถึง การเขียนภาพ (Pictorial Representation) การแสดงด้วยตารางหรือกราฟ (Graphical Representation) การใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Representation) หรือการใช้ตัวแทนทางพีชคณิต (Algebraic Representation) ในการรวบรวมข้อมูล สร้างความคิดรวบยอด การจดบันทึก การสื่อสารความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เพื่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนสามารถเลือกใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รู้จักเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับความคิดรวบยอดในทางคณิตศาสตร์ และในการประยุกต์ใช้ทางคณิตศาสตร์

5. ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน หมายถึง ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์และดำเนินการสอนตามขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการ โดยผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง กิจกรรมอาจเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม หากพบปัญหาสามารถแลกเปลี่ยนความรู้ ประสพการณ์ซึ่งกันและกันกับสมาชิกในกลุ่มหรือกับครู

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งประเมินได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางการวิเคราะห์หลักสูตร ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ พึงประสงค์ด้านสติปัญญา เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือกและอัตนัย ที่ได้ตรวจสอบคุณภาพแล้วโดย แบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive Domain) ตามที่ วิลสัน (Wilson.1971: 643-685) ได้จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ ด้านความรู้ความจำ (Computation) ด้านความ เข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) และการวิเคราะห์(Analysis)

7. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ ตัวแทน หมายถึง คุณภาพของชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เมื่อนำไปสอนแล้วทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ตามเกณฑ์ 80/80 โดยมี ความหมายดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบประเมินย่อยในแต่ละชุดการ เรียนการสอนของนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

80 ตัวหลัง หมายถึง ได้จากการประเมินหลังจากที่นักเรียนเสร็จสิ้นการศึกษาชุด การเรียนการสอนในแต่ละชุด โดยพิจารณาจากผลการทำแบบประเมินรวมท้ายชุดการเรียนการสอน นำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ถือค่าความแปร ปวณ 2.5 % คือ ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 2.5 % (ฉลองชัย สุวรรณบุรณ์.2528 :215)

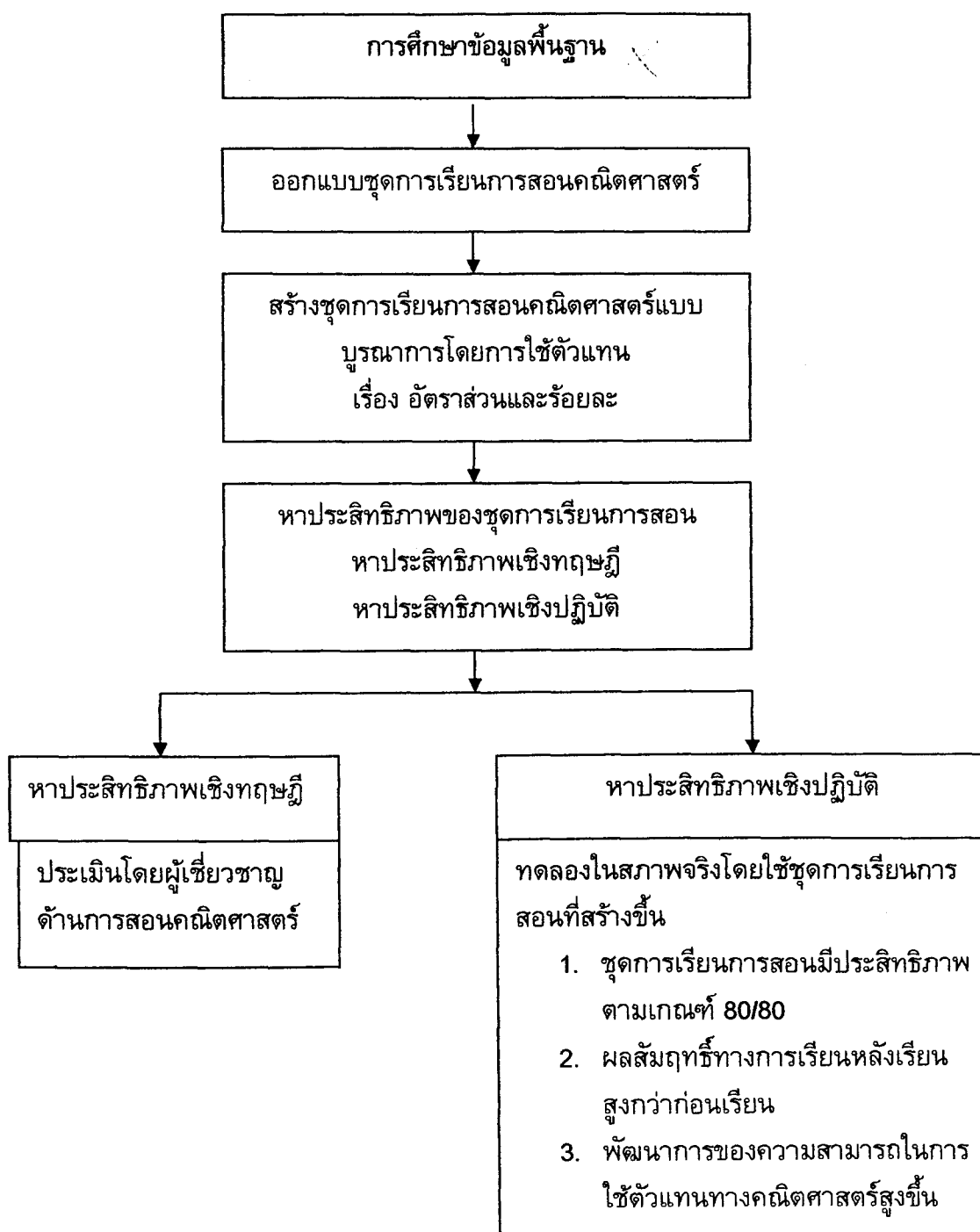
8. พัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หมายถึง ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการเรียน เรื่องอัตราส่วนและ ร้อยละ หลังจากที่มีการใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทนในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประเมินได้จากแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) คือ 3 , 2 , 1 และ 0 แบ่งเป็น ดีมาก ดี พอใช้ ควรแก้ไข

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน มีประสิทธิภาพโดยพิจารณาจาก
 - 1.1 เกณฑ์ 80/80
 - 1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับการสอน
2. นักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนมีพัฒนาการความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ (2528 : 190-200) ,ลาร์ดิซาบอลและคณะ (Lardizabal ,et al. 1970 :142) และสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (กัลยา ทองสุ. 2545 :13 ; อ้างอิงจากNCTM.2000 : 279 – 283) เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอน
 - 1.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอน
 - 1.2 ประเภทของชุดการเรียนรู้การสอน
 - 1.3 องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้การสอน
 - 1.4 หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่นำไปสู่การสร้างชุดการเรียนรู้การสอน
 - 1.5 ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้การสอน
 - 1.6 คุณค่าของชุดการเรียนรู้การสอน
 - 1.7 การใช้ชุดการเรียนรู้การสอน
 - 1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอน
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการสอนแบบบูรณาการ
 - 2.1 ความหมายของการสอนแบบบูรณาการ
 - 2.2 ลักษณะการบูรณาการในหลักสูตร
 - 2.3 ลักษณะการสอนแบบบูรณาการ
 - 2.4 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบบูรณาการ
 - 2.5 ขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการ
 - 2.6 การจัดเนื้อหาวิชาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการ
 - 2.7 หลักการจัดการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการ
 - 2.8 การประเมินในการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการ
 - 2.9 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการ
 - 2.10 บทบาทและกิจกรรมของนักเรียนในการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการ
 - 2.11 ประโยชน์ของการสอนแบบบูรณาการ
 - 2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบบูรณาการ
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแทน (Representation)
 - 3.1 ความหมายของการใช้ตัวแทน
 - 3.2 การใช้ตัวแทนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.3 บทบาทของครูในการพัฒนาการใช้ตัวแทนของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

ตอนต้น

3.4 ความสำคัญของการใช้ตัวแทน

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแทน

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนการสอน

1.1 ความหมายของชุดการเรียนการสอน

ชุดการสอนและชุดการเรียนรู้ (Instructional Package and Learning Packages) ทั้งสองคำนี้หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเนื้อหา มาส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ความแตกต่างของคำว่าชุดการสอน (Instructional Package) กับชุดการเรียนรู้ (Learning Packages) คือ ชุดการสอนเป็นคำที่ใช้มาดั้งเดิม แต่การใช้คำว่าชุดการสอนทำให้ครูเกิดแนวคิดที่ว่าสื่อการเรียนทั้งหลายที่จัดรวบรวมไว้เพื่อครูเป็นคนลงมือใช้ ดังนั้นผู้ที่ทำกิจกรรมก็คือครู ผู้เรียนเป็นฝ่ายฟังและสังเกต ในปัจจุบันนักการศึกษาจึงหันมาใช้คำว่าชุดการเรียนรู้ (Learning Packages) เพื่อย้ำถึงแนวการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้สื่อต่างๆ ในชุดการเรียนรู้เพื่อการศึกษาด้วยตนเองซึ่งจะช่วยให้ครูลดบทบาทในการบอกลง (กาญจนา เกียรติประวัติ.ม.ป.ป. : 60-61) สอดคล้องกับ บุญเกื้อ ครอบหาเวช (2542 : 91) ได้กล่าวไว้ว่าการเรียนรู้ที่ดีควรให้ผู้เรียนได้เรียนเอง จึงมีผู้นิยมเรียกชุดการสอนเป็นชุดการเรียนรู้มากขึ้น บางคนอาจจะเรียกรวมรวมกันไปเลยว่า ชุดการเรียนการสอน เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า "ชุดการเรียนการสอน"

มีผู้ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอนไว้ดังนี้

กาญจนา เกียรติประวัติ. (ม.ป.ป. : 60) ได้ให้ความหมายชุดการสอนและชุดการเรียนรู้ หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเนื้อหา มาส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

รวีวรรณ ภูมิชัย. (ม.ป.ป. : 176) ได้ให้ความหมายชุดการสอนสำหรับครู หมายถึง นวัตกรรม การใช้สื่อการสอนแบบผสม (Multi Media) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2521 : 90) ได้ให้ความหมาย ชุดการสอน หมายถึง ระบบการนำสื่อ ประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรม การเรียนรู้ของเด็กให้บรรลุจุดหมาย ชุดการสอนนิยมจัดไว้ในกล่องหรือซองเป็นหมวดๆ นิยมเรียกกันว่า “กล่องวิเศษ” เพราะช่วยให้การสอนของครูเป็นไปอย่างสะดวกสบาย และมีประสิทธิภาพ

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2523 : 129) ได้ให้ความหมายชุดการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและการ นำสื่อการเรียนหลายๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน และมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการเรียนอย่างหนึ่งใช้ เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหาวิชาและอีกอย่างหนึ่งอาจเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้ง และป้องกัน การเข้าใจความหมายผิด สื่อการเรียนเหล่านี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าสื่อประสม เรานำมาใช้สอดคล้องกับ เนื้อหาวิชาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ลัดดา ศุภปริดี (2523 : 28) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอน หมายถึง การจัด โปรแกรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อหลายชนิดร่วมกันที่เรียกว่าระบบสื่อประสม (Multi Media System) เพื่อสนองจุดหมายในการเรียนการสอนที่ตั้งไว้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และให้เกิดความสะดวก ต่อการใช้ในการเรียนการสอน

บุญถม ศรีสะอาด (2541 : 95) ได้ให้ความหมายชุดการสอน (Instructional Package) หมายถึง สื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกันจัดเข้าไว้เป็นชุด (Packages) เรียกว่า สื่อประสม (Multi Media) เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542 : 91) ได้ให้ความหมายชุดการสอน หมายถึง สื่อการสอนชนิด หนึ่งซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (Multi Media) (หมายถึงการใช้สื่อการสอนตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่นำมาใช้ร่วมกันนี้จะช่วยเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ตามลำดับขั้นที่จัดเอาไว้) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละ หน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุดๆ บรรจุอยู่ในซอง กล่อง หรือกระเป๋า

จากการศึกษาความหมายข้างต้นพอสรุปได้ว่า ชุดการเรียนการสอน หมายถึง การนำเอาสื่อ การเรียนการสอนหลายๆ อย่างมาใช้ร่วมกัน โดยให้สอดคล้องกับวิชา หน่วย หัวเรื่อง เนื้อหา วัตถุประสงค์และประสบการณ์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ หรือทำ กิจกรรมกลุ่มร่วมกัน ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมี ประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 ประเภทของชุดการเรียนรู้การสอน

นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนรู้การสอนไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2523 : 118) ได้แบ่งชุดการสอนออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ชุดการสอนประเภทการบรรยาย เป็นชุดการสอนที่มุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น ช่วยให้ผู้สอนพูดน้อยลง และให้สื่อการสอนทำหน้าที่แทน ชุดการสอนแบบบรรยายนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษาที่ยังถือว่าการสอนแบบบรรยายยังมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียน

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน เช่นในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้หรือกลุ่มกิจกรรม การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดการสอนแบบเอกัตภาพหรือชุดการสอนแบบรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ความแตกต่างระหว่างบุคคลอาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจและความพร้อมของผู้เรียน ชุดการสอนรายบุคคลอาจออกมาในรูปของหน่วยการสอนย่อยหรือโมดูล

4. ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการสอนทางไกลมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นอกจากนี้ยังมีชุดการฝึกอบรม ชุดการสอนของผู้ปกครอง ชุดการสอนทางไปรษณีย์ เป็นต้น

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2523:129 -130) แบ่งประเภทของชุดการสอนได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะการใช้คือ

1. ชุดการสอนสำหรับประกอบการบรรยาย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ชุดการสอนสำหรับครูใช้ คือเป็นชุดการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนให้ครูใช้ประกอบการบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้น้อยลงและเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ชุดการสอนนี้จะมีเนื้อหาวิชาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับนักเรียนทั้งชั้น

2. ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่ม ชุดการสอนแบบนี้มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน และอาจจัดการเรียนในรูปของศูนย์การเรียนรู้ ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มจะประกอบด้วยชุดการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น เพื่อการเรียนอาจจะจัดในรูปของรายบุคคลหรือผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันก็ได้ ผู้ที่เรียนจากชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มอาจจะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้ว ผู้เรียนจะ

สามารถช่วยเหลือกันและกันได้เอง ระหว่างประกอบกิจกรรมการเรียนรู้หากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ เมื่อจบการเรียนรู้แต่ละขั้นแล้ว ผู้เรียนอาจจะสนใจการเรียนรู้เสริมเพื่อเจาะลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้ได้อีกจากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้ เพื่อเป็นการไม่เสียเวลาที่จะต้องรอคอยบุคคลอื่น

3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นความสามารถของแต่ละบุคคลเมื่อศึกษาจบแล้วจะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้าและศึกษาชุดต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหาผู้เรียนจะปรึกษากันได้ระหว่างผู้เรียนและผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันที ในฐานะผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ ชุดการสอนแบบนี้จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปได้จนสุดขีดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น อันเป็นการถูกต้องและยุติธรรมในการจัดการเรียนการสอน ในปัจจุบันนี้ชุดการสอนแบบนี้เราเรียกบทเรียนโมดูล(Instructional Module)

คณะกรรมการการพัฒนการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์. (2524 : 250 -251)

ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนไว้ 3 ประเภท คือ

1. ชุดการสอนสำหรับครู เป็นชุดสำหรับจัดให้ครูโดยเฉพาะ มีคู่มือและเครื่องมือสำหรับครู ซึ่งพร้อมที่จะนำไปสอนเด็กให้เกิดพฤติกรรมคาดหวัง ครูเป็นผู้ดำเนินการและควบคุมกิจกรรมทั้งหมด นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมภายใต้การดูแลของครู

2. ชุดการเรียนสำหรับนักเรียน เป็นชุดสำหรับให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เพียงจัดและมอบชุดการเรียนการสอนให้ แล้วคอยรับรายงานผลเป็นระยะๆ ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหาและประเมินผล ชุดนี้เป็นการฝึกให้เรียนด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนจบการศึกษาจากโรงเรียน จะได้สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง

3. ชุดการสอนสำหรับครูและนักเรียนร่วมกัน ชุดนี้มีลักษณะผสมระหว่างแบบที่ 1 กับแบบที่ 2 ครูเป็นผู้คอยดูแล และกิจกรรมบางอย่างครูต้องเป็นผู้นำแสดงให้นักเรียนดู และกิจกรรมบางอย่างนักเรียนต้องทำเอง ชุดการสอนนี้เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งเริ่มฝึกให้รู้ด้วยตนเองภายใต้การดูแลของครู

วีระ ดันตระกูล และปรีชา นิพนธ์พิทยา (2533 : 92 – 94) ได้แบ่งชุดการสอนไว้ 3 ประเภท คือ

1. ชุดการสอนสำหรับครู เป็นชุดการสอนประกอบการบรรยายของครู เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ครูในการสอน

2. ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เป็นชุดการสอนใช้สำหรับการเรียนแบบกิจกรรมกลุ่ม นอกจากจะให้ประสบการณ์การเรียนรู้โดยการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองแล้วยังส่งเสริมให้นักเรียนมี

ความซื่อสัตย์ สามัคคี เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ในหมู่คณะ ตลอดจนเสริมสร้างวินัยและประชาธิปไตยในระบบกลุ่มด้วย

3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนสำหรับนักเรียนใช้ศึกษาค้นคว้าเป็นรายบุคคล บุญเกิด ควรหาเวช. (2542 : 94 – 95) ได้แบ่งประเภทของชุดการสอนเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการสอนสำหรับผู้สอนจะใช้สอนผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดให้น้อยลงและใช้สื่อการสอนที่มีความพร้อมอยู่ในชุดการสอนในการเสนอเนื้อหามากขึ้น สื่อที่ใช้อาจได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ สไลด์ फिल्मสตริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียงหรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ เป็นต้น ข้อสำคัญคือสื่อที่จะนำมาใช้นี้ต้องให้ผู้เรียนได้เห็นอย่างชัดเจนทุกคน ชุดการสอนชนิดนี้บางคนอาจเรียกว่าชุดการสอนสำหรับครู

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5 – 7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดการสอนชนิดนี้มักจะใช้ในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่นการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดการสอนแบบรายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ เป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมักจะมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถจะประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ด้วย ชุดการสอนชนิดนี้อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนย่อยหรือโมดูลก็ได้

จากการศึกษาประเภทของชุดการเรียนการสอนได้แบ่งออกเป็นหลายประเภทซึ่งครูและนักเรียนมีบทบาทที่แตกต่างกันไปแต่ละประเภท ดังนั้นการเลือกสรรในแต่ละประเภท ครูควรเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของผู้เรียน เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ตามหลักสูตรให้มากที่สุด ในการศึกษาค้นคว้านี้ผู้วิจัยได้ยึดแนวการสร้างชุดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ศึกษด้วยตนเอง และในบางครั้งก็จะมีกิจกรรมร่วมกัน โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำชี้แนะและดูแลอย่างใกล้ชิด เป็นผู้นำในการปฏิบัติกิจกรรมบางกิจกรรมร่วมกับนักเรียน

1.3 องค์ประกอบของชุดการเรียนการสอน

ชุดการเรียนการสอนประกอบด้วยสื่อประสมในรูปของสื่อ วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป นำมาบูรณาการ โดยใช้วิธีการจัดระบบ เพื่อให้ชุดการเรียนการสอนแต่ละชุดมี

ประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์เปิดเสรีในตัวเอง มีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยและเนื้อหาที่จัดระบบไว้แล้ว ชุดการเรียนการสอนอาจอยู่ในแฟ้มหรือกล่อง มีจำนวนเท่ากับหน่วยการสอนในแต่ละวิชา การผลิตชุดการเรียนการสอนจึงต้องมีการจัดระบบที่เหมาะสม

ฮุสตันและคนอื่นๆ (Houston and others.1972 : 10-15) ได้ให้ส่วนประกอบของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. คำชี้แจง (Prospectus) ในส่วนนี้ จะอธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมายขอความช่วยเหลือของการเรียนการสอน สิ่ง que ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ก่อนเรียน และขอความช่วยเหลือของกระบวนการทั้งหมดในชุดการสอน

2. จุดมุ่งหมาย (Objectives) คือ ข้อความที่แจ่มชัดไม่กำกวมที่กำหนดว่า ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จอะไรหลังจากเรียนแล้ว

3. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre - assessment) มีจุดประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนอยู่ในการเรียนจากชุดการสอนนั้น และเพื่อดูว่าเขาได้สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เพียงใด การประเมินเบื้องต้นนี้อาจจะอยู่ในรูปของการทดสอบแบบข้อเขียน การสอบปากเปล่า การทำงาน ปฏิกริยาตอบสนองต่อคำถามง่าย ๆ เพื่อให้รู้ถึงความต้องการและความสนใจ

4. การกำหนดกิจกรรม (Enabling Activities) คือ การกำหนดแนวทางและวิธีเพื่อไปสู่จุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นด้วย

5. การประเมินขั้นสุดท้าย (Post – assessment) เป็นข้อทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนหลังจากเรียนแล้ว

คาร์ดาเรลลี (Cardarelli.1973: 150) ได้กำหนดโครงสร้างของชุดการสอนซึ่งประกอบด้วย

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Sub topic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rationale)
4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral objective)
5. การสอบก่อนเรียน (Pre – test)
6. กิจกรรมและการประเมินตนเอง (Activities and Self – evaluation)
7. การทดสอบย่อย (Quiz หรือ Formative Test)
8. การทดสอบขั้นสุดท้าย (Post – test หรือ Summative Evaluation)

ดวน (Duane.1973 : 169) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอน 6 ประการ ดังนี้

1. มีจุดมุ่งหมายของเนื้อหา
2. มีการบรรยายเนื้อหา

3. มีจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. มีกิจกรรมให้เลือกเรียน
5. มีกิจกรรมที่ส่งเสริมเจตคติ
6. มีเครื่องมือวัดผลก่อนการเรียนรู้และหลังการเรียนรู้

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2522 : 153) กล่าวว่า ชุดการสอนอาจมีหลายรูปแบบที่แตกต่างกันแต่จะต้องประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับครูและนักเรียนตามลักษณะของชุดการเรียนการสอน ภายในคู่มือครูจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการเรียนการสอนไว้อย่างละเอียด ครูและนักเรียนจะต้องปฏิบัติตามคำชี้แจงอย่างเคร่งครัด จึงจะสามารถใช้ชุดการสอนนั้นอย่างได้ผล คู่มือครูต้องมีส่วนสำคัญคือ

- 1.1 คำชี้แจงสำหรับครู
- 1.2 บทบาทของครู
- 1.3 การจัดชั้นเรียนพร้อมแผนผัง
- 1.4 แผนการสอน
- 1.5 แบบฝึกปฏิบัติ

2. บัตรคำสั่ง (คำแนะนำ) เพื่อให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างที่มีอยู่ในชุดการสอนแบบกลุ่มและชุดการสอนแบบรายบุคคล บัตรคำสั่งประกอบด้วย

- 2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา
- 2.2 คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม
- 2.3 การสรุปบทเรียน อาจใช้การอภิปรายหรือการตอบคำถาม

บัตรคำสั่งจะต้องมีถ้อยคำกะทัดรัด เข้าใจง่าย ชัดเจน ครอบคลุมกิจกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนปฏิบัติ นักเรียนจะต้องอ่านบัตรคำสั่งให้เข้าใจเสียก่อนแล้วจึงปฏิบัติตามเป็นขั้นๆ ไป

3. เนื้อหาหรือประสบการณ์ ถูกบรรจุอยู่ในรูปของสื่อต่างๆ อาจประกอบด้วยบทเรียนสำเร็จรูป สไลด์ แถบบันทึกเสียง วัสดุกราฟิก รูปภาพ เป็นต้น นักเรียนจะต้องศึกษาจากสื่อต่างๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดการสอนตามบัตรคำสั่งที่กำหนดไว้ให้

4. แบบประเมินผล (ก่อนเรียนและหลังเรียน) อาจจะมีอยู่ในรูปของแบบฝึกหัดให้เติมคำลงในช่องว่าง จับคู่เลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือให้พิจารณาผลจากการทดลองหรือทำกิจกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2523 :120) ได้จำแนกส่วนประกอบของชุดการสอนไว้ 4 ส่วน คือ

1. คู่มือ สำหรับครูผู้ใช้ชุดการสอนหรือและผู้เรียนที่ต้องเรียนจากชุดการสอน

2. คำสั่งหรือการมอบงาน เพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้นักเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ โดยจัดให้อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนแบบกลุ่มและรายบุคคล ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. การประเมินผล เป็นการประเมินของกระบวนการได้แก่ แบบฝึกหัด รายงาน การค้นคว้า และผลของการเรียนรู้ในรูปของแบบสอบต่างๆ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525 : 186 – 189) ได้จำแนกองค์ประกอบชุดการสอนไว้ 6 ส่วน ดังนี้

1. หัวเรื่อง คือการแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วย แต่ละหน่วยแบ่งออกเป็นส่วยย่อยเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เพื่อบ่มเพาะให้เกิดความคิดรอบคอบในการเรียนรู้

2. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ที่ใช้ชุดการสอน จะต้องศึกษาก่อนที่จะใช้ชุดการสอนจากคู่มือครูให้เข้าใจเป็นครั้งแรก จะทำให้การใช้ชุดการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะคู่มือประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอน เพื่อความสะดวกสำหรับผู้ที่จะนำชุดการสอนไปใช้ว่าจะต้องทำอะไรบ้าง

2.2 สิ่งที่ต้องเตรียมเตรียมนก่อนสอน ส่วนมากจะบอกถึงสื่อการเรียนที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะบรรจุไว้ในชุดการสอนได้ หรือสิ่งที่มีความน่าเบื่อ สิ่งที่น่าเบื่อแต่ก่ายหรือ สิ่งที่ต้องใช้ร่วมกับคนอื่น หรือเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาแพงที่ทางโรงเรียนจัดเก็บไว้ที่ศูนย์วัสดุอุปกรณ์ของโรงเรียน เป็นต้น

2.3 บทบาทของนักเรียนจะเสนอแนะว่า นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไร

2.4 การจัดชั้นเรียน ควรจะจัดในรูปแบบใดเพื่อความเหมาะสมของการเรียนรู้และการร่วมกิจกรรมของชุดการสอนนั้นๆ

2.5 แผนการสอน ซึ่งประกอบด้วย

2.5.1 หัวเรื่อง กำหนดเวลา จำนวนผู้เรียน

2.5.2 เนื้อหาสาระควรเขียนสั้นๆ และกว้างๆ ถ้าต้องการรายละเอียด ควรนำไปรวมไว้ในเอกสารประกอบการเรียน

2.5.3 ความคิดรวบยอด หรือหลักการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นจากเนื้อหาสาระ

2.5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์

เชิงพฤติกรรม

2.5.5 สื่อการเรียนรู้

2.5.6 กิจกรรมการเรียนรู้

2.5.7 การประเมินผล

แผนการสอนนี้เป็นแนวทางที่ครูจะทำการสอนได้อย่างถูกต้อง ตามขั้นตอนของการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้เด็กได้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

3. วัสดุประกอบการเรียน ได้แก่ พวกสิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่จะให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเช่น เอกสาร ตำรา บทคัดย่อ รูปภาพ แผนภูมิ วัสดุ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ควรจะมียุ่อย่างสมบูรณ์อยู่ในชุดการสอนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

4. บัตรงาน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่ม หรือการจัดกิจกรรมแบบศูนย์การเรียนรู้ บัตรงานนี้อาจจะเป็นกระดาษแข็งหรืออ่อนตามขนาดที่เหมาะสมกับวัยผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

4.1 ชื่อบัตร กลุ่ม หัวเรื่อง

4.2 คำสั่ง ว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้าง

4.3 กิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ ตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

5. กิจกรรมสำรอง จำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่มหรือการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ กิจกรรมสำรองนี้ต้องเตรียมไว้สำหรับนักเรียนบางคนที่ทำกิจกรรมเสร็จก่อนคนอื่น ได้มีกิจกรรมอย่างอื่นทำ เพื่อเป็นการเสริมการเรียนรู้ได้กว้างและลึกไม่เกิดการเบื่อหน่าย ซึ่งอาจจะมีปัญหาทางวินัยในชั้นเรียน ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมสำรองอันมีเนื้อหาสาระคล้ายกับสิ่งที่เคยเรียนมา แต่กิจกรรมนั้นอาจจะยากหรือมีความลึกซึ้งที่ยั่วยุต่อการเรียน

6. ขนาดรูปแบบของชุดการสอน ชุดการสอนที่ดีไม่ควรใหญ่หรือเล็กเกินไป เพื่อสะดวกในการใช้และความสวยงามในการเก็บรักษา ควรมีขนาดไม่เกิน 11" – 15" ส่วนความหนาของชุดการสอนแล้วแต่ลักษณะของวิชาและสื่อการเรียนที่ใช้ในแต่ละหน่วยวิชา ด้านหน้าและด้านหลังควรจะเขียนข้อความให้เรียบร้อยเพื่อความสะดวกในการเก็บรักษาและการนำไปใช้ เช่น

ชุดการสอนที่.....

วิชา.....

เรื่อง.....

ชั้น.....

เริ่มทำวันที่.....เดือน.....ปี.....

เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงชุดการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไปและทันต่อเหตุการณ์ของการเปลี่ยนแปลงในด้านวิชาการและสังคม สิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน

สุมานิน รุ่งเรืองธรรม (2526 :114-115) จัดองค์ประกอบของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. หัวเรื่อง เป็นการแบ่งหน่วยงานออกเป็นส่วนย่อยให้ผู้เรียนได้เข้าใจยิ่งขึ้นซึ่งหัวเรื่องนี้จะตรงกับความต้องการของผู้เรียนและผู้สอนอีกทั้งมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนในหลักสูตร

2. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นสิ่งจำเป็นมากซึ่งผู้ใช้ชุดการสอนนั้นจะศึกษาคู่มือเป็นอันดับแรกดังนั้นคู่มือการใช้ชุดการสอนจึงประกอบด้วย

2.1 หัวเรื่อง กำหนดเวลาเรียน และจำนวนชุด

2.2 เนื้อหา ควรจะบรรยายเนื้อหาอย่างสั้นๆ และกว้างส่วนรายละเอียดควรนำไปรวมไว้ในเอกสารประกอบการเรียน

2.3 ความคิดรวบยอด กล่าวถึงหลักการเรียนรู้ที่มุ่งเน้น

2.4 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้รับ

2.5 สื่อการเรียนหรือวัสดุประกอบการเรียน ระบุรายการศึกษาค้นคว้าและที่ผู้สอนจะใช้ประกอบการสอน

2.6 กิจกรรมการเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียน และการใช้อุปกรณ์

2.7 การประเมินผล

3. วัสดุประกอบการเรียนหรือสื่อ รายการที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้ชุดการสอนจะต้องมีไว้ในชุดการสอนจริงๆ และต้องระบุรายการวัสดุอุปกรณ์ หรือสื่อที่มีอยู่ด้วยหมายเลขให้แน่ชัด

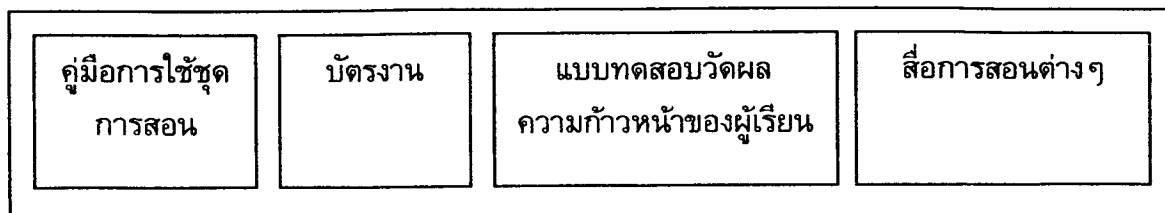
4. การประเมินผล แบบประเมินเพื่อดูพฤติกรรมของนักเรียนอาจเป็นลักษณะของแบบทดสอบหรือการให้แสดงผลงาน ซึ่งจะต้องกำหนดให้ชัดเจนและออกแบบมาให้เข้าใจ

5. ขนาดรูปแบบของชุดการสอน ไม่ควรจะใหญ่เกินไป ต้องคำนึงความสะดวกในการขนย้ายและการนำไป

6. กิจกรรมสำรอง ถ้าเป็นชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม ควรจะจัดกิจกรรมสำรองไว้สำหรับนักเรียนบางคนที่ทำเสร็จก่อนผู้อื่นจะได้มีกิจกรรมอย่างอื่นทำ

7. ทดลองใช้ เพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำออกไปประกอบการสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 95-96) กล่าวว่า ชุดการสอนจะมีองค์ประกอบสำคัญ 4 ด้าน ดังนี้



ภาพประกอบ 2 องค์ประกอบที่สำคัญของชุดการสอน

1. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ชุดการสอนศึกษาปฏิบัติ เพื่อให้บรรลุอย่างมีประสิทธิภาพ อาจประกอบด้วยแผนการสอน สิ่งที่ต้องเตรียมก่อนสอนบทบาทของผู้เรียน การจัดชั้นเรียน (ในกรณีของชุดการสอนที่มุ่งใช้กับกลุ่มย่อย เช่น ในศูนย์การเรียนรู้)
2. บัตรงาน เป็นบัตรที่มีคำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้าง โดยระบุกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของการเรียน
3. แบบทดสอบวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับตรวจสอบว่าหลังจากเรียนชุดการสอนจบแล้ว ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่
4. สื่อการเรียนต่างๆ เป็นสื่อสำหรับผู้เรียนได้ศึกษามีหลายชนิดประกอบกัน อาจเป็นประเภทสิ่งพิมพ์ เช่นบทความ เนื้อหาเฉพาะเรื่อง จุลสาร บทเรียนโปรแกรม หรือประเภทสื่อทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภูมิต่างๆ เทปบันทึกเสียง फिल्मสตริป สไลด์ ขนาด 2×2 นิ้ว ของจริง เป็นต้น

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2533 :127) จัดองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. คำชี้แจง
2. หลักการและเหตุผล
3. วัตถุประสงค์
4. ความรู้เบื้องต้น
5. การประเมินผลก่อนเรียน
6. มโนคติ
7. ส่วนประกอบของชุดการเรียนการสอน

8. เนื้อหาสาระ

9. ระยะเวลาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

10. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

11. เอกสารประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

12. การประเมินผลหลังเรียน

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 81) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. คู่มือ สำหรับผู้สอนในการใช้ชุดการสอน และสำหรับผู้เรียนในชุดการเรียน
2. คำสั่ง เพื่อกำหนดแนวทางในการสอนหรือการเรียนรู้
3. เนื้อหาบทเรียน จะจัดในรูปของ สไลด์ फिल्मสตริป เทปบันทึกเสียง วัสดุกราฟิก

ม้วนวีดิทัศน์ หนังสือบทเรียน ฯลฯ

4. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการให้ผู้เรียนทำรายงาน กิจกรรมที่กำหนดให้หรือค้นคว้าต่อจากสิ่งที่เรียนไปแล้วเพื่อความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

2 5. แบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบเกี่ยวข้องกับเนื้อหานั้นเพื่อการประเมินผล

ชาญชัย อินทรสุนานนท์. (2538 : 42 - 43) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของชุดการสอนไว้ดังนี้

ในชุดการสอนแต่ละชุดโดยทั่วไปจะประกอบด้วย

1. กล่องบรรจุขนาดเหมาะสมกับสื่อการเรียนการสอนทั้งชุด
2. สื่อการสอนและบัตรบอกชนิดสื่อเรียงตามลำดับการใช้
3. บันทึกการสอนที่ประกอบด้วย
 - 3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับวิชาและหน่วยการสอน
 - 3.2 รายละเอียดเกี่ยวกับผู้เรียน
 - 3.3 เวลา จำนวนชั่วโมง
 - 3.4 วัตถุประสงค์ทั่วไป
 - 3.5 วัตถุประสงค์เฉพาะ
 - 3.6 เนื้อหาวิชาและประสบการณ์
 - 3.7 กิจกรรมและการใช้สื่อการสอนประกอบวิธีการเรียน วิธีการสอน
 - 3.8 แบบประเมินผล / การวัดผล / การทดสอบ / Pretest / Posttest

บุญเกิด ควรหาเวช. (2542 : 95 - 97) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญๆ ภายในชุดการสอนสามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียนตามแต่ชนิดของกิจกรรม ภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการสอนเอาไว้อย่างละเอียด อาจจะทำเป็นรูปเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บัตรคำสั่งจะมีอยู่ในชุดการสอนแบบกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วย

2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา

2.2 คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม

2.3 การสรุปบทเรียน

บัตรคำสั่ง มักนิยมใช้กระดาษแข็งตัดเป็นบัตรขนาด 6 คูณ 8 นิ้ว

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการเรียนการสอนต่างๆ อาจประกอบด้วยบทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง ฟิล์มสตริป แผ่นภาพโปร่งใส วัสดุกราฟิก หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ เป็นต้น ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการเรียนการสอนต่างๆ ที่บรรจุในชุดการสอนตามบัตรคำสั่งที่กำหนดไว้ให้

4. แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียน แบบประเมินผลที่อยู่ในชุดการสอนอาจจะเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่างเลือกคำตอบที่ถูกต้อง จับคู่ คูณการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

ส่วนประกอบข้างต้นนี้จะบรรจุในกล่องหรือซอง จัดเอาไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกแก่การใช้นิยามแยกออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1. กล่อง

2. สื่อการสอนและบัตรบอกชนิดของสื่อการเรียนเรียงตามการใช้

3. บันทึกรายการสอน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับวิชาและหน่วยการสอน

3.2 รายละเอียดเกี่ยวกับผู้เรียน

3.3 เวลา จำนวนชั่วโมง

3.4 วัตถุประสงค์ทั่วไป

3.5 วัตถุประสงค์เฉพาะ

3.6 เนื้อหาวิชาและประสบการณ์

3.7 กิจกรรมและสื่อการเรียนประกอบวิธีสอน

3.8 การประเมินผล วัดผล การทดสอบก่อนและหลังเรียน

4. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดการเรียนการสอนทำให้เห็นองค์ประกอบต่างๆ หลายรูปแบบ ซึ่งครูและนักเรียนมีหน้าที่แตกต่างกันไปตามแต่ละประเภท ดังนั้นครูควรเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของผู้เรียน เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ตามหลักสูตรให้มากที่สุด โดยครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและดูแลอย่างใกล้ชิด

1.4 หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่นำไปสู่การสร้างชุดการเรียนการสอน

นักการศึกษาได้ให้หลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการเรียนการสอน ดังนี้

เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต (2528 : 292-293) กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีสำคัญในการสร้างชุดการเรียนการสอนดังนี้

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยาในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้ เพราะถือว่าการสอนนั้นไม่สามารถปั้นผู้เรียนให้เป็นแม่พิมพ์เดียวกันในช่วงเวลาที่เท่ากัน เพราะผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ตามวิถีทางของเขาและใช้เวลาเรียนในเรื่องหนึ่งๆ ที่แตกต่างกันไป ความแตกต่างเหล่านี้มีความแตกต่างในด้านความสามารถ(Ability) สติปัญญา (Intelligence) ความต้องการ (Need) ความสนใจ (Interest) ร่างกาย (Physical) อารมณ์ (Emotion) และสังคม (Social) ด้วยเหตุผลที่คนเรามีความแตกต่างดังกล่าว ผู้สร้างชุดการเรียนการสอนจึงพยายามที่จะหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการที่จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ในชุดนั้นๆ

2. การนำสื่อประสมมาใช้ (Multi – media approach) เป็นการนำเอาสื่อการสอนหลาย ๆ ประเภทมาใช้สัมพันธ์กันอย่างมีระบบ ความพยายามอันนี้ก็เพื่อที่จะเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนจากเดิมที่เคยยึดครูเป็นแหล่งให้ความรู้เป็นหลัก มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อประเภทต่าง ๆ

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) จิตวิทยาการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้

3.1 เข้าร่วมกิจกรรมด้วยตนเอง

3.2 ตรวจสอบผลการเรียนของตนเองว่าถูกหรือผิดได้ทันที

3.3 มีการเสริมแรง คือ ผู้เรียนจะเกิดความภาคภูมิใจ ดีใจที่ตนเองทำได้ถูกต้องเป็นการให้กำลังใจที่จะเรียนต่อไป ถ้าตนเองทำไม่ถูกต้องจะได้ทราบว่าถูกต้องนั้นคืออะไร จะได้ไตร่ตรองพิจารณาทำให้เกิดความเข้าใจ ซึ่งไม่ทำให้เกิดความท้อถอยหรือสิ้นหวังในการเรียน

3.4 เรียนรู้ไปทีละขั้น ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง

4. การใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ (Systems Analysis) เป็นการนำเอาการวิเคราะห์ระบบมาใช้โดยจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียน ทุกสิ่งทุกอย่างที่จัดไว้ในชุดการสอนจะสร้างขึ้นอย่างมีระบบ จะต้องมีการตรวจเช็คทุกขั้นตอน และทุกอย่างจะต้องสัมพันธ์สอดคล้องกันเป็นอย่างดี มีการทดลองปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเป็นที่เชื่อถือได้จึงนำออกมาใช้

สาโรจน์ พงษ์ยัง (2529 : 17) สรุปเพิ่มเติมอีกว่า ในการผลิตชุดการสอนเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่จะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนนั้น จำเป็นต้องอาศัยหลักการจากแนวคิดของทฤษฎีทางจิตวิทยาที่สำคัญ ดังนี้

1. ต้องให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วม ไม่ว่าในการผลิต การใช้หรือการประเมินผล
2. สื่อการสอนที่ดีต้องให้ความรู้แก่ผู้เรียนเป็นขั้นตอนที่ละน้อย ๆ จากง่ายไปหายาก
3. สื่อการสอนที่ดีต้องเร้าความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถตอบสนองได้ทันที
4. สื่อการสอนที่ดีต้องเหมาะสมกับวุฒิภาวะและความสามารถของผู้เรียน
5. สื่อการสอนที่ดีต้องสามารถให้ผู้เรียนทราบผลในการเรียนได้ทันที
6. สื่อการสอนที่ดีต้องให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ในความสำเร็จของตนเอง

แนวความคิดทางทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพมี

3 กลุ่ม คือ (Kemp and Dayton ;1985 : 13 –14)

1. กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) เป็นกลุ่มที่กำหนดพฤติกรรมของมนุษย์ว่า เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus) และการตอบสนอง (Response) บางทีจึงเรียกว่า การเรียนรู้แบบ S – R สิ่งเร้าก็คือข่าวสารหรือเนื้อหาวิชาที่ส่งไปให้ผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนการสอนโปรแกรมการเรียนการสอนอิงหลักการและทฤษฎีนี้มาก โดยจะแยกลำดับขั้นของการเรียนรู้ออกเป็นขั้นย่อย ๆ และเมื่อผู้เรียนเกิดการตอบสนอง ก็จะสามารถทราบผลได้ทันทีว่าการเรียนรู้หรือไม่ถ้าตอบสนองถูกต้องก็จะมีเสริมแรง โปรแกรมการสอนเป็นรายบุคคลอิงทฤษฎีนี้มาก

2. กลุ่มเกสตัลท์หรือความรู้ความเข้าใจ (Gestalt Cognitive Theories) เป็นกลุ่มที่เน้นกระบวนการความรู้ความเข้าใจหรือการรู้จักคิดซึ่งได้แก่ การรับรู้ที่มีความหมาย ความเข้าใจและความสามารถในการจัดกระทำอันเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของพฤติกรรมมนุษย์ ทฤษฎีนี้ถือว่าการเรียนรู้ของมนุษย์นั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของสติปัญญา และความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์

3. กลุ่มจิตวิทยาทางสังคมหรือการเรียนรู้ทางสังคม (Social Psychology of Social Learning Theory) เป็นกลุ่มที่ได้รับความสนใจมากขึ้น ทฤษฎีนี้เน้นปัจจัยทางบุคลิกภาพและปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ การเรียนรู้ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการกระทำทางสังคม โดยเรียนรู้จากประสบการณ์โดยตรงหรือผ่านสื่อการเรียนการสอน

เคมป์และเดย์ตัน (Kemp and Dayton. 1985 : 14 –15) กล่าวว่าทฤษฎีทั้งสามกลุ่มต่างมีความคล้ายคลึง หรือจุดเน้นที่เกี่ยวกับการออกแบบและการใช้สื่อการเรียนการสอนดังนี้

1. แรงจูงใจ (Motivation) หากนักเรียนมีความต้องการ ความสนใจหรือความปรารถนาที่จะเรียนรู้ก็จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผลสำเร็จ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างให้นักเรียนเกิดความสนใจโดยการเสนอสื่อการสอนที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจ คือ จัดประสบการณ์หรือกิจกรรมในการเรียนรู้ซึ่งมีความหมาย หรือน่าสนใจสำหรับนักเรียน

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) นักเรียนแต่ละคนต่างมีอัตราและวิธีการเรียนรู้ต่างกัน ดังนั้นการจัดสื่อการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงประเด็นนี้ด้วย

3. วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ (Learning Objectives) ในการจัดการเรียนการสอน หากนักเรียนทราบจุดประสงค์ในการเรียนรู้ ก็จะทำให้นักเรียนมีโอกาสบรรลุจุดประสงค์ได้มากกว่าที่ไม่ทราบ นอกจากนี้วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้อย่างช่วยในการวางแผนสร้างสื่อการเรียนการสอนซึ่งจะทำให้ทราบว่าควรบรรจุเนื้อหาอะไรในสื่อ

4. การจัดเนื้อหา (Organization of Content) การเรียนรู้จะง่ายขึ้นหากมีการจัดลำดับเนื้อหาสาระในการเรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอนและสมเหตุสมผล

5. การจัดเตรียมการเรียนรู้ที่มีมาก่อน (Pre-learning Preparation) บางครั้งการเรียนรู้สาระหนึ่งๆ จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีมาก่อน ดังนั้นการสร้างชุดการเรียนรู้ควรคำนึงถึงธรรมชาติและระดับการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม เพื่อจัดเตรียมความพร้อมให้กับกลุ่มผู้เรียน

6. อารมณ์ (Emotion) การเรียนรู้เกี่ยวข้องกับอารมณ์ และความรู้สึกของบุคคลพอๆ กับความสามารถทางสติปัญญา ดังนั้นการสร้างชุดการเรียนการสอนควรตอบสนองอารมณ์ ซึ่งก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เป็นสำคัญ

7. การมีส่วนร่วม (Participation) การเรียนรู้จะเกิดผลอย่างรวดเร็ว และคงทนหากให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งทางสติปัญญาและทางกายภาพ และควรจัดเป็นเวลายาวนานกว่าการเรียนรู้ โดยการฟัง หรือการดู

8. การสะท้อนกลับ (Feedback) การเรียนรู้เพิ่มขึ้น หากนักเรียนได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจ

9. การเสริมแรง (Reinforcement) เมื่อนักเรียนบรรลุผลในการเรียนรู้เนื้อหาสาระใดแล้ว ก็จะถูกกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้เป็นรางวัลที่สร้างความเชื่อมั่นและส่งผลให้เกิดพฤติกรรมในทางบวกแก่นักเรียน

10. การฝึกปฏิบัติและการกระทำซ้ำ (Practice and Repetition) บุคคลจะเกิดการเรียนรู้ในเรื่องของความรู้และทักษะได้ จะต้องอาศัยการฝึกปฏิบัติและการทำซ้ำอยู่เสมอซึ่งจะนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้

11. การนำไปประยุกต์ใช้ (Application) ผลลัพธ์ที่พึงปรารถนาของการเรียนรู้ คือ การเพิ่มความสามารถของแต่ละบุคคล ในการประยุกต์หรือการถ่ายโยงการเรียนรู้ ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้กับปัญหาหรือสภาพการณ์ใหม่ได้

จากการศึกษาหลักการ แนวคิด และแนวทฤษฎีในการสร้างชุดการเรียนการสอนจากนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ คือให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมให้มากที่สุด โดยครูจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ สร้างแรงจูงใจ และมีการเสริมแรงในการปฏิบัติกิจกรรม

การผลิตชุดการเรียนการสอนเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลที่จะถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียนนั้น จำเป็นต้องอาศัยหลักการจากแนวคิดทฤษฎีทางจิตวิทยาที่สำคัญ ดังนี้

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะการเรียนรู้ของมนุษย์นั้นขึ้นอยู่กับความสามารถสติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์และสังคม ดังนั้นสื่อการสอนต้องเหมาะสมกับวุฒิภาวะและความสามารถของนักเรียน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้จิตวิทยาเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จาก

2.1 สื่อการสอนต้องเร้าความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถตอบสนองได้ทันที

2.2 สื่อการสอนต้องให้ความรู้แก่ผู้เรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อยจากง่ายไปหายาก

2.3 สื่อการสอนต้องให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์โดยตรงหรือผ่านสื่อการเรียน

การสอน

2.4 สื่อการสอนต้องให้ผู้เรียนทราบผลได้ทันที

2.5 ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมด้วยตนเอง

2.6 มีการเสริมแรง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความภูมิใจ ตีใจที่ตนเองทำได้ถูกต้อง เป็นการให้กำลังใจที่จะเรียนต่อไป ถ้าทำไม่ถูกต้องจะได้แก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้ไม่เกิดความท้อถอยในการเรียนต่อไป

3. การใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ เป็นการนำวิธีการวิเคราะห์มาใช้ในการจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียน ทุกอย่างถูกจัดไว้ในชุดการเรียนการสอนอย่างมีระบบ มีการทดลองปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเป็นที่เชื่อถือได้

1.5 ขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนการสอน

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนการสอนดังนี้

จลองชัย สุวรรณบุรณ์ (2528 : 190-200) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดการสอนหรือสื่อการเรียนประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นวางแผนดำเนินงาน (Planning)
2. ขั้นดำเนินการผลิต (Production Process)
3. ขั้นทดสอบประเมินผล (Developmental Testing)

1. ขั้นวางแผนดำเนินงาน (Planning) มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาทั้งหมดอย่างละเอียดว่าสิ่งที่เรานำมาทำเป็นชุดการสอนนั้น จะมุ่งเน้นให้เกิดหลักการของการเรียนรู้อะไรบ้าง นำเนื้อหาสาระวิชาที่ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์แล้วมาแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ ในแต่ละหน่วยนั้นประกอบด้วยหัวเรื่องย่อยๆ ซึ่งเราต้องศึกษาพิจารณาให้ละเอียดชัดเจนเพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนในหน่วยอื่นๆ อันจะสร้างความสับสนให้กับผู้เรียนได้และควรคำนึงการแบ่งหน่วยการเรียนรู้ของแต่ละวิชานั้นควรจะเรียงลำดับขั้นตอนของเนื้อหาสาระให้ถูกต้องว่า อะไรเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ก่อน อันเป็นพื้นฐานตามขั้นตอนของความรู้และลักษณะธรรมชาติในวิชานั้น

1.2 เมื่อศึกษาเนื้อหาสาระและแบ่งหน่วยการเรียนรู้ได้แล้วจะต้องพิจารณาตัดสินใจอีกครั้งหนึ่งว่า จะทำชุดการสอนแบบใดโดยคำนึงถึงข้อกำหนดว่าผู้เรียนคือใคร จะได้ทำอะไรกับผู้เรียนจะทำกิจกรรมอย่างไร สิ่งเหล่านี้จะเป็นเกณฑ์ในการกำหนดการเรียนรู้

1.3 การกำหนดหน่วยการเรียนรู้ โดยประมาณเนื้อหาสาระที่เราสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ตามชั่วโมงที่กำหนด โดยคำนึงถึงว่าเป็นหน่วยที่น่าสนุกสนานเรียนรู้ให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้เรียนหาสื่อการเรียนได้ง่าย

1.4 การกำหนดมโนคติที่เรากำหนดขึ้นจะต้องให้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้และหัวเรื่อง โดยสรุปแนวคิดสาระและหลักเกณฑ์ที่สำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้อง

1.5 การกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้จะต้องให้สอดคล้องกับมโนคติ โดยกำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งหมายถึงความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกมาให้เห็นได้ภายหลังจากการเรียนรู้บทเรียนแต่ละเรื่องจบไปแล้วโดยผู้สอนสามารถวัดได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้ถ้าผู้สอนกำหนดหรือระบุให้ชัดเจนเท่าใด ก็ยิ่งทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียนมากเท่านั้น ดังนั้นจึงควรใช้เวลาตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อให้ถูกต้องและครอบคลุมเนื้อหาสาระของการเรียนรู้

1.6 นำจุดประสงค์ของการเรียนรู้แต่ละข้อมาหากิจกรรมการเรียนรู้แล้วจัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

1.7 เรียงลำดับกิจกรรมแต่ละข้อเพื่อให้เกิดการประสานกลมกลืนกับการเรียนการสอนและนำมาหลอมเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ที่สุด

1.8 สื่อการเรียนรู้ คือวัสดุอุปกรณ์และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนจะต้องกระทำเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ ซึ่งครูจะต้องจัดทำและจัดหาไว้ให้เรียบร้อย

1.9 สอนแล้วได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่จุดประสงค์ของการเรียนรู้กำหนดไว้หรือไม่ การประเมินผลนี้จะใช้วิธีใดก็ตาม แต่จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ที่เราตั้งไว้ ถ้าการประเมินผลไม่ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้เมื่อใด ความยุติธรรมก็จะไม่เกิดขึ้นกับผู้เรียน และไม่ตรงเป้าหมายที่กำหนดไว้การเรียนรู้สิ่งนั้นจะไม่เกิดขึ้น ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมาก็ไม่มี

คุณภาพ

1.10 การทดลองสื่อการเรียนรู้ การทดลองมี 3 ขั้นตอน คือ การทดลองรายบุคคล การทดลองเป็นกลุ่ม การทดลองห้องเรียนจริง หรือการทดลองภาคสนามตามลำดับ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยนำไปใช้ทดลองกลุ่มเล็กๆ ดูก่อน แล้วตรวจสอบหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขอย่างดี จึงนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนทั้งชั้นหรือกลุ่มใหญ่

2. ขั้นตอนการผลิต (Production Process)

เป็นขั้นตอนการผลิตตามที่ได้วางแผนในขั้นที่ 1 โดยผู้ผลิตควรตรวจสอบความสอดคล้องของทุกขั้นตอน และควรควบคุมระยะเวลาในการผลิตให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้

3. ขั้นทดสอบประเมินผล (Developmental Testing) หรือเพื่อการพัฒนาเมื่อผลิตชุดการสอนแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพ เพื่อเป็นหลักประกันว่าชุดการสอนนั้น มีคุณค่าที่จะนำไปสอน ในการทดสอบนี้อาศัยการทดลองโดยมีลำดับขั้นดังต่อไปนี้

(ฉลองชัย สุวรรณบุรณ์. 2528 : 214)

1. ทดลองกับผู้เรียนเป็นรายบุคคล (1:1) คือ การทดลองใช้กับผู้เรียน 1 คน ซึ่งมีระดับความรู้ปานกลาง คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อ แล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

2. ทดลองกับผู้เรียนเป็นกลุ่ม (1:10) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน ทั้งเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

3. ทดลองภาคสนาม (1:100) เป็นการทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น 40 – 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ ควรมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

ดังนั้นในการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้เกณฑ์ E_1 / E_2 ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนเนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถชี้วัดประสิทธิภาพได้ทั้งภาพรวมในลักษณะ

กว้าง และวัดส่วนย่อยเป็นรายจุดประสงค์ทำให้ได้ผลการวัดที่ชัดเจน นำข้อมูลที่ได้มาเป็นเครื่องมือตัดสินใจได้โดยไม่ต้องใช้วิธีการอื่นมาประกอบให้เกิดการซ้ำซ้อนอีก

เกณฑ์ที่ใช้คือ E_1/E_2 อาจเท่ากับ 80/80 หรือ 90/90 หรืออื่นๆ อีกก็ได้ แต่ถ้ากำหนดเกณฑ์ไว้ต่ำเกินไป อาจทำให้ผู้ใช้บทเรียนไม่เชื่อถือในคุณภาพของบทเรียน

วิชย วงษ์ใหญ่ (2525 : 189-192) อธิบายขั้นตอนการผลิตชุดการสอนไว้ดังนี้

1. ประการแรก จะต้องศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาทั้งหมดอย่างละเอียด ว่าที่เราจะนำมาทำเป็นชุดการสอนนั้น จะมุ่งเน้นให้เกิดหลักการของการเรียนรู้อะไรบ้างให้กับผู้เรียน นำวิชาที่ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์แล้วมาแบ่งเป็นหน่วยของการเรียนการสอน แต่ละหน่วยจะมีหัวเรื่องย่อย ๆ รวมอยู่อีกที่เราจะต้องพิจารณาให้ละเอียดชัดเจนเพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนในหน่วยอื่น ๆ อันจะสร้างความสับสนให้กับผู้เรียนได้ และควรคำนึงถึงการแบ่งหน่วยการเรียนการสอนแต่ละวิชานั้น ควรจะเรียงตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหาสาระให้ถูกต้องว่าอะไรเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ก่อนอันเป็นพื้นฐานตามขั้นตอนของความรู้และลักษณะธรรมชาติในวิชานั้น

2. เมื่อศึกษาหาเนื้อหาสาระและแบ่งหน่วยการเรียนการสอนได้แล้ว จะต้องพิจารณาดตัดสินใจอีกครั้งหนึ่งว่า จะทำชุดการสอนแบบใดโดยคำนึงถึงข้อกำหนดว่าผู้เรียนคือใคร (Who Learner) จะให้อะไรกับผู้เรียน (Give What Condition) จะให้ทำกิจกรรมอย่างไร (Does What Activities) และจะทำได้ดีอย่างไร (How well-criterion) สิ่งเหล่านี้จะเป็นเกณฑ์ในการกำหนดการเรียน

3. กำหนดหน่วยการเรียนการสอน โดยประมาณเนื้อหาสาระที่เราจะสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ตามชั่วโมงที่กำหนด โดยคำนึงถึงว่าเป็นหน่วยที่น่าสนใจ น่าเรียนรู้ ให้ความรู้ ชื่นบานแก่ผู้เรียน หาสื่อการเรียนได้ง่าย พยายามศึกษาวิเคราะห์ให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่งว่า หน่วยการเรียนการสอนนี้มีหลักการหรือความคิดรวบยอดอะไรและมีหัวข้อเรื่องย่อยๆ อะไรอีกบ้างที่รวมกันอยู่ในหน่วยนี้แต่ละหัวเรื่องย่อยมีความคิดรวบยอดหรือหลักการย่อยๆ อะไรอีกบ้างที่จะต้องศึกษาพยายามดึงเอาแก่นของหลักการเรียนรู้ออกมาให้ได้

4. กำหนดความคิดรวบยอด ความคิดรวบยอดที่เรากำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่องโดยสรุปแนวความคิดสาระและหลักเกณฑ์ที่สำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนให้สอดคล้องกัน เพราะความคิดรวบยอดเป็นเรื่องของความเข้าใจอันเกิดจากประสบการณ์สัมผัสกับสิ่งแวดล้อม เพื่อตีความหมายออกมาเป็นพฤติกรรมทางสมองแล้วนำสิ่งใหม่ไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม เกิดเป็นความคิดรวบยอดฝังอยู่ในความจำ มนุษย์ต้องมีประสบการณ์ต่าง ๆ พอสมควรจึงจะสรุปแก่นแท้ของการเรียนรู้เกิดเป็นความคิดรวบยอดได้

5. จุดประสงค์การเรียนรู้ การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้จะต้องให้สอดคล้องกับความคิดรวบยอด โดยกำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งหมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกมาให้เห็นได้ภายหลังจากการเรียนการสอนบทเรียนแต่ละเรื่องจบไปแล้ว โดยผู้สอนสามารถวัดได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้ ถ้าผู้สอนจะกำหนดหรือระบุให้ชัดเจนมากเท่าใดก็ยิ่งมีทางประสบความสำเร็จในการสอนมากเท่านั้น ดังนั้นจึงควรใช้เวลาตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อให้ถูกต้องและครอบคลุมเนื้อหาสาระของการเรียนรู้

6. การวิเคราะห์งาน คือ การนำจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อมาทำการวิเคราะห์งาน เพื่อหากิจกรรมการเรียนการสอน แล้วจัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมถูกต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้แต่ละข้อ

7. เรียงลำดับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ภายหลังจากที่เรานำจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อมาวิเคราะห์งาน และเรียงลำดับกิจกรรมของแต่ละข้อ เพื่อให้เกิดประสานกลมกลืนของการเรียนการสอน จะต้องนำกิจกรรมการเรียนรู้ของแต่ละข้อที่กำหนดวิเคราะห์งาน และเรียงลำดับกิจกรรมไว้แล้วทั้งหมด นำมาหลอมรวมกันเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่สมบูรณ์ที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนในการเรียน โดยคำนึงถึงพฤติกรรมพื้นฐานของผู้เรียน (Entering Behavior) วิธีดำเนินการให้เกิดมีการเรียนการสอนขึ้น (Instruction Procedures) ตลอดจนการติดตามผล และประเมินผลพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมาเมื่อมีการเรียนการสอนแล้ว (Performance Assessment)

8. สื่อการเรียนรู้ คือ วัสดุอุปกรณ์และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนจะต้องกระทำ เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ ซึ่งครูจะต้องจัดทำขึ้นและจัดหาไว้ให้เรียบร้อย ถ้าสื่อการเรียนรู้เป็นของที่ใหญ่โตหรือมีคุณค่าที่จะต้องจัดเตรียมมาก่อน จะต้องเขียนบอกไว้ให้ชัดเจนในคู่มือครูเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอนว่าจะหาได้ ณ ที่ใด เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องบันทึกเสียง และพวกสิ่งที่ไม่ได้ทนทานเพราะเกิดการเน่าเสีย เช่น ไขว่ ไม้ พืช สัตว์ เป็นต้น

9. การประเมินผล คือ การตรวจสอบดูว่าหลังจากการเรียนการสอนแล้วได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้หรือไม่ การประเมินผลจะใช้วิธีใดก็ตาม แต่จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เราตั้งไว้ ถ้าการประเมินผลไม่ตรงตามจุดมุ่งหมายที่เราตั้งไว้เมื่อใด ความยุติธรรมก็จะไม่เกิดขึ้นกับผู้เรียน และไม่ตรงกับเป้าหมายที่กำหนดไว้ด้วย การเรียนรู้ในสิ่งนั้นจะไม่เกิดขึ้น ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมาก็เป็นการเสียเวลาและไม่มีคุณภาพ

10. การทดลองใช้ชุดการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบของชุดการสอนว่าจะผลิตออกมาขนาดเท่าใด และรูปแบบของชุดการสอนจะออกมาเป็นของ แฟ้ม หรือกล่อง สุดแล้วแต่ความสะดวกในการใช้ การเก็บรักษา และความสวยงาม การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนเพื่อปรับปรุงให้เหมาะสม ควรไปทดลองใช้กับกลุ่มเล็กๆ ดูก่อนเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและ

แก้ไขปรับปรุงอย่างดีแล้ว จึงนำไปทดลองใช้กับเด็กทั้งชั้นหรือกลุ่มใหญ่ โดยกำหนดขั้นตอนไว้ดังนี้

10.1 ชุดการสอนนี้ต้องการความรู้เดิมของผู้เรียนหรือไม่

10.2 การนำเข้าสู่บทเรียนของชุดการสอนนี้เหมาะสมหรือไม่

10.3 การประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน มีความสับสนวุ่นวายกับผู้เรียน และดำเนินไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือไม่

10.4 การสรุปผลการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางไปสู่ความคิดรวบยอด หรือหลักการสำคัญของการเรียนรู้ในหน่วยนั้นดีหรือไม่ หรือจะต้องตรวจปรับเพิ่มเติมอย่างไร

10.5 การประเมินผลหลังเรียน เพื่อตรวจสอบดูว่าพฤติกรรมการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นนั้น ให้ความเชื่อมั่นได้มากน้อยแค่ไหนกับผู้เรียน

รุ่งทิวา จักรกร (2527 : 86 – 87) ได้แบ่งขั้นตอนของการผลิตชุดการสอนไว้ดังนี้

1. การกำหนดเรื่องเพื่อทำชุดการสอน อาจกำหนดเรื่องในหลักสูตร หรือกำหนดเรื่องขึ้นใหม่ตามความเหมาะสมก็ได้ การจะจัดแบ่งเรื่องย่อยอย่างไร ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาและการใช้ชุดการสอนนั้น และในการจัดแบ่งเนื้อเรื่องเพื่อทำชุดการสอนในแต่ละระดับย่อมไม่เหมือนกัน
2. จัดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ แล้วแต่ความต้องการและความเหมาะสม
3. จัดเป็นหน่วยการสอน จะแบ่งกี่หน่วย หน่วยหนึ่งๆ ควรใช้เวลานานเท่าใด ใช้เวลาเรียนเป็นคาบหรือสัปดาห์ตามความเหมาะสมกับวัยและระดับของผู้เรียน ทั้งนี้โดยคำนึงถึงหลักจิตวิทยาพัฒนาการของผู้เรียน
4. กำหนดหัวเรื่อง จัดแบ่งหน่วยการสอนเป็นหัวข้อย่อยๆ เพื่อสะดวกแก่การเรียนรู้ แต่ละหน่วยประกอบด้วยประสบการณ์ในการเรียนรู้อะไรบ้าง ก็กำหนดหัวข้อแต่ละหน่วยนั้นขึ้น
5. กำหนดความคิดรวบยอด (Concept) หรือหลักการ (Principle) ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดหรือหลักการอะไร ถ้าผู้สอนยังไม่ชัดเจนว่าจะเกิดอะไรในการเรียนรู้ การกำหนดจุดประสงค์ ก็จะไม่ชัดเจน ฉะนั้นการพิจารณากำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการให้ชัดเจนจึงเป็นสิ่งสำคัญ
6. การกำหนดจุดประสงค์ในการสอน ซึ่งหมายถึง จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีเกณฑ์ตัดสินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ให้ชัดเจน
7. การวิเคราะห์งานโดยการนำเอาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อมาวิเคราะห์กิจกรรมว่า ควรจะทำอะไรก่อนหลัง แล้วจึงจัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่วางไว้
8. จัดลำดับกิจกรรมนักเรียน หลังจากพิจารณาจุดประสงค์แต่ละข้อว่าจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรจึงจะบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนด นอกจากนั้นจะต้องพิจารณากิจกรรมพิเศษต่างๆ ที่จะเสริมสร้างความสนใจและความสามารถของผู้เรียนด้วย
9. กำหนดแบบประเมินผล ครูต้องพิจารณาวิธีการในการประเมินผล จะใช้วิธีอย่างไร จึงจะประเมินผลได้อย่างแน่นอนตามจุดประสงค์ที่กำหนด
10. เลือกและผลิตสื่อการสอนโดยพิจารณาจากข้อ 7 เมื่อทราบว่า จะใช้สื่อการสอนอะไรแล้ว ก็จัดหาและผลิตเพื่อให้ได้ตามความต้องการ จัดเป็นหมวดหมู่เพื่อความสะดวกแก่การใช้
11. หาประสิทธิภาพของชุดการสอน เมื่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วโดยทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง
12. ในกรณีชุดการสอนแบบกลุ่มจำเป็นต้องมีกิจกรรมสำรอง ซึ่งกิจกรรมสำรองจะต้องเตรียมไว้เสริมความรู้สำหรับเด็กที่เรียนเร็ว หรือกลุ่มที่ทำกิจกรรมเสริมก่อนจะได้มีกิจกรรมทำ เพื่อเป็นการ

ส่งเสริมการเรียนรู้ได้กว้างและลึกซึ้ง ไม่เบื้อหน่ย ซึ่งมีผลดีจะทำให้ไม่มีปัญหาทางวินัยในชั้นเรียนขึ้น ด้วยกิจกรรมสำรวจ เป็นกิจกรรมสำรวจที่มีเนื้อหาสาระสอดคล้องกับเรื่องที่เรียน แต่กิจกรรมอาจจะมี ความลึกซึ้งยั่วต่อการเรียนให้อยากทำกิจกรรม

13. สร้างข้อทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนพร้อมทั้งเฉลย

14. ขนาดรูปแบบของชุดการสอน ชุดการสอนที่ดีควรมีขนาดมาตรฐาน เพื่อความสะดวก ในการใช้และความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเก็บรักษา โดยพิจารณาในด้านประโยชน์ และประหยัด สะดวก และคงทนถาวร พร้อมทั้งความสวยงาม

15. ใช้ชุดการสอน ใช้ตามประเภทและจุดประสงค์ที่ทำขึ้น นอกจากนี้จะต้องใช้ให้เป็นไปตาม ข้อกำหนดต่างๆ ที่วางไว้เกี่ยวกับการใช้ชุดการสอนนั้นๆ ด้วย ชุดการสอนจะมีทั้งคู่มือครูและวิธีการที่ ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติในเมื่อใช้ชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2523 : 123) ได้เสนอขั้นตอนการผลิตชุดการสอนโดยนำเอาวิธี ระบบเข้ามาใช้ในระบบการผลิตชุดการสอนแผนจุฬาฯ ซึ่งเป็นชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เหมาะ สำหรับการสอนแบบศูนย์การเรียน มีทั้งหมด 10 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจจะกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการ เป็นแบบสหวิทยาการตามที่เห็นเหมาะสม
2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่ จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง
3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตัวเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ ผู้เรียนอะไรบ้างแล้วกำหนดออกมาเป็น 4 – 6 หัวเรื่อง
4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการ มโนทัศน์และหลักการที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับ หน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัด เนื้อหาที่สอนให้สอดคล้องกัน
5. กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นเชิง พฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งเป็นแนวทางในการ เลือกและการผลิตสื่อการสอน "กิจกรรมการเรียนรู้" หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การ อ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เล่นเกม ฯลฯ
7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้แบบ สอบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนได้เปลี่ยน พฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้นเมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า "ชุดการสอน"

9. หาประสิทธิภาพชุดการสอน เพื่อเป็นการประกันว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นไว้ล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้วสามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอน (แบบบรรยาย แบบกลุ่ม และรายบุคคล) และตามระดับการศึกษา (ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา) โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ดังนี้

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน (ใช้เวลาประมาณ 10 -15 นาที)

10.2 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ขั้นตอนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (ขั้นสอน) ผู้สอนบรรยายหรือแบ่งกลุ่มประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

10.4 ขั้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปมโนทัศน์และหลักการที่สำคัญ

10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้ว

จากการศึกษาขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนการสอน ทำให้ทราบขั้นตอนหลายรูปแบบซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา จะต้องศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาทั้งหมดอย่างละเอียด ว่าสิ่งที่เรานำมาทำเป็นชุดการเรียนการสอนนั้นมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง แล้วนำมาวิเคราะห์จำแนกเนื้อหาวิชาออกไปเป็นหน่วยย่อยจนไปถึงหน่วยระดับบทเรียนซึ่งเป็นหน่วยที่ใช้สอนได้ 1 ครั้ง ชุดการเรียนการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นชุดการเรียนการสอนของแต่ละครั้ง ในการวิเคราะห์เนื้อหาทำได้ คือ

1.1 กำหนดเนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหน่วยวิชาหรือบูรณาการ ตามที่เห็นเหมาะสม

1.2 กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณ เนื้อหาวิชาที่จะสามารถให้ความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

1.3 กำหนดหัวเรื่อง นำแต่ละหน่วยมากำหนดหัวเรื่องที่ย่อยลงไปว่าในการสอนแต่ละหน่วยจะให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง

1.4 กำหนดความคิดรวบยอด กำหนดข้อความที่เป็นเป้าหมายสรุปรวบยอดเนื้อหาสาระให้ตรงกับหัวเรื่อง

1.5 กำหนดจุดประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วเปลี่ยนเป็นเชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยน

1.6 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวการเลือกและผลิตสื่อการสอน

2. การเลือกและผลิตสื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนต้องกระทำเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ ซึ่งต้องจัดทำหรือจัดหาไว้ให้เรียบร้อย และจะบอกไว้ชัดเจนในคู่มือครูเกี่ยวกับการใช้ชุดการเรียนการสอน

3. การประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้แบบทดสอบเพื่อตรวจสอบว่าหลังจากผ่านการเรียนการสอนแล้ว ได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าไม่ตรงกับเป้าหมายที่กำหนดไว้การเรียนรู้จะไม่เกิดขึ้น ชุดการเรียนการสอนนั้นก็เสียและไม่มีคุณภาพการทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนการสอน เป็นการประเมินคุณภาพชุดการเรียนการสอน ด้วยการนำชุดการเรียนการสอนไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและปรับปรุงให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล จากนั้นทดลองสอนจริง โดยนำชุดการเรียนการสอนที่ได้ทดลองใช้และปรับปรุงแล้วทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริง ในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนรู้ที่แท้จริง เป็นเวลา 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย

ชุดการเรียนการสอนที่ผลิตขึ้น จะช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาประสบการณ์ที่เป็นนามธรรมสูง ช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนในสิ่งที่กำลังเรียน สร้างความพร้อมและความมั่นใจทำให้การเรียนรู้เป็นอิสระจากอารมณ์และบุคลิกภาพของผู้สอน และช่วยทำให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการแสดงความคิดเห็น การตัดสินใจ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

1.6 คุณค่าของชุดการเรียนการสอน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงคุณค่าในการนำชุดการเรียนการสอนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2523 :121) ได้สรุปไว้ว่า ไม่ว่าจะเป็นการสอนประเภทใด ย่อมมีคุณค่าต่อการเพิ่มคุณภาพในการผลิตที่มีการทดสอบวิจัยแล้วด้วยกันทั้งนั้น คุณค่าของชุดการเรียนมักจะสรุปได้ดังนี้

1) ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เช่น การทำงานของเครื่องกลอวัยวะในร่างกาย การเติบโตของสัตว์ชั้นต่ำ ฯลฯ ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี

2) ช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม

3) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและการมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

4) ช่วยสร้างความพร้อมและมั่นใจแก่ผู้สอนเพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่สามารถหยิบไปใช้ได้ทันทีโดยเฉพาะผู้ที่ไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมการสอนล่วงหน้า

5) ทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลาไม่ว่าอาจารย์ผู้สอนจะมีสภาพหรือมีความขัดข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด

6) ช่วยการเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของผู้สอน เนื่องจากชุดการสอนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู แม้ครูจะพูดหรือสอนไม่เก่ง ผู้เรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจากชุดการสอนที่ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้ว

7) ในกรณีครูขาด ครูคนอื่นก็สามารถสอนแทนโดยใช้ชุดการสอนที่มีใช้เข้าไปนั่ง “คุมชั้น” ปลอ่ยนักเรียนให้อยู่เฉยๆ เหมือนที่ครูส่วนใหญ่ทำกันอยู่อย่างในปัจจุบันเพราะเมื่อเนื้อหาวิชาอยู่ในชุดการสอนเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนแทนก็ไม่ต้องเตรียมตัวอะไรมากนัก

8) สำหรับชุดการสอนรายบุคคลและชุดการสอนทางไกล จะช่วยให้การศึกษามวลชนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพราะผู้เรียนสามารถเรียนได้เองที่บ้านไม่ต้องเสียเวลาและเงินของนักศึกษาจะสามารถประหยัดเงิน

ชม ภูมิภาค (2524 : 99-100) กล่าวถึงคุณค่าของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยครูไม่ต้องเสียเวลาคิดค้นมาก และยังเป็นวิธีอบรมครูประจำการเรื่องการดำเนินการสอนได้อีกประการหนึ่ง

2. ช่วยให้นักเรียนรู้จักมุ่งหมายของการเรียนชัดเจน ตลอดจนรู้วิธีการที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายนั้น เป็นการเพิ่มพูนการสนใจในการเรียน นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำ

3. ในการบริหารการศึกษา ทำให้การศึกษาเป็นกระบวนการที่ตรวจสอบ สามารถตรวจสอบคุณภาพการศึกษา ตรวจสอบผลการปฏิบัติหน้าที่ของครูได้

4. ชุดการสอนที่ดีต้องประกอบด้วยผลการเรียนรู้ทุกพิสัยคือ พุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย บรรดาสื่อก็ต้องมีหลายประเภทคือ ใช้สื่อประสมหลายอย่าง (Multimedia approach) เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และเพิ่มพูนความสมบูรณ์ให้การรับรู้

5. กำหนดบทบาทของครูและนักเรียนได้ชัดเจนว่า ตอนใดใครจะทำอะไร อย่างไร ลดบทบาทในการกระทำของครูข้างเดียว นักเรียนได้กระทำ ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้แบบ सकิริยา (Active learning)

6. เป็นขบวนการเรียนรู้ที่ครบถ้วนในเวลาที่กำหนด นักเรียนรู้ผลการกระทำของตนเป็น การเสริมแรงการเรียนรู้ประการหนึ่ง

7. ชุดการสอนเป็นกระบวนการที่ครบทั้งระบบ เริ่มตั้งแต่จุดมุ่งหมาย กระบวนการสอนและการประเมิน

8. ชุดการสอนเกิดจากการนำเอาวิธีระบบเข้ามาใช้ ย่อมจะมีประสิทธิภาพเพราะได้ผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพแล้ว โดยมีผู้เชี่ยวชาญทั้งเนื้อหาและวิธีการร่วมกันสร้างเป็นแม่บท และสามารถขยายเป็นชุดการเรียนการสอนไปได้อีก

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542 : 110 -111) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้แบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลา และโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน

2. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย

3. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำเอาชุดการสอนไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

4. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที

5. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

6. ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงความมุ่งหมาย

7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่องานของตนเองและสังคม

8. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ

9. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพนับถือความคิดเห็นของผู้อื่น

จากการศึกษาเรื่องคุณค่าของชุดการเรียนการสอนจากนักการศึกษาหลายท่านข้างต้นสรุปได้ว่า

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีส่วนร่วมในการเรียน
2. ทำให้สามารถพัฒนาตนเองได้เต็มความสามารถ
3. ช่วยให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถ และความสนใจที่แตกต่างกัน
4. ช่วยรักษามาตรฐานการเรียนรู้ คือ นักเรียนได้รับความรู้เหมือนกันทุกชุดเป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งผิดกับการเรียนรู้กับครูที่ต่างคนต่างสอน
5. ด้านการสอนของครู ก็ช่วยให้ครูผู้สอนมีความสะดวกในการสอน มีความมั่นใจและมีความพร้อมในการสอนเพิ่มขึ้น
6. สามารถช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูเพราะผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง
7. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

1.7 การใช้ชุดการเรียนการสอน

สำหรับการใช้ชุดการเรียนการสอนมีนักการศึกษา ได้กล่าวไว้ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525 :192) กล่าวว่า การใช้ชุดการสอนจะประสบความสำเร็จก็ต่อเมื่อได้รับการจัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ซึ่งควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง
2. ให้นักเรียนมีโอกาสดูทราบผลการกระทำทันทีจากกิจกรรมการเรียนการสอน
3. มีการเสริมแรงนักเรียนจากประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จอย่างถูกจุดตามขั้นตอนของการเรียนรู้
4. คอยชี้แนะแนวทางตามขั้นตอนในการเรียนรู้ตามทิศทางที่ครูได้วิเคราะห์และกำหนดความสามารถพื้นฐานของนักเรียน

รุ่งทิวา จักรกร (2527 : 88) กล่าวว่า การนำชุดการสอนไปใช้มีขั้นตอน ดังนี้

1. การทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูพฤติกรรมเบื้องต้นอันเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ของผู้เรียนใช้เวลาเรียนประมาณ 10-15 นาที
2. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เนื่องจากการนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้น มีความต้องการที่จะเรียน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้สอนด้วย ในการที่จะนำเข้าสู่บทเรียนให้น่าสนใจ
3. ชี้นำประกอบกิจกรรม ครูต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจในการทำกิจกรรมก่อนลงมือทำกิจกรรม

4. สรุปบทเรียน ครุณาในการสรุปบทเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการถาม หรือให้นักเรียนเล่าสรุปความเข้าใจ หรือกิจกรรมอื่นใดที่ทำให้แน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้ความคิรรวบยอดและหลักการตามที่กำหนด

5. ประเมินผลการเรียน โดยทำข้อทดสอบอีกครั้ง เพื่อประเมินดูว่านักเรียนบรรลุผลตามจุดประสงค์หรือไม่ เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนในกรณีที่ไม่ผ่านจุดประสงค์ที่กำหนดข้อใดข้อหนึ่ง ถ้านักเรียนผ่านจุดประสงค์หมดทุกข้อก็ให้เรียนก้าวหน้าต่อไป

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542 : 109 –110) ได้กล่าวถึงการใช้ชุดการสอนไว้ดังนี้

การใช้ชุดการสอนเป็นกิจกรรมกลุ่มในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนนั้น แต่ละศูนย์อาจจะใช้เวลาประมาณ 15 - 20 นาที ซึ่งอาจจะแบ่งเวลาในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ได้ดังนี้

1. ผู้เรียนอ่านบัตรคำสั่ง (1 นาที)
2. อ่านบัตรสรุปเนื้อหาและบัตรเนื้อหา (3 - 4 นาที)
3. ประกอบกิจกรรม เช่น เกม สาคิต ฯลฯ (4 - 6 นาที)
4. ร่วมกันอภิปรายและตอบคำถาม (2 - 4 นาที)
5. แต่ละคนตอบคำถามในการฝึกปฏิบัติหรือกระดาษาคำตอบ (2 - 3 นาที)
6. ตรวจคำตอบจากแผ่นเฉลยที่ครูเตรียมไว้ให้โดยเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน

(2 นาที)

จากการศึกษาการใช้ชุดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จได้นั้นสรุปได้ว่า ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. จัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้และเหมาะสมกับบทเรียนในแต่ละหน่วย

2. ศึกษาเนื้อหาและชุดการเรียนการสอนโดยละเอียดรอบคอบพอสมควร
3. ก่อนสอนนักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) ก่อน
4. การสอนแบ่งออกเป็น 3 ขั้น คือ

4.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อผู้เรียนให้พร้อมจะเรียนรู้บทเรียนใหม่ ผู้สอนต้องสร้างบรรยากาศเป็นกันเองกับนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เล่าประสบการณ์ของตนเองจะทำให้เข้าใจสิ่งที่จะเรียนได้ดีขึ้น

4.2 ขั้นประกอบกิจกรรม การจัดกิจกรรมการเรียนมีความสำคัญมาก ถ้าจัดได้ดีสนองจุดประสงค์ของนักเรียน ก็จะมีประโยชน์ช่วยให้การเรียนการสอนได้ผลดี

4.3 ขั้นสรุปบทเรียน เพื่อให้นักเรียนได้สรุปมโนคติและหลักการที่สำคัญ

5. ขณะที่ประกอบกิจกรรม ผู้สอนต้องเดินดูการทำงานของแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด หากกลุ่มใดมีปัญหา ผู้สอนจะคอยให้คำชี้แนะช่วยเหลือ

6. หลังการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินว่า นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์และคิดว่าผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ และเพื่อแก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่อง

1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอน งานวิจัยต่างประเทศ

มิด (Meeks.1972 : 4295 – 4296) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบวิธีสอนแบบใช้ชุดการเรียนรู้การสอนกับวิธีการสอนแบบธรรมดา ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนใช้ชุดการเรียนรู้การสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนด้วยวิธีสอนธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นของผู้ที่อยู่ในกลุ่มทดลองทุกคน โดยทำการสำรวจทั้งก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า ทุกคนมีพัฒนาการทางเจตคติที่ดีต่อการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนจะดีกว่าการสอนแบบธรรมดา

บราวน์เลย์ (Brawley.1975 : 4280-A) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการชุดการเรียนรู้การสอนแบบสื่อประสม สอนเรื่องการบอกเวลากับเด็กเรียนช้า กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มเด็กเรียนช้าโดยใช้แบบทดสอบ Time Appreciation Test, Stanford Achievement Test Primary Level มาใช้ Pre-test และ Post-test ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองที่ใช้ชุดการเรียนรู้การสอนบอกเวลาต่อเนื่องของ บราวน์เลย์ (Brawley's Experimental Sequence on Time Telling) มีผลการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้ชุดการเรียนรู้การสอน

เอดวาร์ดส์ (Edwards.1975 : 43) ได้กล่าวถึงการวิจัยของมหาวิทยาลัยฮิลลินอยส์ทำการเปรียบเทียบผลการเรียนในเรื่อง “ประสบการณ์ในการสอนแบบจุลภาค” โดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนด้วยตนเองและได้รับคำแนะนำจากครู กับการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีคำแนะนำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยจำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 25 คน ผลการทดลองปรากฏว่าทั้ง 2 กลุ่ม มีผลการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเรียนด้วยตนเองไม่จำเป็นต้องอาศัยคำแนะนำ ถ้าชุดการเรียนรู้การสอนนั้นได้สร้างขึ้นอย่างถูกต้องตามกระบวนการแล้ว ผู้เรียนจะสามารถเรียนด้วยตนเองได้ผลดีเช่นกัน

วีวาส (Vivas.1985 : 603) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบพัฒนา และประเมินค่าของการรับรู้ทางความคิดของนักเรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซุเอล่า โดยใช้ชุดการเรียนการสอนจากการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในการพัฒนาทักษะทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาวน์ปัญญาและด้านการปรับตัวทางสังคม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอน มีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านความคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเชาวน์ปัญญาและด้านการปรับตัวทางสังคมหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

วิลสัน (Wilson.1989 : 416) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการเรียนการสอนของครู เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนช้าด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ การบวก การลบ ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนยอมรับว่าการใช้ชุดการเรียนการสอน มีผลดีมากกว่าการสอนตามปกติ อันเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กเรียนช้า

งานวิจัยในประเทศ

พจนา สังวรณิกิจ (2529 : 80) ได้ทำการวิจัยเพื่อทดลองสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความคิดสร้างสรรค์และความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทิยา จิตภิรมย์ (2532 : 47 – 50) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่ใช้สอนเรื่องพหุนามในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพทางการเรียนเรื่อง พหุนามของนักเรียนในกลุ่มทดลองกับนักเรียนในกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุญทรง เจียมจิรังกร (2532 : 32 – 33) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเรียนจากชุดการเรียนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนมินิคอร์สสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2533 : 181 – 182) ได้ทำการวิจัยพัฒนาชุดการเรียนการสอน เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิจัยพบว่าในสภาพรวมชุดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ คือ สอดคล้องกับเกณฑ์พัฒนาการของผู้เรียน และนักเรียนที่ผ่านการฝึก ด้วยชุดการเรียนการสอนนี้มีความคงทนในการเรียนรู้ ส่วนชุดการเรียนการสอนย่อยทั้ง 3 ชุดต่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

วาทีณี ธีระตระกูล (2534 : 79) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในการสอนซ่อมเสริมจุดบกพร่องเรื่องเวลาของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดการสอนซ่อมเสริมกับการสอนซ่อมเสริมตามปกติ ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องเวลาด้วยชุดการสอนซ่อมเสริม กับกลุ่มทดลอง และวิธีการสอนซ่อมเสริมตามปกติกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

อิทธิพงษ์ ดุสิตพันธ์ (2538 : 75) ได้ทำการวิจัยการสร้างชุดการสอนเพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการสอนเพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอน

นุชลดา ส่องแสง (2540 : 71) ได้ทำการวิจัยการสร้างชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง การบวก การลบ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

ฉวีวรรณ ศรีสังข์ทอง (2541 : 95) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุด การสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ทศนิยม ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ทศนิยม ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการ สอนซ่อมเสริมสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กัลยา ทองสุ. (2545 : 97) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวน สอบสวน เพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน (Representation) เรื่องระบบสมการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวน สอบสวน เพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนเป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการแก้ปัญหาในการขาดแคลนครูผู้สอน เพราะนักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้จากชุดการเรียนรู้การสอนได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนในการวิจัยครั้งนี้

2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการสอนแบบบูรณาการ

2.1 ความหมายของการสอนแบบบูรณาการ

คำว่า “บูรณาการ” (Integration) ได้มีผู้ให้ความหมายต่างๆ กันดังนี้คือ

กูด. (Good.1973 : 308) กล่าวว่า บูรณาการ หมายถึง กระบวนการหรือการปฏิบัติในการที่จะรวบรวมรายวิชาต่างๆ ที่แตกต่างกันเข้าด้วยกันแล้วนำมารายงานผลหรือแสดงออกมาในเชิงกิจกรรมหรือโครงการเดียวกัน

ลาโรซ บัวศรี. (2521 : 3-12) กล่าวว่า บูรณาการ หมายถึง ความสมบูรณ์ คือ ปราศจากความกังวล ปราศจากความทรมานใจ และทรมานกาย ปราศจากปัญหาที่ร้ายแรงจนแก้ไขไม่ได้ บูรณาการกับความสมดุล (Equilibrium) มีความหมายทำนองเดียวกัน การมีสมดุลหรือการมีความสมบูรณ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นและพึงประสงค์ยิ่งในชีวิตมนุษย์ทุกคน ด้านการเรียนรู้การสอน วิธีสอนที่จะช่วยฝึกให้นักเรียนได้คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น จะช่วยก่อให้เกิดบูรณาการขึ้น เมื่อเด็กรู้วิธีแก้ปัญหาเขาจะนำติดตัวไปใช้

กาญจนา คุณารักษ์. (2522 : 19) กล่าวว่า บูรณาการ หมายถึง กระบวนการหรือการปฏิบัติเกี่ยวกับการเรียนรู้ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางจิตพิสัย และพุทธิพิสัย หรือกระบวนการหรือการปฏิบัติในอันที่จะรวบรวมความคิด มโนภาพ ความรู้ เจตคติ ทักษะ และประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ชีวิตมีความสมดุลนั่นเอง

บันลือ พุกกะวัน. (2527 :1-2) ได้กล่าวว่า บูรณาการมีความหมายอยู่ 2 นัย คือ

นัยแรก บูรณาการ เป็นจุดมุ่งหมายปลายทางของการจัดการเรียนการสอน คือ มุ่งให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทุกๆ ด้าน

นัยที่สอง บูรณาการ คือการจัดเนื้อหาวิชาต่างๆ ให้ผสมผสานผูกพันกัน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2544 : 158) ได้กล่าวว่า การบูรณาการ หมายถึง การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงศาสตร์หรือเนื้อหาสาขาวิชาต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันผสมผสานกันเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความรู้ที่มีความหมาย มีความหลากหลายและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน

ลำลี รักสุทธิ และคณะ.(2544 : 3) ได้กล่าวว่า การบูรณาการ หมายถึง การนำเอาศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเพื่อประโยชน์ในการดำเนินการ การจัดการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า การบูรณาการ หมายถึง กระบวนการหรือการปฏิบัติการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงศาสตร์หรือเนื้อหาสาขาวิชาต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องมาผสมผสานกันเข้าเป็นสิ่งเดียวกันเป็นการทำให้หน่วยย่อยต่างๆ เชื่อมโยงกันอย่างสมบูรณ์และกลมกลืน เพื่อให้เกิดความรู้ที่มีความหมาย มีความสมดุล และเพื่อประโยชน์ในการแก้ปัญหาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและดำรงชีวิตอย่างมีความสุข

สำหรับการสอนแบบบูรณาการได้มีผู้ให้ความหมายต่างๆ กันดังนี้คือ

ลารดิซาบอล และคณะ (Lardizabal ,et al.1970 : 141) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง ยังผลให้เกิดการพัฒนาในด้านบุคลิกภาพในทุกๆ ด้าน นักเรียนสามารถปรับตัวและตอบสนองต่อทุกสถานการณ์ การแก้ปัญหานี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความรู้พื้นฐาน การสอนจะให้ความสำคัญกับครูและนักเรียนเท่าเทียมกัน การทำกิจกรรมมีการทำงานร่วมกันอย่างเป็นประชาธิปไตย

สุมานิน รุ่งเรืองธรรม. (2522 : 32) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การสอนเพื่อจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน เพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมาย ให้เข้าใจลักษณะความเป็นไปอันสำคัญของสังคม เพื่อดัดแปลงปรับปรุงพฤติกรรมของผู้เรียนให้เข้ากับสภาพชีวิตได้ดียิ่งกว่าเดิม

ผกา สัตยธรรม. (2524 :168) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึง ลักษณะการสอนที่นำเอาวิชาต่างๆ เข้ามาผสมผสานกัน โดยใช้วิชาใดวิชาหนึ่งเป็นแกนหลักและนำเอาวิชาต่างๆ มาเชื่อมโยงสัมพันธ์กันตามความเหมาะสม

ลำลี รักสุทธิ และคณะ. (2544 : 10) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะในศาสตร์วิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป เพื่อแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้ ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทำให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความคิด ประสบการณ์ ความสามารถและทักษะต่างๆ ในเวลาเดียวกันทำให้ผู้เรียนเข้าใจองค์รวม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ลึกซึ้ง เนื่องจากการเรียนรู้ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง

วัฒนาพร ระเบียบทุกข์. (2545 : 141) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่และเป็นประสบการณ์ตรงที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ในวิชาการหลายๆ แขนงในลักษณะสหวิทยาการ โดยใช้กระบวนการเรียน กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่

เชื่อมโยงทั้งหลักสูตรและวิธีสอน ตลอดจนแนวคิดของผู้เรียนเพื่อให้เกิดความรู้แบบองค์รวม เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

อุดม เขยักวงศ์. (2545 : 5) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การเชื่อมโยงเนื้อหาของวิชาต่างๆ เข้าด้วยกันในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่เป็นประสบการณ์ตรงที่เชื่อมโยงผลสมผสานโครงสร้างของเนื้อหาเข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายที่เป็นแกนหลักในการเชื่อมโยงและผลสมผสานเนื้อหาพร้อมกันและเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สมดุลระหว่างผู้เรียนและผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้แบบองค์รวม มีประสบการณ์กว้างขวางขึ้น พร้อมทั้งจะนำมวลประสบการณ์และความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

2.2 ลักษณะการบูรณาการในหลักสูตร

เสริมศรี ไชยศร และคนอื่นๆ (2526 : 55) ได้แบ่งลักษณะการบูรณาการ ออกเป็น 2 ประการ คือ

2.2.1 บูรณาการเชิงเนื้อหาวิชา คือ การผสมผสานเนื้อหาวิชาลักษณะของการหลอมรวมแบบแกนหรือแบบสหวิทยาการ จะเป็นหน่วยก็ได้หรือจะเป็นโปรแกรมก็ได้ นอกจากนี้อาจจะเป็นการผสมผสานของเนื้อหาวิชาในแง่ของทฤษฎีกับการปฏิบัติหรือเนื้อหาวิชาที่สอนกับชีวิตจริง ในการจัดบูรณาการเชิงเนื้อหาวิชา ได้เสนอวิธีการจัดบูรณาการเชิงเนื้อหาออกเป็น 2 วิธี คือ

2.2.1.1 บูรณาการทั้งหมด (Total Integration) คือ การรวมเนื้อหาประสบการณ์ต่างๆ ที่ต้องการจะให้เด็กเรียนรู้ หลักสูตรหรือโปรแกรมจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยืดหยุ่นหรือแนวเรื่อง (Theme) เป็นแกน ซึ่งปัญหาหรือแนวเรื่องที่เป็นตัวชี้ไปถึงความรู้มาจากวิชาต่างๆ ในโปรแกรมซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและปัญหาสังคมทั้งหมด

2.2.1.2 บูรณาการเป็นบางส่วน (Partial Integration) เป็นการรวมประสบการณ์ของบางสาขาวิชาเข้าด้วยกัน อาจจะเป็นลักษณะของหมวดวิชาหรือกลุ่มวิชาซึ่งภายในสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี ดังนั้นการจัดบูรณาการเป็นบางส่วนอาจจะได้ทั้งภายในสาขาวิชา ก็จะเป็นรายวิชาเช่นปกติ แต่จะจัดประสบการณ์ให้เป็นบูรณาการในรูปโครงการ อาจจะเป็นโครงการสำหรับนักเรียนรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

2.2.2 บูรณาการเชิงวิธีการ คือ การผสมผสานวิธีการเรียนการสอนแบบต่างๆ โดยใช้สื่อประสม และใช้วิธีการประสมให้มากที่สุด

จากการศึกษารายละเอียดการบูรณาการในหลักสูตร ผู้วิจัยได้ยึดการบูรณาการเชิงเนื้อหา เป็นหลักในการทำวิจัย เพราะการบูรณาการเชิงเนื้อหาเป็นการผสมผสานเนื้อหาวิชาในแง่ทฤษฎีกับการปฏิบัติ หรือเนื้อหาวิชาที่สอนกับชีวิตจริง ซึ่งชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน เป็นการบูรณาการนวัตกรรมกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้ที่จะนำมาแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงหรือนำเอาเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตมาสอดคล้องไว้ในเนื้อหาวิชา โดยยึดถือสภาพการนำไปใช้ในชีวิตจริงเป็นหลัก

2.3 ลักษณะการสอนแบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอล และคณะ (Lardizabal ,et al.1970: 142-143) ได้กล่าวถึงการสอนแบบบูรณาการต้องยึดหลักการสำคัญที่ว่า แกนกลางของประสบการณ์อยู่ที่ความต้องการของผู้เรียน และประสบการณ์ในการเรียนรู้จัดเป็นหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้อาจแยกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท

1. หน่วยเนื้อหาวิชา (Subject – Matter Unit) เป็นการเน้นเนื้อหาในตำรา หรือ หัวข้อเรื่องต่างๆ หลักการหรือสิ่งแวดล้อม เช่น เรื่องน้ำ อากาศ เป็นต้น
2. หน่วยความสนใจ (Center of Interest Unit) จัดเป็นหน่วยขึ้นโดยมีพื้นฐานที่ความสนใจและความต้องการ หรือจุดประสงค์เด่นๆ ของผู้เรียน
3. หน่วยเสริมสร้างประสบการณ์ (Integrative Experience Unit) เป็นการรวบรวมประสบการณ์ หรือจุดเน้นอยู่ที่ผลการเรียนรู้และสามารถนำไปสู่การปรับพฤติกรรม การปรับตัวของผู้เรียน

หน่วยดังกล่าวข้างต้น หมายถึง กลุ่มกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่จัดไว้เพื่อสนองจุดมุ่งหมาย หรือสำหรับแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง การเรียนเริ่มจากจุดสนใจใหญ่แล้วแยกย่อยไปสู่กิจกรรมในแง่มุมต่างๆ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถตอบสนองสถานการณ์ที่กำหนดไว้ได้

สมิตร คุณานุกร (2518 : 41) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการเป็นการสัมพันธ์ความรู้ ซึ่งแยกออกเป็นวิธีย่อยได้ 4 วิธี คือ

1. นำเอาความรู้อื่นที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่กำลังจะสอนมาสัมพันธ์กัน
2. นำเอาความรู้เกี่ยวกับเรื่องอื่นๆ ที่เป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวเนื่องกับเรื่องที่กำลังจะสอนมาสัมพันธ์กัน
3. ปรับงานที่ให้แก่เด็กทำให้มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในสังคม
4. พยายามนำสิ่งที่เป็นแกนเข้าไปผนวกกับสิ่งที่กำลังสอนทุกครั้งที่มีโอกาสจะสอดคล้อง แกนดังกล่าวนี้อาจเป็นความคิดรวบยอด ทักษะ และค่านิยม

สำนักโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. (2540 : 7) ได้แบ่งลักษณะการสอนแบบบูรณาการมี 2 แบบ คือ การบูรณาการภายในวิชาและการบูรณาการระหว่างวิชา การบูรณาการภายในวิชา มีจุดเน้นอยู่ภายในวิชาเดียวกัน ส่วนการบูรณาการระหว่างวิชาเป็นการเชื่อมโยงหรือรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อเรื่อง (Theme) เดียวกัน เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะในศาสตร์หรือความรู้ในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป เพื่อการแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การเชื่อมโยงความรู้และทักษะระหว่างวิชาต่างๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง ไม่ใช่เพียงผิวเผินและมีลักษณะใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากขึ้น การสอนแบบบูรณาการทั้งสองแบบมีหลักการเช่นเดียวกัน กล่าวคือ มีการกำหนดหัวข้อเรื่องที่เชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดต่างๆ มีการวางแผนการจัดกิจกรรมและโครงการต่างๆ ที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาและลงมือปฏิบัติ และได้นำไปจัดเป็นรูปแบบการสอนบูรณาการ 4 แบบ คือ

1. การสอนบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion)

การสอนรูปแบบนี้ครูผู้สอนในวิชาหนึ่งสอดแทรกเนื้อหาของวิชาอื่นๆ เข้าไปในการสอนของตน เป็นการวางแผนการสอนและสอนโดยครูเพียงคนเดียว

2. การสอนบูรณาการแบบขนาน (Parallel Instruction)

การสอนตามรูปแบบนี้ ครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สอนต่างวิชากัน ต่างคนต่างสอนแต่ต้องวางแผนการสอนร่วมกัน โดยมุ่งสอนหัวข้อเรื่อง / ความคิดรวบยอด / ปัญหาเดียวกัน (Theme / concept / problem) ระบุสิ่งที่ร่วมกันและตัดสินใจร่วมกันว่าจะสอนหัวข้อเรื่อง / ความคิดรวบยอด / ปัญหานั้นๆ อย่างไรในวิชาของแต่ละคน งานหรือการบ้านที่มอบหมายให้นักเรียนทำ จะแตกต่างกันไปในแต่ละวิชา แต่ทั้งหมดจะต้องมีหัวข้อเรื่อง / ความคิดรวบยอด / ปัญหาร่วมกัน

3. การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary Instruction)

การสอนตามรูปแบบนี้คล้ายๆ กับการสอนบูรณาการแบบขนาน กล่าวคือครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปสอนต่างวิชากัน มุ่งสอนหัวข้อเรื่อง / ความคิดรวบยอด / ปัญหาเดียวกัน ต่างคนต่างแยกกันสอนเป็นส่วนใหญ่แต่มีการมอบหมายงานหรือโครงการ (Project) ร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงสาขาวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน ครูทุกคนจะต้องวางแผนร่วมกัน เพื่อที่จะระบุว่า จะสอนสอนหัวข้อเรื่อง / ความคิดรวบยอด / ปัญหานั้นๆ ในแต่ละวิชาอย่างไร และวางแผนโครงการร่วมกัน (หรือกำหนดงานที่จะมอบให้นักเรียนทำร่วมกัน) และกำหนดว่าจะแบ่งโครงการนั้นออกเป็นโครงการย่อยๆ ให้นักเรียนปฏิบัติในแต่ละวิชาอย่างไร

4. การสอนบูรณาการแบบข้ามวิชาหรือเป็นคณะ (Transdisciplinary Instruction)

การสอนตามรูปแบบนี้ครูที่สอนวิชาต่างๆ จะร่วมกันสอนเป็นคณะหรือเป็นทีม ร่วมกัน

วางแผนปรึกษาหารือ และกำหนดหัวเรื่อง / ความคิดรวบยอด / ปัญหาร่วมกัน แล้วร่วมกันดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มเดียวกัน

อุดม เชยกิจวงศ์. (2545 : 48) ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนแบบบูรณาการได้ดังต่อไปนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาวิชาหลัก 1 วิชา สอนและสอดแทรกเนื้อหาของวิชาอื่นที่ใกล้เคียงกัน

2. การบูรณาการระหว่างวิชา เป็นการแยกแต่ละวิชาโดยกำหนดหัวข้อเรื่อง ความคิดรวบยอดและปัญหาเดียวกัน

และได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการไว้ 4 แบบ ดังต่อไปนี้

1. แบบสอดแทรก (Infusion) เป็นการสอดแทรกเนื้อหาโดยผู้สอนคนเดียว กล่าวคือ ครูจะสอนในวิชาที่ตนรับผิดชอบ และสอดแทรกเนื้อหาของวิชาอื่นเข้าไปในการสอนของตนเอง

2. แบบคู่ขนาน (Parallel) เป็นการสอนแบบคู่ขนาน โดยใช้ครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปสอนวิชาต่างกัน แต่ครูทั้งสองคนต้องมาวางแผนการสอนร่วมกัน โดยมีการกำหนดหัวเรื่อง (Theme) ความคิดรวบยอด (concept) และปัญหาเดียวกัน (problem)

3. แบบสหวิทยาการ (Multi disciplinary) แบบนี้มีส่วนคล้ายคลึงกับการสอนแบบขนานแต่มีการมอบหมายงานหรือโครงการ (Project) ร่วมกัน ซึ่งจะเชื่อมโยงสาขาวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน วางแผนแบ่งเป็นโครงการย่อยๆ สำหรับนักเรียนทำในแต่ละวิชา

4. แบบเป็นคณะหรือข้ามวิชา (Trans disciplinary) แบบนี้ครูที่สอนวิชาต่างๆ จะร่วมกันสอนเป็นทีม ร่วมกันวางแผนปรึกษาหารือ กำหนด หัวเรื่อง ความคิดรวบยอด และปัญหาร่วมกัน แล้วร่วมกันสอน

จากการศึกษารายละเอียดดังกล่าว สรุปได้ว่า ลักษณะการสอนแบบบูรณาการต้องยึดหลักการสำคัญที่ว่า แกนกลางของประสบการณ์อยู่ที่ความต้องการของผู้เรียน และประสบการณ์ในการเรียนรู้จัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ แบ่งลักษณะการสอนแบบบูรณาการเป็น 2 แบบ คือ การบูรณาการภายในวิชา และ การบูรณาการข้ามวิชา ซึ่งการสอนดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เดียวกัน คือ มีการกำหนดหัวเรื่องที่เชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดต่างๆ มีการวางแผนการจัดกิจกรรมและโครงการต่างๆ ที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาและลงมือปฏิบัติ การจะเลือกใช้การสอนแบบบูรณาการแบบใดขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ที่กำหนด

2.4 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอล และคณะ (Lardizabal ,et al. 1970 :142) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายในการสอนแบบบูรณาการไว้ดังนี้

2.4.1 เพื่อพัฒนาและส่งเสริมให้เด็กรู้สึกปลอดภัย มีความพึงพอใจ มีความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะและยอมรับผู้อื่น

2.4.2 ส่งเสริมการเรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน

2.4.3 ช่วยพัฒนาค่านิยม บรรยากาศในชั้นเรียนจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาจริยธรรม มาตรฐานการทำงาน มาตรฐานของกลุ่ม ความซาบซึ้งในการทำงานและความซื่อสัตย์

2.4.4 ช่วยพัฒนาวินัยในตนเอง โดยส่งเสริมความสามารถในการทำงานและการควบคุมอารมณ์ของผู้เรียน

2.4.5 ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พัฒนาการแสดงออกทางศิลปะ ดนตรี การละคร ฯลฯ เช่นเดียวกันกับทางด้านสังคม วิทยาศาสตร์ และวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

กาญจนา เกียรติประวัติ (2526 : 153) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนแบบบูรณาการไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมความรู้สึกปลอดภัยและพึงพอใจ โดยพัฒนาความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะและการยอมรับผู้อื่น

2. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความร่วมมือกันระหว่างครูและนักเรียน

3. ช่วยพัฒนาค่านิยมโดยส่งเสริมบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาจริยธรรม มาตรฐานการทำงาน มาตรฐานของกลุ่ม ความซาบซึ้งในการทำงานและความซื่อสัตย์

4. ช่วยพัฒนาวินัยในตนเอง โดยส่งเสริมความสามารถในการควบคุมการทำงานและอารมณ์ของผู้เรียน

5. ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยพัฒนาการแสดงออกด้านต่างๆ เช่น ศิลปะ ดนตรี การละคร เช่นเดียวกับทางด้านสังคม วิทยาศาสตร์ และวรรณคดี

6. ส่งเสริมให้มีกิจกรรมในสังคม โดยครูพยายามใช้โอกาสต่างๆ พัฒนาความเต็มใจที่จะร่วมมือกันของกลุ่มเพื่อทำความดี

7. ช่วยวัดผลการเรียนรู้ โดยการแนะนำวิธีตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้แก่ผู้เรียนทั้งรายบุคคล และกลุ่ม

อึ้งกร บัวศรี. (2542 : 200 - 201) กล่าวว่า ในการกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนแบบบูรณาการนั้นควรจะคำนึงถึงลักษณะสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. เป็นการบูรณาการระหว่างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ แต่เดิมเมื่อสภาพและปัญหาสังคมยังไม่สลับซับซ้อนและปริมาณเนื้อหาวิชาที่ยังไม่มากนัก การเรียนรู้ซึ่งใช้วิธีการถ่ายทอดความรู้ อย่างง่ายๆ เช่น การบอกเล่า การบรรยาย และการท่องจำ อาจทำได้โดยไม่มีปัญหาอะไร ในกรณีนี้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับกระบวนการเรียนรู้เกือบไม่มีอยู่เลยและการเรียนรู้ก็นับว่ามีประสิทธิภาพพอสมควร แต่ในปัจจุบันปริมาณความรู้มีมาก สภาพและปัญหาสังคมสลับซับซ้อน การเรียนรู้จะกระทำอย่างเดิมย่อมไม่ได้ผลดี ถ้าจะให้เรียนรู้มีประสิทธิภาพ เราจำเป็นต้องให้กระบวนการเรียนรู้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความรู้ ทั้งนี้หมายความว่าผู้เรียนจะต้องทราบว่าตนจะแสวงหาความรู้ได้อย่างไรและด้วยกระบวนการอย่างไร

2. บูรณาการระหว่างพัฒนาการทางความรู้และพัฒนาการทางจิตใจ มีผู้กล่าวตำหนิว่าการศึกษามักจะให้ความสนใจต่อการพัฒนาจิตใจน้อยไป คือมุ่งในด้านพุทธิพิสัยอันได้แก่ความรู้ ความคิดและการแก้ปัญหา มากกว่าด้านจิตพิสัย คือ เจตคติ ค่านิยม ความสนใจและความสุนทรีย์ ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วพุทธิพิสัยและจิตพิสัยต่างมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน และเป็นสิ่งที่แยกกันไม่ออก เพราะการเรียนรู้วิชาการหรือทักษะในด้านหนึ่งด้านใดโดยปราศจากความรู้ลึกในคุณค่าของสิ่งที่เรียน ย่อมเป็นไปไม่ได้ ในทางกลับกันถ้าผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สร้างความรู้ลึกซึ้งพึงพอใจและประทับใจ ก็จะมีมุ่งมั่นในการเรียนและจะเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้การสร้างบูรณาการระหว่างความรู้และจิตใจจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

3. บูรณาการระหว่างความรู้และการกระทำ การสร้างสหสัมพันธ์ระหว่างความรู้และการกระทำมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าระหว่างความรู้และจิตใจ โดยเฉพาะในด้านจริยศึกษา การเรียนรู้เรื่องค่านิยมและการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเลือกค่านิยมที่เหมาะสม จะปรากฏผลดีหรือไม่ย่อมขึ้นอยู่กับพฤติกรรมหรือการแสดงออกของผู้เรียน การแยกความรู้จากการกระทำก็เหมือนกับการแยกหลักสูตรออกเป็นส่วนๆ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ ดังนั้นการบูรณาการความรู้และการกระทำเข้าด้วยกัน จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

4. บูรณาการระหว่างสิ่งที่เรียนในโรงเรียนกับสิ่งที่ป็นอยู่ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน สิ่งหนึ่งที่จะพิสูจน์ว่าหลักสูตรดีหรือไม่ดี คือผลที่เกิดแก่คุณภาพของชีวิตของผู้เรียน ด้วยเหตุนี้การบูรณาการวิชาต่างๆ ในหลักสูตรเราจึงต้องแน่ใจว่าสิ่งที่สอนในห้องเรียนนั้นมีความหมายและมีคุณค่าต่อชีวิตของผู้เรียนไม่ว่าผู้เรียนจะอยู่ที่ใด การที่จะให้เกิดผลดังกล่าวได้ หลักสูตรจะต้องกำหนดให้ความสนใจและความต้องการมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน และให้เป็นศูนย์กลางของกระบวนการเรียนการสอน

5. บูรณาการระหว่างวิชาต่างๆ ถ้าเรายอมรับว่าบูรณาการระหว่างความรู้กับจิตใจและระหว่างความรู้กับการกระทำเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญ และเป็นสิ่งที่สามารถทำได้ เราก็ย่อมจะมองเห็นความจำเป็นและความสำคัญของการที่จะบูรณาการวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งอาจทำได้โดยนำเอาเนื้อหาของวิชาหนึ่งมาเสริมของอีกวิชาหนึ่ง เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และเกิดเจตคติตามที่ต้องการ หรือโดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการของผู้เรียนเป็นหัวข้อ แล้วกำหนดหลักสูตรหรือโปรแกรมการเรียนการสอนขึ้น โดยอาศัยเนื้อหาของหลายๆ วิชามาช่วยในการแก้ปัญหา นั้น

ไม่ว่าจะเป็นการบูรณาการแบบใดก็ตาม ในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะต้องคำนึงถึงหลักการสำคัญ 5 ประการ ประกอบด้วยเสมอไป ซึ่งได้แก่

- (1) การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้น
- (2) การส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยการส่งเสริมให้มีกิจกรรมกลุ่มลักษณะต่างๆ หลากหลายในการเรียนการสอน และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างแท้จริงด้วยตนเอง
- (3) จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม เข้าใจง่าย ตรงกับความเป็นจริง สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างได้ผล และส่งเสริมให้มีโอกาสได้ปฏิบัติจริงจนเกิดความสามารถและทักษะที่ติดเป็นนิสัย
- (4) จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกลึกซึ้งคิดกล้าทำ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะแสดงออก ซึ่งความรู้สึกลึกซึ้งของตนเองต่อสาธารณชน หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียน ทั้งนี้เพื่อสร้างความมั่นใจให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน
- (5) เน้นการปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรม ที่ถูกต้องดีงาม ให้ผู้เรียนสามารถจำแนกแยกแยะความถูกต้องดีงามและเหมาะสมได้ สามารถขจัดความขัดแย้งได้ด้วยเหตุผล มีความกล้าหาญทางจริยธรรม และแก้ไขปัญหาด้วยปัญญาและสามัคคี

จากจุดมุ่งหมายของการสอนแบบบูรณาการทั้งหมดที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการนั้นมีจุดมุ่งหมายเน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ ยึดหลักความสนใจเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนให้มากที่สุด ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมทำงานกลุ่ม ผู้เรียนมีโอกาสลงมือทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก ตลอดทั้งปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยม จริยธรรมที่ถูกต้องและดีงาม สามารถแก้ปัญหาด้วยปัญญาและความสามัคคี

2.5 ขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอล และคณะ (Lardizabal , et al.1970 : 144 – 148) ได้เสนอขั้นตอนในการสอนแบบบูรณาการดังนี้

2.5.1 ขั้นนำ (Initiating the Unit) เป็นขั้นที่ครูสร้างความสนใจหรือนำทางให้ผู้เรียนตระหนักถึงปัญหาที่ผู้เรียนประสบอยู่ ครูอาจมีวิธีเริ่มหน่วยได้หลายวิธี เช่น การจัดสภาพห้องเรียนให้สร้างความสนใจใคร่รู้ ใช้โอกาสพิเศษและเหตุการณ์สำคัญเป็นการเริ่มหน่วย การศึกษานอกสถานที่ การเยี่ยมชมสถานที่ศึกษา ปัญหาต่างๆ ในครอบครัว หรือโรงเรียน อาจนำมาใช้เป็น การเริ่มต้นหน่วยการใช้สื่อต่างๆ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปบันทึกเสียง เทปโทรทัศน์ การเล่าเรื่องบทความหรือบทประพันธ์ นำมาใช้เริ่มต้นหน่วยได้ หน่วยการเรียนรู้อาจเริ่มมาจากข้อเสนอแนะบางด้านของโรงเรียนหรือท้องถิ่น ปัญหาดังกล่าวนำไปสู่การกระทำ ครูอาจตั้งคำถามว่าเราจะแก้ปัญหาได้อย่างไร จะต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง และอะไรเป็นปัญหาย่อยที่เราต้องแก้ไขก่อนปัญหาใหญ่

2.5.2 ขั้นปฏิบัติการ (Point of Experience) เป็นขั้นที่ครูเสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้วางแผนพิจารณาตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหา ตามกิจกรรมต่างๆ ที่ครูเสนอแนะ การทำกิจกรรมอยู่ภายใต้การแนะนำของครูมีการแบ่งกลุ่มและหน้าที่กัน ในขั้นนี้การแนะนำของครูเป็นสิ่งจำเป็น ครูจะต้องมีทักษะและความสามารถในการแนะนำกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนตามความถนัดมากที่สุด กิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การค้นคว้า เก็บรวบรวมข้อมูล การอ่าน การรวบรวมวัสดุอุปกรณ์ การทัศนศึกษา การเขียน และแปลความด้วยกราฟ สถิติ การสัมภาษณ์ เป็นต้น

2.5.3 ขั้นกิจกรรมสรุป (Culminating Activities) ในขั้นนี้ครูเน้นที่การบูรณาการ (Integration) ของหน่วย ผู้เรียนสรุปกิจกรรมโดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในขณะที่ทำกิจกรรมแบบหน่วย ผู้เรียนต่างแบ่งงานกันทำคนละด้าน ดังนั้นการผสมผสานงานทุกด้านเข้าด้วยกันเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ผู้เรียนควรได้รับคำแนะนำให้สังเกตค้นหาว่ากิจกรรมของตน สามารถตอบปัญหาในกลุ่มใหญ่ได้อย่างไร และในการเสนอผลงานของตนให้เพื่อนๆ ที่ไม่ได้ทำกิจกรรมส่วนนั้นได้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง การใช้การสื่อความหมายอย่างไรจึงจะมีประสิทธิภาพ วิธีการที่กลุ่มแลกเปลี่ยนหรือรายงานการค้นคว้าของตนเป็นโอกาสของการเรียนรู้ที่มีคุณค่า ฝึกการแสดงออกในทางสร้างสรรค์ (Creative Expression) การที่ผู้เรียนโยงความสัมพันธ์ของกิจกรรมย่อยเข้าด้วยกันเป็นงานของกลุ่มใหญ่ ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ด้านเนื้อหา ฝึกทักษะความสามารถและพัฒนาเจตคติ ในการเสนอผลงานผู้เรียนกระทำได้หลายวิธี เช่น จัดแสดงนิทรรศการภาพ การสาธิต การทดลอง การแสดงละคร การรายงาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามผลงานเหล่านี้จะต้องอภิปรายกลุ่มติดตามมา

2.5.4 ขั้นประเมินผล (Evaluation) การประเมินผลถือเป็นกระบวนการต่อเนื่องในทุกๆ ระยะของการเรียนการสอน ไม่ได้หมายถึงการวัดผลขั้นสุดท้ายเท่านั้น การประเมินผลอาจแบ่งออกเป็น วัดความรู้ ความเข้าใจด้านวิชาการ ประเมินความสามารถในการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มและ ความสามารถระหว่างกลุ่ม ผู้เรียนจะต้องได้รับการกระตุ้นให้ตระหนักว่าการประเมินผลของกลุ่มเป็น สิ่งที่มีคุณค่ายิ่งกว่าครูเป็นผู้ประเมิน เพราะในขณะที่ผู้เรียนต้องประเมินผลการทำงานของตน จะช่วยให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบ และเป็นแนวทางปรับปรุง การดำเนินกิจกรรมของตนและกลุ่มได้

กาญจนา เกียรติประวัติ (2526 : 155 –157) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการสอนโดยใช้เทคนิคการบูรณาการ ไว้ดังนี้

1. การเริ่มหน่วย (Initiating the Unit) ครูนำทางให้ผู้เรียนตระหนักถึงปัญหาที่ผู้เรียนประสบ อยู่ ปัญหาดังกล่าวนำไปสู่การกระทำ ครูอาจตั้งคำถามว่า เราจะแก้ปัญหานี้อย่างไร เราต้องใช้อุปกรณ์ อะไรบ้าง อะไรเป็นปัญหาย่อยที่เราต้องแก้ไขก่อนปัญหาใหญ่ ครูอาจมีวิธีเริ่มหน่วยการเรียนรู้ได้หลาย วิธี อาจกระทำโดยวิธีจัดสภาพห้องเรียนให้สร้างความสนใจใคร่รู้ของผู้เรียน ครูอาจใช้โอกาสพิเศษและ เหตุการณ์สำคัญเป็นการเริ่มหน่วย การศึกษานอกสถานที่ การเยี่ยมชมสถานที่สำคัญ อาจเป็นการ ยั่วความสนใจของผู้เรียนได้ ปัญหาต่างๆ ในครอบครัวหรือโรงเรียนสามารถนำมาใช้เป็นการเริ่มต้น หน่วย หน่วยการเรียนรู้อาจเริ่มมาจากข้อเสนอแนะบางด้านของโรงเรียน หรือท้องถิ่น ครูอาจใช้สื่อต่าง ๆ เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนในการเริ่มต้นหน่วย เช่น ภาพยนตร์ – สไลด์ เทปบันทึกเสียง การเล่า เรื่อง หรือบทประพันธ์

2. ขั้นปฏิบัติการ (Point of Experience) ในขั้นนี้ผู้เรียนพิจารณาและตกลงใจเลือกสิ่งที่ตน สนใจภายใต้คำแนะนำของครู และเริ่มต้นทำกิจกรรมต่างๆ มีการฟอร์มกลุ่มและเลือกหัวหน้า ในขั้นนี้ ต้องอาศัยทักษะความสามารถของครูที่จะแนะนำกิจกรรมซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของ ตนถึงที่สุด กิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูล การอ่าน การรวบรวมวัสดุอุปกรณ์ การทัศน ศึกษา การเขียนและแปลความกราฟสถิติ และการสัมภาษณ์ เป็นต้น

3. กิจกรรมสรุป (Culminating Activities) ในขั้นนี้ครูเน้นที่การบูรณาการ (Integration) ของ หน่วย ผู้เรียนสรุปกิจกรรมภายใต้คำแนะนำของครูด้วยการรวบรวมแนวคิดต่างๆ และฝึกฝนการ แสดงออก ผู้เรียนโยงความสัมพันธ์ของกิจกรรมย่อยเข้าด้วยกันเป็นงานของกลุ่มใหญ่ ผู้เรียนได้รับ ความรู้ด้านเนื้อหา ได้ฝึกทักษะความสามารถ และได้พัฒนาเจตคติ ในช่วงนี้เป็นเวลาแลกเปลี่ยนการ เรียนรู้ระหว่างกลุ่ม และขยายความคิดต่างๆ ในขณะที่ทำกิจกรรมแบบหน่วย ผู้เรียนต่างแบ่งงานกันทำ คนละด้าน ดังนั้นการผสมผสานงานทุกด้านเข้าด้วยกันเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง วิธีการที่กลุ่มแลกเปลี่ยนหรือ รายงานการค้นคว้าของตนเป็นโอกาสของการเรียนรู้ที่มีคุณค่า ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องได้รับคำแนะนำให้

สังเกต ค้นหาว่ากิจกรรมของตนสามารถตอบปัญหาในกลุ่มใหญ่ได้อย่างไร และวางแผนเสนอผลงานของตนให้เพื่อนๆ ที่ไม่ได้ทำกิจกรรมส่วนนั้น เข้าใจจุดสำคัญข้อนี้ด้วย ในขณะที่ผู้เรียนหาทางสื่อความหมายอย่างมีประสิทธิภาพทำให้เขาเกิดความเข้าใจในกิจกรรมอย่างลึกซึ้งขึ้น วิธีการเสนอผลงานของผู้เรียนอาจทำได้หลายๆ วิธี เช่น จัดแสดงนิทรรศการภาพจัดการสถิติ การทดลอง เป็นต้น อย่างไรก็ตามผลงานเหล่านี้จะต้องมีการอภิปรายกลุ่มติดตามมา

4. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** การประเมินผลถือเป็นกระบวนการต่อเนื่องในทุกๆ ของการเรียนแบบหน่วย ไม่ได้หมายถึงการวัดผลขั้นสุดท้ายเท่านั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการกระตุ้นให้ตระหนักว่าการประเมินผลของกลุ่มนั้นเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่งกว่าตัวครูเป็นผู้ประเมิน เพราะในขณะที่ผู้เรียนต้องประเมินผลการทำงานของตนอยู่เป็นระยะนั้น หมายถึงว่า ผู้เรียนได้ระลึกถึงและตรวจสอบจุดมุ่งหมายของหน่วยอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะเป็นแนวทางปรับปรุงวิธีการทำกิจกรรมของตนได้

จากขั้นตอนในการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการบูรณาการ ที่กล่าวมาพอสรุปได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นนำ** เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนเข้าสู่ประเด็นปัญหา โดยให้นักเรียนได้พบประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของตัวนักเรียนเอง
2. **ขั้นปฏิบัติ** นักเรียนนำผลที่ได้จากการรับประสบการณ์จริงจากขั้นนำ มาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนางานโดยกระบวนการกลุ่ม
3. **ขั้นสรุป** นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการวิเคราะห์มาแก้ไขหรือพัฒนางานนั้น
4. **ขั้นประเมินผล** ทุกกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานของแต่ละกลุ่ม ครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะความถูกต้อง หรือเชื่อมโยงการแก้ปัญหาและพัฒนางานของแต่ละกลุ่มให้เกิดการบูรณาการ

2.6 การจัดเนื้อหาวิชาและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอล และคณะ (Lardizabal, et al : 142 - 144) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการต้องยึดหลักสำคัญที่ความสนใจและความต้องการของผู้เรียน ประสบการณ์ในการเรียนรู้ควรเป็น "หน่วย" (Unit) ที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง ครูผู้สอนต้องใช้เทคนิคในการผสมผสานเนื้อหาวิชา และกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กัน ภายในขอบข่ายของเรื่องที่ศึกษา ลักษณะทั่วไปของหน่วยการเรียนมีดังนี้

1. **มุ่งเน้นปัญหา** ปัญหานั้นควรมีความสำคัญพอที่จะศึกษา และเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาต่างๆ หลากแห่งหลายมุม คำตอบของปัญหาแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ ระหว่างปัจจุบันกับอนาคตหรือผลกระทบของปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่มีต่อวัฒนธรรม หรือวัฒนธรรมที่มีต่อการเมือง เป็นต้น
2. **เหมาะสมกับระดับผู้เรียน** อุปกรณ์ หรือสื่อการเรียนต้องไม่ยากเกินไปกว่าที่ผู้เรียนจะเข้าใจได้ การจัดกิจกรรมต้องคำนึงถึงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและท้าทายความสามารถไม่ย่ำจนเกินไป

3. ส่งเสริมพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง ในทุกๆ ด้าน ด้านความเจริญงอกงาม และลำดับขั้นของประสบการณ์ เช่น กิจกรรมการอ่าน การสังเกต การพูด การฟัง การวาดและการเขียน กิจกรรมทักษะด้านต่างๆ รวมทั้งกิจกรรมที่ต้องใช้ความสามารถทางสมองในการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา

4. เป็นการวางแผนงานร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน ให้นักเรียนมีโอกาสเลือกปัญหา วัสดุ อุปกรณ์ วางแผนกิจกรรมและประเมินผลให้เป็นไปตามความมุ่งหมายที่ต้องการ

5. การวางแผนหน่วยการเรียนรู้ต้องระลึกเสมอว่า ทำอย่างไรจึงจะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

กาญจนา เกียรติประวัติ (2526 : 154 –155) ได้กล่าวถึง กิจกรรมบูรณาการในชั้นเรียนว่า ครูที่ใช้เทคนิคการสอนแบบบูรณาการต้องยึดหลักการสำคัญที่ว่า แกนกลางของประสบการณ์อยู่ที่ความต้องการของผู้เรียน และประสบการณ์เรียนรู้จัดเป็นหน่วย (Unit)

หน่วยการเรียนรู้ (Unit) หมายถึง กลุ่มกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่จัดไว้เพื่อสนองจุดมุ่งหมายหรือสำหรับแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง การเรียนเริ่มจากจุดสนใจใหญ่แล้วแยกไปสู่กิจกรรมในแง่มุมต่าง ๆ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถตอบสนองสถานการณ์ที่กำหนดโดยรวมได้

หน่วยการเรียนรู้อาจแยกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภทคือ

1. หน่วยเนื้อหาวิชา (Subject-Matter Unit) เป็นการเน้นเนื้อหาในตำรา หรือหัวข้อเรื่องต่าง ๆ หลักการ หรือสิ่งแวดล้อมเช่น น้ำ ท้องฟ้า หรือภูมิอากาศ

2. หน่วยความสนใจ (Center of Interest Unit) มีพื้นฐานที่ความสนใจและความต้องการหรือจุดประสงค์เด่นๆ ของผู้เรียน

3. หน่วยสร้างเสริมประสบการณ์ (Integrative Experience) มีจุดเน้นอยู่ที่ผลการเรียนรู้ซึ่งนำไปสู่การปรับพฤติกรรมและการปรับตัวของผู้เรียน

คุณสมบัติทั่วไปของหน่วยการเรียนรู้

1. มุ่งเน้นปัญหา โดยที่ปัญหานั้นมีความสำคัญพอเพียงที่จะต้องศึกษาอย่างมีแบบแผน ปัญหาที่มีความสำคัญมักจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาหลายแง่หลายมุม คำตอบต่อปัญหาที่ต้องการควรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอนาคตกับปัจจุบัน หรือผลกระทบของภูมิศาสตร์ต่อวัฒนธรรม หรือวัฒนธรรมต่อการเมือง เป็นต้น

2. เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน สื่อการเรียนรู้ที่จัดให้ต้องไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะเข้าใจได้ และเป็นกิจกรรมซึ่งผู้เรียนมีพื้นฐานประสบการณ์เพียงพอที่จะรับได้ แต่ต้องไม่ง่ายเกินไป จะต้องท้าทายความสามารถของผู้เรียนพอสมควร

3. ส่งเสริมพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง เน้นในทุกๆ ด้านของความเจริญงอกงามและลำดับของประสบการณ์ เช่นกิจกรรมด้านการอ่าน การสังเกต ด้านการพูด การฟัง การวาดและการเขียน รวมทั้งกิจกรรมทางกายภาพ และกิจกรรมทางสมอง

4. ร่วมมือกันวางแผน โดยครูและผู้เรียนให้ผู้เรียนมีโอกาสเลือกปัญหาวัสดุอุปกรณ์วางแผนกิจกรรม และวัดผลประสบการณ์ ตามความมุ่งหมาย

5. ส่งเสริมสภาพการเรียนรู้ การวางแผนหน่วยการเรียนรู้จะต้องคำนึงว่าในสภาพใดที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

ชัยศักดิ์ ลีลาจารลกุล (2543 : 181 - 182) ได้กล่าวว่าแนวโน้มใหม่ทางการศึกษามีจุดเน้นอยู่ 2 ประการ คือ ความสนใจ ความสามารถและความต้องการของผู้เรียนกับการปรับมาตรฐานความเป็นอยู่ของสังคม ซึ่งได้กล่าวถึง เทคนิคการสอนแบบบูรณาการ ว่ามีจุดมุ่งหมายที่จะทำให้เกิดการบูรณาการของแต่ละบุคคล ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมเป็นหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึง ผลผสมผสานของเนื้อหาวิชาในแง่มุมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันนั้นไม่ได้แบ่งแยกออกเป็นแง่มุมใดโดยเฉพาะ

การบูรณาการ มีจุดเน้นที่พัฒนาการของบุคลิกลักษณะอย่างผสมผสานกลมกลืน เทคนิคการสอนแบบบูรณาการ เป็นการสอนที่มีปัญหาทำนองเดียวกันกับชีวิตจริงเป็นแกนกลางและมีการส่งเสริมประสบการณ์แก่ผู้เรียนให้กว้างขวางขึ้น ให้มีผลผสมผสานกลมกลืนระหว่างบุคลิกลักษณะส่วนตัวและสังคมผู้เรียน เทคนิคการสอนแบบนี้จะช่วยให้ครูสามารถสอนเป็นหน่วยได้

ตัวอย่างเทคนิคการสอนแบบบูรณาการ

1. เทคนิคการยกตัวอย่างและการให้โจทย์ปัญหา

1.1 ผู้สอนควรจะยกตัวอย่างได้ทันทีทันใด เรื่องง่าย ๆ

1.2 ยกตัวอย่างจากหนังสืออื่นที่นอกเหนือจากหนังสือแบบเรียน

1.3 ยกตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน

1.4 หากลวิธีในการยกตัวอย่างให้แปลก ๆ

2. เทคนิคการใช้วัสดุประกอบการสอน

2.1 ให้ผู้เรียนช่วยทำวัสดุประกอบการสอน

2.2 ผู้สอนควรเลือกใช้วัสดุจากสิ่งแวดล้อมและควรเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหา

2.3 ผู้สอนควรรู้จักเลือกใช้วัสดุประกอบการสอนที่หาง่ายและประหยัด เพื่อให้เข้ากับ

สภาพเศรษฐกิจและสังคม

3. เทคนิคการสร้างและการใช้ภาพประกอบ

3.1 การใช้ภาพลายเส้นง่าย ๆ

3.2 การใช้ภาพสำเร็จรูปประกอบการสอน ผู้สอนบางคนไม่สามารถวาดภาพลายเส้น

ได้ก็อาจจะใช้ภาพสำเร็จรูปที่ตัดมาจากหนังสือพิมพ์ วารสารหรือผู้สอนบางคนสามารถเขียนภาพสำเร็จรูปขึ้นเอง

4. เทคนิคด้านนันทนาการ

4.1 การใช้เพลงประกอบการสอน จะช่วยกล่อมเกล่าอารมณ์จิตใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่เครียด

4.2 การใช้คำประพันธ์ประเภทร้อยกรอง ครูควรเขียนใส่แผนภูมิไว้เพื่อสรุปบทเรียน หรือนำเข้าสู่บทเรียน

4.3 การใช้เกมประกอบ ผู้ที่เป็นครูควรจะได้ศึกษาทั้งเกมที่ใช้ประกอบการสอนในห้องเรียนและเกมลับสมองโดยทั่วไป

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า หน่วยการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการจะมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

1. มุ่งเน้นปัญหา ปัญหานั้นควรมีความสำคัญพอที่จะศึกษา และเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาต่างๆ หลายแง่หลายมุม

2. เหมาะสมกับระดับผู้เรียน สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ต้องไม่ยากเกินไปกว่าที่ผู้เรียนจะเข้าใจได้ กิจกรรมต้องคำนึงถึงประสบการณ์เดิมและท้าทายความสามารถ

3. ส่งเสริมพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง ในทุกๆ ด้าน ด้านความเจริญงอกงามและลำดับขั้นของประสบการณ์

4. ผู้เรียนและครูมีการวางแผนร่วมกันในการเลือกปัญหา อุปกรณ์ กิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมิน

5. การวางแผนหน่วยการเรียนรู้ ต้องระลึกละเอียดว่าทำอย่างไรจึงจะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

2.7 หลักการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอล และคณะ (Lardizabal , et al.1970 :148 -149) ได้สรุปหลักและสิ่งที่ควรพิจารณาในการเรียนการสอนแบบบูรณาการว่า

1. ผู้เรียนมีความสำคัญมากกว่าเนื้อหาวิชา เน้นการพัฒนานุคลิกภาพ คำนึงการเรียนรู้ทั้งด้านร่างกาย สังคม อารมณ์ และสติปัญญา

2. หน่วยการเรียนรู้ที่ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมข้ามวันจะดีกว่าหน่วยการเรียนรู้ที่เสร็จในเวลาเรียน

3. กิจกรรมการเรียนการสอน ควรเป็นปัญหาในชีวิตจริง คำนึงถึงความต้องการความสนใจของผู้เรียนเป็นเกณฑ์

4. ในการเรียนการสอนควรใช้กระบวนการกลุ่ม
5. กิจกรรมการเรียนการสอน ใช้กระบวนการประชาธิปไตย
6. คำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน
7. สร้างบรรยากาศในชั้นเรียน ในการทำงาน ให้เป็นที่พึงพอใจของผู้เรียน

กาญจนา เกียรติประวัติ (2526 :157) ได้กล่าวถึงหลักการวางแผนกิจกรรมบูรณาการของหน่วยไว้ว่าครูควรได้มีการเตรียมตัวอย่างรอบคอบในการวางแผนเพื่อให้สามารถแนะนำทางผู้เรียนได้ดี โดยการใช้หลัก 7 ประการต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีความสำคัญมากกว่าเนื้อหาวิชา นั่นคือการเน้นที่พัฒนาการบุคลิกภาพอย่างผสมกลมกลืนของผู้เรียน โดยคำนึงถึงการเรียนรู้ทั้งทางด้านร่างกาย สังคม อารมณ์ และสติปัญญา

2. หน่วยที่ต้องใช้เวลาข้ามวันในการทำกิจกรรมดีกว่าหน่วยสั้นๆ ที่เสร็จในเวลาเรียน

3. กิจกรรมการเรียนควรมีปัญหาในชีวิตจริง ความต้องการ ความสนใจของผู้เรียนเป็นเกณฑ์

4. เรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่ม
5. ใช้กระบวนการประชาธิปไตย
6. คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน
7. สร้างบรรยากาศการทำงานที่พึงพอใจแก่ผู้เรียน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 47) ได้กล่าวถึงหลักการที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการว่า

1. ต้องเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
2. เน้นการปลูกฝังค่านิยม จิตสำนึก และจริยธรรมที่ถูกต้อง
3. ให้ผู้เรียนร่วมกันทำงานกลุ่ม
4. จัดประสบการณ์ตรงให้ผู้เรียน
5. จัดบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าทำ นอกจากที่กล่าวมาแล้ว

อรรถัย มูลคำและคนอื่นๆ (2542 : 16) กล่าวถึงสิ่งที่ต้องคำนึงในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการว่า

1. หัวเรื่องต้องสัมพันธ์กับเรื่องอื่นได้อย่างกว้างขวาง
2. การสร้างกิจกรรมทุกกิจกรรมต้องเหมาะสมกับความเป็นจริง

3. กิจกรรมทุกกิจกรรมควรต่อเนื่องกัน

4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนปรับปรุงและพัฒนางานตลอดเวลา

กิจกรรมที่สามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ได้แก่

1. การรายงาน
2. การอภิปราย
3. กรณีตัวอย่าง
4. การแสดงละคร
5. การศึกษานอกสถานที่
6. การเชิญวิทยากรมาบรรยาย
7. การสาธิต และการทดลอง
8. การสัมภาษณ์บุคคล
9. การจัดนิทรรศการ

จากการศึกษาหลักการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการดังกล่าว พอสรุปได้ว่า การจัดเรียนการสอนแบบบูรณาการต้องคำนึงถึงความสนใจของผู้เรียน ความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเป็นรายบุคคลและเป็นรายกลุ่ม จัดประสบการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยมที่ถูกต้องและดีงาม เน้นความเป็นประชาธิปไตย

2.8 การประเมินในการเรียนการสอนแบบบูรณาการ

วิเศษ ชินวงศ์ (2544 : 27-28) การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการนั้นสอดคล้องกับแนวการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กล่าวคือ นักเรียนได้เรียนรู้จากการได้คิดและปฏิบัติจริงตามความสนใจและความถนัดของตนเองอย่างมีความสุข เรียนรู้จากกลุ่มและเพื่อน เรียนรู้อย่างเป็นองค์รวม (บูรณาการเข้าด้วยกัน) และเรียนรู้กระบวนการของตนเอง ดังนั้นการวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนดังกล่าวต้องสอดคล้องกับสภาพจริง คือการประเมินความสามารถ เริ่มตั้งแต่ประเมินการคิดวางแผน กระบวนการทำงาน คุณธรรม จริยธรรมระหว่างการทำงาน ความตั้งใจ จนมีผลงานที่สำเร็จเป็นชิ้นงานตามเป้าหมาย

วิธีการประเมินจะต้องหลากหลายต่อเนื่อง โดยมีการประเมินตลอดเวลาตามกิจกรรมการเรียนรู้ใช้วิธีการสังเกต ตรวจสอบรายงาน บันทึกการปฏิบัติงาน การให้ความร่วมมือภายในกลุ่ม ประเมินชิ้นงานหรือบางครั้งอาจจะมีการประเมินด้านความรู้ควบคู่กันไปด้วย

นอกจากนี้ ควรมีการประเมินแบบอิงการปฏิบัติ (Performance-based) และการประเมินแบบอิงการสังเกต (Observation - based) ซึ่งจะช่วยให้ครูและนักเรียนสามารถบูรณาการการเรียน

การสอนกับการประเมินเข้าด้วยกัน ทั้งครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการสอนและการประเมิน จึงทำให้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสัมพันธ์กับชีวิตจริงมากที่สุด

2.9 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบัลและคณะ (Lardizabal , et al.1970 : 146 -150) กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ โดยแบ่งเป็นด้านต่างๆ ดังนี้

2.9.1 ด้านการเตรียมการ

2.9.1.1 เตรียมกรอบแนวคิดของเรื่องที่จะสอน โดยกำหนดหัวข้อในแต่ละตอนได้จากการบูรณาการระหว่างวิชาหรือผสมผสานระหว่างวิชาในหลักสูตร

2.9.1.2 เตรียมคำถามหลักหรือคำถามสำคัญ เพื่อใช้กระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์และลงมือปฏิบัติ

2.9.1.3 เป็นแหล่งข้อมูลหรือแหล่งความรู้ที่ให้ผู้เรียนซักถาม ปรีक्षा เพื่อค้นคว้าหาความรู้

2.9.2 ด้านการดำเนินการ

2.9.2.1 เป็นผู้นำเสนอ (presenter) เช่น เสนอประเด็นปัญหา เหตุการณ์ในเรื่องที่จะสอน เป็นผู้สังเกต (observer) โดยสังเกตผู้เรียนขณะที่ตอบคำถาม ทำกิจกรรมรวมทั้งพฤติกรรมด้านอื่นๆ ของผู้เรียน

2.9.2.2 เป็นผู้กระตุ้นจิตใจ (motivator) โดยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง

2.9.2.3 เป็นผู้เสริมแรง (reinforcer) เพื่อให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการ

2.9.2.4 เป็นผู้ชี้แนะ (director) สนับสนุนให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนด

2.9.2.5 เป็นผู้จัดบรรยากาศ (atmosphere organizer) เพื่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เหมาะสม ทั้งด้านกายภาพ สังคมและจิตใจเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข

2.9.2.6 เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการ (process oriented) มากกว่าเนื้อเรื่อง หรือเนื้อหาสาระ (content oriented)

2.9.3 ด้านการประเมิน

2.9.3.1 เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (reflector) ชี้แนะ วิพากษ์ วิจารณ์ ข้อดี ข้อด้อย เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนา ปรับปรุง แก้ไขพฤติกรรมการเรียนรู้

2.9.3.2 เป็นผู้ประเมิน (evaluator) โดยประเมินผลเป็นระยะๆ ประเมินกระบวนการ
พฤติกรรมด้านการค้นหาความรู้ และผลงานซึ่งอาจเป็นองค์ความรู้หรือผลงาน

จอยซ์และเวล (Joyce and Weil.1986 : 332 – 334) กล่าวถึงบทบาทของครู ดังนี้

1. เตรียมวัสดุประสงค์และขั้นตอนของการปฏิบัติกิจกรรม
2. อธิบายสาระของบทเรียนและลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของความรู้และประสบ
การณ์
3. อภิปรายการปฏิบัติตามขั้นตอนของบทเรียน
4. ดำเนินการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการยกตัวอย่าง สื่อ การสาธิต ฯลฯ จนผู้เรียน
สามารถนำมาอ้างอิงด้วยเหตุผล
5. ตรวจสอบความเข้าใจจากความรู้ที่ได้รับด้วยคำถามและการนำไปประยุกต์ใช้
6. เป็นผู้คอยสังเกตการทำกิจกรรมเหมือนพี่เลี้ยงผู้ให้คำแนะนำเพื่อตรวจสอบผลย้อน
กลับ เตรียมการแก้ไขเมื่อจำเป็น
7. เป็นผู้ติดตามและประเมินความแม่นยำในการเรียนรู้

จากรายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่อตัวผู้สอนทั้งหมดสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
แบบบูรณาการนั้น ตัวผู้สอนจะต้อง

1. ยึดหลักความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอน
2. เป็นผู้ที่ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน
3. ทำหน้าที่เป็นกัลยาณมิตรที่ดีต่อผู้เรียน มิใช่เป็นผู้บอกหรือเป็นผู้ถ่ายทอดเพียง
อย่างเดียว

2.10 บทบาทและกิจกรรมของนักเรียนในการเรียนการสอนแบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาบอล และคณะ (Lardizabal , et al.1970 : 148) กล่าวถึงหลักในการจัดกิจกรรมการ
เรียนการสอนแบบบูรณาการ ควรคำนึงถึงกิจกรรมของกระบวนการกลุ่มมาใช้ดังนี้

1. การแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละ 4 คน ที่มีระดับความสามารถที่
แตกต่างกัน คือ ผู้ที่มีระดับความสามารถสูง 1 คน ผู้ที่มีระดับความสามารถปานกลาง 2 คน และผู้ที่มี
ระดับความสามารถต่ำ 1 คน ในการแบ่งกลุ่มจะต้องให้นักเรียนได้เข้ากลุ่ม เพื่อทำกิจกรรมที่ตนมีความ
ถนัดและมีความสนใจ เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีความพอเหมาะและมีความสามารถพอๆ กัน
2. แต่ละกลุ่มเลือกคณะกรรมการซึ่งประกอบด้วย ประธาน รองประธาน คณะกรรมการ
เลขานุการ
3. มีการประชุมร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อวางแผนในการทำกิจกรรมร่วมกัน

4. สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ ในการทำกิจกรรมตามที่ได้ร่วมกันวางแผนไว้

อรรถัย มูลคำ และคนอื่นๆ (2542 : 38) ได้กล่าวถึง การสอนแบบบูรณาการตามขั้นตอนที่เรียกว่า Story line Method ได้นำเรื่องของการทำกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มาใช้ในการทำกิจกรรมของผู้เรียน แต่เน้นในเรื่องความร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน โดยเน้นบทบาทของผู้เรียนให้

1. ฝึกวางแผนและการทำงานต่างๆ ร่วมกับผู้อื่น
2. ค้นคว้าหาความรู้ที่ตนและกลุ่มสนใจ เพื่อนำเสนอต่อเพื่อนร่วมชั้น
3. ทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้จากกลุ่ม

ลารดิซาบอล และคณะ (Lardizabal , et al.1970 : 148) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสอนแบบบูรณาการสอดคล้องกับ อรรถัย มูลคำ และคนอื่นๆ (2542 : 38) ดังนี้

- 1) มีส่วนร่วมในการเรียน ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจและการคิดในทุกๆ สถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นธรรมชาติเหมือนสถานการณ์ในชีวิตจริง
- 2) ศึกษาค้นคว้าปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้
- 3) ดำเนินการด้วยตนเอง เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างสนุกสนาน ตื่นเต้นมีชีวิตชีวา และท้าทายอยู่ตลอดเวลา
- 4) เรียนในห้องเรียน (class) และสถานการณ์จริง (reality) เพื่อพัฒนาทางสังคม
- 5) กระฉับกระเฉงว่องไวในการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง
- 6) ทำงานด้วยความร่วมมือ ร่วมใจ ทั้งแบบเดี่ยว เป็นคู่ หรือกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ และด้วยเจตคติที่ดีต่อกัน
- 7) ตอบคำถามสำคัญหรือคำถามหลัก ที่กำหนดจากประสบการณ์ของตนเองหรือประสบการณ์ในชีวิตจริง
- 8) มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มทำสิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์
- 9) มีความสามารถในการสื่อสาร เช่น ฟัง พูด อ่าน เขียน มีทักษะทางสังคม รวมทั้งมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนในกลุ่ม ในห้องเรียนและกับครู
- 10) สามารถสร้างความรู้ (construct) ด้วยตนเองเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับบทบาทและกิจกรรมของตัวผู้เรียนทั้งหมดสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการนั้น ตัวผู้เรียนจะต้องเปลี่ยนสภาพการเรียนรู้จากผู้รับ การถ่ายทอดการเรียนรู้อย่างเดียวมาเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และผู้เรียนเข้าใจบทบาทของ

ตนเองในการเรียนรู้ เรียนรู้จากสิ่งที่กำหนดขึ้นหรือประสบการณ์ในชีวิตจริง สามารถเชื่อมโยงความรู้อยู่กับชีวิตประจำวัน

2.11 ประโยชน์ของการสอนแบบบูรณาการ

สมิตร คุณานุกร (2518 : 41-42) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบบูรณาการไว้ดังนี้

1. ช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงการเรียนรู้ (Transfer of learning) ความรู้ที่เรียนไปแล้วจะถูกนำมาสัมพันธ์กับความรู้ที่เรียนใหม่ๆ จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น
 2. ช่วยจัดเนื้อหาวิชา หรือความรู้ให้อยู่ในลักษณะเหมือนจริง คือ ผสมผสานและสัมพันธ์ เป็นความรู้ที่อยู่ในลักษณะหรือรูปแบบที่เอื้อต่อการนำไปใช้กับชีวิต
 3. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสภาพและปัญหาสังคมได้ดีกว่า การกระทำหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ในสังคมเป็นผลรวมจากหลายๆ สาเหตุ การที่จะเข้าใจปัญหาใดและสามารถแก้ปัญหาได้ ควรพิจารณาปัญหาและที่มาของปัญหาอย่างกว้างๆ ใช้ความรู้จากหลายๆ วิชามาสัมพันธ์กันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่ๆ ขึ้น
 4. ช่วยให้การสอนและการศึกษามีคุณค่ามากขึ้น แทนที่จะเป็นขบวนการถ่ายทอดความรู้หรือสาระแต่เพียงประการเดียว กับช่วยให้สามารถเน้นการพัฒนาทักษะที่จำเป็นให้เกิดความคิดรวบยอดที่กระจ่างถูกต้อง และสามารถให้ปลูกฝังค่านิยมที่ปรารถนาได้อีกด้วย
 5. ทำให้เกิดการบูรณาการขึ้น ทำให้วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนเปลี่ยนไปจากที่ให้ผู้เรียนได้รับความรู้ไปเป็นเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าและนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์
- วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 50) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบบูรณาการว่า
1. เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนสามารถจำความรู้ที่เรียนได้นาน (retention) ซึ่งจะเริ่มด้วยการทบทวนความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
 2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน (participate) ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและสังคม เป็นการพัฒนาทุกด้าน
 3. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามประสบการณ์ชีวิตของตน และเป็นประสบการณ์ในชีวิตจริงของผู้เรียน
 4. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะต่างๆ ซ้ำหลายครั้งโดยไม่เบื่อหน่าย
 5. ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดระดับสูง คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดแก้ปัญหา คิดริเริ่มสร้างสรรค์

6. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการทำงานกลุ่ม ตั้งแต่สองคนขึ้นไป จนถึงเพื่อนทั้งชั้นเรียนตามที่กำหนดในกิจกรรม เพื่อพัฒนาทักษะมนุษยสัมพันธ์

7. ผู้เรียนจะได้สร้างจินตนาการตามเรื่องที่กำหนดเป็นการเรียนรู้ด้านธรรมชาติ เศรษฐกิจ วัฒนธรรม การเมือง วิถีชีวิต ผสมผสานกันไป อันเป็นสภาพจริงของชีวิต

8. ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งใกล้ตัวสิ่งไกลตัว เช่น เรียนเกี่ยวกับตัวเรา บ้าน ครอบครัว ชุมชน ประเทศไทย ประเทศเพื่อนบ้านและโลก ตามระดับความซับซ้อนของเนื้อหาและสติปัญญาของผู้เรียน

9. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข สนุกสนาน เห็นคุณค่าของงานที่ทำ และงานที่นำไปเสนอต่อเพื่อน ต่อชุมชน ทำให้เกิดความตระหนัก เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

จากประโยชน์ของการเรียนการสอนแบบบูรณาการดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาประสบการณ์ทุกด้าน ทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม สติปัญญา เห็นคุณค่าและนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตของผู้เรียน เป็นการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบันที่เต็มไปด้วยเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบบูรณาการ

งานวิจัยต่างประเทศ

เทอร์เรล (Terrell, 1979 :74A) ได้ทำการศึกษาบูรณาการทักษะภาษาอังกฤษในหลักสูตรธุรกิจศึกษาของโรงเรียนรัฐบาลระดับต่อจากชั้นมัธยมศึกษา ผลปรากฏว่า

- 1) หลังจากใช้วิธีบูรณาการเข้าไปแล้วไม่มีผลเลย
- 2) จากองค์ประกอบที่เลือกมา 33 องค์ประกอบ ดูเหมือนว่าจะมีผลกับวิธีบูรณาการในบางสถานการณ์
- 3) ในรายวิชาธุรกิจศึกษามักจะใช้วิธีการบูรณาการที่ไม่ขึ้นอยู่กับวิธีสอนเดียวกัน
- 4) วิธีการบูรณาการทักษะภาษาอังกฤษเกิดขึ้นบ่อย สำหรับครูในวิทยาลัยชุมชนและมากกว่าครูที่อยู่ในวิทยาลัยอาชีวะ
- 5) การบูรณาการทักษะภาษาอังกฤษจะไม่ใช้วิธีสอนวิธีใดวิธีหนึ่ง
- 6) ทักษะภาษาอังกฤษแต่ละทักษะนี้จะทำให้เกิดการบูรณาการในหลักสูตรธุรกิจศึกษาอย่างน้อยหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งรายวิชาแต่ไม่ได้ทำให้เกิดการบูรณาการในรายวิชาธุรกิจทุกรายวิชา
- 7) ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบผลรวมทั้งมีผลต่อการที่ทำให้ครูได้มีการเปลี่ยนแปลง

กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้หลักสูตรปกติ และใช้วิธีสอนแบบทดลอง

กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้หลักสูตรแบบบูรณาการ และใช้วิธีสอนแบบปกติ

กลุ่มที่ 3 สอนโดยใช้หลักสูตรแบบบูรณาการ และใช้วิธีสอนแบบทดลอง

ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองที่ 3 มีผลการเรียนดีกว่ากลุ่มทดลองอื่น ๆ และคะแนนจากงานมอบหมายพิเศษ คะแนนกิจกรรมในห้องทดลองของกลุ่มที่ 3 ดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัดอีกด้วย แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในปัญหาต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวันของนักเรียน จากผลการ ศึกษา แสดงให้เห็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย คือการสอนโดยใช้หลักสูตรแบบบูรณาการและวิธีสอนแบบทดลอง

เวอร์เนอร์ (Werner.2002 : 2336 – A) ได้ทำการศึกษาว่ารูปแบบการบูรณาการศิลปะกับวิชาอื่น ๆ มีผลต่อการสอนของครูและการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประถมศึกษาอย่างไร การวิจัยใช้การสังเกต การสัมภาษณ์ การจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริง โดยใช้รูปวาด กรณีศึกษานี้สำรวจความแตกต่างในการสอนของครูโดยใช้การสอนแบบการบูรณาการศิลปะเต็มรูปแบบ (ใช้การเดินในการสอนคณิตศาสตร์) และครูที่ใช้การสอนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีเดิม และเปรียบเทียบเจตคติของนักเรียนต่อโรงเรียนและศิลปะ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษาพบว่า ครูที่ใช้รูปแบบการบูรณาการศิลปะ (โดยใช้การเดินในการสอนคณิตศาสตร์) ร่วมกับการสอน มีความเข้าใจที่จะนำศิลปะมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เจตคติของนักเรียนต่อโรงเรียนและศิลปะหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เคอร์คแพทริก (Kirkpatrick. 2002 : 1246 – A) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการบูรณาการเทคโนโลยีในห้องเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย คือครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 9 คน โดยใช้ grounded theory ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือการอภิปรายของครูคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปัจจัยที่ขัดขวางการบูรณาการและปัจจัยที่ส่งเสริมการบูรณาการ ผลการศึกษาพบว่า ครูคณิตศาสตร์ใช้เครื่องคิดเลข และคอมพิวเตอร์ในการปฏิบัติงานในวิชาชีพ ทางการศึกษา ห้องเรียนในระดับวิทยาลัย จำเป็นต้องพัฒนาทักษะการบูรณาการเทคโนโลยี แต่มหาวิทยาลัยอิชิฮาวาไม่ได้ใช้การบูรณาการเทคโนโลยี ผู้มีส่วนร่วมแนะนำว่า โอกาสการพัฒนาทางวิชาชีพได้ฝึกทักษะขั้นพื้นฐาน แต่ไม่ได้ฝึกทักษะการบูรณาการขั้นสูงขึ้นไป ผู้มีส่วนร่วมมั่นใจว่าผู้ร่วมงานสามารถฝึกการบูรณาการได้ การศึกษานี้พบว่า การใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ไม่เป็น จะทำให้บูรณาการทางเทคโนโลยีไม่ได้ ครูกำหนดความมุ่งหมายการบูรณาการเครื่องคิดเลขในห้องเรียนพีชคณิต จากการสัมภาษณ์ครูพบว่า การใช้เทคโนโลยีในระดับขั้นที่ไม่เหมาะสมจะมีผลต่อทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และนอกจากนี้สถานภาพเศรษฐกิจสังคมมีผลต่อการบูรณาการเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษา นักเรียนที่มีสถานภาพเศรษฐกิจสังคมต่ำจะไม่สามารถซื้อเครื่องมือทางเทคโนโลยีได้

ส่วนนักเรียนที่มีสถานภาพทางเศรษฐกิจสังคมปานกลาง-สูง จะสามารถซื้อเครื่องมือทางเทคโนโลยีได้ และจากการศึกษาพบว่า การใช้เครื่องมือ (Level of Technology Implementation หรือ LoTi) แบบสอบถามทางเทคโนโลยีประเมินครูที่มีความสามารถบูรณาการเทคโนโลยีโดยใช้คอมพิวเตอร์ พบว่า ครูคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้เครื่องคิดเลขแทนที่จะใช้คอมพิวเตอร์ จึงได้คะแนนการบูรณาการทางเทคโนโลยี ต่ำ

อาวานิส (Arvanis. 2003 : 1200 – A) ได้ทำการศึกษาระดับการใช้เครื่องคำนวณการเขียนกราฟในวิชาพีชคณิต 1 และปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ โดยสำรวจครูที่สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในอิลลินอยส์ ด้วยการส่งจดหมายไปที่โรงเรียนนอกเขตชิคาโกและโรงเรียนของรัฐบาลในอิลลินอยส์ จำนวน 579 โรงเรียน ซึ่งได้ตอบกลับมา 337 โรงเรียน คิดเป็น 58.2 % จาก 337 โรงเรียน จากครู 879 คน ผลการศึกษาพบว่า มีการใช้เครื่องคำนวณการเขียนกราฟในการการสอนวิชาพีชคณิต 1 คิดเป็น 67.9 % โดยใช้สำหรับการเปรียบเทียบการใช้ตัวแทนและการสาธิต ครูไม่ค่อยให้นักเรียนใช้เครื่องคำนวณในการเขียนกราฟในการสอบ คิดเป็น 65.2 % จำนวนการใช้เครื่องคำนวณการเขียนกราฟในวิชาพีชคณิต 1 มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับคุณลักษณะของครู เช่น ขนาดโรงเรียน เพศ ประสบการณ์ ระดับการศึกษา การเป็นสมาชิกขององค์กรวิชาชีพและการฝึกอบรม ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้เครื่องคำนวณการเขียนกราฟ คือ ความเชื่อส่วนบุคคล การประชุมเชิงปฏิบัติการกับครูคนอื่นๆ และข้อจำกัดของการใช้เครื่องคำนวณการเขียนกราฟ คือ ความรู้พื้นฐาน ราคา การจัดซื้อ เวลา การขาดการฝึกอบรม และขาดเครื่องมือ การศึกษาส่วนใหญ่พบว่า ความเชื่อส่วนบุคคลมีผลต่อการใช้เครื่องคำนวณการเขียนกราฟในห้องเรียนวิชาพีชคณิต

บอชแมนส์ (Boschmans. 2003 : 433 – A) ได้ทำการศึกษามุมมองของครูในโรงเรียนประถมศึกษาต่อการบูรณาการเทคโนโลยีในวิชาคณิตศาสตร์ การศึกษานี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง แบบกลุ่มควบคุมไม่เท่ากัน และศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองต่อการใช้เทคโนโลยีในวิชาคณิตศาสตร์และความเข้าใจต่อการใช้เทคโนโลยีในห้องเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต โดยพัฒนาแบบสำรวจการบูรณาการทางเทคโนโลยีที่มีชื่อว่า (TIMPETS) โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้บูรณาการเทคโนโลยีในวิชาคณิตศาสตร์ 5 โครงการ ในการสอนกับนักเรียนจำนวน 166 คน การเก็บข้อมูลจาก กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีจำนวนเท่ากัน จัดกระทำการบูรณาการ 5 โครงการกับกลุ่มทดลอง วิเคราะห์ความแตกต่างทางนัยสำคัญโดยใช้ความแปรปรวนร่วม (Covariance) ระหว่างกลุ่มทดลองการรับรู้ความสามารถในตนเองของการบูรณาการเทคโนโลยีในวิชาคณิตศาสตร์และความเข้าใจในตนเองเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีในห้องเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต และมุมมองของครูประถมศึกษาในการรับรู้ความสามารถของตนเองในการบูรณาการเทคโนโลยีส่งผลต่อผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่า ผลของการรับรู้ความสามารถในตนเองของครูต่อการ

บูรณาการเทคโนโลยีในวิชาคณิตศาสตร์มีเพียงเล็กน้อย การใช้เทคโนโลยีในวิชาคณิตศาสตร์ในมุมมองของครูประถมศึกษาขอรับการบูรณาการเทคโนโลยี ครูผู้ให้ความรู้ควรจะมีกรอบถึงรูปแบบและประสิทธิภาพของการบูรณาการเทคโนโลยีในวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

จันทร์จรัส ตันทวิสุทธิ (2528 :76 - 79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาสังคมศึกษา โดยเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาโดยเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทั้งในด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนันต์ โพธิกุล (2543 :บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของนักเรียนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนจากการสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

พรนิภา สมาเอ็ม (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบบูรณาการตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 กับตามแนวคู่มือครู ผลพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบบูรณาการตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 กับตามแนวคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545 : 97) ได้ทำวิจัยการพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการสอนวิชา

คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่องอนุพันธ์และฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 89.64/82.32 และเมื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องอนุพันธ์และฟังก์ชัน หลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยเบื้องต้น จะเห็นได้ว่า การสอนแบบบูรณาการเป็นวิธีสอนที่ช่วยส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียน ในการร่วมกันดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรใหม่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง อีกทั้งยังเลือกวิธีการสอนแบบต่างๆ ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเหมาะสมกับความสามารถในการรับรู้

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแทน (Representations)

3.1 ความหมายของการใช้ตัวแทน

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาซึ่งรู้จักกันในนาม National Council of Teachers of Mathematics (NCTM.2000 : 67 – 71)) ได้จัดทำเอกสารหลักการและมาตรฐานหลักสูตรที่มีชื่อว่า Principles and Standards for School Mathematics ปี 2000 โดยมีมาตรฐานที่เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Content Standards) 5 มาตรฐาน และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Process Standards) 5 มาตรฐาน

มาตรฐานด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Content Standards) มี 5 มาตรฐาน ดังนี้

1. จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operation)
2. พีชคณิต (Algebra)
3. เรขาคณิต (Geometry)
4. การวัด (Measurement)
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (Data Analysis and Probability)

มาตรฐานด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Process Standards) มี 5 มาตรฐานดังนี้

1. การแก้ปัญหา (Problem Solving)
2. การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning & Proof)
3. การสื่อสาร (Communication)
4. การเชื่อมโยง (Connection)

5. การใช้ตัวแทน (Representation)

ในมาตรฐานด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐานที่ 5 การใช้ตัวแทน (Representation) เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์หนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้อธิบายมาตรฐานหลักสูตรการใช้ตัวแทน (Representation) ในชั้น Pre-K ถึง เกรด 12 ไว้ดังนี้

โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้น Pre-K ถึง เกรด 12 ควรจัดให้นักเรียนสามารถ

1. คิดหาวิธีการใช้ตัวแทนและการใช้ตัวแทนในการรวบรวมความรู้ จดบันทึก ตลอดจนสื่อสารความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้
2. เลือก ประยุกต์ และแปลความหมายการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ไปสู่การแก้ปัญหาได้
3. ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแบบจำลอง และสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางด้านกายภาพ ทางสังคม และทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบจำลองได้

การใช้ตัวแทน (Representation)

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000 : 67 – 71) ได้กล่าวถึง การใช้ตัวแทน ดังนี้ การใช้ตัวแทนหลายๆ ทางเป็นพื้นฐานของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เช่น ตัวเลขฐานสิบ หรือ ฐานสอง เศษส่วน สมการ กราฟ และโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า Spreadsheet สามารถช่วยขยายความคิดในทางคณิตศาสตร์

คำว่า การใช้ตัวแทน (Representation) หมายถึง ทั้งกระบวนการและผลผลิต ในความหมายอื่นๆ หมายถึง การกระทำของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หรือความสัมพันธ์ในบางแบบและในตัวมันเอง เช่น นักเรียนเขียนแสดงอายุของเขา ดังภาพประกอบ 4 โดยใช้ตัวแทน

ภาพประกอบ 4 การใช้ตัวแทน ของ 5 และ ครึ่งหนึ่งของ 5

การใช้ตัวแทนเป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน บางครั้งการใช้ตัวแทนหมายถึง การเขียนภาพ การแสดงด้วยกราฟ และสัญลักษณ์ การใช้ตัวแทนเป็นสิ่งที่จำเป็นในการที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์และในการประยุกต์ใช้ทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล การเข้าใจด้วยตนเองและอื่นๆ เช่น รู้จักเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับความคิด

รวบยอดในทางคณิตศาสตร์และในการประยุกต์ใช้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง ไปถึงสถานการณ์จำลอง รูปแบบใหม่ของการใช้ตัวแทนมีความสัมพันธ์กับการสร้างเทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับความเอาใจใส่ในการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

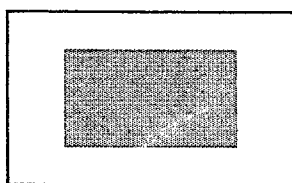
โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้น Pre-K ถึงเกรด 12 ควรจัดให้นักเรียนสามารถ

1. คิดหาวิธีการและการใช้ตัวแทนในการรวบรวมข้อมูล การจัดบันทึกและการสื่อสารความเข้าใจในทางคณิตศาสตร์

นักเรียนควรจะเข้าใจถึง การเขียน การใช้ตัวแทนของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ที่จะช่วยเหลือให้นักเรียนใช้ตัวแทนเป็นทางที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และการสื่อสารความเข้าใจกับสิ่งอื่นๆ เกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

การใช้ตัวแทน เป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ช่วยพัฒนานักเรียนและช่วยให้นักเรียนเข้าใจ เช่น การใช้ตัวเลขฐานสิบ หลักสูตรควรจะคำนึงถึงการเชื่อมโยงความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องจำนวนนับและการใช้ตัวแทนของเลขฐานสิบ แต่นักเรียนจะต้องเรียนหลักที่มีสาระสำคัญมากขึ้นและการนำเสนอในวิชาคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม นักเรียนทุกระดับจะต้องพัฒนาความเข้าใจความคิดที่ซับซ้อนของการใช้ตัวแทนตามแบบธรรมดา การใช้ตัวแทนแสดงการหาค่า $\times$ ซึ่งเป็นสิ่งที่ยากสำหรับความเข้าใจของนักเรียน การใช้ตัวแทนที่เด็กนิยมใช้ในการแก้ปัญหา และสืบค้นความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ตัวแทนในการที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและแก้ปัญหา และเป็นวิธีที่จะช่วยหาคำตอบได้อย่างมีความหมายและอธิบายวิธีต่างๆ ครูสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจลึกซึ้ง ถึงการแปลความหมายและการคิดเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์โดยดูการใช้ตัวแทนของเขา เขาสามารถเชื่อมการใช้ตัวแทนของแต่ละบุคคลตามแบบธรรมดาที่เหมาะสม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น การใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับทฤษฎีและการปฏิบัติ จากประสบการณ์ตรงของนักเรียน นักเรียนชั้นประถมศึกษาจะต้องใช้การเขียนเป็นตัวแทน จำนวนของล้อของรถจักรยานจำนวน 4 คัน หรือจำนวนของพนักงานดับเพลิงในเรื่องๆ หนึ่งเขาจะใช้จำนวนหลายๆ จำนวนในการแทนค่าของหลักของเลขฐานสิบ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนสามารถเริ่มคิดและใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์มากขึ้นสำหรับสิ่งที่เป็นามธรรม เช่น เศษส่วน สัดส่วน หรือความสัมพันธ์เชิงเส้น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรจะใช้ตัวแทนตามแบบธรรมดาในขั้นต้นและมีความเข้าใจมากขึ้น (ความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม) ตลอดจนถึงการใช้ตัวแทน นักเรียนควรมีความสามารถในการคิดโครงสร้างของสถานการณ์ในเนื้อหาที่แตกต่างกัน การใช้ตัวแทนสามารถช่วยให้นักเรียนรวบรวมความคิด นักเรียนสามารถใช้ตัวแทนสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นผลสะท้อนที่เป็นประโยชน์ในระดับชั้นต่ำกว่า ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ตัวแทนที่มีในการจัดบันทึก สำหรับครู ดูความ

พยายามที่จะเข้าใจคณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนควรจะใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหามากขึ้น หรือแสดงการอธิบายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น การเก็บรวบรวมข้อมูลในการอธิบายสภาพดินฟ้าอากาศ และใช้ตาราง ความสัมพันธ์กราฟ ในการรวบรวมข้อมูล นักเรียนต้องพัฒนาการใช้ตัวแทนทางพีชคณิต ความสัมพันธ์กับชีวิตจริง (จำนวนของกระเบื้องที่ปูกระเบื้องสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาด $m \times n$ ตารางหน่วย โดย m, n เป็นจำนวนเต็ม ดังภาพประกอบ 5)



$$m \times n$$

ภาพประกอบ 5 สระน้ำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและพื้นที่ปูกระเบื้อง

สามารถเข้าใจสัญลักษณ์ และสามารถอธิบายสถานการณ์ที่คล้ายกัน เช่น จำนวนของกระเบื้องในสระน้ำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด $m \times n$ ตารางหน่วย สามารถเขียนเป็น $2n + 2m + 4$ หรือ $2(m+2) + 2n$

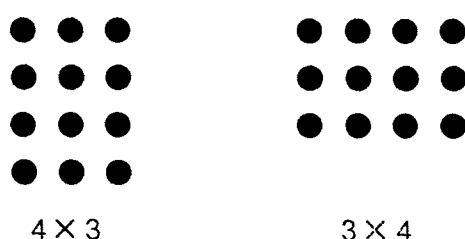
เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องคิดเลขสามารถเปลี่ยนความสามารถในการใช้ตัวแทนแบบธรรมดา เช่น นักเรียนสามารถบิด คั่ว ยืด และ ย่อหรือขยาย (Zoom) บนกราฟ ในการแสดงกราฟ หรือโปรแกรมการเคลื่อนไหวทางเรขาคณิต นักเรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ระบบพีชคณิตโดยเฉพาะ และเขาสามารถสืบค้นข้อมูลที่ซับซ้อนโดยใช้โปรแกรม Spreadsheet ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เรียนรู้การใช้ตัวแทนแบบใหม่ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำได้หลายอย่าง เขาสามารถพิจารณาแนวทางในการใช้ตัวแทนบางอย่าง เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์แตกต่างไปจากการใช้ตัวแทนแบบธรรมดา เช่น จำนวนในทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวแทนที่แตกต่างจากการใช้ตัวแทนในแบบเรียน

2. เลือก ประยุกต์ และดัดแปลงการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การใช้ตัวแทนที่หลากหลายทำให้เข้าใจความคิดและความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน เช่น นักเรียนจะเรียนรู้การใช้ตัวแทน เศษส่วน ในรูปของวงกลม หรือแบ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยม หรือรูปอื่นๆ ในบางครั้งเขาจะใช้การเขียนทางกายภาพในรูปแบบตาราง หรือเส้นจำนวนแสดงเศษส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเศษส่วนมีการเขียนที่คล้ายกัน เช่น อัตราส่วน ในการแสดงการหาร หรือ เศษส่วน มีการใช้

ตัวแทนอื่นๆ เช่น จุดบนเส้นจำนวน หรือ อัตราส่วนของหน่วยของสมาชิกในเซต ในบางครั้งแต่ไม่มีผลต่อการเข้าใจความคิดรวบยอดที่ซับซ้อน ซึ่งในลำดับของความรู้ที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับเศษส่วน และความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์อื่นๆ นักเรียนจะต้องใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการสร้างความเข้าใจ

สิ่งสำคัญของการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย ควรจะเน้นการศึกษาทางคณิตศาสตร์ทุกระดับชั้น เช่น ระดับ Pre-K ถึง เกรด 2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาเริ่มต้นที่การใช้ตัวแทนที่ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจสมบัติบางสมบัติ ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แนวทางที่สามารถช่วยให้ครูอธิบายถึงการสื่อสารความหมาย

ครูจะต้องสื่อสารให้ชัดเจน ในเกรด 3 – 5 ความรู้สะสมของนักเรียนของการใช้ตัวแทนควรจะขยายข้อสรุปมากขึ้น (รูปแบบที่ซับซ้อน) ตาราง กราฟ และแบบจำลองสถานการณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น การใช้ตัวแทนเป็นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับพีชคณิต ทำให้นักเรียนพัฒนาความรู้เพิ่มขึ้นของการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับ ผลลัพธ์ของความรู้ของการใช้ตัวแทนซึ่งสามารถสรุปความรู้และความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ตัวแทนและการเรียนรู้ถึงการตอบคำถามที่ว่า การใช้กราฟเป็นตัวแทนสัญลักษณ์ถึงการแก้ปัญหาหรือไม่

ประสิทธิภาพของความสามารถของวิชาคณิตศาสตร์นั้นเป็นนามธรรม ในการอธิบายการใช้สัญลักษณ์ในลักษณะสำคัญบางอย่างของปัญหานั้น ไม่จำเป็นที่จะวิเคราะห์ “สัญลักษณ์” สามารถทำได้ง่ายในหลายทาง เช่น การจำลองแบบ การประยุกต์ใช้ในทางคณิตศาสตร์ พิจารณาปัญหานี้ “เรือลำหนึ่งลอยอยู่ในทะเลในเวลากลางคืน กัปตันสามารถเห็นแสงไฟจากบ้าน 3 หลัง และสามารถวัดมุมระหว่างตำแหน่งที่เขาอยู่ ถ้ากัปตันรู้ตำแหน่งของแสงไฟจากจุดในแผนที่ และสามารถแก้ปัญหาได้ ” ปัญหาอื่นๆ จากสถานการณ์ที่แตกต่างกันจะทำให้ใช้ตัวแทนแตกต่างกัน ซึ่งปัญหาเป็นตัวแทนในบางรูปแบบ เป็นวิธีการหาคำตอบพื้นฐานในทางคณิตศาสตร์จะสามารถแก้ปัญหาในทางคณิตศาสตร์

ในปัจจุบันอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีเหมาะสำหรับนักเรียนมากกว่า ประสบการณ์ที่แตกต่างจะใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เช่น ในระดับ Pre-K ถึง เกรด 2 ครูและนักเรียนสามารถทำให้เป็นรูปธรรม เข้าใจถูกต้อง อุปกรณ์เรขาคณิตเครื่องกล สามารถใช้สำหรับให้เห็นสิ่งกำเนิด ชุดของซอฟต์แวร์ต่างๆ ทำให้

นักเรียนมองเห็นฟังก์ชันพร้อมกันในรูปตาราง กราฟ และรูปของสมการ ซึ่งซอฟต์แวร์สามารถช่วยให้นักเรียนตรวจสอบ หรือเปลี่ยนการใช้ตัวแทน ซึ่งหมายถึงตัวแปรของ สมการ

$ax^2 + bx + c = 0$ ในขณะเดียวกัน ผลของการใช้ตัวแทน คอมพิวเตอร์และเครื่องคิดเลขสามารถใช้สืบค้นสถานการณ์ทางกายภาพ

การใช้ตัวแทนของนักเรียนในการขยายความรู้ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียนถึงผลของการใช้ตัวแทน การพัฒนาความเข้าใจของความสัมพันธ์เชิงเส้น และการใช้ตัวแปรสำหรับจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกัน จากการแสดงข้อมูลทางสถิติ เขาต้องพิจารณาชนิดของข้อมูลและคำถาม สำหรับกราฟวงกลม จะเหมาะสมมากกว่ากราฟเส้น หรือ แผนภูมิ การเขียนเส้นโค้งเหมาะสมกว่า ฮิสโทแกรม

3. ใช้ตัวแทนในการจำลองและอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ทางด้านกายภาพ ทางสังคม และทางคณิตศาสตร์

คำว่า การจำลอง มีความหมายแตกต่างกันมากมาย ความหมายที่แตกต่างกัน ในการอธิบายเกี่ยวกับการศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การจำลอง หมายถึง เครื่องมือทางกายภาพ กับสิ่งที่นักเรียนทำในโรงเรียน การจำลองแบบ เป็นการแนะนำเพื่อแสดงตัวอย่าง หรือ การจำลองสถานการณ์ เมื่อครูจำลองกระบวนการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน นอกจากวิธีเขียนแบบจำลองคล้ายกับการใช้ตัวแทนอย่างคร่าวๆ คำว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ตัวแทนขั้นต้นในทางคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์ของความคิดในสถานการณ์ที่ซับซ้อน การจำลองแบบทางคณิตศาสตร์สามารถใช้อธิบายสถานการณ์และแก้ปัญหาได้เด่นชัด ในบางกิจกรรมแบบจำลอง หมายถึง สถานการณ์ในชีวิตจริง เช่น เส้นทางการจราจร ผ่านการวิเคราะห์โครงสร้างที่กำหนดให้ และตัวอย่างของคำถามทั่วไปจะเป็นการสำรวจ ระยะเวลาของสัญญาณไฟเขียว ที่จะให้เหตุผลของจำนวนรถที่ผ่านไปได้ นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเวลา (โดยเฉลี่ย) ที่ทำให้รถคันที่หนึ่งผ่านไป คันที่ 2 และ คันต่อไป เราสามารถใช้ตัวแทนเป็นข้อมูลทางสถิติ หรือเราสามารถคิดวิเคราะห์ฟังก์ชันของการทำปัญหาที่เป็นนามธรรม และตัดสินใจรอเวลาก่อนที่รถคันที่หนึ่งเริ่มเคลื่อนที่ จำนวนเวลาที่จะทำให้รถเคลื่อนที่คำนึงถึงความเร็วของการจราจรสม่ำเสมอ

ปัจจุบันนี้อุปกรณ์ทางเทคโนโลยี ช่วยให้นักเรียนสามารถสำรวจแบบจำลองซ้ำๆ สำหรับสถานการณ์ที่เรียนขั้นต้นจนถึงขั้นสูง เช่น สำหรับนักเรียนเกรด 9 – 12 การจำลองความสัมพันธ์ที่มีมาก่อน สิ่งจำเป็นที่จะกำหนดเฉพาะ เช่น บ้านของหมาป่าและบ้านของกระต่าย ซึ่งเป็นแหล่งอาหารขั้นต้นของหมาป่า เมื่อหมาป่ากินอาหารที่เพียงพอก็จะมีจำนวนมาก เมื่อหมาป่าอดอาหารมันจะตาย กระต่ายจะเพิ่มจำนวนเมื่อหมาป่าน้อยลง แต่จำนวนกระต่ายจะหมดรวดเร็วเมื่อหมาป่ามีจำนวนมากขึ้น

การใช้ตัวแทนของนักเรียนเป็นการจำลองแบบทางกายภาพในหลายๆ ทาง จนถึงการทำให้ การนับเป็นการใช้ตัวแทน ในระดับเกรด 3 – 5 เขาเริ่มใช้สถานการณ์จำลองในสิ่งที่อยู่รอบตัวเขา และ ช่วยให้สังเกตปริมาณของรูปแบบ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนจำลองและแก้ปัญหาใน ความเป็นจริงทางคณิตศาสตร์ เขาเรียนรู้การใช้ตัวแปรเป็นตัวแทนความไม่รู้และเรียนโดยใช้ สมการ ตาราง และ กราฟ เป็นตัวแทนและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลายคิดและอธิบายสถานการณ์จำลอง เขียนจากขยายขอบเขตของเนื้อหา รวมทั้งทางกายภาพและ สิ่งแวดล้อมทางสังคม โดยเป็นสิ่งที่จำเป็นขั้นต้นของเนื้อหาและการแบ่งการใช้ตัวแทนเป็นความ สัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรม ด้วยเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์นักเรียนสามารถใช้การ ใช้ตัวแทนสำหรับปัญหาและวิธีการสำรวจที่ยุ่งยากได้อย่างมีความหมายในโรงเรียนด้วยวิธีการ ทำซ้ำๆ เช่น สามารถใช้พัฒนาความเข้าใจที่จำกัดและประยุกต์ใช้ พฤติกรรมของฟังก์ชันเป็นการแสดง ด้วยกราฟที่ง่ายต่อการเข้าใจ เป็นการถ่ายทอดที่มีประสิทธิภาพ อุปกรณ์นี้ทำให้นักเรียนเข้าใจ แบบจำลอง สามารถใช้วิเคราะห์และอธิบายได้กว้างและสถานการณ์ที่สนใจ

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (กัลยา ทองสุ. 2545 :13 ; อ้างอิงจาก NCTM.2000 : 279 – 283) กล่าวถึง การใช้ตัวแทนเป็นหัวใจของการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียน สามารถพัฒนาความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง สามารถหาความสัมพันธ์ ในสิ่งที่เขาได้สร้างขึ้นหรือเปรียบเทียบสิ่งต่างๆ ได้ด้วยการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย ตัวแทนทาง คณิตศาสตร์ ได้แก่ วัตถุจริง การวาดภาพ แผนภูมิ ตาราง กราฟ และสัญลักษณ์ ตัวแทนเหล่านี้จะช่วย ให้นักเรียนสื่อสารความคิดของตนเองได้

ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีตัวแทนมากมายที่อยู่ในหลักสูตรระดับนี้ เช่น การเรียนในเรื่อง สัดส่วนและความสัมพันธ์เชิงเส้น เป็นเรื่องที่นักเรียนเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนและใช้ในการรวบรวมความรู้ การเปรียบเทียบ และการใช้ตัวแทนอย่างมากมายในเรื่องของเศษส่วน ทศนิยม ร้อยละ และระบบ จำนวนเต็ม นักเรียนจะต้องเรียนรู้การใช้ตัวแทนจากเลขยกกำลังหรือสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ใน กรณีที่จำนวนที่ใช้มีค่ามากๆ หรือ น้อยๆ และเรียนรู้การใช้กราฟเป็นตัวแทนและวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษามาตรฐานการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ พอสรุปได้ว่า การใช้ตัวแทนทาง คณิตศาสตร์ซึ่งได้แก่ วัตถุจริง การวาดภาพ แผนภูมิ ตาราง กราฟ และสัญลักษณ์ จะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งที่จะส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับนักเรียนใน การเรียนคณิตศาสตร์

3.2 การใช้ตัวแทนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

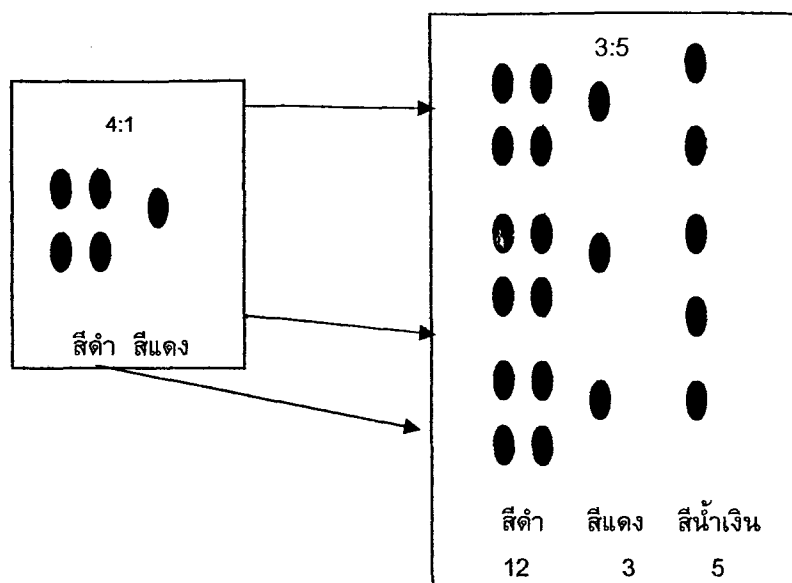
สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (กัลยา ทองสุ .2545 :13 – 19 ; อ้างอิงจาก NCTM.2000 : 279 – 283) ได้กล่าวถึงการใช้ตัวแทนของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นว่า นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต้องเรียนรู้การแก้ปัญหาต่างๆ มากมาย ซึ่งเขาต้องแปลงปัญหาให้เป็นรูปธรรมและใช้ตัวแทนในการรวบรวมข้อมูลและบันทึกเกี่ยวกับความเข้าใจคณิตศาสตร์ของเขา เช่นนักเรียนใช้ตัวแทนในการพัฒนาหรือประยุกต์ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องสัดส่วน เมื่อเขาต้องทำหรือตีความหมายมาตราบการวัดจากรูปหรือสร้างมาตราบวัดจากวัตถุ เมื่อนักเรียนเชื่อมโยงความเข้าใจในเรื่องเรขาคณิตเข้ากับอัตราส่วนจำนวน เมื่อนักเรียนต้องใช้ตัวแทนที่เป็นมาตรฐานในการแก้ปัญหาให้ได้ดีกว่า

ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นการใช้ตัวแทนในปัญหาเรื่องสัดส่วน นักเรียนคิดหาวิธีใช้ตัวแทนจากการผสมผสานข้อมูลจากการสังเกตกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพื่อแก้ปัญหา ดังนี้

ร้านคือปปี้ แคท ปรีนดิง มีเครื่องพิมพ์ที่ใช้สีเพียง 3 สี คือ สีดำ สีแดง และสีน้ำเงิน โดยที่ทั้งสามสีนี้จะพิมพ์เอกสารได้จำนวนเท่ากัน ในการใช้งานหมึกสีดำเปลี่ยนได้ 4 กล่อง ในขณะที่หมึกสีแดงเปลี่ยน 1 กล่อง และถ้าเปลี่ยนหมึกสีแดงได้ครบ 3 กล่อง จะต้องเปลี่ยนหมึกสีน้ำเงินจำนวน 5 กล่อง ถามว่า

1. ร้านคือปปี้ แคท ปรีนดิง ใช้หมึกสีดำคิดเป็นเศษส่วนเท่าใด
2. การพิมพ์โดยใช้หมึกสีน้ำเงินคิดเป็นร้อยละเท่าใด
3. ในเวลา 1 เดือน ถ้าใช้หมึกสีดำจำนวน 60 กล่อง จะใช้หมึกสีแดงและหมึกสีน้ำเงินไปอย่างละกี่กล่อง

นักเรียนสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานี้ ซึ่งรวมถึงการใช้ตัวแทนทั้งที่เป็นมาตรฐานและไม่เป็นมาตรฐาน นักเรียนบางคนสามารถหาคำตอบได้โดยการใช้วิธีที่เป็นธรรมชาติ และใช้แบบจำลองดังภาพประกอบ 7

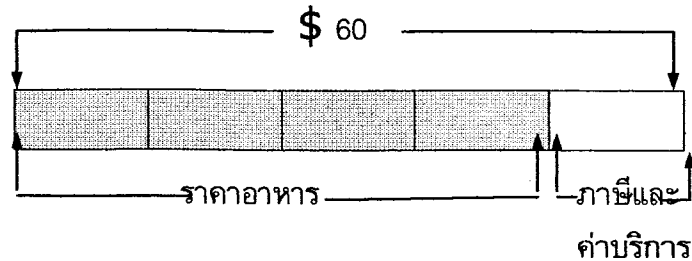


ภาพประกอบ 7 การใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาของนักเรียน

นักเรียนจะพบว่า เมื่อใช้ทุกสีไปจำนวน 20 กล่อง จะใช้หมากสีดำจำนวน 12 กล่อง หมากสีแดงจำนวน 3 กล่อง และหมากสีน้ำเงินจำนวน 5 กล่อง เขียนเป็นสัดส่วนของจำนวนหมากสีดำต่อจำนวนทั้งหมดได้เป็น $12/20$ (หรือ $6/10$, $3/5$, 0.6) ซึ่งเป็นคำตอบของข้อที่ 1 คำตอบข้อที่ 2 นักเรียนต้องสร้างแบบจำลองในใจที่ชุดของกล่องสีทุกสีจำนวน 20 กล่อง เป็น 5 เท่า ซึ่งพบว่า ต้องใช้หมากสีน้ำเงินจำนวน 25 กล่อง ในสีทุกจำนวนที่เป็น 100 กล่อง ดังนั้นจะได้คำตอบข้อ 2 คือ ใช้จำนวนสีน้ำเงินคิดเป็นร้อยละ 25 คำตอบข้อที่ 3 นักเรียนจะพบว่า ถ้าใช้หมากสีดำ 60 กล่อง ซึ่งก็คือ 5 เท่า ของจำนวน 12 กล่อง และหมากสีแดงกับหมากสีน้ำเงินจำนวน 8 กล่อง คิดเป็น 40 กล่อง โดยเป็นหมากสีแดง 15 กล่องและหมากสีน้ำเงินจำนวน 25 กล่อง ที่ใช้ในแต่ละเดือนพลังของการใช้ตัวแทนจะอยู่ที่การผสมผสานการมองภาพและจำนวนของข้อมูลที่กำหนดให้ในการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

นักเรียนอยู่กลุ่มหนึ่งต้องจ่ายเงินค่าอาหารรวมเป็นจำนวน 60 ดอลลาร์ ซึ่งเป็นราคาอาหารรวมกับภาษีและค่าบริการของพนักงานแล้ว โดยค่าภาษีและค่าบริการของพนักงานคิดเป็นร้อยละ 25 ของราคาอาหารที่ปรากฏอยู่ในรายการอาหาร นักเรียนกลุ่มนี้ต้องจ่ายค่าอาหารเท่าใดเมื่อราคาอาหารรวมภาษีและค่าบริการของพนักงานเป็น 60 ดอลลาร์ในปัญหานี้มีวิธีหาคำตอบได้หลายวิธี นักเรียนบางคนหาคำตอบได้โดยใช้แถบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Bar) เป็นตัวแทนของเงินค่าอาหารรวมภาษีและค่าบริการของพนักงานจำนวน 60 ดอลลาร์ ซึ่งเงินนี้รวมราคาเงินค่าอาหารกับเงินค่าภาษีและค่าบริการของพนักงานจำนวน 25 % สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้โดยการแบ่งแถบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าออกเป็น 5 ส่วนเท่า ๆ กัน 4 ส่วนเป็นค่าอาหาร อีก 1 ส่วน เป็นค่าภาษีและค่าบริการของพนักงาน และ

5 ส่วนเท่าๆ กัน แทนด้วยเงินรวมทั้งหมด 60 ดอลลาร์ 1 ส่วนจะเป็น 12 ดอลลาร์ ดังนั้นค่าอาหาร 4 ส่วน คิดเป็นเงินได้ 48 ดอลลาร์ ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 การใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาค่าอาหารรวมกับภาษีและค่าบริการของพนักงาน

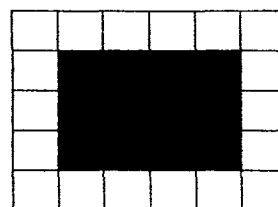
ในรูปแบบของการใช้แถบสีเหลี่ยมผืนผ้านี้สามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้ เช่น เรื่องเศษส่วน ร้อยละ อัตราส่วน และสัดส่วน จากตัวอย่างข้างต้นสามารถอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้ นักเรียนได้มองเห็นภาพและเข้าใจเรื่องจำนวนมากขึ้น จะได้ว่า 60 คิดเป็น 125% ของ 48 หรือ 48 คิดเป็น 80% ของ 60 ในการเรียนเรื่องฟังก์ชันเชิงเส้น ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความสำคัญในระดับมัธยมศึกษา ตอนต้นโดยพิจารณาจากปัญหาที่หลากหลายบริบท นักเรียนควรจะมี ความเข้าใจและคุ้นเคยกับ ความสัมพันธ์เชิงเส้นซึ่งรวมถึง ตาราง กราฟ และสมการ ซึ่งนักเรียนต้องเรียนรู้ตัวแทนเหล่านี้เพื่อ สามารถเลือกใช้ได้อย่างหลากหลายและเหมาะสมนักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาที่ชนิดใดก็ได้ดีขึ้นถ้า นักเรียนเลือกใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาจากง่ายไปหายากได้อย่างเหมาะสม ในระดับมัธยมศึกษา ตอนต้นนักเรียนจะเริ่มต้นการใช้ตัวแทนด้วยตารางเพื่อหาแบบรูปของฟังก์ชันเชิงเส้น แต่นักเรียน สามารถเรียนรู้ที่จะใช้ตัวแทนได้จากกราฟหรือสมการได้เมื่อต้องการแสดงลักษณะและการเกิด ความสัมพันธ์เชิงเส้น นักเรียนควรมีวิธีการที่หลากหลายในการเข้าใจเรื่องสมการจากสมการเชิงเส้น หรือนิพจน์ วิธีการที่หลากหลายนี้จะปรากฏออกมาเมื่อนักเรียนได้รับประสบการณ์จากการใช้ตัวแทนที่ หลากหลายในการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

สระน้ำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแห่งหนึ่ง ขอบสระปูด้วยกระเบื้องเซรามิก 1 แถวโดยรอบ ให้นักเรียน อธิบายจำนวนของกระเบื้องที่ใช้ในการปูรอบๆ สระที่มีความยาวและความกว้างหลายๆ รูปแบบ ด้วยภาษาพูด จำนวน ตาราง ภาพ และสัญลักษณ์



นักเรียนบางคนสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยใช้ตารางบันทึกความกว้างและความยาวของสระในรูปแบบที่แตกต่างกัน จากตารางนักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของสมการที่เกิดขึ้นและสามารถสรุปเป็นสูตรทั่วไปได้ว่า $T = 2(L+W) + 4$ เมื่อ T แทนด้วยจำนวนกระเบื้อง L แทนด้วยความยาวของสระ และ W แทนด้วยความกว้างของสระ ดังตาราง

ความยาว	ความกว้าง	จำนวนกระเบื้อง
1	1	8
2	1	10
3	1	12
3	2	14
3	3	16
3	4	18



ภาพประกอบ 9 การใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาการหาจำนวนกระเบื้องของขอบสระน้ำ

นักเรียนคนอื่นๆ อาจจะใช้เหตุผลในสถานการณ์ทางเรขาคณิต ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นลักษณะของการอธิบายวิธีหาคำตอบที่ต่างกันของนักเรียน 3 กรณี

คนที่ 1 ผมหาคำตอบโดยการวาดรูปหลายๆ รูปแล้วหาความสัมพันธ์ของแบบรูปที่วาดเราต้องการหาจำนวนของกระเบื้องเป็น $L + 2$ แผ่น สำหรับวางด้านบนและด้านล่างของขอบสระและต้องการจำนวนกระเบื้อง W แผ่น สำหรับวางด้านซ้ายและด้านขวาของขอบสระ ดังนั้นจำนวนกระเบื้องทั้งหมดหาได้จาก $T = 2(L+W) + 2W$

คนที่ 2 หนูวาดรูปของสระน้ำในใจ แล้ววางกระเบื้อง 1 อัน ที่แต่ละมุมของสระแล้วจะพบว่าด้านบนและด้านล่างของสระต้องใช้กระเบื้องจำนวน L แผ่น และด้านข้างทั้งสองของสระใช้กระเบื้องจำนวน W แผ่น จำนวนกระเบื้องที่ต้องใช้ทั้งหมดเป็น $4 + 2L + 2W$

คนที่ 3 คุณสามารถหาจำนวนกระเบื้องที่ใช้ได้จากพื้นที่ทั้งหมดของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (พื้นที่ของสระ + พื้นที่ของกระเบื้อง) ลบออกด้วยพื้นที่ของสระ โดยพื้นที่ของสระที่ตกแต่งด้วยกระเบื้องเป็น $(L+2)(W+2)$ พื้นที่ของสระอย่างเดียวเป็น LW ดังนั้นจำนวนกระเบื้องทั้งหมดที่ใช้เป็น $(L+2)(W+2) - LW$

จากตัวอย่างทั้งสามกรณีนี้ มีลักษณะเด่นที่ควรพิจารณาดังนี้ ตัวอย่างที่ 1 และ 2 จำนวนกระเบื้องของขอบสระสัมพันธ์กับความยาวของเส้นรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปใหญ่ที่ประกอบด้วยกระเบื้องและสระ แต่จะแตกต่างกันที่การแยกกันเป็นส่วนๆ ของเส้นรอบรูป สำหรับตัวอย่างที่ 3 คำตอบหาได้จากพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปใหญ่ และจำนวนกระเบื้องหาได้จากพื้นที่ของขอบสระ ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะกระเบื้องที่ใช้มีพื้นที่เป็นตาราง 1 หน่วย

จากการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนจะมีประสบการณ์ในการใช้ตัวแทนเชิงสัญลักษณ์และมองเห็นความสัมพันธ์ของการใช้ตัวแทน เช่น ตารางและกราฟ นักเรียนมองเห็นความแตกต่างของนิพจน์สัญลักษณ์ที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกับตัวแปร จากการสังเกตขั้นตอนในการหาคำตอบ นักเรียนจะเข้าใจเรื่องสมการ นิพจน์และความแตกต่างกันของสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ เช่น ในชั้นเรียนสามารถอธิบายถึงผลบวกของสองเท่าของความยาวของความกว้าง ($2L+2W$) ซึ่งมีความหมายเหมือนกับ สองเท่าของผลบวกความยาวกับความกว้าง $2(L+W)$ นักเรียนจะเข้าใจได้โดยใช้ภาพอธิบายถึงสมบัติการแจกแจงซึ่งเป็นสมบัติที่มีความสำคัญในการแก้ปัญหา ในลักษณะเช่นนี้ ครูสามารถพัฒนาวิธีการทางพีชคณิตที่มีความหมายกับนักเรียนได้

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นระดับที่ควรส่งเสริมการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างหลากหลายเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดและความเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้น

3.3 บทบาทของครูในการพิจารณาการใช้ตัวแทนของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

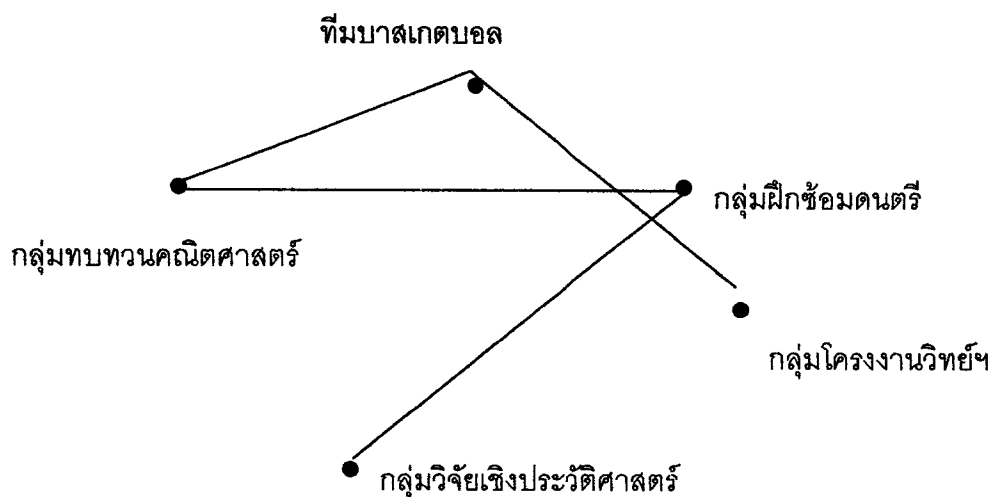
สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (กัลยา ทองสุ. 2545 :17 – 19 ; อ้างอิงจาก NCTM.2000 : 283 – 284) ได้อธิบายถึงบทบาทของครูในการพัฒนาการใช้ตัวแทนของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

ครุคณิตศาสตร์สามารถช่วยให้นักเรียนเรียนรู้การใช้ตัวแทนที่หลากหลายและเหมาะสมได้โดยการส่งเสริมให้นักเรียนคิดหาวิธีการใช้ตัวแทนเพื่อสนับสนุนความคิดและการสื่อสารความคิดนั้นๆ ของนักเรียน ครูช่วยให้นักเรียนพัฒนาการใช้ตัวแทนได้โดยการรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนถามคำถามและพยายามเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนพยายามสื่อสารด้วยการวาดรูปหรือการเขียนด้วยความจริงใจ ครูจำเป็นต้องรู้ว่าเมื่อไรที่ต้องตัดสินใจในสิ่งที่ถูกต้อง และจะช่วยนักเรียนอย่างไรในการใช้ตัวแทนอย่างเป็นแบบแผนเป็นสิ่งที่มีความหมาย ครูควรให้คำแนะนำเบื้องต้นในการใช้ตัวแทนก่อนที่จะนักเรียนจะสามารถใช้ตัวแทนอย่างมีความหมายแทนการบอกให้ทราบ

ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยพัฒนาการใช้ตัวแทนอย่างมีความหมายให้กับนักเรียน

เช่น นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต้องเรียนรู้ ทำความเข้าใจในความซับซ้อนของตัวแปร ครูสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องของตัวแปรได้โดยเตรียมประสบการณ์การใช้ตัวแทนเพื่ออธิบายข้อมูล ครูต้องจัดประสบการณ์ให้นักเรียนในการใช้ตัวแทนที่หลากหลายและแนะนำนักเรียนในรูปแบบการใช้ตัวแทนใหม่ๆ ที่มีประโยชน์ในการแก้ปัญหา เช่น จุดยอดและเส้นเชื่อมของกราฟสามารถใช้ตัวแทนที่แสดงความสัมพันธ์ที่เป็นนามธรรมระหว่างจำนวนคนหรือวัตถุในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ในสถานการณ์ที่นักเรียนหลายคนต้องทำงานเป็นกลุ่มในลักษณะที่แตกต่างกัน (ได้แก่ กลุ่มทบทวนคณิตศาสตร์ กลุ่มทำวิจัยเชิงประวัติศาสตร์ หรือ กลุ่มทำโครงงานวิทยาศาสตร์) หรือ กิจกรรมที่แตกต่างกัน (ได้แก่ ทีมบาสเกตบอล หรือ กลุ่มฝึกซ้อมดนตรี) ในแต่ละกลุ่มต้องการเวลาในการทำกิจกรรมที่แตกต่างกัน เพื่อความสะดวกสำหรับนักเรียนที่เป็นสมาชิกมากกว่า 1 กลุ่ม เป็นการช่วยเหลือนักเรียนในเรื่องตารางเวลา ครูควรแนะนำให้ให้นักเรียนใช้กราฟที่มีจุดยอดเป็นตัวแทนของกลุ่ม และใช้เส้นเชื่อมระหว่าง 2 กลุ่มเป็นตัวบ่งชี้ว่ามีนักเรียนบางคนเป็นสมาชิกทั้งสองกลุ่ม

ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 จุดยอดและเส้นเชื่อมที่ช่วยในการจัดตารางเวลา

กราฟนี้แสดงให้เห็นว่าไม่มีนักเรียนที่อยู่ทั้งในกลุ่มทบทวนคณิตศาสตร์และกลุ่มวิจัยเชิงประวัติศาสตร์ (เพราะไม่มีเส้นเชื่อมระหว่างจุดทั้งสอง) และมีนักเรียนอย่างน้อย 1 คน ที่อยู่ทั้งในกลุ่มทบทวนคณิตศาสตร์และกลุ่มฝึกซ้อมดนตรี (มีเส้นเชื่อมระหว่างจุดทั้งสอง) ข้อมูลนี้แสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดในเรื่องของตารางเวลาที่ตรงกัน ดังนั้นนักเรียนควรหลีกเลี่ยงโดยทำตารางเวลาให้มีการทำกิจกรรมที่ใช้เวลาต่างกัน

ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพัฒนาความเชื่อมั่นและความสมบูรณ์ในการคิดหาวิธีการใช้ตัวแทนด้วยตนเองเมื่อนักเรียนแก้ปัญหาที่มีความท้าทาย และ

นักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและเหมาะสมหลังจากที่ได้สั่งสมความรู้ในเรื่องการใช้ตัวแทนอย่างเป็นแบบแผน การช่วยให้นักเรียนคิดหาวิธีการใช้ตัวแทนด้วยตนเองหรือแนะนำให้นักเรียนมีรูปแบบการใช้ตัวแทนที่เป็นแบบแผน ครูควรจะช่วยให้นักเรียนใช้ตัวแทนอย่างมีความหมาย ด้วยการสนับสนุนให้นักเรียนมีการอภิปรายกันในเรื่องของกราฟ รูปภาพ หรือสัญลักษณ์ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา ครูสามารถพัฒนาการใช้ตัวแทนของตนเองให้ชำนาญด้วย เมื่อนักเรียนเห็นการแปลความหมายการใช้ตัวแทนของเพื่อนคนอื่นๆ นักเรียนสามารถประเมินการใช้ตัวแทนและเข้าใจสัญลักษณ์การใช้ตัวแทนอย่างหลากหลาย ใช้ได้อย่างเหมาะสมและเป็นประโยชน์ การสอนในด้านทักษะกระบวนการนักเรียนส่วนใหญ่จะเข้าใจว่าสามารถช่วยในการแก้ปัญหาง่ายขึ้น และประสิทธิภาพของการใช้ตัวแทนอย่างเป็นแบบแผนจะช่วยในการสื่อสารกับเรื่องอื่นๆ ได้อีกด้วย

3.4 ความสำคัญของการใช้ตัวแทน

กรีนและฮอลล์ (Greeno and Hall, 1997 : 361-367) ได้สรุปความสำคัญของตัวแทนไว้ดังนี้

1. การใช้ตัวแทนเป็นเครื่องมือที่มีพลังสำหรับการคิด การใช้ตัวแทนจะช่วยให้เข้าใจคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแทนจะสนับสนุนการให้เหตุผลโดยช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
2. การใช้ตัวแทนช่วยให้นักเรียนรวบรวมความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
3. เมื่อนักเรียนสามารถถ่ายโยงความเข้าใจระหว่างการใช้ตัวแทนที่แตกต่างกันจะช่วยเพิ่มความเข้าใจ การใช้ความคิดรวบยอด และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนต้องพัฒนาและใช้ตัวแทนในสถานการณ์ที่หลากหลาย
4. การสอนรูปแบบการใช้ตัวแทนจะมีความสมบูรณ์ในตัวเอง
5. การใช้ตัวแทนเป็นการให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือที่เป็นประโยชน์ในการสร้างความเข้าใจ การสื่อสารข้อมูล และการแสดงการให้เหตุผล

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแทน

งานวิจัยต่างประเทศ

นอลล์ (Noll, 1983: 43-12A) ได้ศึกษาผลของการแนะนำด้วยวาจาและการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาร้อยละ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อนในด้านการอ่าน ทดสอบก่อนเรียนในด้านทักษะการคิดคำนวณและการแก้ปัญหาของทั้งสองกลุ่ม ทั้งสองกลุ่มจะได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนที่มีการแนะนำด้วยวาจากับการใช้แผนภาพในการ

แก้ปัญหา ชุดการสอนนี้ออกแบบมาเพื่ออธิบายและพัฒนาภาษาและโครงสร้างที่ใช้ในการแก้ปัญหา ร้อยละ เมื่อเสร็จสิ้นการสอนทดสอบหลังเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า 1) กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนโดยใช้การแนะนำทางวาจาผสมกับการใช้ตัวแทนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ใช้การแนะนำทางวาจาอย่างเดียว 2) นักเรียนกลุ่มที่อ่านเก่งมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มอ่อน การอ่านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับการอ่านแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เออร์เรียน (Erion.1986: 2952-A) ได้ศึกษาผลของวิธีการใช้ตัวแทนและปัญหาที่ซับซ้อนในสถานการณ์ปัญหาของครูฝึกสอนในระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นครูฝึกสอนในระดับประถมศึกษาโดยครูแต่ละคนจะแก้ปัญหาที่มีระดับความซับซ้อนและการใช้ตัวแทนที่แตกต่างกัน 1 ข้อ พบว่า วิธีการใช้ตัวแทนและระดับความซับซ้อนของปัญหามีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการใช้ตัวแทนที่เป็นสัญลักษณ์ในการแก้ปัญหาก็ประสบความสำเร็จมากกว่าการใช้ตัวแทนที่เป็นรูปและการเขียนแสดง

โอคีฟ (O'keefe.1993: 3133-A) ได้ศึกษาการใช้ตัวแทนที่แสดงการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวได้ (Dynamic Representation) ในการเพิ่มความเข้าใจในเรื่องฟังก์ชันของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับวิทยาลัย ด้วยการสอนให้นักเรียนได้ใช้ตัวแทนในเรื่องฟังก์ชัน สมการ เช่น ตารางกราฟ และใช้ตัวแทนที่แสดงการเคลื่อนที่เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการเชื่อมโยงความสำคัญในการศึกษาคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างปรากฏในชีวิตจริง เช่น ความเร็ว ทิศทาง ตำแหน่ง ที่แสดงให้เห็นถึงแบบรูปความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน ผลการศึกษาพบว่า การใช้ตัวแทนที่แสดงการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวได้จะช่วยลดความเป็นนามธรรมระหว่างประสบการณ์จริงกับความเข้าใจที่เป็นแบบแผน

เบอร์เคต (Burkett.1999: 320-A) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างตัวแทนที่เป็นตารางสัญลักษณ์ และกราฟในการเรียนเรื่องฟังก์ชัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 10 คน ที่เรียนพีชคณิตระดับมหาวิทยาลัยในเพนซิลวาเนีย กลุ่มตัวอย่างทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย 9 อย่าง ที่ผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบเพื่อศึกษาในเรื่องการเชื่อมโยงตัวแทนที่หลากหลายแบบ โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้ ประเภทที่ 1 เป็นงานเกี่ยวกับความชันของเส้นตรง ประเภทที่ 2 เป็นงานเกี่ยวกับการแปลงของสมการกำลังสอง และประเภทที่ 3 เป็นงานเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยประเภทที่ 1 เน้นที่การเชื่อมโยงตัวแทนที่เป็นสัญลักษณ์กับกราฟ งานประเภทที่ 2 เน้นที่การเชื่อมโยงตัวแทนที่เป็นตารางกับสัญลักษณ์ และงานประเภทที่ 3 เน้นที่การเชื่อมโยงตัวแทนที่เป็นตารางและกราฟ

ผลการศึกษา พบว่า 1) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงตัวแทนที่เป็นตาราง สัญลักษณ์และกราฟได้เป็นอย่างดี 2) ในขณะที่นักเรียนแปลความหมายของตารางไปสู่ตัวแทนแบบอื่นๆ นักเรียนมักจะแนะนำให้ใช้ตัวแทนในลักษณะที่ 3 และ 3) นักเรียนสามารถปรับปรุงการใช้ตัวแทนที่ผิดพลาดได้

ไฮเนส (Hines.1999: 3384-A) ได้ศึกษาการวิเคราะห์กระบวนการตีความหมายเรื่องฟังก์ชันของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แบบจำลองทางกายภาพและการใช้ตัวแทนในรูปตาราง การเท่ากัน และกราฟ พบว่าการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมจะส่งเสริมการพัฒนาการสอนของครู ซึ่งเด็กคิดว่าเป็นสิ่งที่ทำลาย และเด็กสามารถเชื่อมโยงความรู้กับการใช้ตัวแทนอื่นได้ การใช้แบบจำลองทางกายภาพช่วยให้นักเรียนตีความหมายของฟังก์ชันด้วยการทำซ้ำซึ่งนักเรียนหลายคนสามารถสร้างความรู้ที่ก่อให้เกิดการตีความหมายสู่กระบวนการ

ริทเทิล-จอห์น (Rittle-John.1999: 60-06B) ได้ศึกษาการพัฒนาวิธีการทำซ้ำในด้านความคิดรวบยอดและทักษะกระบวนการโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนพัฒนาทั้งความเข้าใจและความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการและตัวแทนที่เป็นปัญหา กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนเกรด 5 และ 6 ระหว่างการสอนนักเรียนจะเรียนรู้เศษส่วนและทศนิยมจากเส้นจำนวน กลุ่มทดลองจะได้ผลย้อนกลับในการแก้ปัญหาและนักเรียนต้องอธิบายถึงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องด้วย เมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง พบว่ากลุ่มทดลอง 1 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการใช้แบบทำซ้ำ ความคิดรวบยอดของนักเรียนส่งเสริมทักษะด้านกระบวนการ และในทางกลับกันความรู้ในเชิงกระบวนการก็ส่งเสริมความรู้ด้านความคิดรวบยอดและการใช้ตัวแทนในปัญหาที่หาคำตอบได้ถูกต้อง เป็นสื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจและการปรับปรุงในด้านทักษะกระบวนการ กลุ่มทดลองที่ 2 แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงการปรับปรุงการแก้ปัญหาของการใช้ตัวแทนไปสู่การปรับปรุงด้านทักษะกระบวนการ ซึ่งสรุปได้ว่า แบบจำลองการทำซ้ำช่วยพัฒนาความรู้ทางด้านทักษะกระบวนการและความรู้ด้านความคิดรวบยอด

เบลลาร์ด (Bellard. 2001: 3496-A) ได้ศึกษาการใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการแก้ปัญหาของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ (Finite Mathematics) มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนใช้ตัวแทนอะไรบ้างในการแก้ปัญหา นักเรียนเลือกใช้ตัวแทนนั้นเมื่อใด ใช้ตัวแทนบ่อยแค่ไหนและประสบความสำเร็จในการใช้ตัวแทนเพียงใด ผู้วิจัยค้นหารูปแบบพฤติกรรมของนักเรียนที่ประสบความสำเร็จและไม่ประสบความสำเร็จในการใช้ตัวแทน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 21 คน ผู้วิจัยสัมภาษณ์ในการแก้ปัญหาความน่าจะเป็นจำนวน 5 ข้อ และให้นักเรียนอธิบายถึงวิธีการหาคำตอบนั้นๆ ด้วย ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนที่ประสบความสำเร็จและไม่ประสบความสำเร็จในการใช้ตัวแทนมีวิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาสามารถวิเคราะห์ปัญหา ค้นพบวิธีหาคำตอบและทราบว่าจะใช้แผนภาพเวนนี ใช้สัญลักษณ์เมื่อไรและ

อย่างไร ส่วนนักเรียนที่ไม่ประสบความสำเร็จในการใช้ตัวแทนจะไม่สามารถค้นหาวิธาคำตอบได้ ไม่สามารถแยกการแปลความหมายและการใช้ตัวแทนได้อย่างชัดเจน ซึ่งสิ่งเหล่านี้บ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่ไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาจะไม่ทราบว่าจะต้องแก้ปัญหายังไงและไม่เข้าใจว่า 1) ตัวแทนอย่างไรที่จะช่วยให้ปัญหาชัดเจน 2) จุดมุ่งหมายของการใช้ตัวแทนคืออะไร และ 3) ตัวแทนแบบใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยเสนอแนะว่า นักเรียนจำเป็นต้องฝึกการแปลความหมายของตัวแทน ต้องเข้าใจลักษณะการใช้ตัวแทนที่หลากหลายและต้องฝึกการใช้ตัวแทนในลักษณะที่แตกต่างกัน

เฮล (Hail, 2001: 2636-A) ได้ศึกษาผลการใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการสร้างความรู้และทักษะเกี่ยวกับความเข้าใจในพื้นฐานพีชคณิต ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พยายามตอบคำถามว่า 1) ความรู้และทักษะเกี่ยวกับตัวแปรและการเท่ากันของนักเรียนเปลี่ยนไปหรือไม่ระหว่างที่เรียนพีชคณิตเบื้องต้น ถ้าเปลี่ยน เปลี่ยนอย่างไร 2) การใช้ตัวแทนที่หลากหลายช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้และทักษะในความเข้าใจพีชคณิตเบื้องต้นหรือไม่ อย่างไร 3) ทักษะของนักเรียนเกี่ยวกับฟังก์ชันเปลี่ยนไปหรือไม่ระหว่างที่เรียนพีชคณิตเบื้องต้น 4) นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาพีชคณิตหรือไม่อย่างไร และ 5) นักเรียนสามารถใช้ตัวแทนที่หลากหลายและมีทักษะที่เปลี่ยนไปหรือไม่ในขณะที่แก้ปัญหา ถ้าไม่เปลี่ยนเป็นเพราะเหตุใด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 29 คน ที่เรียนพีชคณิตเบื้องต้น โดยใช้เวลาสอน 4 สัปดาห์ ด้วยวิธีการใช้ตัวแทนที่หลากหลายเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเรื่อง ตัวแปร สมการ และการแก้สมการ ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนใช้กราฟและใช้อุปกรณ์ในการดำเนินการทางสัญลักษณ์และส่วนที่ผิดพลาด การใช้อุปกรณ์จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เรื่องการแก้สมการ กราฟ ช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปร ทั้งกราฟและการใช้อุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนมองเห็นสัญลักษณ์ของการเท่ากันและการเปรียบเทียบ นักเรียนจะใช้กราฟในขั้นตอนสุดท้ายของการเรียน แม้ว่าจะมีนักเรียนหลายคนยังไม่ได้เรียนในเรื่องกราฟ มีนักเรียนจำนวน 5 คน ที่พัฒนาทักษะเกี่ยวกับฟังก์ชันและมีนักเรียนจำนวน 2 คน ที่แสดงให้เห็นวิธีการแก้ปัญหามากมาย มีนักเรียนบางคนที่สามารถเปลี่ยนทักษะและการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาได้อย่างง่ายขึ้นในวิชาพีชคณิต

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศในเรื่องการใช้ตัวแทน สรุปได้ว่า การใช้ตัวแทนในทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การใช้ตัวแทนที่หลากหลาย สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ในการศึกษาคณิตศาสตร์ ช่วยลดความเป็นนามธรรมระหว่างประสบการณ์จริงกับความเข้าใจที่เป็นแบบแผน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับการใช้ตัวแทน มีผู้ทำวิจัยไว้น้อยมากดังนี้

กัลยา ทองสุ (2545 : 97) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน (Representation) เรื่องระบบสมการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนเพื่อส่งเสริม การใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ภายหลังได้รับการ สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนเพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทนนักเรียนมีความ คงทนในการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่าการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การวาดภาพ แผนภูมิ ตาราง กราฟ และสัญลักษณ์ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็น ทักษะหนึ่งที่จะต้องส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถใช้ตัวแทนที่ หลากหลายในการแก้ปัญหา ช่วยขยายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาความเข้าใจความคิด รวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง ตัวแทนเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนสื่อสารความคิดของตนเองได้ ผู้วิจัยจึงสนใจทำวิจัยเรื่องนี้

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา(Cognitive Domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson.1971: 643 – 696) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาไว้ 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็น พฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็น ความสามารถที่ระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัด ความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็น เวลานานแล้ว

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถใน

การระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้อยู่แล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้เป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกันกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนอยู่ในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules, and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการกฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎ ที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Element From One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมกับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัด

ความสามารถในชั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นคว้า หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาชั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องการแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการเห็นแบบรูป ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphisms, and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูลและระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้นคือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง

ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมานำมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในการขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ้งยากซับซ้อนมากกว่า ความสามารถในการขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to Formulate and Validate Generalization) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือการถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงกระบวนการนั้น

4.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott, 1961: 14 –15) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียนดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางกาย และบุคลิกท่าทาง
2. จำหลักเกณฑ์หรือมโนคติเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนผ่านไปแล้วไม่ดี
3. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ
4. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป
5. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ สังเกตได้จากการสอบตกในวิชาคณิตศาสตร์บ่อยครั้ง
6. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อวิชาคณิตศาสตร์

7. มีความกดดันและรู้สึกว่าวุ่นต่อความล้มเหลวทางด้านการเรียนของตนเอง และบางครั้งก็เกิดความรู้สึกดุดกตนเอง

8. ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตน

9. อาจมาจากครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน

10. ขาดทักษะในการฟังและไม่ตั้งใจเรียน หรือตั้งใจเรียนในช่วงระยะเวลาสั้น

11. มีข้อบกพร่องทางด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาด้านการฟัง หรือมีข้อบกพร่องในการใช้มือ เป็นต้น

12. ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนทั่วไป

13. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่า ตนเองก็ยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้น ๆ

14. มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางด้านอารมณ์และสังคม

จากที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ถือได้ว่าเป็นเกณฑ์หนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการสอน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษารายละเอียดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีดำเนินการวิจัย
5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีศรีสุริเยศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 10 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 50 คน รวม 500 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสตรีศรีสุริเยศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 10 ห้องเรียน จำนวน 50 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องเรียนมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนตามความสามารถของนักเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

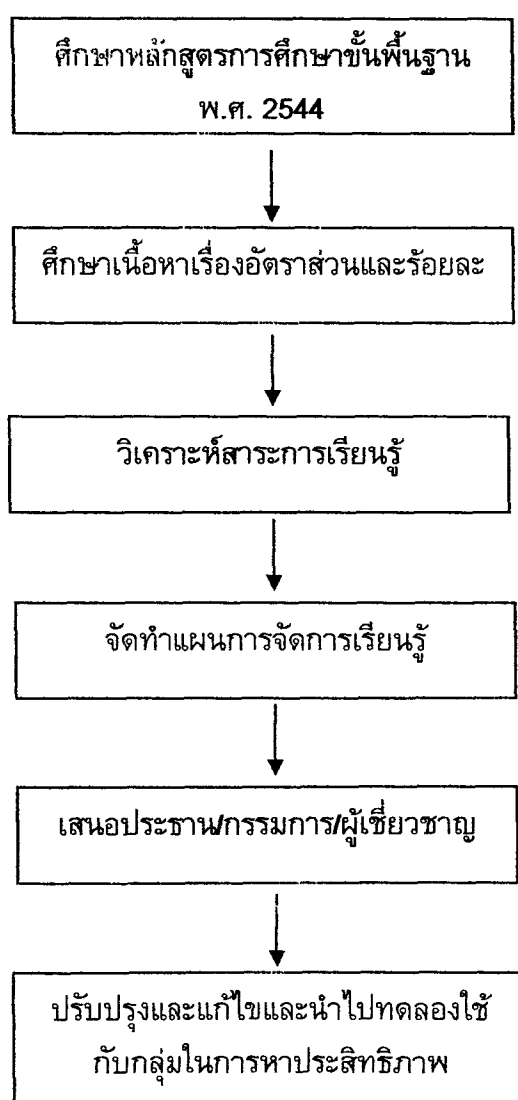
1. แผนการจัดการเรียนรู้
2. ชุดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 25 ข้อ แบ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 20 ข้อ แบบทดสอบอัตนัย 5 ข้อ

4. แบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ

3. การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

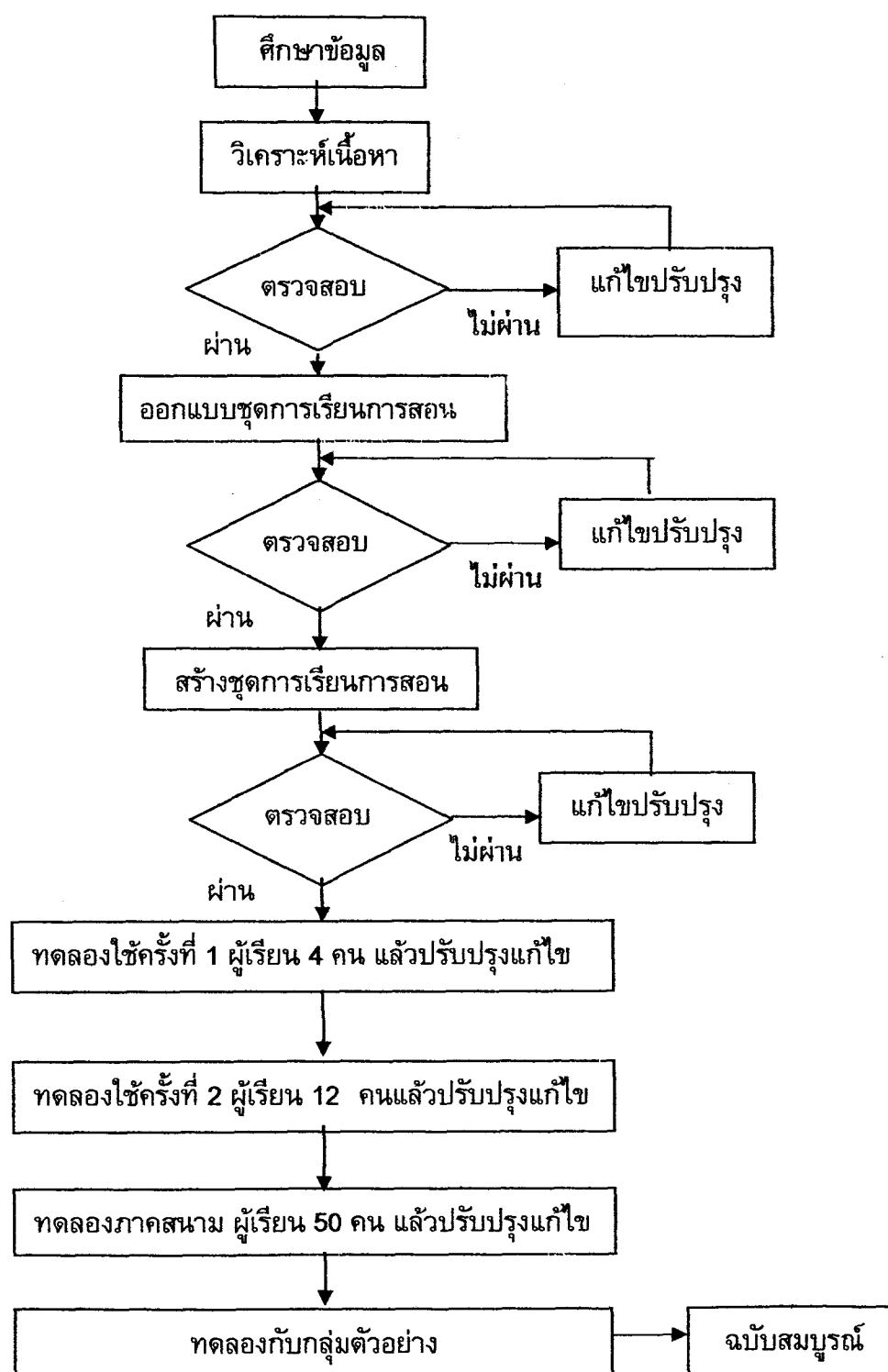
ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ตามลำดับขั้นตอนตามแผนภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 11 ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และแนวการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 -ม.3) จากหนังสือคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
2. ศึกษาเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละจากหนังสือและตำราที่เกี่ยวข้อง
3. วิเคราะห์สาระเพื่อกำหนดขอบข่ายของสาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ
4. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย
 - 4.1 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 4.2 สาระการเรียนรู้
 - 4.3 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้
 - 4.3.1 ขั้นนำ
 - 4.3.2 ขั้นปฏิบัติ
 - 4.3.3 ขั้นกิจกรรมสรุป
 - 4.3.4 ขั้นประเมินผล
 - 4.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้
 - 4.5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้แบบสังเกตความร่วมมือในการทำงาน เพื่อสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากการประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้ครู เพื่อนครู นักเรียน และเพื่อนนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน
 - 4.6 บันทึกหลังสอน
 - 4.7 ข้อเสนอแนะ
5. นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อประธานควบคุมปริญญาภิพนธ์แล้วจึงเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาท สะอ้านวงศ์ อาจารย์นวลน้อย เจริญผล และ อาจารย์วิไลวรรณ อัมไพพัทธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความถูกต้องชัดเจน ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงในเรื่องของกิจกรรมการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม
6. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มในการหาประสิทธิภาพ

2. ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 12 ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้
ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

2.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ดังต่อไปนี้

2.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 - ม.3) จากหนังสือคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

2.1.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนโดยศึกษาจากหนังสือและตำราที่เกี่ยวข้องการสร้างชุดการเรียนรู้การสอน คัดเลือกบทเรียน ผู้วิจัยได้จัดเนื้อหาและชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ แบ่งออกเป็น 5 ชุด โดยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 85)

ชุดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนและอัตราที่เท่ากัน (2 ชั่วโมง)

ชุดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน (2 ชั่วโมง)

ชุดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สัดส่วน (3 ชั่วโมง)

ชุดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ร้อยละ (4 ชั่วโมง)

ชุดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (7 ชั่วโมง)

2.2 ในการสร้างชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยประยุกต์รูปแบบของชัยยงค์ พรหมวงศ์ คาร์ดาเรลลี และ ฮุสตัน และคนอื่นๆ ซึ่งประกอบด้วย

2.2.1 คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน เป็นส่วนที่อธิบายรายละเอียดการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน

2.2.2 ชื่อชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์

2.2.3 คำชี้แจง อธิบายจุดมุ่งหมายของชุดการเรียนรู้การสอนและลักษณะของชุดการเรียนรู้การสอน

2.2.4 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังจากการศึกษาค้นคว้าชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ฉบับลง

2.2.5 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่บอกเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำชุดการเรียนรู้การสอน

2.2.6 สื่อการเรียนรู้ บอกถึงในชุดการเรียนรู้การสอนนั้นมีวัสดุ - อุปกรณ์อะไรบ้าง

2.2.7 สาระการเรียนรู้ อธิบายความรู้กับนักเรียน

2.2.8 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนกำหนดที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติโดยใช้
ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์

2.2.9 การประเมินผลการเรียนรู้ เป็นส่วนที่นักเรียนได้ประเมินความรู้
ความสามารถของตนเองจากการทำกิจกรรมในแต่ละชุดการเรียนรู้การสอน

2.3 นำชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เสนอต่อประธานควบคุมปริญญาโท แล้วจึงเสนอ
ผู้เชี่ยวชาญคือ อาจารย์ประสาท สะอ้านวงศ์ อาจารย์นวลน้อย เจริญผล และ อาจารย์วิไลวรรณ
อำไพพัทธ์ ตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข และทดสอบหา
ประสิทธิภาพต่อไป

2.4 หลังจากที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ
การใช้ตัวแทนที่สร้างขึ้นแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอน ตาม
ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการและผลลัพธ์ระหว่างกระบวนการและผลลัพธ์โดยเฉลี่ย 80/80 ดัง
ขั้นตอนต่อไปนี้

2.4.1 หาประสิทธิภาพเป็นรายบุคคล (1 : 4)

ผู้วิจัยนำชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน
จำนวน 5 ชุด ไปทดลองรายบุคคลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีศรีเกศ อำเภอเมือง
จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 4 คน มีระดับความสามารถเก่ง 1 คน
ปานกลาง 2 คน และ อ่อน 1 คน เพื่อพิจารณาเกี่ยวกับภาษา กิจกรรม สื่อต่างๆ ที่ใช้ในชุดการเรียนรู้
การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน เก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดย
สังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด สัมภาษณ์ผู้เรียน ตลอดจนประเมินผลการทำแบบฝึกหัดและ
แบบทดสอบย่อยประจำชุด ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของภาษา กิจกรรมการเรียนรู้ และระยะเวลา
ที่ใช้ให้เหมาะสม

2.4.2 หาประสิทธิภาพเป็นรายกลุ่ม (1 : 12)

ผู้วิจัยนำชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน
ที่ได้รับการปรับปรุงการสอนจากขั้นตอนการสอนเป็นรายบุคคลไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 2 โรงเรียนสตรีศรีเกศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 12
คน เก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด จากนั้นนำข้อบกพร่อง
ทั้งหมดของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง
หนึ่ง โดยผู้วิจัยได้แก้ไขในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องวินัยในการเรียน

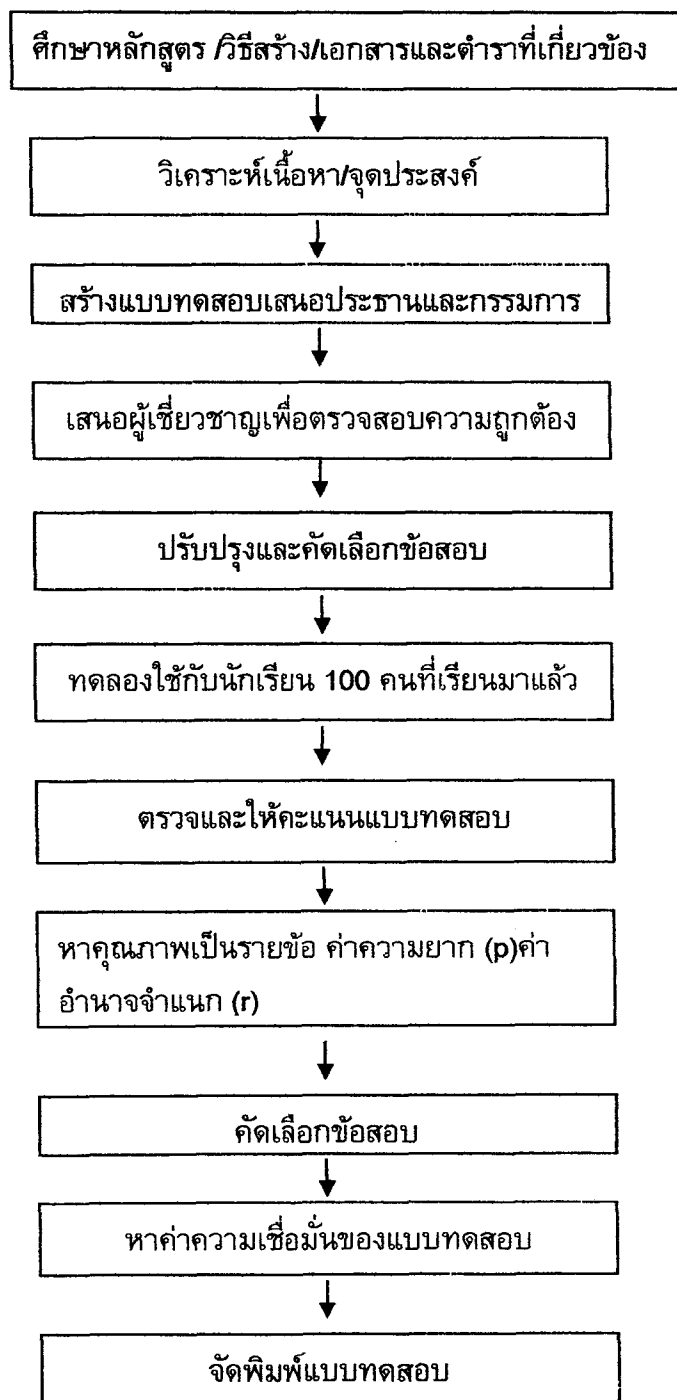
2.4.3 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพภาคสนาม

ผู้วิจัยนำชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนที่ได้รับการปรับปรุงการสอนจากขั้นตอนการสอนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนสตรีศรีสะเกษ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน

2.5 หลังจากที่ได้หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนเสร็จแล้ว ปรับปรุงแก้ไขแล้วจึงเสนอต่อประธานและกรรมการ ตรวจสอบความถูกต้อง และนำไปจัดพิมพ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างดังแผนภาพประกอบต่อไปนี



ภาพประกอบ 13 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ศึกษาหลักสูตร และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากเอกสารและตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้าง และการวิเคราะห์ข้อสอบ

2. วิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งผู้วิจัยสร้างตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบอัตนัย 10 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 4 ท่าน คือ รศ.นิภา ศรีโพธิ์โรจน์ อาจารย์ประสาท สะอ้านวงศ์ อาจารย์นวลน้อย เจริญผล และอาจารย์วิไลวรรณ อำไพพัทธ์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ที่ได้รับการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์มาคำนวณค่า IOC คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า $IOC \geq 0.50$ ขึ้นไป ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.75 ขึ้นไป

6. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ที่เรียนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มาแล้วจำนวน 100 คน

7. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

7.1 แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

7.2 แบบทดสอบอัตนัย ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนนที่ละเอียดจนครบหมดทุกคนอย่างต่อเนื่อง แล้วจึงตรวจข้อใหม่พร้อมทั้งพิจารณาคำตอบและเหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมามีความสอดคล้องมากน้อยเพียงใด ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 4, 3, 2, 1, 0 ดังนี้

เกณฑ์การให้ระดับคะแนน

ระดับคะแนน 4 : ดีมาก

เขียนแสดงวิธีหาคำตอบถูกต้องและชัดเจน สรุปคำตอบถูกต้อง

ระดับคะแนน 3 : ดี

เขียนแสดงวิธีหาคำตอบถูกต้องและชัดเจน แต่ไม่สรุปคำตอบ

ระดับคะแนน 2 : พอใช้

เขียนแสดงแนวคิดที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 1 : ควรแก้ไข

ไม่ตอบ แต่มีร่องรอยการคิดที่นำไปสู่การหาคำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ยังต้องปรับปรุง

ไม่ตอบอะไรเลย หรือ มีร่องรอยการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่คำตอบ

8. วิเคราะห์หาคุณภาพเป็นรายข้อได้แก่ ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบปรนัยเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เทห์ ฟาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 217 – 219 ; อ้างอิงจาก Fan.1952 : 2 – 32) และหาค่าความยาก (P_e) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบโดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 199-201; อ้างอิงจาก D.R. Whitney & D.L.Sabers. 1970)

9. คัดเลือกแบบทดสอบปรนัย ที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ผู้วิจัยเลือกข้อที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.41 - 0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.22 - 0.70 จำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบ อัตนัย เลือกข้อที่มีค่าความยาก (P_e) ตั้งแต่ 0.31-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20-0.56 จำนวน 5 ข้อ

10. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีศรีเรศที่ผ่านการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มาแล้วจำนวน 100 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปรนัย ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.82 และแบบทดสอบอัตนัย จากสูตร KR – 20 (Kuder – Richardson) และสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศและ อังคณา สายยศ. (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 218) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.73

11. จัดพิมพ์เป็นฉบับแล้วนำแบบทดสอบไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยใช้แบบสังเกตความสามารถการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์โดยนำคำถามในแต่ละข้อมาพิจารณาปรับปรุงให้สอดคล้องกับงานวิจัยของผู้วิจัย ซึ่งแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์มีลักษณะและขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบสังเกต เอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและหลักการสร้างแบบสังเกต แล้วกำหนดแนวทางในการออกแบบ แบบสังเกต

4.2 สร้างแบบสังเกตการใช้ตัวแทน จำนวน 20 ข้อสร้างเกณฑ์การให้คะแนน ให้ครอบคลุมความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. คิดหาวิธีการใช้ตัวแทน และใช้ตัวแทนในการรวบรวมความรู้ จดบันทึก ตลอดจน สื่อสารความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
2. เลือก ประยุกต์ใช้และแปลความหมายการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ไปสู่การแก้ปัญหาได้

โดยแบ่งระดับการใช้ตัวแทนเป็น 4 ระดับ คือ 3, 2, 1 และ 0 ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีตัวอย่างแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนดังต่อไปนี้

แบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์

วิชา.....ชั้น.....โรงเรียน.....
 ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
 ผู้สังเกต.....วันที่.....เดือน.....ปี.....
 หน่วย.....เรื่อง.....ครั้งที่.....

ตาราง 1 รูปแบบ แบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน

รายการพฤติกรรม	ระดับการใช้ตัวแทน			
	3	2	1	0
1. คิดหาวิธีการใช้ตัวแทนและใช้ตัวแทนในการรวบรวมความรู้ จดบันทึก ตลอดจนสื่อสารความเข้าใจทางคณิตศาสตร์				
1.1 ใช้การเขียนอธิบายถึงการใช้ตัวแทน.....				
1.2 ใช้ตัวแทนในการรวบรวมข้อมูล เช่น การวาดภาพ ตาราง กราฟ สัญลักษณ์.....				
1.3 ใช้ตัวแทนในการจดบันทึก.....				
1.4 ใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหา.....				
1.5 แสดงการอธิบายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน.....				

รายการพฤติกรรม	ระดับการใช้ตัวแทน			
	3	2	1	0
1.6 เข้าใจสัญลักษณ์และอธิบายสถานการณ์ที่คล้ายกัน				
1.7 ใช้ตัวแทน เช่น การวาดภาพ ตาราง กราฟ สัญลักษณ์ กับชีวิตจริง.....				
2. เลือก ประยุกต์ใช้ และแปลความหมายการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ไปสู่การแก้ปัญหาได้				
2.1 ใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการสร้างความเข้าใจ เช่น รูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยม และรูปอื่นๆ.....				
2.2 เลือกใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม.....				
2.3 รู้จักแปลความหมายการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....				
2.4 ใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่า.....				
2.5 ใช้สมการ ตาราง กราฟ และสัญลักษณ์ เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์.....				
2.6 แปลงปัญหาให้เป็นรูปธรรม.....				
2.7 บันทึกความเข้าใจทางคณิตศาสตร์.....				
2.8 ตีความหมายมาตรการวัดจากกลุ่มหรือสร้างมาตราวัดจากวัตถุ.....				

ตัวอย่าง เกณฑ์การให้ระดับคะแนน

1.1 ใช้การเขียนอธิบายถึงการใช้ตัวแทน

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

ใช้การเขียน เขียนแสดงวิธีหาคำตอบถูกต้องและชัดเจน สรุปคำตอบถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

ใช้การเขียน เขียนแสดงวิธีหาคำตอบถูกต้องและชัดเจน แต่ไม่สรุปคำตอบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

ใช้การเขียนแสดงแนวคิดที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ใช้การเขียน แต่มีร่องรอยการคิดที่นำไปสู่การหาคำตอบ หรือมีร่องรอยการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่คำตอบ

4.3 นำแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เสนอต่อประธานควบคุมปริญญาบัณฑิตตรวจสอบพิจารณาอีกครั้งและนำมาปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของภาษา และความสอดคล้องของเนื้อหาและจุดประสงค์ตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

4.4 นำแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาท สะอ้านวงศ์ อาจารย์นวลน้อย เจริญผล และอาจารย์วิไลวรรณ อำไพภัทน์ ตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างตลอดจนความเหมาะสมของภาษา โดยใช้เกณฑ์ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 -1.00

4.5 การหาค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกต โดยการนำแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 โดยใช้ผู้สังเกต 2 คน คือผู้วิจัยกับครูที่สอนประจำวิชา นำมาหาค่าความเชื่อมั่นของการสังเกต ของผู้สังเกต 2 คน (Rater Agreement Indexes หรือ RAI) (Burry-stock and others.1996 : 256) ได้ค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกตเท่ากับ 0.92

4.6 นำแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ในชั้นหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทนแบบแผนการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยเป็นการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 150)

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ
เพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

T₁ แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง

T₂ แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการใช้ตัวแทน ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยวางแผนดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการเรียนรู้การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เพื่อที่นักเรียนจะได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทำการทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre-test) เวลา 1 ชั่วโมง เดือน มิถุนายน 2547
3. ดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง และใช้แบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทำการสังเกตก่อนทดลอง ระหว่างการทดลอง ในสัปดาห์ที่ 1 , 3 และ 6 ตั้งแต่เดือน มิถุนายน-กรกฎาคม 2547
4. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการใช้ตัวแทน ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) เวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้สอบก่อนเรียน (เดือนกรกฎาคม 2547)

5. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ นำคะแนนที่ได้วิเคราะห์วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป (เดือนสิงหาคม 2547)

5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ใช้สูตร E_1/E_2
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t – test Dependent
3. ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติ t – test Dependent

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 79)

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

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

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 79)

$$s = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 $\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum x^2)$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

2.1 การศึกษาค่าดัชนีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างจากสูตร (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 288-289)

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

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เตห์ ฟาน (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 217 – 219 ; อ้างอิงจาก Fan.1952 : 3 – 32)

2.3 หาค่าความยาก (P_e) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบโดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอันดับของวิทนีย์ และซาเบอร์ส จากสูตร (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ. 2543 : 199 – 201; อ้างอิงจาก D.R. Whitney & D.L.Sabers. 1970)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P_E แทน ค่าดัชนีความยาก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน

$x_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$x_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน

$x_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$x_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โดยคำนวณจากสูตร KR – 20 (Kuder – Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2538:197-198)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ นั่นคือสัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือคือ $1-p$

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

2.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach) (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ.2543 : 218)

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อสอบ

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

โดยที่
$$S_i^2 = \frac{N \sum x_i^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

$\sum x_i$ แทน ผลทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i

$\sum x_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังในข้อที่ i

N แทน จำนวนคนเข้าสอบ

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของการสังเกต ของผู้สังเกต 2 คน (Rater Agreement Indexes หรือ RAI) โดยการนำแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน วิธีหาค่าความเชื่อมั่นของผู้สังเกต 2 คน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของผู้สังเกต (RAI) จากสูตร (Burry-Stock.1996: 256)

$$RAI = 1 - \frac{\sum^K \sum^N |R_{1KN} - R_{2KN}|}{KN(I-1)}$$

เมื่อ R_{1KN} R_{2KN} แทน ผลการสังเกตของผู้สังเกตคนที่ 1 และคนที่ 2 ตามลำดับ

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

K แทน จำนวนพฤติกรรมย่อย

I แทน จำนวนช่วงคะแนน (0 , 1 , 2 , 3)

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐาน

1. ใช้สูตร E_1/E_2 (ฉลงชัย สุวัฒน์บุรณ์. 2528 : 214-215) เพื่อทดสอบสมมุติฐานของชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ดังนี้

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการเรียนรู้การสอน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดหรือประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน

$\sum x$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัด หรือประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมการเรียนรู้

N แทน จำนวนนักเรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียนหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้การสอน) คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน หรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน ด้วยชุดการเรียนรู้การสอน

B แทน คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน หรือกิจกรรมหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

2. ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t – test Dependent เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ และ ศึกษาพัฒนาการ การใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน จากสูตร (Ferguson. 1971 : 154)

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

t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและ ก่อนใช้ชุดการเรียนการสอน

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ ทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดการเรียนการสอน

N แทน จำนวนนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการอ่านผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
- S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการเรียนการสอนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดหรือประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน
- E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียนหลังจากการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอน) คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน หรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน
- t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณา (t-test Dependent)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอลำดับขั้นตอนดังนี้

ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัว
แทน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้
ตัวแทน

3. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน

1. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นไปตามเกณฑ์ตามเกณฑ์ 80/80

ตาราง 3 ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน	เกณฑ์ 80/80	
	E_1	E_2
ชุดที่ 1 อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน	91.60	87.20
ชุดที่ 2 อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน	92.08	85.50
ชุดที่ 3 สัดส่วน	91.00	83.90
ชุดที่ 4 ร้อยละ	82.75	85.47
ชุดที่ 5 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ	82.25	83.00
เฉลี่ย	87.94	85.01

จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 87.94/85.01

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน โดยการนำความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบโดยใช้ t-test Dependent ปรากฏในตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนสอน	50	22.86	7.50	
				16.32**
หลังสอน	50	36.26	3.70	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ โดยการนำความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองแต่ละสัปดาห์ที่สังเกตมาเปรียบเทียบโดยใช้ t-test Dependent ปรากฏในตาราง 5 ดังนี้

ตาราง 5 คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

สัปดาห์ที่เปรียบเทียบ	สัปดาห์แรก		สัปดาห์หลัง		t
	$\bar{X}_1$	S.D. ₁	$\bar{X}_2$	S.D. ₂	
ก่อนทดลอง - สัปดาห์ที่ 1	17.18	3.53	23.60	3.63	13.38**
ก่อนทดลอง - สัปดาห์ที่ 3	17.18	3.53	33.34	3.31	29.27**
ก่อนทดลอง - สัปดาห์ที่ 6	17.18	3.53	41.26	2.38	43.36**
สัปดาห์ที่ 1 - สัปดาห์ที่ 3	23.60	3.90	33.34	3.31	21.30**
สัปดาห์ที่ 1 - สัปดาห์ที่ 6	23.60	3.90	41.26	3.24	30.47**
สัปดาห์ที่ 3 - สัปดาห์ที่ 6	33.34	3.93	41.26	3.24	18.65**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 พบว่า ก่อนการทดลอง และระหว่างการทดลองสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการพัฒนาการการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 สัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 6 เฉลี่ย 23.60 , 33.34 และ 41.26 ตามลำดับ แสดงว่าตลอดช่วงระยะเวลา 6 สัปดาห์ คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์แต่ละสัปดาห์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ และผลการเปรียบเทียบคะแนนเป็นรายคู่ก่อนการทดลองกับสัปดาห์ที่ 1, 3, 6 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสัปดาห์ระหว่างการทดลอง ได้แก่สัปดาห์ที่ 1 กับสัปดาห์ที่ 3 , 6 สัปดาห์ที่ 3กับสัปดาห์ที่ 6 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาโดยมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละและศึกษาพัฒนาการการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยพิจารณาจาก
 - 1.1 เกณฑ์ 80/80
 - 1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน มีประสิทธิภาพโดยพิจารณาจาก
 - 1.1 เกณฑ์ 80/80
 - 1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับการสอน
2. นักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทนมีพัฒนาการความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีสิริเกศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ที่เรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 10 ห้องเรียน รวม 500 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีสิริเกศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ที่เรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจากทั้งหมด 10 ห้องเรียน จำนวน 50 คน ซึ่งแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนตามความสามารถของนักเรียน

สาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

สาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 - ม.3) ซึ่งมีเนื้อหาทยอยตามหัวข้อต่อไปนี้

ชุดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน (2 ชั่วโมง)

ชุดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน (2 ชั่วโมง)

ชุดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สัดส่วน (3 ชั่วโมง)

ชุดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ร้อยละ (4 ชั่วโมง)

ชุดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ (7 ชั่วโมง)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ใช้เวลาในการสอน 20 ชั่วโมง ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 1 ชั่วโมง ดำเนินการสอน 18 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 1 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้
2. ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 25 ข้อ
 - 3.1 แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 20 ข้อ
 - 3.2 แบบทดสอบอัตนัย 5 ข้อ
4. แบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนที่จะทำการศึกษาดูงานจำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ และผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อนักเรียนจะได้ปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre-test)
4. ดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 18 ชั่วโมง ดังนี้

- | | |
|------------------|--|
| ชั่วโมงที่ 1 | อัตราส่วน |
| ชั่วโมงที่ 2 | อัตราส่วนที่เท่ากัน |
| ชั่วโมงที่ 3 | อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน |
| ชั่วโมงที่ 4 | อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน (ต่อ) |
| ชั่วโมงที่ 5 | สัดส่วน |
| ชั่วโมงที่ 6 | การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน |
| ชั่วโมงที่ 7 | การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน (ต่อ) |
| ชั่วโมงที่ 8 - 9 | ร้อยละ |

ชั่วโมงที่ 10-11 ร้อยละ (ต่อ)

ชั่วโมงที่ 12 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับกำไร ขาดทุน ต้นทุนสินค้า

ชั่วโมงที่ 13 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการลดราคาสินค้าจากป้าย

ชั่วโมงที่ 14 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยเงินฝาก

ชั่วโมงที่ 15 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยเงินกู้

ชั่วโมงที่ 16 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยเงินกู้ (ต่อ)

ชั่วโมงที่ 17-18 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา

5. ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

6. ตรวจสอบคะแนนแบบทดสอบ นำคะแนนที่ได้วิเคราะห์วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ใช้สูตร E_1/E_2 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้อย่างน้อยตามเกณฑ์ 80/80

2. ใช้ค่าสถิติ t-test เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้อย่างน้อยตามเกณฑ์ 80/80

3. ใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการศึกษาพัฒนาการการใช้ตัวแทน และใช้ t-test Dependent Sample ทดสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ระหว่างสัปดาห์

สรุปผลการวิจัย

1. ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้อย่างน้อยตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 87.94 / 85.01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้อย่างน้อยตามเกณฑ์ 80/80 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้อย่างน้อยตามเกณฑ์ 80/80 มีพัฒนาการความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

อภิปรายผล

จากผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 87.94/85.01 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80 โดยที่ 80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของผู้เรียนทั้งหมดแล้วได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 และ 80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพที่ได้จากคะแนนเฉลี่ย ในการทำแบบทดสอบย่อยประจำชุด แต่ละชุดการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งหมดแล้วได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 การดำเนินการสร้างชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการสร้างชุดการเรียนรู้ การวิเคราะห์หลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์เนื้อหาวิชา กระบวนการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ และวิธีการประเมินที่ยึดถือความสอดคล้องของเนื้อหา กับจุดประสงค์ในการเรียนเป็นหลัก จึงทำให้ชุดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของกฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2538 : 11) ที่กล่าวว่า กระบวนการดังกล่าวเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนได้

1.2 ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีการแบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อย่อยๆ เรียงลำดับต่อเนื่องกันจากง่ายไปยาก ใช้ภาษาที่ผู้เรียนอ่านแล้วเข้าใจง่ายแต่ละหัวข้อย่อยจะกำหนดจำนวนคาบ และในเนื้อหาแต่ละคาบเรียน มีการนำเสนอปัญหาหรือตัวอย่างให้ศึกษา ก่อนที่จะอธิบายรายละเอียดของเนื้อหา มีใบความรู้ ใบกิจกรรมให้ผู้เรียนปฏิบัติระหว่างเรียน และมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ แนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) ที่กล่าวว่า "ถ้าแบ่งเนื้อหาวิชาที่จะถ่ายทอดให้ผู้เรียนเป็นตอนๆ ที่ละน้อย เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน ผู้เรียนจะสามารถรับรู้ได้ดีกว่าการให้ความรู้แก่ผู้เรียนครั้งละมากๆ" (นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2531: 24) และในชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์มีการกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนได้ทราบ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ตรงตามเนื้อหาและทราบแนวทางวัดผลในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ทั้งยังสามารถตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของแต่ละชุดการเรียนรู้

1.3 การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ก่อนนำไปทดลองจริง ผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาประสิทธิภาพตามลำดับขั้นตอน โดยเก็บข้อมูลในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียดเพื่อหาจุดบกพร่องเบื้องต้นในเรื่อง

เนื้อหา ใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนรู้ และทำการปรับปรุงแก้ไขอยู่ตลอดเวลา ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงช่วงเวลาในการนำเสนอเนื้อหา ช่วงเวลาในการทำกิจกรรม และปรับปรุงแบบฝึกหัดระหว่างเรียน แบบทดสอบย่อยประจำชุดให้เหมาะสมกับเวลาในการเรียน แล้วนำไปทดลองจริงกับผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ(2523:123) กล่าวว่า หาประสิทธิภาพชุดการสอนเพื่อเป็นการประกันว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นไว้ล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผลจึงทำให้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้วิธีการสอนแบบบูรณาการ ซึ่ง ลาร์ดิซาบอล และคณะ (Lardizabal , et al.1970 :141)กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการ เป็นการสอน โดยใช้กิจกรรมการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง ยังผลให้เกิดการพัฒนาในด้านบุคลิกภาพในทุกด้าน นักเรียนสามารถปรับตัวและตอบสนองต่อทุกสถานการณ์ การแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับการสังเกตและความรู้พื้นฐาน การสอนจะให้ความสำคัญกับครูและนักเรียนเท่าเทียมกัน การทำกิจกรรมมีการทำงานร่วมกันอย่างประชาธิปไตย และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล เป็นกลุ่มย่อยและเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน ซึ่งในระหว่างเรียนนั้นผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน ทำให้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่มีอยู่ได้อย่างหลากหลาย ซึ่งจากการกระทำดังกล่าว ทำให้เกิดบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียนและทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ดีขึ้น การทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในส่วนที่เป็นปรนัย นักเรียนสามารถตรวจสอบได้จากชุดการเรียนรู้ ส่วนที่เป็นอัตนัยผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจ ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงข้อบกพร่องต่างๆ ในการเรียนของผู้เรียน และยังได้ชี้แนะข้อบกพร่องให้ผู้เรียนทราบและช่วยกันแก้ไขต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนันต์ โพธิกุล (2543 :บทคัดย่อ) พรนิภา สมาเอิม (2545:บทคัดย่อ) และ สมบัติ แสงทองคำสุก (2545:97) จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า การสอนแบบบูรณาการเป็นวิธีสอนที่ช่วยส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.5 ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ผู้วิจัยได้นำเสนอชุดโดยใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นเรื่อง

ใกล้ชิดนักเรียนทำให้นักเรียนการนำเสนอได้แทรกรูปภาพ ตาราง สัญลักษณ์ และมีการเสริมแรงเมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละเนื้อหาหรือหลังจากการทำแบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของสกินเนอร์ที่ว่า ทุกครั้งที่นักเรียนได้คำตอบจะได้รับผลย้อนกลับทำให้ทราบทันทีว่าคำตอบผิดหรือถูก (Immediate Feedback) ซึ่งเป็นแรงเสริมบวกทำให้นักเรียนมีกำลังใจที่จะเรียนรู้ (สุรางค์ โค้วตระกูล.2545 :286)

จากลักษณะทั้งหมดที่กล่าวมา ส่งผลต่อประสิทธิภาพของบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ทำให้นักเรียนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งได้เท่ากับ 87.94/85.01

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

2.1 ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้นนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหาโดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ใช้วิธีการสอนแบบบูรณาการ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย แสดงความคิดเห็นกับเพื่อน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้กล้าพูด กล้าแสดงออก และมีความเชื่อมั่นในตนเอง การที่นักเรียนได้ร่วมอภิปราย ทำให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ครูจะเป็นผู้รับฟังความคิดเห็น และช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเชื่อมั่นและความสมบูรณ์ในการคิดหาวิธีการใช้ตัวแทนด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาที่ทำหาย และนักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เมื่อนักเรียนเห็นการแปลความหมายของเพื่อนคนอื่น ๆ นักเรียนสามารถประเมินการใช้ตัวแทนและเข้าใจสัญลักษณ์การใช้ตัวแทนอย่างหลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (กัลยา ทองสุ.2545:17-19 ; อ้างอิงจาก NCTM.2000:283-284)กล่าวว่า ครูช่วยให้นักเรียนพัฒนาการใช้ตัวแทนโดยรับฟังความคิดเห็น ตามคำถาม และเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนพยายามสื่อสาร และสอดคล้องกับแนวคิดของ กรีนและฮอลล์ (Greeno and Hall.1997:361-367) กล่าวว่า การใช้ตัวแทนเป็นเครื่องมือที่มีพลังสำหรับการคิด การใช้ตัวแทนจะช่วยให้เข้าใจคณิตศาสตร์ และสนับสนุนการให้เหตุผล ช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.2 ในการเรียนการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ นั้นก่อนที่ผู้เรียนจะได้ศึกษาเนื้อหาผู้เรียนจะได้รับทราบจุดประสงค์

เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และในระหว่างเรียนเนื้อหาแต่ละคาบผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติจริงด้วยตนเอง แบบฝึกหัดระหว่างเรียน แบบทดสอบย่อยประจำชุด หลังจากผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาแล้ว ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียนของตนเองอยู่ตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ วีระ ไทยพานิช (2529 :137) ที่ว่า การจัดการเรียนการสอนโดยมีการวัดผล การเรียนบ่อยๆ ช่วยให้นักเรียนรู้การกระทำของตนเอง และสร้างแรงจูงใจในการเรียน และแนวคิดของ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525:192) กล่าวไว้ว่า การใช้ชุดการเรียนการสอนจะประสบความสำเร็จก็ต่อเมื่อได้รับการจัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ซึ่งควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง นักเรียนมีโอกาสได้ทราบผลการกระทำทันทีจากการเรียนการสอน และมีการเสริมแรง นักเรียนจากประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จอย่างถูกจุดตามขั้นตอนการเรียนรู้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

2.3 การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงด้วยตนเอง และเนื่องจากชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ผู้วิจัยได้บูรณาการเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เช่น ภาษาอังกฤษ ศิลปะ สุขศึกษา โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาเอง ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ซึ่งสามารถสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.4 คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ และตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัย ผู้วิจัยพบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ อยู่ในเกณฑ์สูงทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก กลุ่มตัวอย่างคุ้นเคยกับการทำโจทย์ประเภทแสดงวิธีทำจากการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเป็นส่วนใหญ่ ฝึกฝนจนกระทั่งนักเรียนเกิดความชำนาญ และในการให้คะแนนได้ให้คะแนนเป็นขั้นตอน คือระดับ 4, 3, 2, 1 และ 0 ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้คะแนนบ้างบางส่วน ดังนั้นจึงทำให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบอัตนัยของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ วิลสัน (Wilson. 1971:643-689) ได้กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านสติปัญญาในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำแนกไว้ 4 ระดับ ระดับที่สามได้แก่การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่ยาก แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาของชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ด้วยเหตุดังกล่าวมาแล้วจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละของผู้เรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้อย่างน้อยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. พัฒนาการความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้อย่างน้อยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.1 ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้อย่างน้อยสำคัญทางสถิติ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ได้นำเสนอการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบลลาร์ด (Bellard.2001:3496-A) ได้ศึกษาการใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการแก้ปัญหาของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ (Finite Mathematics) พบว่า นักเรียนที่ประสบความสำเร็จและไม่ประสบความสำเร็จในการใช้ตัวแทนมีวิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนและงานวิจัยของ เฮล (Hail.2001:2636-A) ศึกษาผลการใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการสร้างความรู้และทักษะเกี่ยวกับความเข้าใจพื้นฐาน พบว่า นักเรียนใช้กราฟและอุปกรณ์ในการดำเนินการทางสัญลักษณ์ การใช้อุปกรณ์จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เรื่องการแก้สมการ กราฟช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปร นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จากงานวิจัยดังกล่าวจึงส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย

3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้อย่างน้อยสำคัญทางสถิติ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้กล้าพูด กล้าแสดงออก ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาที่หลากหลาย ในระหว่างเรียนครูใช้คำถามที่ท้าทายกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น มีความเชื่อมั่นในตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน ส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ให้สนุกสนาน เป็นกันเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ วัฒนาพร ระเบียบทุกซ์ (2542:47)

จากสาเหตุดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการทดลองสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้อย่างน้อยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้พบข้อสังเกตบางประการซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนมีความสนใจในการเรียน ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ในการเรียน และมีความกระตือรือร้นในการเรียน สังเกตได้จากเมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัยอะไรก็จะมีการซักถามกันเองระหว่างเรียน การซักถามครู กล้าแสดงออกในการตอบคำถามและการหาคำตอบ

2. การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงด้วยตนเอง และเนื่องจากชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่องอัตราส่วนและ ร้อยละ ผู้วิจัยได้บูรณาการเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เช่น ภาษาอังกฤษ ศิลปศึกษา สุขศึกษา โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาเองครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ซึ่งสามารถสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์เดียวกันที่หลากหลาย สังเกตได้จากการอภิปรายหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนคนอื่นๆ ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ส่งผลให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดได้ง่ายขึ้น

4. การตรวจแบบฝึกหัดระหว่างเรียนอย่างสม่ำเสมอของครูจะทำให้ทราบข้อบกพร่องต่างๆ ของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งทำให้ครูแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนแต่ละคนได้

5. การทดสอบหลังเรียนในแต่ละชุดการเรียนย่อย ทำให้นักเรียนตั้งใจเรียน และมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เนื่องจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้เน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูจะต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง การสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพ ครูจะต้องวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหาวิชา จุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผลให้สอดคล้องกับผู้เรียน

1.2 ในช่วงเวลาแรกครูควรชี้แจงการเรียนการสอนโดยการใช้ชุดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจโดยละเอียด เพื่อให้ผู้เรียนจะปฏิบัติตนได้ถูกต้อง เพราะถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจจะทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน

1.3 การเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ บางกิจกรรมต้องใช้เวลานาน ทำให้ไม่สามารถสรุปกิจกรรมให้จบในช่วงเวลาได้ ดังนั้นผู้สร้างชุดการเรียนการสอนจะต้องคำนวณเวลาที่ใช้ในการเรียนแต่ละชุดการเรียนการสอนให้เหมาะสม

1.4 การสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาในบทเรียนด้วยตนเอง ดังนั้นนักเรียนที่เรียนอ่อนจะไม่ชอบการเรียนการสอนในลักษณะนี้ เนื่องจากนักเรียนที่เรียนอ่อนจะไม่ชอบอ่านด้วยตนเอง และเมื่อไม่เข้าใจจะไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้และไม่กล้าซักถามเพื่อนและครู ทำให้นักเรียนเกิดการท้อแท้ เบื่อหน่าย ไม่ตั้งใจเรียน ดังนั้นครูผู้สอนควรดูแลและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

1.5 การที่นักเรียนทำกิจกรรมในใบกิจกรรมก่อนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

1.6 การที่นักเรียนทราบผลคะแนนโดยทันทีหลังจากทำแบบทดสอบย่อยประจำชุด จะทำให้นักเรียนตั้งใจเรียน และกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

1.7 ถ้านักเรียนมีผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ครูควรเรียกพบเป็นรายบุคคลแล้วสอนเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและจะทำให้นักเรียนเรียนเกิดกำลังใจในการเรียน

1.8 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรจัดให้มีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนาชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทนเพื่อศึกษาผลในตัวแปรอื่น เช่น ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ เจตคติต่อคณิตศาสตร์

2.2 ควรมีการพัฒนาชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ หรือระดับชั้นอื่นๆ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2542). รายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ปีการศึกษา 2540. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบการศึกษา กรมฯ
- กรมสามัญศึกษา หน่วยศึกษานิเทศก์. (2534). คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้น
กระบวนการวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. (2538, มิถุนายน). "แนวคิดการหาประสิทธิภาพของบทเรียน CAI," วิชาการ
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 5(3) : 11-14
- กัลยา ทองสุ. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สืบสวนสอบสวนเพื่อส่งเสริมการใช้ตัว
แทน (Representation) เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
ปริญญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. (2526). "วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน," เอกสารประกอบการสอน
ศึกษา 361 ระเบียบวิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (ม.ป.ป.) นวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- กาญจนา คุณารักษ์. (2522, กันยายน). "การสอนแบบบูรณาการ" ประชาศึกษา. 31(2) : 18 – 23.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2531). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2536). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะกรรมการการพัฒนการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์. (2524). ชุดการเรียนรู้
การสอนสำหรับครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.

- จันทร์จรัส ตันทวีสุทธิ. (2528). การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอน ตามคู่มือครู. ปรินูญานินพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉลองชัย สุวัฒน์บุรณ. (2528). การเลือกและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- จวีวรรณ ศรีสังข์ทอง. (2541). การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินูญานินพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จวีวรรณ เศวตมาลย์. (2544). ปกิณกะคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น จัดพิมพ์.
- ชม ภูมิภาค. (2524). เทคโนโลยีทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชาญชัย อินทรสุนานนท์. (2538). ศูนย์การเรียนรู้และชุดการสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2521). นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษากับการสอนระดับอนุบาล. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2523). "ระบบสื่อการสอน" ในเอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา เล่ม 1 หน่วยที่ 1-5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2543). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2522). หลักการทฤษฎีเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- _____. (2526). การเลือกและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- อัมร บัวศรี. (2542). ทฤษฎีหลักสูตร : การออกแบบและพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ธนัการพิมพ์.
- นิพนธ์ ศุภปริดี. (2531, มิถุนายน-กรกฎาคม), "คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียน," ส.ค.พ.ท. คอมพิวเตอร์. 15(78):24-28

- นันทิยา จิตภิรมย์. (2532). การศึกษาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ที่ใช้สอนเรื่องพหุนามในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. ปรินูญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- นุชลดา สองแสง (2540). การสร้างชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เรื่อง การบวก การลบ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 .ปรินูญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การประถมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บันลือ พฤกษ์วัน. (2527). หลักสูตรกับบูรณาการทางการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). นวัตกรรมทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2 .กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- บุญทรง เจียมจิรังกร. (2532). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ผกา สัตยธรรม. (2524). เทคนิคการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พจนา สังวรณิกิจ. (2529). การทดลองสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง. ปรินูญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พริมา สมาเอ็ม. (2545). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบบูรณาการตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 กับตามแนวคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ระวีวรรณ ภูมิชัย. (ม.ป.ป.). วิธีสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รุ่งทิพา จักรกร. (2527). วิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ลัดดา ศุขปรีดี. (2523). เทคโนโลยีการเรียนการสอน . ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- _____. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณัน ชุนศรี. (2546 ,กันยายน). " การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ " วารสารการศึกษา กทม.. 26(12) : 15-17
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: แอล ที เพรส.
- _____. (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 . กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.
- วาทีนี ธีระตระกูล. (2534). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในการสอนซ่อมเสริมจุดบกพร่องเรื่องเวลา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการสอนซ่อมเสริมกับการสอนซ่อมเสริมตามปกติ. ปรียญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2523). พัฒนาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม.
- _____. (2525). พัฒนาหลักสูตรการสอน – มิตินใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- วีระ ไทยพานิช. (2529). 57 วิธีสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตร.
- วีระ ตันตระกูล และปรีชา นิพนธ์พิทยา. (2533). บันไดสู่ความก้าวหน้าของข้าราชการครู กทม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- วิเศษ ชินวงศ์. (2544 ,พฤษภาคม). "การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ" วารสารวิชาการ. 4(5) : 22-29
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). สาระและมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- _____. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3) และ ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 3 – 6). กรุงเทพฯ: สถาบันฯ

- สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). *การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องอนุพันธ์และฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* ปรินญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สาโรจน์ แผงยัง. (2529). *เทคโนโลยีการผลิตสื่อการสอน หลักการและทฤษฎีที่นำไปใช้*. กรุงเทพฯ: มปพ.
- สาโรช บัวศรี. (2521). *หนังสือความรู้สำหรับครูเรื่อง บูรณาการ*. กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2533). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ ปัญหา*. ปรินญานิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต(การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมานิน รุ่งเรืองธรรม. (2522). *กลวิธีการสอน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม.
- _____. (2526). *กลวิธีการสอน*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม.
- สมิตร คุณานุกร.(2518). *หลักสูตรและการสอน*. กรุงเทพฯ: ขบวนการพิมพ์.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล.(2545). *จิตวิทยาการศึกษา.พิมพ์ครั้งที่ 5*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ. (2544). *เรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- _____. (2545).19 *วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- เสริมศรี ไชยศร และคนอื่นๆ. (2526). *รายงานการวิจัยเรื่องการบูรณาการหลักสูตร : ลักษณะของ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นและปัญหาการจัดในเขตการศึกษา 8*. เชียงใหม่: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *ความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษาของ ประเทศไทย ปี 2544*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สำนักโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. (2540). *คู่มือฝึกอบรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนแบบ หน่วยบูรณาการ วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- ลำลี รักสุทธิและคณะ. (2544). *เทคนิควิธีการพัฒนาหลักสูตรแบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: ธนรัช การพิมพ์.
- เลาฉวนี๋ย ลิกซาบัณฑิต. (2528). *เทคนิคทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- อนันต์ โพธิกุล. (2543). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการกับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อิทธิพงษ์ ดุสิตพันธ์. (2538). *การสร้างชุดการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรรถ มูลคำ และคนอื่นๆ. (2542). *Child Center : Storyline Method การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ที.พี. พรินท์.
- อุดม เขยทิวศ์. (2545). *หลักสูตรท้องถิ่น : ยุทธศาสตร์การปฏิรูปการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: บรรณกิจ 1991.
- Arvanis, Harry R. (2003.October). *Extent of use and obstacles faced by teachers in the integration of the graphing calculator into Algebra I classes : Survey of Illinois high schools mathematics teachers*. (Online). Available: <http://wwwlib.umi.com>. Retrieved November 29, 2003.
- Bellard, Jame William. (2001, March). Student ' Use of Multiple Representations in Mathematical Problem Solving, *Dissertation Abstracts International*. 61(9) : 3496
- Boschmans, Barbara. (2003.August). *Technology integration in mathematics for prospective elementary teachers*. (Online). Available: <http://wwwlib.umi.com>. Retrieved November 29, 2003.
- Brawley. Olethe Daniels. (1975, January) . A Study to Evaluating the Effects of Using Multimedia Instructional Modules to Teach Time-Telling to Retarded Learners. *Dissertation Abstracts*. 35(7) : 4280 – A
- Burkett, Denine Carol. (1998, August). Making Connections Between the Tabular, Symbolic, and Graphical Representation in the Context of Writing Activities Used During Instruction of Function. *Dissertation Abstracts Online*. 60(2) : 320
- Burry-Stock, Judith A. and others. (1996, April). Rater Agreement Indexes for Performance Assessment. *Educational and Psychological Measurement*. 56(2): 251-262.
- Cardarelli, Sally M. (1973). *Individualized Instruction Program Materials*. New York: McGraw-Hill.

- Duane, James E. (1973). *Individualized Instruction Program Materials*. Englewood Cliffs, N.J. : Educational Technology Publication.
- Edwards, Clifford H. (1975, February). Changing Teacher Behavior through Self- Instruction and Supervised Micro Teaching in a Competency Based Program,' *the Journal of Educational Research*. 68(6) : 219-222
- Erion, Ralph Lloyd.(1986, April). "The Effect of Mode of Representation and Presentation Complexity on Performance in a Problem Situation by Preservice Elementary School Teachers,". *Dissertation Abstracts Online*. 46 (10) : 2952
- Fan, Chung –Teh. (1952). *Item Analysis Table*. Princeton, New Jersey : Educational Testing Service.
- Ferguson, George A. (1971). *Statistical Analysis in Psychology and Education*. 4th ed. Tokyo : McGraw-Hill.
- Good, Carter V.(1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York : McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Greeno, James G. and Hall, Roger B. (1997, January). Practicing Representation : Learning with and about Representation Form. *Phi Delta Kappan*. 78(5) : 361-367
- Hail, Christopher Jason. (2001, January). "The Effect of Using Multiple Representations on Students Knowledge and Perspective of Basic Algebraic Concepts.," *Dissertation Abstracts Online*. 61(7) : 2636
- Hines, Mary Ellen. (1999, March). Analysis of Process Use by Middle - School Students to Interpret Function Embedded in Dynamic Physical Models and Represented In Tables, Equation, and Graph (Function Interpretation, Embedded function). *Dissertation Abstracts Online*. 59(9) : 3384
- Houston Robert W. and others. (1972). *Developing Instruction Modules A Modulate System for Writing Modules*. College of Education, Texas: University of Houston.
- Joyce, Bruce R. and Weil ,Marsha . (1986). *Model of Teaching*. (3th ed). London : Prentice-Hall International Editions.
- Kemp, J.E. and Dayton ,D.K. (1985). *Planning and Producing Instructional Media*. (5th ed). New York : Harper and Row.

- Kirkpatrick, Dean Alan. (2002.October). *Study of factors that impact technology integration into the high school math curriculum*. (Online). Available: <http://wwwlib.umi.com>. Retrieved November 29, 2003.
- Lardizabal, Amparo S.; et al.(1970). *Methods and Principles of Teaching*. Quezon City : Alemar – Phoenix.
- Meeks E. B. (1972). Learning Packages Verbal Conventional Method of Instruction. *Dissertation Abstracts International*. 33 (7) : 4295 – 4298
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000) . *Principles and Standards of School Mathematics* . Reston. Va : NCTM.
- Noll, Rhona Susan. (1983). Effects of Verbal Cueing and a Visual Representation on Percent Problem-solving Performance of Remedial Adult. *Dissertation Abstracts Online*. p. 43-12A
- O'keefe, Jame Joseph. (1993,March). Using Dynamic Representation to Enhance Students' Understanding of the Concept of Function (Students Understanding). *Dissertation Abstracts Online*. 53(9) : 3133
- Prescott, Danial A.(1961). Report of Conference on Child Students. *Education Bulletin*, Bangkok : Faculty of Education. Chulalongkorn University.Inc.
- Rittle-John, Bethany. (1999). Iterative Development of Conceptual and Procedural Knowledge :A Framework for Understanding Knowledge Change (Learning, Problem Representation). *Dissertation Abstracts Online*. p. 60-06A
- Schultz, Jame E. and Michael S. Water. (2000,September). " Why Representations?," *The Mathematics Teacher*. 93(6): 448-453.
- Terrell. (1979,July). "A Study of the Integration of English Skills into the Business - Education Curriculum of Public Post – Secondary School.," *Dissertation Abstracts International*. 40(1): 74 – A.
- Vivas, David A. (1985, September). "The Design and Evaluation of a Course in Thinking Operation for First Graders in Venezuela.," *Dissertation Abstracts International*. 46(3) : 603 – A

- Werner, Linnette Robin. (2002.January) *Using dance to teach math : The effects of a co-teaching arts integration model on teacher practice and student learning.* (Online). Available: <http://wwwlib.umi.com>. Retrieved November 29, 2003.
- Wilson, James W.(1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. *in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning.* P.643 – 696. Edited by Benjamin S. Bloom. U.S.A., McGraw – Hill.
- Wilson, Cynthia Louise. (1989, August). " An Analysis of a Direct Instruction Produce in Teaching Word Problem – Solving to Learning Disabled Students.," *Dissertation Abstracts International.* 50 (02A) : 416

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตารางค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ตารางค่าความยาก (P_e) และค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง 6 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วน และร้อยละ จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.69	0.56	11	0.59	0.52
2	0.74	0.52	12	0.65	0.63
3	0.72	0.56	13	0.43	0.56
4	0.59	0.67	14	0.63	0.37
5	0.50	0.56	15	0.57	0.48
6	0.65	0.70	16	0.41	0.22
7	0.70	0.59	17	0.57	0.63
8	0.61	0.70	18	0.44	0.44
9	0.44	0.67	19	0.44	0.22
10	0.57	0.56	20	0.44	0.44

ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) = 0.82

ตาราง 7 ค่าความยาก (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 5 ข้อ

ข้อที่	P_E	D
1	0.56	0.20
2	0.75	0.35
3	0.36	0.56
4	0.31	0.34
5	0.36	0.39

ค่าความเชื่อมั่น (α) = 0.73

ภาคผนวก ข

1. ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง
2. ตารางคะแนนหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์จำนวน 5 ชุด
3. ตารางคะแนนแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและระหว่างการทดลอง
4. ตารางคะแนนการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและระหว่างการทดลอง

ตาราง 8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

คนที่	กลุ่มทดลอง (40 คะแนน)			คนที่	กลุ่มทดลอง (40 คะแนน)		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	24	37	13	26	21	34	13
2	22	40	18	27	30	40	10
3	8	23	15	28	36	39	3
4	24	40	16	29	15	36	21
5	26	39	13	30	14	37	23
6	21	37	16	31	21	31	10
7	14	34	20	32	15	31	16
8	36	39	3	33	34	39	5
9	30	39	9	34	21	36	15
10	29	40	11	35	24	33	9
11	34	39	5	36	31	40	9
12	19	38	19	37	17	30	13
13	16	35	19	38	34	38	4
14	14	26	12	39	21	35	14
15	21	37	16	40	35	39	4
16	10	32	22	41	14	35	21
17	25	40	15	42	24	39	15
18	25	39	14	43	16	36	20
19	35	39	4	44	17	37	20
20	16	37	21	45	18	30	12
21	16	37	21	46	21	35	14
22	19	37	18	47	13	35	22
23	34	40	6	48	32	39	7
24	22	37	15	49	25	36	11
25	25	39	14	50	29	33	4

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \\
 &= \frac{670}{\sqrt{\frac{(50 \times 10630) - (670)^2}{50-1}}} \\
 &= \frac{670}{\sqrt{\frac{531500 - 448900}{49}}} \\
 &= \frac{670}{\sqrt{\frac{82600}{49}}} \\
 &= \frac{670}{41.06} \\
 &= 16.32^{**}
 \end{aligned}$$

$$t_{.01} = 2.04, df = 49$$

ตาราง 9 คะแนนหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดย
การใช้ตัวแทน ชุดที่ 1 อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด เรียน (30 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบย่อย (15 คะแนน)	คนที่	คะแนนแบบฝึก หัดระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบ ย่อย (15 คะแนน)
1	30	15	26	30	15
2	29	12	27	29	10
3	27	10	28	25	15
4	19	14	29	28	13
5	19	15	30	28	14
6	25	8	31	28	13
7	19	13	32	29	14
8	29	15	33	30	12
9	30	14	34	28	12
10	26	15	35	18	10
11	28	15	36	29	14
12	30	15	37	30	15
13	29	5	38	28	12
14	30	10	39	29	15
15	25	14	40	28	12
16	30	11	41	28	14
17	30	15	42	29	9
18	28	13	43	30	15
19	28	14	44	23	11
20	29	14	45	26	14
21	24	13	46	29	15
22	28	15	47	22	14
23	30	15	48	24	6
24	28	15	49	24	15
25	28	15	50	24	15

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 = \frac{\frac{1374}{50}}{30} \times 100 = 91.60$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 = \frac{\frac{654}{50}}{15} \times 100 = 87.20$$

ตาราง 10 คะแนนหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ

โดยการใช้ตัวแทน ชุดที่ 2 อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

คนที่	คะแนนแบบฝึก ระหว่างเรียน (13 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบย่อย (10 คะแนน)	คนที่	คะแนนแบบฝึก ระหว่างเรียน (13 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบ ย่อย (10 คะแนน)
1	12	8	26	11	10
2	12	7	27	13	9
3	10	7	28	11	9
4	9	10	29	11.5	9
5	12.5	8.5	30	13	8
6	12	8	31	12	8
7	12	9	32	13	8
8	13	9	33	11	6.5
9	12.5	8	34	9.5	9
10	12	10	35	13	8
11	13	9	36	13	8
12	10.5	9	37	9.5	10
13	13	8	38	13	9
14	12.5	6	39	13	10
15	13	8	40	12.5	9
16	13	5	41	11.5	8
17	13	9	42	13	4.5
18	12	9	43	11	10
19	12	9	44	12.5	8
20	13	8	45	11	10
21	13	9	46	11.5	9
22	12.5	9	47	11	9
23	12	10	48	13	9
24	12.5	10	49	9	9
25	13	9	50	11	9

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 = \frac{\frac{598.5}{50}}{13} \times 100 = 92.08$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 = \frac{\frac{427.5}{50}}{10} \times 100 = 85.50$$

ตาราง 11 คะแนนหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้
ตัวแทน ชุดที่ 3 สัดส่วน

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด เรียน (28 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบย่อย (20 คะแนน)	คนที่	คะแนนแบบฝึก ระหว่างเรียน (28คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบ ย่อย (20 คะแนน)
1	27	20	26	28	18
2	20	12	27	23	15
3	19	13	28	28	20
4	20	18	29	28	18
5	24	17	30	28	16
6	20	16	31	27	16
7	19	14	32	28	13
8	28	18	33	28	18
9	26	16	34	27	16
10	28	20	35	25	15
11	28	20	36	23	16
12	24	20	37	28	20
13	24	20	38	28	16
14	25	20	39	28	20
15	28	16	40	25	16
16	28	14	41	28	15
17	28	20	42	19	16
18	28	16	43	28	18
19	28	15	44	19	16
20	26	16	45	23	14
21	28	16	46	28	16
22	28	12	47	25	18
23	28	16	48	19	16
24	28	20	49	28	20
25	24	16	50	21	16

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 = \frac{\frac{1274}{50}}{28} \times 100 = 91.00$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 = \frac{\frac{839}{50}}{20} \times 100 = 83.90$$

ตาราง 12 คะแนนหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้
ตัวแทน ชุดที่ 4 ร้อยละ

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (40 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบย่อย (15 คะแนน)	คนที่	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (40 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบย่อย (15 คะแนน)
1	31	12	26	40	15
2	32	12	27	36	9
3	33	14	28	40	14
4	35	14	29	37	15
5	37	14	30	39	14
6	30	13	31	25	9
7	34	8	32	32	11
8	39	15	33	31	11
9	29	12	34	36	15
10	40	15	35	28	8
11	33	15	36	27	13
12	35	14	37	40	15
13	31	10	38	29	11
14	34	10	39	39	14
15	24	12	40	34	13
16	35	8	41	40	14
17	40	15	42	14	12
18	36	13	43	36	13
19	39	15	44	25	11
20	39	14	45	25	15
21	31	13	46	36	12
22	39	15	47	31	13
23	26	13	48	33	12
24	32	14	49	39	14
25	35	13	50	30	15

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 = \frac{\frac{1655}{50}}{40} \times 100 = 82.75$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 = \frac{\frac{641}{50}}{15} \times 100 = 85.47$$

ตาราง 13 คะแนนหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ
โดยการใช้ตัวแทน ชุดที่ 5 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

คนที่	คะแนนแบบฝึกระหว่างเรียน (16 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบย่อย (16 คะแนน)	คนที่	คะแนนแบบฝึกระหว่างเรียน (16 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบย่อย (16 คะแนน)
1	16	14	26	14	14
2	11	11	27	14	14
3	11	12	28	15	15
4	12	14	29	14	14
5	16	12	30	9	9
6	11	10	31	9	9
7	12	14	32	13	13
8	15	12	33	13	13
9	13	12	34	15	15
10	16	16	35	16	16
11	14	16	36	14	14
12	14	14	37	12	12
13	10	14	38	14	14
14	16	12	39	14	14
15	16	14	40	9	9
16	10	12	41	12	12
17	15	16	42	12	12
18	15	16	43	13	13
19	15	12	44	14	14
20	16	14	45	11	11
21	10	10	46	14	14
22	14	14	47	12	12
23	10	10	48	12	12
24	13	13	49	12	12
25	14	14	50	16	16

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 = \frac{\frac{658}{50}}{16} \times 100 = 82.25$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 = \frac{\frac{664}{50}}{16} \times 100 = 83.00$$

ตาราง 14 คะแนน (X) และกำลังสองของคะแนน(X^2) จากแบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ก่อนทดลองและระหว่างการทดลอง

คนที่	ก่อนการทดลอง		สัปดาห์ที่ 1		สัปดาห์ที่ 3		สัปดาห์ที่ 6	
	X	X^2	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_3	X_3^2
1	18	324	25	625	38	1444	44	1936
2	15	225	22	484	32	1024	43	1849
3	12	144	19	361	32	1024	42	1764
4	11	121	16	256	30	900	42	1764
5	12	144	15	225	30	900	41	1681
6	10	100	17	289	35	1225	41	1681
7	13	169	17	289	30	900	42	1764
8	15	225	25	625	35	1225	44	1936
9	15	225	17	289	33	1089	44	1936
10	17	289	29	841	43	1849	45	2025
11	15	225	21	441	27	729	42	1764
12	16	256	20	400	30	900	42	1764
13	19	361	21	441	30	900	42	1764
14	17	289	19	289	29	841	41	1681
15	20	400	25	625	36	1296	43	1849
16	15	225	19	361	28	784	38	1444
17	16	256	27	729	39	1521	44	1936
18	20	400	25	625	30	900	44	1936
19	23	529	27	729	34	1156	42	1764
20	14	196	21	441	36	1296	41	1681
21	16	256	20	400	30	900	42	1764
22	17	289	24	576	30	900	41	1681
23	22	484	23	529	30	900	40	1600
24	18	324	28	784	37	1369	42	1764
25	19	361	22	484	30	900	40	1600

ตาราง 14 (ต่อ)

คนที่	ก่อนการทดลอง		สัปดาห์ที่ 1		สัปดาห์ที่ 3		สัปดาห์ที่ 6	
	X	X ²	X ₁	X ₁ ²	X ₂	X ₂ ²	X ₃	X ₃ ²
26	17	289	26	676	36	1296	43	1849
27	19	361	22	484	31	961	38	1444
28	21	441	29	841	39	1521	44	5476
29	14	196	29	841	35	1225	44	1936
30	17	289	26	676	31	961	37	1369
31	16	256	26	676	30	900	38	1444
32	19	361	22	484	35	1225	41	1681
33	18	324	23	529	33	1089	39	1521
34	17	289	28	784	35	1225	43	1849
35	19	361	20	400	30	900	35	1225
36	20	400	25	625	33	1089	38	1444
37	22	484	28	784	39	1521	43	1849
38	18	324	23	529	35	1225	42	1764
39	16	256	30	900	35	1225	40	1600
40	17	289	28	784	35	1225	42	1764
41	19	361	29	841	35	1225	44	1936
42	19	361	24	576	35	1225	42	1764
43	18	324	26	676	35	1225	41	1681
44	15	225	26	676	30	900	38	1444
45	16	256	23	529	34	1156	42	1764
46	21	441	23	529	35	1225	42	1764
47	22	484	25	625	32	1024	35	1225
48	16	256	24	576	35	1225	40	1600
49	20	400	28	784	35	1225	42	1444
50	18	324	23	529	35	1225	2063	85397
รวม	859	15369	1180	28492	1667	56115		
$\bar{x}$	17.18		23.60		33.34		41.26	
S.D.	3.53		3.63		3.31		2.38	

ตาราง 15 คะแนนการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทน
ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและระหว่างการทดลอง

คนที่	ก่อน ทดลอง	ลำดับที่			ผลต่างของคะแนนรายลำดับที่											
		1	3	6	ก่อน- 1	ก่อน- 3	ก่อน- 6	1 - 3	1 - 6	3 - 6	D_1^2	D_2^2	D_3^2	D_4^2	D_5^2	D_6^2
1	18	25	38	44	7	20	26	13	19	6	49	400	676	169	361	36
2	15	22	32	43	7	17	28	10	21	11	49	289	784	100	441	121
3	12	19	32	42	7	20	30	13	23	10	49	400	900	169	529	100
4	11	16	30	42	5	19	31	14	26	12	25	361	961	196	676	144
5	12	15	30	41	3	18	29	15	26	11	9	324	841	225	676	121
6	10	17	35	41	7	25	31	18	24	6	49	625	961	324	576	36
7	13	17	30	42	4	17	29	13	25	12	16	289	841	169	625	144
8	15	25	35	44	10	20	29	10	19	9	100	400	841	100	361	81
9	15	17	33	44	2	18	28	16	27	11	4	324	841	256	729	121
10	17	29	43	45	12	26	27	14	16	2	144	676	784	196	256	4
11	15	21	27	42	6	12	26	6	21	15	36	144	729	36	441	225
12	16	20	30	42	4	14	26	10	22	12	16	196	676	100	484	144
13	19	21	30	42	2	11	23	9	21	12	4	121	529	81	441	144
14	17	19	29	41	2	12	24	10	22	12	4	144	576	100	484	144
15	20	25	36	43	5	16	23	11	18	7	25	256	529	121	324	49
16	15	19	28	38	4	13	23	9	19	10	16	169	529	81	361	100
17	16	27	39	44	11	23	28	12	17	5	121	529	784	144	289	25
18	20	25	30	44	5	10	24	5	19	14	25	100	576	25	361	196
19	23	27	34	42	4	11	19	7	15	8	16	121	361	49	225	64
20	14	21	36	41	7	22	27	15	20	5	49	484	729	225	400	25
21	16	20	30	42	4	14	26	10	22	12	16	196	676	100	484	144
22	17	24	30	41	7	13	24	6	17	11	49	169	576	36	289	121
23	22	23	30	40	1	8	18	7	17	10	1	64	324	49	289	100
24	18	28	37	42	10	19	24	9	14	5	100	361	576	81	196	25
25	19	22	30	40	3	11	21	8	18	10	9	121	441	64	324	100

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	ก่อน ทดลอง	สัปดาห์ที่			ผลต่างของคะแนนรายสัปดาห์						ผลต่างของคะแนนรายสัปดาห์กำลังสอง					
		1	3	6	ก่อน- 1	ก่อน- 3	ก่อน- 6	1 - 3	1 - 6	3- 6	D_1^2	D_2^2	D_3^2	D_4^2	D_5^2	D_6^2
26	17	26	36	43	9	19	26	10	17	7	81	361	676	100	289	49
27	19	22	31	38	3	12	19	9	16	7	9	144	361	81	256	49
28	21	29	39	44	8	18	23	10	15	5	64	324	529	100	225	25
29	14	29	35	44	15	21	30	6	15	9	225	441	900	36	225	81
30	17	26	31	37	9	14	20	5	11	6	81	196	400	25	121	36
31	16	26	30	38	10	14	22	4	12	8	100	196	484	16	144	64
32	19	22	35	41	3	16	22	13	19	6	9	256	484	169	361	36
33	18	23	33	39	5	15	21	10	16	6	25	225	441	100	256	36
34	17	28	35	43	11	18	26	7	15	8	121	324	676	49	225	64
35	19	20	30	35	1	11	16	10	15	5	1	121	256	100	225	25
36	20	25	33	38	5	13	18	8	13	5	25	169	324	64	169	25
37	22	28	39	43	6	17	21	11	15	4	36	289	441	121	225	16
38	18	23	35	42	5	17	24	12	19	7	25	289	576	144	361	49
39	16	30	35	40	14	19	24	5	10	5	196	361	576	25	100	25
40	17	28	35	42	11	18	25	7	14	7	121	324	625	49	196	49
41	19	29	35	44	10	16	25	6	15	9	100	256	625	36	225	81
42	19	24	35	42	5	16	23	11	18	7	25	256	529	121	324	49
43	18	26	35	41	8	17	23	9	15	6	64	289	529	81	225	36
44	15	26	30	38	11	15	23	4	12	8	121	225	529	16	144	64
45	16	23	34	42	7	18	26	11	9	8	49	324	676	121	361	64
46	21	23	35	42	2	14	21	12	19	7	4	196	441	144	361	49
47	22	25	32	35	3	10	13	7	10	3	9	100	169	49	100	9
48	16	24	35	40	8	19	24	11	16	5	64	361	576	121	256	25
49	20	28	35	42	8	15	22	7	14	7	64	225	484	49	196	49
50	18	23	35	38	5	17	20	12	15	3	25	289	400	144	225	9

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

$$t = \frac{321}{\sqrt{\frac{50(2625) - (321)^2}{50-1}}} ; df = N-1$$

$$t = \frac{321}{\sqrt{\frac{131250 - 103041}{49}}} ; df = N-1$$

$$t = \frac{321}{23.99} ; df = N-1$$

$$t = 13.38^{**}$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาคผนวก ค

1. โครงการสอน
2. คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน
3. แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มทดลองโดยการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

โครงการสอนวิชาคณิตศาสตร์

รายวิชาคณิตศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

จุดประสงค์การเรียนรู้ประจำบท เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. เขียนอัตราส่วนแทนอัตราและแทนการเปรียบเทียบได้
2. หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ได้
3. ตรวจสอบดูว่าอัตราส่วนที่กำหนดให้เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่
4. เขียนอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน แทนอัตราและแทนการเปรียบเทียบได้
5. ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวนแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
6. หาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนที่กำหนดให้
7. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วนได้
8. เขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละได้
9. เขียนร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วนได้
10. แก้ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้
11. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้
12. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการซื้อขาย กำไร ลดราคา ขาดทุนได้
13. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการซื้อขาย ต้นทุนสินค้าที่ติดราคาขายได้
14. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยเงินฝากได้
15. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยเงินกู้
16. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาได้

บทเรียนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละนี้มี 5 หัวข้อ 20 คาบ ดังนี้

- | | |
|--|-----------|
| 1. ทดสอบก่อนเรียน | 1 ชั่วโมง |
| 2. อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน | 2 ชั่วโมง |
| 3. อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน | 2 ชั่วโมง |
| 4. สัดส่วน | 3 ชั่วโมง |
| 5. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ | 7 ชั่วโมง |
| 6. ทดสอบหลังเรียน | 1 ชั่วโมง |

รวม

20 ชั่วโมง

คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นชุดการเรียนรู้การสอนที่ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตัวเอง นักเรียนเรียนรู้จากการทำใบกิจกรรม นักเรียนใช้การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยกันคิด คำนวณ ตอบคำถาม อภิปราย และสรุปความรู้ด้วยตนเอง ชุดการเรียนรู้การสอนนี้เป็นชุดการเรียนรู้ที่ได้บูรณาการวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น เช่น ภาษาอังกฤษ ศิลปศึกษา และชุดการเรียนรู้ยังส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน โดยมีบทบาทเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและชี้แนะ และตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย มีการอภิปรายกลุ่ม ตลอดจนการฝึกให้นักเรียนมีความสามัคคี ความรับผิดชอบและมีวินัยในตนเอง

วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้การสอน

คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน เป็นส่วนอธิบายรายละเอียดของการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน
ชื่อชุดการเรียนรู้การสอน

คำชี้แจง อธิบายจุดมุ่งหมายของชุดการเรียนรู้การสอนและลักษณะของชุดการเรียนรู้การสอน
จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังจากการทำชุดการเรียนรู้การสอนจบลง
เวลาที่ใช้ เป็นส่วนหนึ่งที่บอกเวลาทั้งหมดในการทำชุดการเรียนรู้การสอน

สื่อ เป็นส่วนที่ระบุว่าในชุดการเรียนรู้การสอนนี้มีวัสดุ-อุปกรณ์อะไรบ้าง

เนื้อหาสาระ เป็นส่วนที่อธิบายความรู้กับผู้เรียน

กิจกรรม เป็นส่วนที่กำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์

โดยการจัดกิจกรรมแบบบูรณาการ ที่ผู้สอนสร้างความสนใจหรือชี้ประเด็นให้ผู้เรียนตระหนักถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นหรือประสบอยู่ ผู้เรียนวางแผนหรือพิจารณาการแก้ปัญหา โดยมีการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม และมีการอภิปรายร่วมกัน มีการเชื่อมโยงกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม เพื่อตอบปัญหาหรือแก้ปัญหา ครูผู้สอนจะคอยเป็นผู้ชี้แนะความถูกต้องและเชื่อมโยงการแก้ปัญหา หรือพัฒนางานของแต่ละกลุ่มให้สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

การประเมิน เป็นส่วนที่ผู้เรียนประเมินความรู้ความสามารถของตนเอง หลังจากที่ได้ศึกษาชุดการเรียนรู้การสอน โดยประเมินจากแบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้การสอน

ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยการใช้ตัวแทนมีทั้งหมด 5 ชุด เรียงลำดับต่อเนื่องจากง่ายไปยากตามลำดับดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน | เวลา 2 ชั่วโมง |
| 2. อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน | เวลา 2 ชั่วโมง |
| 3. สัดส่วน | เวลา 3 ชั่วโมง |
| 4. ร้อยละ | เวลา 4 ชั่วโมง |
| 5. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ | เวลา 7 ชั่วโมง |

ในการศึกษาชุดการเรียนรู้การสอนนักเรียนจะต้องอ่านคำชี้แจงให้ชัดเจนและปฏิบัติตามคำชี้แจงอย่างเคร่งครัด

การดำเนินการจัดกิจกรรม

- นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ไปทดสอบกับนักเรียน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง แล้วบันทึกคะแนนจากการทดสอบเป็นคะแนนก่อนเรียน
- ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนตามขั้นตอนในแผนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ
- เมื่อสิ้นสุดการทำกิจกรรมในแต่ละชุดการเรียนรู้ นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยประจำชุดเป็นรายบุคคล
- ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ หลังจากที่นักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้การสอนทั้ง 5 ชุด ใช้เวลา 1 ชั่วโมง แล้วบันทึกผลการสอบเป็นคะแนนหลังเรียน

ข้อเสนอแนะในการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน

บทบาทครู

- ครูศึกษาชุดการเรียนรู้การสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชุดการเรียนรู้การสอนอย่างละเอียดเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการปฏิบัติกิจกรรม
- เตรียมเอกสารและสื่อการสอนให้พร้อม

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง เตรียมคำถามหลักหรือคำถามสำคัญที่กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์และลงมือปฏิบัติ

4. ครูเป็นผู้สังเกตการทำกิจกรรมเหมือนพี่เลี้ยงผู้ให้คำแนะนำ เพื่อตรวจสอบผลย้อนกลับ เตรียมการแก้ไขเมื่อจำเป็น

5. เป็นผู้เสริมแรงเพื่อให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการ

6. ครูคอยกำกับดูแลให้กิจกรรมดำเนินไปอย่างต่อเนื่องและสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นบรรยากาศในการเรียนรู้

7. ครูคอยสังเกตและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างต่อเนื่องและสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้เหมาะสมในการเรียนรู้

บทบาทผู้เรียน

1. ปฏิบัติตามคำชี้แจงในชุดการเรียนรู้การสอนอย่างเคร่งครัด

2. ฝึกการแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน ครู และแหล่งการเรียนรู้อื่นๆ

3. ในขณะที่นักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้การสอน หากพบปัญหาหรือข้อสงสัยให้ปรึกษา

ครูผู้สอน

4. มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง และให้ความร่วมมือกับสมาชิกกลุ่มในการปฏิบัติกิจกรรม

5. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองในการทบทวนทดสอบย่อยประจำชุด

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ช่วงชั้นที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

วิชาคณิตศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2547

เรื่องอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน

จำนวน 2 ชั่วโมง

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1.1.1 เขียนอัตราส่วนหลายๆ จำนวนแทนอัตราและแทนการเปรียบเทียบได้

1.1.2 เปรียบเทียบจำนวนหลายๆ จำนวนโดยใช้อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน

1.2 ด้านทักษะ /กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1.2.1 แก้ปัญหา

1.2.2 ให้เหตุผล

1.2.3 สื่อสารและนำเสนอ

1.2.4 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

1.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1.3.1 ความรับผิดชอบ

1.3.2 ความมีระเบียบวินัย

1.3.3 ความสามัคคี

2. สาระการเรียนรู้

อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน

ในชีวิตประจำวันเรามักจะพบอยู่บ่อยๆ ถึงการผสมสิ่งต่างๆ ตามที่เราต้องการ ซึ่งการผสมต้องใช้สิ่งของตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไป

ผู้เรียนพิจารณาส่วนผสมของน้ำส้มคั้นต่อไปนี้

น้ำส้ม 1 ถ้วย

เกลือป่น $\frac{1}{3}$ ช้อนชา

น้ำเชื่อม 3 ช้อนโต๊ะ

จากส่วนผสมดังกล่าว จะเห็นได้ว่าในการทำน้ำส้มคั้นมีส่วนผสมมากกว่า 2 อย่างขึ้นไป

ผู้เรียนพิจารณาส่วนผสมข้างต้นแล้ว เราสามารถเขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณของส่วนผสมต่างๆ ได้ดังนี้

จำนวนน้ำส้มคั้นเป็นถ้วยต่อจำนวนเกลือป่นเป็นช้อนชา เป็น $1 : \frac{1}{3}$

จำนวนเกลือป่นเป็นช้อนชาต่อจำนวนน้ำเชื่อมเป็นช้อนโต๊ะ เป็น $\frac{1}{3} : 1$

นอกจากนี้เราสามารถเขียนอัตราส่วนเปรียบเทียบส่วนผสมทั้งสามส่วนได้ดังนี้

จำนวนน้ำส้มเป็นถ้วยต่อจำนวนเกลือป่นเป็นช้อนชาต่อจำนวนน้ำเชื่อมเป็นช้อนโต๊ะ เป็น $1 :$

$\frac{1}{3} : 3$

หรืออาจเขียนว่า จำนวนน้ำส้มต่อจำนวนเกลือป่นต่อจำนวนน้ำเชื่อมเป็น 1 ถ้วย ต่อ $\frac{1}{3}$

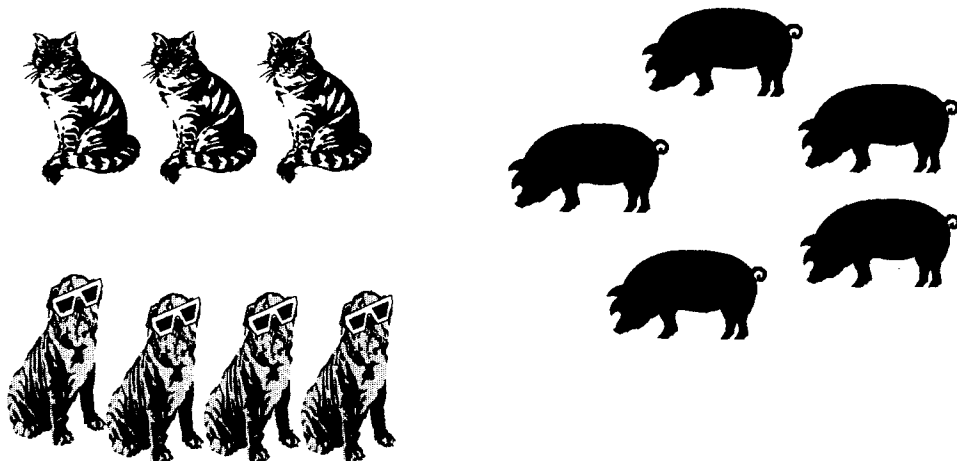
ช้อนชา ต่อ 3 ช้อนโต๊ะ เราเรียกอัตราส่วนเช่นนี้ว่า "อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน "

การเขียนอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน ตำแหน่งของจำนวนมีความสำคัญเช่นเดียวกับ อัตราส่วนของจำนวนสองจำนวน กล่าวคือ

ถ้าส่วนสูงของตึกเป็น 155 เซนติเมตร ส่วนสูงของตแต่งเป็น 165 เซนติเมตร และส่วนสูงของ ตึก เป็น 170 เซนติเมตร ถ้าเราเขียนอัตราส่วนส่วนสูงของตึกต่อส่วนสูงของตแต่งต่อส่วนสูงของตึก จะได้

$155 : 165 : 170$
 $\downarrow \quad \quad \downarrow \quad \quad \downarrow$
 ส่วนสูงของตึก ส่วนสูงของตแต่ง ส่วนสูงของตึก

การเขียนตำแหน่งของส่วนสูง ต้องเป็นลำดับเดียวกับสิ่งที่โจทย์กำหนด จึงจะเป็นอัตราส่วนที่ ถูกต้อง



จากจำนวนสัตว์ต่างๆ เราสามารถเขียน

อัตราส่วนของจำนวนสุนัขต่อจำนวนแมวต่อจำนวนหมู เป็น 4 : 3 : 5

อัตราส่วนของจำนวนแมวต่อจำนวนสุนัขต่อจำนวนหมู เป็น 3 : 4 : 5

อัตราส่วนของจำนวนหมูต่อจำนวนแมวต่อจำนวนสุนัข เป็น 5 : 3 : 4

อัตราส่วนของจำนวนสุนัขต่อจำนวนแมวต่อจำนวนสัตว์ทั้งหมด เป็น 4 : 3 : 12

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นนำ (ประมาณ 5 นาที)

1.1 ครูเริ่มกิจกรรมด้วยการสนทนาเกี่ยวกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน เช่นถามนักเรียนว่า ถ้านักเรียนจะทำน้ำส้มคั้น 1 แก้วนักเรียนจะใช้ส่วนผสมอะไรบ้าง การทำขนมหม้อแกง เป็นต้น

1.2 ครูแจกชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนชุดที่

2 ตอนที่ 1 เรื่องอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน

1.3 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบโดยดูจากชุดการเรียนรู้

2. ขั้นปฏิบัติ

2.1 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4-6 คน (ใช้กลุ่มเดิม)

2.2 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1

2.3 นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2/1

3. ขั้นสรุป

3.1 ครูรวบรวมผลงานกลุ่ม

3.2 นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่ม

3.3 สุ่มนักเรียนนำเสนอผลงานกลุ่ม

3.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปการทำใบกิจกรรมที่ 2/1

4. ขั้นประเมินผล

ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบขั้นตอนการทำงานกลุ่ม ซึ่งครูจะต้องทำความเข้าใจกับนักเรียนทุกคนในเรื่องการทำงานที่เน้นความเชื่อเพื่อเชื่อแผ่ และมีน้ำใจในการทำงาน หลังจากนั้นวิเคราะห์ข้อบกพร่องต่างๆ ของแต่ละกลุ่ม ในการทำงานกลุ่มโดยครูนำแบบประเมินที่ได้ทำการประเมินนักเรียนออกมาให้นักเรียนได้ทราบและทำการวิเคราะห์และหาวิธีการในการแก้ไขเพื่อการเรียนในชั่วโมงต่อไป

ชั่วโมงที่ 2

1. ชำนาญ

1.1 ครูทบทวนความรู้เรื่องอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน โดยซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอัตราส่วนหลายๆ จำนวน สามารถทำได้อย่างไร

1.2 ครูแจกชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการใช้ตัวแทนชุดที่ 2 ตอนที่ 2

1.3 ครูแจ้งจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบโดยดูจากชุดการเรียนรู้

2. ขั้นตอนปฏิบัติ

2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน (กลุ่มเดิม)

2.2 นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2/2

2.3 นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2/3

2.4 นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนชุดที่ 2

3. ขั้นสรุป

3.1 ครูรวบรวมงานของแต่ละกลุ่ม

3.2 สุ่มนักเรียนนำเสนอผลงานการทำใบกิจกรรมที่ 2/2 , 2/3

3.3 นักเรียนอภิปรายผลและตรวจคำตอบแบบฝึกหัดระหว่างเรียนชุดที่ 2

3.4 นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยประจำชุดที่ 2 เป็นรายบุคคล (20 นาที)

4. ขั้นประเมินผล

ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบขั้นตอนการทำงานของแต่ละกลุ่ม ซึ่งครูจะต้องทำความเข้าใจกับนักเรียนทุกคนในเรื่องการทำงานที่เน้นความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ และมีน้ำใจในการทำงาน หลังจากนั้นวิเคราะห์ข้อบกพร่องต่างๆ ของแต่ละกลุ่ม ในการทำงานกลุ่มโดยครูนำแบบประเมินที่ได้ทำการประเมินนักเรียนออกมาให้นักเรียนได้ทราบและทำการวิเคราะห์และหาวิธีการในการแก้ไขเพื่อการเรียนในชั่วโมงต่อไป

4. สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 2/1 , 2/2 , 2/3

2. แบบฝึกหัดระหว่างเรียนชุดที่ 2

3. แผ่นโป่งใส

4. ลูกปัดสีต่างๆ

5. กล่องพลาสติก

6. ยางยืด

5. การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. แบบฝึกหัดระหว่างเรียนชุดที่ 2 2. แบบทดสอบย่อยประจำชุดที่ 2 3. แบบประเมินการทำงานกลุ่ม 4. แบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทน	ถูกต้อง 80 % ขึ้นไป คะแนนรวม 80 % ขึ้นไป คะแนนรวม 80 % ขึ้นไป	1. แบบฝึกหัดระหว่างเรียนชุดที่ 2 2. แบบทดสอบย่อยประจำชุดที่ 2 3. ใบกิจกรรมที่ 2/1 - 2/3

6. บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

...

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความรับผิดชอบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-ส่งงานหรือตรงเวลาคำหมาย -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัยและแนะนำ ชักชวนผู้อื่นปฏิบัติได้
2 ดี	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่มีการติดต่อชี้แจงกับครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด -ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ

2. ความมีระเบียบวินัย

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-สมุดงาน ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	-สมุดงาน ชิ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	-สมุดงาน ชิ้นงาน ไม่ค่อยสะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

3. การทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน -จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน-หลัง ถูกต้องครบถ้วน
2 ดี	-มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน แต่ผิดพลาดบ้าง -จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน-หลัง ได้บางส่วน
1 พอใช้	-ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข -ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ

แบบประเมินผลงานกลุ่ม

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

[illegible]

เกณฑ์การให้คะแนน		
ทำงานเสร็จตรงเวลา	หมายถึง	นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด
	2 หมายถึง	นักเรียนทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด
	1 หมายถึง	นักเรียนบางคนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด
	0 หมายถึง	นักเรียนทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด
ความกระตือรือร้น	หมายถึง	นักเรียนตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
	2 หมายถึง	นักเรียนทุกคนตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
	1 หมายถึง	นักเรียนบางคนตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
	0 หมายถึง	นักเรียนทุกคนไม่ตั้งใจเรียน คุย เล่น หรือง่วง
ตรวจสอบงาน	หมายถึง	นักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
	2 หมายถึง	นักเรียนทุกคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
	1 หมายถึง	นักเรียนบางคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
	0 หมายถึง	นักเรียนทุกคนไม่ตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
อภิปรายร่วมกัน	หมายถึง	นักเรียนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
	2 หมายถึง	นักเรียนทุกคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
	1 หมายถึง	นักเรียนบางคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
	0 หมายถึง	นักเรียนทุกคนไม่ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม

ความสำเร็จของงาน	หมายถึง	ผลของการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม
2 หมายถึง		ทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมได้ถูกต้อง
1 หมายถึง		ทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมไม่ถูกต้อง
0 หมายถึง		ไม่ทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน



ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยใช้ตัวแทน

ชุดที่ 2

เรื่อง

อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน

เวลา

120 นาที

โรงเรียน.....

ชื่อ.....นามสกุล.....

ชั้น ม 2/.....เลขที่.....

ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน

ชุดที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน

คำชี้แจง ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน ชุดที่ 2 เรื่องอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน มี 3 ตอน

ตอนที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน (ใช้เวลาประมาณ 40 นาที)

นักเรียนแต่ละกลุ่มฟังครูอธิบายและศึกษาเนื้อหาเรื่องอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่องอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน และศึกษากิจกรรมที่ 1 และปฏิบัติการทำใบกิจกรรมที่ 2/1 นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของคำสั่งในชุดการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนชุดที่ 2 ตอนที่ 1 เมื่อทำเสร็จแล้วให้นักเรียนส่งผลงานกลุ่มใบกิจกรรมละ 1 ใบ หลังจากหมดเวลาในการทำกิจกรรมและนักเรียนกลุ่มใดมีข้อสงสัย ชักถามครูได้ตลอดเวลา

ตอนที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน (ต่อ) (ใช้เวลาประมาณ 30 นาที)

นักเรียนแต่ละกลุ่มฟังครูอธิบายและศึกษาเนื้อหาอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน จากการทำกิจกรรมที่ 2 และ 3 ใบกิจกรรมที่ 2/2 , ใบกิจกรรมที่ 2/3 และศึกษาใบความรู้ พร้อมทั้งแบบฝึกหัดระหว่างเรียนชุดที่ 2 นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของคำสั่งในชุดการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนชุดที่ 2 ตอนที่ 2 เมื่อทำเสร็จแล้วให้นักเรียนส่งผลงานกลุ่มใบกิจกรรมละ 1 ใบ หลังจากหมดเวลาในการทำกิจกรรมและนักเรียนกลุ่มใดมีข้อสงสัย ชักถามครูได้ตลอดเวลา

ตอนที่ 3 แบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนชุดที่ 2 (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เขียนอัตราส่วนของจำนวนแทนอัตราและแทนการเปรียบเทียบได้
2. เปรียบเทียบจำนวนหลายๆ จำนวน โดยใช้อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน

เวลาที่ใช้ 80 นาที

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1
2. ใบกิจกรรมที่ 2/1 , 2/2 , 2/3
3. แบบฝึกหัดระหว่างเรียนชุดที่ 2
4. แบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนรู้การสอนที่ 2

ตอนที่ 1 อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน (40 นาที)

ผู้เรียนศึกษาใบความรู้แล้วทำกิจกรรมและกรอกข้อมูลลงในใบกิจกรรม

ใบความรู้ที่ 1

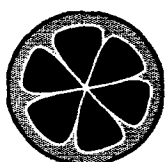
เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน (10 นาที)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย อัตราส่วนและร้อยละ ชั่วโมงที่ 1

ในชีวิตประจำวันเรามักจะพบอยู่บ่อยๆ ถึงการผสมสิ่งต่างๆ ตามที่เราต้องการ ซึ่งการผสมต้องใช้สิ่งของตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไป

ผู้เรียนพิจารณาส่วนผสมของน้ำส้มคั้นต่อไปนี้



น้ำส้ม 1 ถ้วย

เกลือป่น $\frac{1}{3}$ ช้อนชา

น้ำเชื่อม 3 ช้อนโต๊ะ



จากส่วนผสมดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการทำน้ำส้มคั้นมีส่วนผสมมากกว่า 2 อย่างขึ้นไป

ผู้เรียนพิจารณาส่วนผสมข้างต้นแล้ว เราสามารถเขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณของส่วนผสมต่างๆ ได้ดังนี้

จำนวนน้ำส้มคั้นเป็นถ้วยต่อจำนวนเกลือป่นเป็นช้อนชา เป็น $1 : \frac{1}{3}$

จำนวนเกลือป่นเป็นช้อนชาต่อจำนวนน้ำเชื่อมเป็นช้อนโต๊ะ เป็น $\frac{1}{3} : 1$

นอกจากนี้เราสามารถเขียนอัตราส่วนเปรียบเทียบส่วนผสมทั้งสามส่วนได้ดังนี้

จำนวนน้ำส้มเป็นถ้วยต่อจำนวนเกลือป่นเป็นช้อนชาต่อจำนวนน้ำเชื่อมเป็นช้อนโต๊ะ เป็น $1 :$

$\frac{1}{3} : 3$

หรืออาจเขียนว่า จำนวนน้ำส้มต่อจำนวนเกลือป่นต่อจำนวนน้ำเชื่อมเป็น 1 ถ้วย ต่อ $\frac{1}{3}$

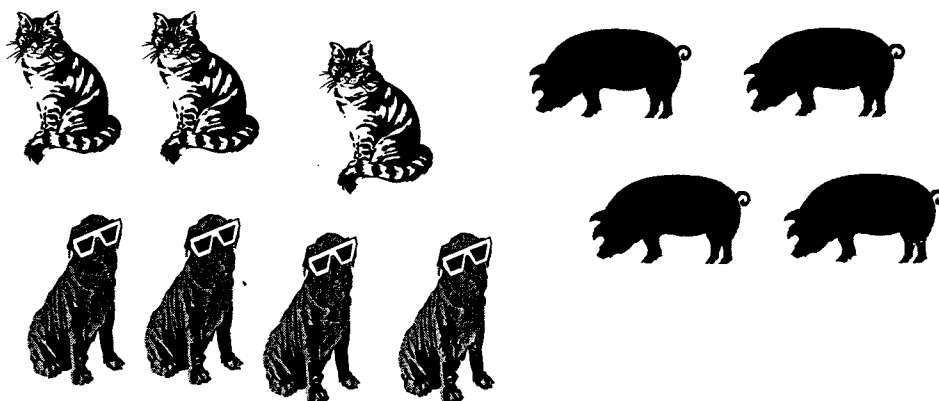
ช้อนชา ต่อ 3 ช้อนโต๊ะ เราเรียกอัตราส่วนเช่นนี้ว่า " อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน "

การเขียนอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน ตำแหน่งของจำนวนมีความสำคัญเช่นเดียวกับอัตราส่วนของจำนวนสองจำนวน กล่าวคือ

ถ้าส่วนสูงของตึกเป็น 155 เซนติเมตร ส่วนสูงของแดงเป็น 165 เซนติเมตร และส่วนสูงของ ตึก เป็น 170 เซนติเมตร ถ้าเราเขียนอัตราส่วนส่วนสูงของตึกต่อส่วนสูงของแดงต่อส่วนสูงของตึก จะได้

ส่วนสูงของตึก ส่วนสูงของแดง ส่วนสูงของตึก

การเขียนตำแหน่งของส่วนสูง ต้องเป็นลำดับเดียวกับสิ่งที่โจทย์กำหนด จึงจะเป็นอัตราส่วนที่ถูกต้อง



จากอัตราส่วนของสัตว์ต่างๆ เราสามารถเขียน

อัตราส่วนของจำนวนสุนัขต่อจำนวนแมวต่อจำนวนหมู เป็น $4 : 3 : 5$

อัตราส่วนของจำนวนแมวต่อจำนวนสุนัขต่อจำนวนหมู เป็น $3 : 4 : 5$

อัตราส่วนของจำนวนหมูต่อจำนวนแมวต่อจำนวนสุนัข เป็น $5 : 3 : 4$

อัตราส่วนของจำนวนสุนัขต่อจำนวนแมวต่อจำนวนสัตว์ทั้งหมด เป็น $4 : 3 : 12$

เมื่อมีอัตราส่วนสองอัตราส่วนใดๆ ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณของสิ่งสามสิ่งที่เป็นคู่ๆ เราสามารถเขียนอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวนจากสองอัตราส่วนนั้น โดยทำปริมาณของสิ่งที่เป็นตัวร่วมของสองอัตราส่วนให้เป็นปริมาณที่เท่ากัน โดยใช้หลักการหาอัตราส่วนที่เท่ากัน

ตัวอย่าง

1. ร้านขายเครื่องใช้ไฟฟ้าแห่งหนึ่งมีจำนวนพัดลมต่อจำนวนตู้เย็น เป็น $3 : 4$ และมีจำนวนตู้เย็นต่อจำนวนโทรทัศน์ เป็น $5 : 9$ จงเขียนอัตราส่วนของจำนวนพัดลมต่อจำนวนโทรทัศน์

วิธีทำ จำนวนพัดลมต่อจำนวนตู้เย็น เป็น $3 : 4$

และจำนวนตู้เย็นต่อจำนวนโทรทัศน์ เป็น $5 : 9$

ในกรณีนี้เราสามารถเปรียบเทียบ จำนวนพัดลมต่อจำนวนตู้เย็นต่อจำนวนโทรทัศน์ โดยทำส่วนของจำนวนตู้เย็นให้เท่ากัน โดยหา ค.ร.น. ของ 4 และ 5 คือ 20

ดังนั้น จำนวนพัดลมต่อจำนวนตู้เย็น คือ $3 : 4 = 3 \times 5 : 4 \times 5 = 15 : 20$

จำนวนตู้เย็นต่อจำนวนโทรทัศน์ คือ $5 : 9 = 5 \times 4 : 4 \times 9 = 20 : 36$

ดังนั้น จำนวนพัสดมต่อจำนวนตู้เย็นต่อจำนวนโทรทัศน์ เป็น $15 : 20 : 36$

2. จงแบ่งเงิน 3,500 บาท ให้แก่ แก้ว ก้าน ก้อย และกล้วย ตามอัตราส่วน $1 : 3 : 2 : 4$

วิธีทำ แก้วได้รับส่วนแบ่ง 1 ส่วน ก้านได้รับส่วนแบ่ง 3 ส่วน

ก้อยได้รับส่วนแบ่ง 2 ส่วน กล้วยได้รับส่วนแบ่ง 4 ส่วน

$$\text{รวมส่วนแบ่งทั้งหมด} = 1+3+2+4 = 10$$

$$\text{ดังนั้น 1 ส่วน จะได้รับส่วนแบ่ง} = \frac{3,500}{10} = 350 \text{ บาท}$$

$$\text{ส่วนแบ่งของเงินของแก้ว : ก้าน : ก้อย : กล้วย} = 1 : 3 : 2 : 4$$

$$= 1 \times 350 : 3 \times 350 : 2 \times 350 : 4 \times 350$$

$$= 350 : 1,050 : 700 : 1,400$$

ดังนั้น แก้ว ก้าน ก้อย และกล้วย ได้รับส่วนแบ่งเป็น 350 , 1,050 , 700 และ 1,400

ตามลำดับ

3. จงแบ่งเงิน ให้แก่ ก , ข และ ค ดังนี้ คือ ถ้า ก ได้รับ 2 บาท ข จะได้รับ 5 บาท แต่ถ้า ข ได้รับ 3 บาท ค จะได้รับ 7 บาท

วิธีทำ

$$ก : ข = 2 : 5$$

$$ข : ค = 3 : 7$$

ในกรณีนี้เราสามารถเปรียบเทียบ ก : ข : ค โดยทำส่วนของ ข ให้เท่ากัน โดยหา ค.ร.

น ดังนั้น

$$ก : ข = 2 \times 3 : 5 \times 3 = 6 : 15$$

$$ข : ค = 3 \times 5 : 7 \times 5 = 15 : 35$$

$$\text{ดังนั้น } ก : ข : ค = 6 : 15 : 35$$

ดังนั้น ก ได้รับส่วนแบ่ง 6 ส่วน ข ได้รับส่วนแบ่ง 15 ส่วน และ ค ได้รับส่วนแบ่ง 35

ส่วน รวมทั้งหมด $= 6+15+35 = 56$ ส่วน

$$1 \text{ ส่วน จะได้รับส่วนแบ่ง} = \frac{5040}{56} = 90 \text{ บาท}$$

$$\text{ส่วนแบ่งเงินของ } ก : ข : ค = 6 \times 90 : 15 \times 90 : 35 \times 90$$

$$= 540 : 1,350 : 3,150$$

ก , ข , ค ได้รับส่วนแบ่งเป็น 540 , 1,350 และ 3,150 บาท ตามลำดับ

ข้อสังเกต อัตราส่วน $6 : 15 : 35 = 540 : 1,350 : 3,150$ เพราะสามารถนำจำนวนมาหารแต่ละ

จำนวนในอัตราส่วน $540 : 1,350 : 3,150$ นั่นคือ $540 \div 90 : 1,350 \div 90 : 3,150 \div 90 =$

6 : 15 : 35 เรียก " 6 : 15 : 35 " ว่าเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำของ 540 : 1,350 : 3,150



เมื่อศึกษาเข้าใจแล้วมาลองทำกิจกรรม
และใบกิจกรรมกันเถอะ

ใบกิจกรรมที่ 2/1

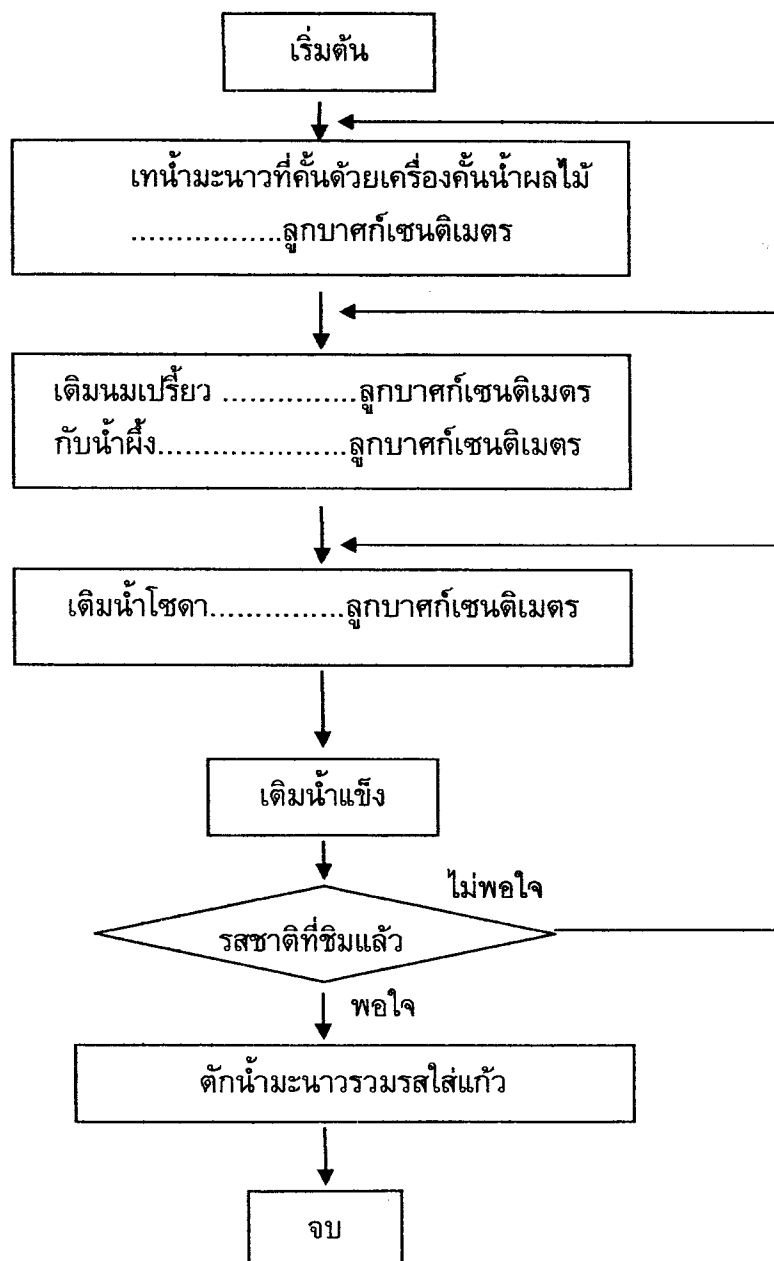
คำชี้แจง

ผู้เรียนศึกษาแผนภูมิสายงานแสดงลำดับขั้นตอนวิธีการทำน้ำมะนาวรวมรส

ใบกิจกรรมที่ 2/1

คำชี้แจง

ผู้เรียนศึกษาแผนภูมิสายงานแสดงลำดับขั้นตอนวิธีการทำน้ำมะนาวรวมรส



แล้วลงมือปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน ลูกศรวนกลับ หมายถึง ผู้เรียนสามารถเติมส่วนผสมได้ตามใจชอบ เช่น เติมน้ำมะนาว หรือนมเปรี้ยวกับน้ำผึ้ง หรือเติมน้ำโซดา แล้วบันทึกส่วนผสมที่เติมเพิ่มลงในอัตราส่วน

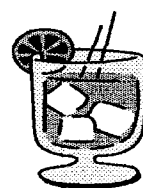
อัตราส่วนในการทำน้ำมะนาวรวมรส 1 แก้ว

จำนวนน้ำมะนาว : นมเปรี้ยว : น้ำผึ้ง : น้ำโซดา = : : :

อัตราส่วนอย่างต่ำในการทำน้ำมะนาวรวมรส = : : :

ถ้าต้องการทำน้ำมะนาวรวมรสเลี้ยงแขกในการจัดเลี้ยงต่างๆ จำนวน 100 แก้ว จะต้องใช้ส่วนผสมอย่างละเท่าใด

จำนวนน้ำมะนาว : นมเปรี้ยว : น้ำผึ้ง : น้ำโซดา = : : :



เกร็ดความรู้

น้ำมะนาวรวมรส

ขอแนะนำให้ดื่มยามที่มีความเครียดหรือต้องการเปลี่ยนบรรยากาศด้วยกลิ่นมะนาว ดื่มแล้วจะรู้สึกสดชื่นขึ้น ส่วนแคลเซียมในนมเปรี้ยวมีสรรพคุณช่วยผ่อนคลายเส้นประสาท

จงเขียนแผนผังแสดงการบูรณาการของสาระต่างๆ ในการทำกิจกรรมในครั้งนี้ (Mind Mapping)

หมายเหตุ

ให้แต่ละกลุ่มสรุป 1. อัตราส่วนของการทำน้ำมะนาวรวมรส

2. คุณค่าทางโภชนาการ

3. Mind Mapping

ลงในกระดาษแผ่นใหญ่ เพื่อนำเสนอผลงานกลุ่ม



กลุ่มสาระการเรียนรู้.....ช่วงชั้นที่.....
เรื่อง.....ชื่อผู้เรียน / กลุ่ม

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ผู้เรียนศึกษาใบกิจกรรม และแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
2. ผู้เรียนทำสร้อยข้อมือจากลูกปัดสีต่างๆ ที่กำหนดให้ ในอัตราส่วน 3 : 5 : 7 โดยผู้เรียน
ออกแบบการใช้สีของลูกปัดตามมติของสมาชิกกลุ่ม
3. ผู้เรียนทำสร้อยข้อมือจากลูกปัดให้ได้คนละ 1 เส้น
4. ผู้เรียนส่งผลงานกลุ่ม

ผู้เรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สมาชิกในกลุ่มของผู้เรียนมีกี่คน
ตอบ.....คน
2. จากการทำกิจกรรมผู้เรียนแต่ละคนใช้ลูกปัดไปจำนวนกี่ลูก
ตอบ.....ลูก
3. ลูกปัดที่ใช้ทั้งหมด (ทั้งกลุ่ม) มีกี่ลูก
ตอบ.....ลูก
4. จากข้อ 3 จำนวนลูกปัดที่ใช้ แยกตามสี มีสีอะไรบ้าง และอย่างละกี่ลูก
ตอบ.....
5. สร้อยข้อมือ 1 เส้น ใช้ลูกปัดกี่ลูก
ตอบ.....
6. ถ้าในการทำสร้อยข้อมือครั้งหนึ่งใช้ลูกปัด สีแดง สีขาว และ สีเหลือง ตามอัตราส่วน 3 :
5 : 7 ตามลำดับ จำนวน 300 ลูก จงหาว่า ใช้ลูกปัดสีละกี่ลูก
ตอบ สีแดง.....ลูก
 สีขาว.....ลูก
 สีเหลือง.....ลูก

จากการทำกิจกรรมให้ผู้เรียนวาดรูปสร้อยข้อมือลูกปัดที่ผู้เรียนออกแบบ

นอกจากเราจะประดิษฐ์เป็นสร้อยข้อมือแล้ว ผู้เรียนคิดว่าลูกปัดสามารถนำไปประดิษฐ์เป็นอะไรได้บ้างในชีวิตประจำวัน (ยกตัวอย่างมา 5 ข้อ)

1.
2.
3.
4.
5.

จงเขียนแผนภาพแสดงการบูรณาการของสาระต่างๆ ในการทำกิจกรรมในครั้งนี้
(Mind Mapping)

หมายเหตุ ให้แต่ละกลุ่มสรุป

1. อัตราส่วนของลูกปัดแต่ละสีที่ใช้
2. ประโยชน์ใช้สอย
3. Mind Mapping

ลงในกระดาษแผ่นใหญ่ เพื่อนำเสนอผลงานกลุ่ม

ใบกิจกรรมที่ 2/3

กลุ่มสาระการเรียนรู้..... ช่วงชั้นที่.....
 เรื่อง..... ชื่อผู้เรียน / กลุ่ม

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนแบ่งลูกปัดสีต่างๆ ตามเงื่อนไข และตามจำนวนที่กำหนดให้

1.

แดง	เหลือง
● ● ●	● ● ● ●

เหลือง	ฟ้า
● ●	● ● ● ● ●

จงเขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบ จำนวนลูกปัด ตามสี

แดง : เหลือง : ฟ้า ได้เป็น.....

ถ้าในถุงมีลูกปัดทั้งหมด 51 ลูก โดยมีลูกปัดสีแดง เหลือง และสีฟ้าตามอัตราส่วน

ข้างต้น จงหาว่ามีลูกปัดสีละกี่ลูก

ตอบ.....

2.

ขาว	แดง
○ ○	● ● ●

แดง	ชมพู
● ● ● ●	● ● ● ● ●

จงเขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบ จำนวนลูกปัดตามสี

ขาว : แดง : ชมพู ได้เป็น.....

ถ้าในถุงมีลูกปัดทั้งหมด 70 ลูก โดยมีลูกปัดสีขาว แดง และสีชมพูตามอัตราส่วนข้างต้น จงหาว่ามีลูกปัดสีละกี่ลูก

ตอบ.....

3.

เขียว	แดง
● ●	● ● ● ● ●

แดง	เหลือง
● ● ●	● ● ● ●

จงเขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบ จำนวนลูกบิด ตามสี

เขียว : แดง : เหลือง ได้เป็น.....

ถ้าในถุงมีลูกบิดทั้งหมด 205 ลูก โดยมีลูกบิดสีเขียว แดง และสีเหลือง ตามอัตราส่วน

ข้างต้น

จงหาว่ามีลูกบิดสีละกี่ลูก

ตอบ.....

4. จงอธิบายขั้นตอนการหาคำตอบของปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชวนคิด

รูปสี่เหลี่ยมรูปหนึ่งมีอัตราส่วนของความยาวของด้านต่างๆ ดังนี้

$$AB : BC = 2 : 3, BC : CD = 4 : 1 \text{ และ } CD : DA = 2 : 5$$

จงหาอัตราส่วนต่อไปนี้

1. $AB : CD = \dots\dots\dots$

2. $BC : DA = \dots\dots\dots$

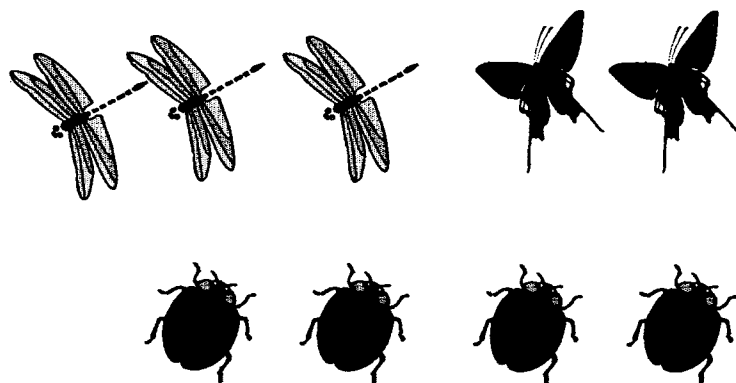
3. $AB : BC : CD = \dots\dots\dots$

4. $BC : CD : DA = \dots\dots\dots$

5. $AB : BC : CD : DA = \dots\dots\dots$

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนชุดที่ 2

คำชี้แจง 1. จงเติมอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบจำนวนแมลงในรูปแบบ



1.1 อัตราส่วนของ จำนวนแมลงปอ ต่อ ผีเสื้อ ต่อ แมลงเต่าทอง

ตอบ

1.2 อัตราส่วนของ จำนวนแมลงเต่าทอง ต่อ แมลงปอ ต่อ ผีเสื้อ

ตอบ.....

1.3 อัตราส่วนของ จำนวนผีเสื้อ ต่อ แมลงปอ ต่อ แมลงเต่าทอง

ตอบ.....

1.4 อัตราส่วนของจำนวนแมลงเต่าทอง ต่อ แมลงปอ ต่อ จำนวนแมลงทั้งหมด

ตอบ.....

1.5 อัตราส่วนของผีเสื้อ ต่อ แมลงปอ ต่อ จำนวนแมลงทั้งหมด

ตอบ.....

2. แบ่งเงินจำนวนหนึ่งให้ กุ้ง ก้อย และ กวาง โดยให้อัตราส่วนของจำนวนเงินที่แต่ละคนได้รับ

เป็น 3 : 4 : 5 ตามลำดับ จงหา

1.1 อัตราส่วนของจำนวนเงินที่กุ้งได้รับต่อจำนวนเงินที่ก้อยได้รับ

ตอบ.....

1.2 ก้อยได้รับเงินเป็นเศษส่วนเท่าไรของเงินทั้งหมด

ตอบ.....

1.3 ถ้า กุ้ง ได้รับเงิน 210 บาท กวางจะได้รับเงินเท่าไร

ตอบ.....

1.4 ถ้าเงินจำนวนนี้มีทั้งหมด 2,400 บาท ทั้งสามคนจะได้รับเงินคนละเท่าไร

ตอบ.....

3. ในการสอบครั้งหนึ่ง อัตราส่วนของคะแนนจากรายวิชาต่างๆ 3 รายวิชา ซึ่งมีคะแนนเต็มเท่ากันเป็นดังนี้



คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ ต่อ คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ 4 : 5

คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ ต่อ คะแนนวิชาภาษาไทย คือ 3 : 4

จงหา

3.1 คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ต่อคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อคะแนนวิชาภาษาไทย

ตอบ.....

3.2 คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ต่อคะแนนวิชาภาษาไทย

ตอบ.....

3.3 ถ้าสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 24 คะแนน จะสอบวิชาวิทยาศาสตร์ได้กี่คะแนน

ตอบ.....

3.4 ถ้าสอบวิชาวิทยาศาสตร์ได้ 30 คะแนน จงหาคะแนนรวมจากการสอบทั้งสามวิชา

ตอบ.....

.....

.....



แบบทดสอบย่อยประจำชุดที่ 2

คำชี้แจง แบบทดสอบย่อยนี้มี 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ (ข้อละ 1 คะแนน)

ตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ (ข้อละ 2 คะแนน)

ตอนที่ 1 จงทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบตรงข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. นายขาวปลูกส้ม ลำไย และลิ้นจี่ เป็นอัตราส่วน 3 : 5 : 2 ถ้านายขาวปลูกส้มจำนวน 705 ต้น อยากทราบว่านายขาวปลูกลิ้นจี่กี่ต้น
 - ก. 360 ต้น
 - ข. 470 ต้น
 - ค. 505 ต้น
 - ง. 615 ต้น
2. อ้อย อ้น และ อิน นำเงินไปฝากธนาคาร เป็นอัตราส่วน 2 : 3 : 4 ตามลำดับ ถ้าอินฝากเงิน 2,800 บาท อ้อยจะฝากเงินจำนวนเท่าไร
 - ก. 1,200 บาท
 - ข. 1,400 บาท
 - ค. 1,600 บาท
 - ง. 1,800 บาท
3. อัตราส่วนของความยาวของด้านทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยม ABCD เป็น $AB : BC : CD : DA = 2 : 3 : 1 : 4$ ถ้ามด้าน CD ยาว 3 เซนติเมตร เส้นรอบรูปสี่เหลี่ยม ABCD ยาวกี่เซนติเมตร
 - ก. 20 เซนติเมตร
 - ข. 25 เซนติเมตร
 - ค. 30 เซนติเมตร
 - ง. 35 เซนติเมตร
4. ในการสอบครั้งหนึ่ง แอนได้คะแนนดังนี้ คะแนนวิชาภาษาไทย : คะแนนวิชาภาษาอังกฤษเป็น 4 : 5 คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ : คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ เป็น 4 : 6 ถ้าเขาสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 45 คะแนน เขาจะสอบวิชาภาษาไทยได้กี่คะแนน
 - ก. 24 คะแนน
 - ข. 30 คะแนน
 - ค. 33 คะแนน
 - ง. 35 คะแนน

5. แม่แบ่งขนม 45 ชิ้น ให้เด็ก 3 คน ด้วยอัตราส่วน 3 : 2 : 4 คนที่ได้ขนมมากที่สุดได้จำนวนกี่ชิ้น

ก. 10 ชิ้น

ข. 15 ชิ้น

ค. 20 ชิ้น

ง. 25 ชิ้น

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (แสดงวิธีคิด)

1. อัตราส่วนผสมของทองคำต่อทองแดงเพื่อทำนาฬิก เป็น 8 : 9 ถ้าสร้อยนาฬิกาเส้นหนึ่งหนัก 510 กรัม จะมีทองคำผสมอยู่กี่กรัม

.....

2. กำหนด $A : B = 2 : 5$, $B : C = 3 : 4$, $C : D = 2 : 3$ จงหา $A : D$ เท่ากับเท่าใด

.....

3. อัตราส่วนของเงินของทวีสิน กับจุไรรัตน์ เป็น 3 : 5 และอัตราส่วนของเงินของจุไรรัตน์กับวิริยาคือ 6 : 7 ถ้า วิริยามีเงิน 3,500 บาท จงหาจำนวนเงินที่ทวีสินมี

.....

4. อัตราส่วนของมุมของรูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งคือ 6 : 5 : 7 จงหาผลต่างของขนาดของมุมใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุดของรูปสามเหลี่ยมนี้

.....

5. ร้านค้าสหกรณ์ขายเสื้อกีฬาจำนวน 450 ตัว เป็นเสื้อเบอร์ M , L , XL ในอัตราส่วน 3 : 7 : 5
จงหาผลต่างของจำนวนเสื้อเบอร์ M และเบอร์ XL ที่ขายไปเท่ากับกี่ตัว

.....

.....

.....

คำตอบกิจกรรมและแบบฝึก แบบทดสอบย่อย

คำตอบใบกิจกรรมที่ 2/3

1. แดง : เหลือง : ฟ้า = 3 : 4 : 10
แดง 9 ลูก เหลือง 12 ลูก และ ฟ้า 30 ลูก
2. ขาว : แดง : ชมพู = 8 : 12 : 15
ขาว 16 ลูก แดง 24 ลูก และ ชมพู 30 ลูก
3. เขียว : แดง : เหลือง = 6 : 15 : 20
เขียว 30 ลูก แดง 75 ลูก และ เหลือง 100 ลูก

คำตอบชวนคิด

1. 8 : 3
2. 8 : 5
3. 8 : 12 : 3
4. 8 : 2 : 5
5. 16 : 24 : 6 : 15

คำตอบแบบฝึกระหว่างเรียนชุดที่ 2

1. (1.1) 3 : 2 : 4
(1.2) 4 : 3 : 2
(1.3) 2 : 3 : 4
(1.4) 4 : 3 : 9
(1.5) 2 : 3 : 9
2. (2.1) 3 : 4
(2.2) $\frac{4}{12}$ หรือ $\frac{1}{3}$
(2.3) 350

- (2.4) กุ้ง 600 บาท ก้อย 800 บาท และ กวาง 1,000 บาท
3. (3.1) 12 : 15 : 20
- (3.2) 12 : 20 หรือ 3 : 5
- (3.3) 30
- (2.5) 94

คำตอบแบบทดสอบย่อยประจำชุดที่ 2

ตอนที่ 1 (1) ข

(2) ข

(3) ค

(4) ก

(5) ค

ตอนที่ 2

1. 240 กรัม
2. 6 : 30 หรือ 1 : 5
3. 1,800 บาท
4. 20 องศา
5. 60 ตัว

ภาคผนวก ง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. แบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ**

คำชี้แจง แบบทดสอบมีทั้งหมด 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (20 ข้อ)

ตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัย (แสดงวิธีทำ) (5 ข้อ)

ให้ผู้เรียนทำเครื่องหมาย $\times$ ลงใน ☐ ของกระดาษคำตอบตรงข้อที่ท่านเห็นว่าถูกต้องเพียงข้อเดียว

จุดประสงค์ที่ 1 เขียนอัตราส่วนแทนอัตราและแทนการเปรียบเทียบ

ข้อ 1. สมุดราคาโหลละ 180 บาท อัตราส่วนของจำนวนสมุดเป็นเล่มต่อจำนวนเงินเป็นบาทเท่ากับเท่าใด

ก. $180 : 12$

ข. $12 : 180$

ค. $6 : 3$

ง. $3 : 6$

จุดประสงค์ที่ 2 หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้

ข้อ 2 อัตราส่วนใดเท่ากับ $4 : 7$

ก. $32 : 49$

ข. $20 : 35$

ค. $8 : 21$

ง. $16 : 42$

จุดประสงค์ที่ 3 ตรวจสอบดูว่าอัตราส่วนที่กำหนดให้เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่

ข้อ 3 อัตราส่วนในข้อใดเท่ากัน

ก. $2 : 3$ และ $6 : 8$

ข. $3 : 5$ และ $12 : 25$

ค. $4 : 7$ และ $16 : 24$

ง. $5 : 9$ และ $35 : 63$

จุดประสงค์ที่ 4 เขียนอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน แทนอัตราและแทนการเปรียบเทียบ
ข้อ 4 . เด็ก 3 คน คือ เอ , บี และ ดี มีส่วนสูงเท่ากับ 155 , 165 และ 170 เซนติเมตร ตามลำดับ
จงหาอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบความสูงของเด็ก 3 คนนี้

- ก. 11 : 13 : 14
- ข. 21 : 23 : 24
- ค. 31 : 33 : 34
- ง. 41 : 43 : 44

จุดประสงค์ที่ 5 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวนแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้

ข้อ 5. ถ้าสมชาย , ใจดี , เพลินจิต ลงทุนทำการค้าได้รับส่วนแบ่งกำไรในอัตราส่วน 3 : 4 : 7
ตามลำดับ ถ้าเพลินจิตได้รับส่วนแบ่ง 2,800 บาท ใจดีได้รับส่วนแบ่งมากกว่าสมชายเท่าใด

- ก. 400
- ข. 600
- ค. 800
- ง. 1,200

จุดประสงค์ที่ 6 หาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนที่กำหนดให้

ข้อ 6. ถ้า $\frac{9}{x} = \frac{72}{104}$ แล้ว x มีค่าเท่าไร

- ก. 8
- ข. 13
- ค. 17
- ง. 24

จุดประสงค์ที่ 7 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วนได้

ข้อ 7. จำนวนนักเรียนชายต่อนักเรียนหญิงเป็นอัตราส่วน 4 : 5 ถ้านักเรียนชายในห้องนี้ มีจำนวน 24 คน จะมีนักเรียนหญิงกี่คน

- ก. 20
- ข. 25
- ค. 30
- ง. 35

ข้อ 8 อัตราส่วนของความยาวกับความกว้าง ของสนามรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแห่งหนึ่งเป็น 5 : 3 ถ้าด้านยาวยาว 150 เมตร ความยาวรอบสนามจะยาวกี่เมตร

- ก. 480
- ข. 474
- ค. 486
- ง. 494

จุดประสงค์ที่ 8 เขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละได้

ข้อ 9. จำนวน $\frac{31}{250}$ เมื่อทำเป็นร้อยละมีค่าเท่าใด

- ก. 12.4 %
- ข. 12.5 %
- ค. 1.24 %
- ง. 1.25 %

จุดประสงค์ที่ 9 เขียนร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วนได้

ข้อ 10. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. $75\% = \frac{3}{4}$
- ข. $40\% = \frac{2}{4}$
- ค. $15\% = \frac{3}{20}$
- ง. $150\% = \frac{3}{2}$

จุดประสงค์ที่ 10 แก้ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้

ข้อ 11. 15 % ของจำนวนใดมีค่าเท่ากับ 450

- ก. 3,000
- ข. 2,500
- ค. 2,000
- ง. 1,000

จุดประสงค์ที่ 11 แก่โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้

ข้อ 12. ซื้อเสื้อมาตัวหนึ่งเป็นเงิน 300 บาท ต้องการขายให้ได้กำไร 15 % จะต้องขายเสื้อในราคาเท่าไร

- ก. 315
- ข. 330
- ค. 345
- ง. 360

ข้อ 13. กานดา มีเงินเก็บอยู่ 300 บาท แม่ให้อีก 1,200 บาท จงหาร้อยละของจำนวนเงินที่เพิ่มขึ้น

- ก. 30 %
- ข. 75 %
- ค. 300 %
- ง. 400 %

จุดประสงค์ที่ 12 แก่โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับการซื้อขาย กำไร ลดราคา ขาดทุน ได้

ข้อ 14. ร้านขายอุปกรณ์การเรียนโฆษณาว่า "ลด 25%" จากราคาป้าย จงหาส่วนลดของหนังสือซึ่งติดราคาขายไว้ 200 บาท

- ก. 25
- ข. 50
- ค. 100
- ง. 150

ข้อ 15. พัดลมเครื่องหนึ่งปิดราคาไว้ 1,000 บาท ผู้ขายลดให้ 10% ถ้าน้าหนึ่งมีเงิน 850 บาท จะสามารถซื้อพัดลมเครื่องนี้ได้หรือไม่

- ก. ได้ และเหลือเงินอีก 50 บาท
- ข. ได้ และเหลือเงินอีก 100 บาท
- ค. ไม่ได้ เพราะขาดเงินอีก 50 บาท
- ง. ไม่ได้ เพราะขาดเงินอีก 100 บาท

จุดประสงค์ที่ 13 การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับการซื้อขาย ต้นทุน สินค้าที่ติดราคาขาย

ข้อ 16. ห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งประกาศลดราคาสินค้า 30% จากราคาป้าย สมใจซื้อเสื้อมาราคา 350 บาท จงหาว่าเสื้อที่ซื้อมาทางห้างปีตราค่าไว้เท่าไร

ก. 420

ข. 450

ค. 500

ง. 525

ข้อ 17. ต้นทุนของโทรทัศน์เครื่องหนึ่งราคา 12,000 บาท ต้องปีตราขายเท่าไรจึงจะได้กำไร 25%

ก. 13,000 บาท

ข. 14,000 บาท

ค. 15,000 บาท

ง. 16,000 บาท

จุดประสงค์ที่ 14 การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับดอกเบี้ยเงินฝากได้

ข้อ 18. แดงมีฝากเงินกับธนาคารพาณิชย์แห่งหนึ่งเป็นเงิน 45,000 บาท เมื่อครบ 1 ปี แดงมิได้รับดอกเบี้ย 1,350 บาท อยากทราบว่าธนาคารคิดดอกเบี้ยให้แดงมีย่อยละเท่าใด

ก. 3 %

ข. 3.25 %

ค. 3.50 %

ง. 3.75 %

จุดประสงค์ที่ 15 การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับดอกเบี้ยเงินฝากได้

ข้อ 19. ธนาคารแห่งหนึ่งประกาศดอกเบี้ยเงินกู้ 5.75 ต่อปี นายวิชัยกู้เงินกับธนาคาร 150,000 บาท เมื่อครบ 1 ปี เขาจะต้องส่งดอกเบี้ยเท่าไร

ก. 7,625 บาท

ข. 8,625 บาท

ค. 9,625 บาท

ง. 9,650 บาท

จุดประสงค์ที่ 16 การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับการคำนวณภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาได้

ข้อ 20. นายประเสริฐทำงานในบริษัทแห่งหนึ่งได้รับเงินเดือนเดือนละ 20,000 บาท ถ้าประเสริฐมีภรรยาที่ไม่ได้ทำงานและมีบุตรกำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3 เขาจะต้องเสียภาษีเงินได้เท่าไร (ค่าลดหย่อนผู้มีเงินได้ 30,000 บาท ค่าลดหย่อนภรรยาที่ไม่ได้ทำงาน ได้ 30,000 บาท ค่าลดหย่อนบุตรการศึกษาต่อในประเทศ คนละ 17,000 บาท กรณีไม่ได้ศึกษาหรือศึกษาต่อต่างประเทศ คนละ 15,000 บาท)

- ก. 400
- ข. 600
- ค. 1,000
- ง. 1,800

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัย

คำชี้แจง จงหาคำศัพท์พร้อมทั้งแสดงวิธีหาคำตอบ

ข้อ 1. แม่แบ่งเงิน 1,500 บาท ตามอัตราส่วน 6 : 4 : 2 ให้พี่คนโต พี่คนกลาง และน้องคนเล็ก
ตามลำดับ จงหาว่าแต่ละคนได้รับส่วนแบ่งเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 2. จงหาค่าของ a ในสัดส่วน $\frac{7}{a} = \frac{28}{52}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 3. เลื้อยตัวหนึ่งปิดราคาไว้ 600 บาท ลดราคาให้ 120 บาท จงหาว่าลดให้กี่เปอร์เซ็นต์

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

ข้อ 4. ปริมาณเงินเก็บอยู่ 40,000 บาท นำไปฝากธนาคารแบบออมทรัพย์ได้ดอกเบี้ยร้อยละ 0.75 บาทต่อปี (ณ วันที่ 2 พฤษภาคม 2547) เมื่อครบ 1 ปี ปริมาณจะได้ดอกเบี้ยเท่าไร

[illegible]

แบบสังเกตความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์

วิชา.....ชั้น.....โรงเรียน.....

ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....

ผู้สังเกต.....วันที่.....เดือน.....ปี.....

หน่วย.....เรื่อง.....ครั้งที่.....

รายการพฤติกรรม	ระดับการใช้ตัวแทน			
	3	2	1	0
1. คิดหาวิธีการใช้ตัวแทนและใช้ตัวแทนในการรวบรวมความรู้ จุด บันทึก ตลอดจนสื่อสารความเข้าใจทางคณิตศาสตร์				
1.1 ใช้การเขียนอธิบายถึงการใช้ตัวแทน.....				
1.2 ใช้ตัวแทนในการรวบรวมข้อมูล เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์.....				
1.3 ใช้ตัวแทนในการจดบันทึก เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์.....				
1.4 ใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหา เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์.....				
1.5 ใช้ตัวแทนกับชีวิตจริง เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์				
1.6 เข้าใจสัญลักษณ์และอธิบายสถานการณ์ที่คล้ายกัน				
1.7 แสดงการอธิบายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ ชัดเจน.....				
2. เลือก ประยุกต์ใช้ และแปลความหมายการใช้ตัวแทนทาง คณิตศาสตร์ไปสู่การแก้ปัญหาได้				
2.1 ใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการสร้างความเข้าใจ เช่น รูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยม และรูปอื่นๆ.....				
2.2 เลือกใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่าง เหมาะสม.....				
2.3 แปลความหมายการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....				
2.4 ใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่าได้.....				
2.5 บันทึกความเข้าใจทางคณิตศาสตร์.....				

รายการพฤติกรรม	ระดับการใช้ตัวแทน			
	3	2	1	0
2.6 แปลงปัญหาให้เป็นรูปธรรม.....				
2.7 บันทึกความเข้าใจทางคณิตศาสตร์.....				
2.8 ตีความหมายมาตราการวัดจากรูปหรือสร้างมาตราวัดจากวัตถุ.....				

เกณฑ์การให้ระดับคะแนน

1. คิดหาวิธีการใช้ตัวแทนและใช้ตัวแทนในการรวบรวมความรู้ จุดบันทึก ตลอดจนสื่อสารความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

1.1 ใช้การเขียนอธิบายถึงการใช้ตัวแทน

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

ใช้การเขียน เขียนแสดงวิธีหาคำตอบถูกต้องและชัดเจน สรุปคำตอบถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

ใช้การเขียน เขียนแสดงวิธีหาคำตอบถูกต้องและชัดเจน แต่ไม่สรุปคำตอบ หรือ สรุป

ไม่ครบถ้วน

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

ใช้การเขียนแสดงแนวคิดที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ใช้การเขียน แต่มีร่องรอยการคิดที่นำไปสู่การหาคำตอบ หรือมีร่องรอยการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่คำตอบ

1.2 ใช้ตัวแทนในการรวบรวมข้อมูล เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

ใช้ตัวแทนในการรวบรวมข้อมูล เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์ ได้ถูกต้องครบถ้วน

ระดับคะแนน 2 : ดี

ใช้ตัวแทนในการรวบรวมข้อมูล เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์ ได้ถูกต้องแต่ไม่สรุปคำตอบหรือ สรุปไม่ครบถ้วน

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

ใช้ตัวแทนแสดงแนวคิดที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ใช้ตัวแทนในการรวบรวมข้อมูล แต่มีร่องรอยการคิดที่นำไปสู่การหาคำตอบ หรือ มีร่องรอยการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่การหาคำตอบ

1.3 ใช้ตัวแทนในการจัดบันทึก เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

ใช้ตัวแทนในการจัดบันทึก เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์ ได้ถูกต้อง และครบถ้วน

ระดับคะแนน 2 : ดี

ใช้ตัวแทนในการจัดบันทึก เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์ ได้ถูกต้องแต่ไม่สรุปคำตอบ หรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

ใช้ตัวแทนในการจัดบันทึกแสดงแนวคิดที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ใช้ตัวแทนในการจัดบันทึก แต่มีร่องรอยการคิดที่นำไปสู่การหาคำตอบ หรือ มีร่องรอยการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่การหาคำตอบ

1.4 ใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหา เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

ใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหา เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์ ได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

ใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหา เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์ ได้ถูกต้องแต่ไม่สรุปคำตอบ หรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

ใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาแสดงแนวคิดที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหา แต่มีร่องรอยการคิดที่นำไปสู่การหาคำตอบ หรือ มีร่องรอยการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่การหาคำตอบ

1.5 ใช้ตัวแทนกับชีวิตจริง เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

ใช้ตัวแทน เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์กับชีวิตจริงได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

ใช้ตัวแทน เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์กับชีวิตจริงได้ถูกต้อง แต่ไม่สรุปคำตอบหรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

ใช้ตัวแทน เช่น การวาดภาพ ตาราง กับชีวิตจริงได้ถูกต้องแต่ไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ใช้ตัวแทน เช่น การวาดภาพ ตาราง กับชีวิตจริง แต่มีร่องรอยการใช้ตัวแทนที่จะนำไปสู่คำตอบ หรือ ใช้ตัวแทนกับชีวิตจริง แต่มีร่องรอยการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่คำตอบ

1.6 เข้าใจสัญลักษณ์ และ อธิบายสถานการณ์ที่คล้ายกัน

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

เข้าใจสัญลักษณ์และใช้สัญลักษณ์ในการอธิบายสถานการณ์ที่คล้ายกันได้ ถูกต้องและสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

เข้าใจสัญลักษณ์และใช้สัญลักษณ์ในการอธิบายสถานการณ์ที่คล้ายกันได้ ถูกต้อง แต่ไม่สรุปคำตอบหรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

เข้าใจสัญลักษณ์และใช้สัญลักษณ์ในการอธิบายสถานการณ์ที่คล้ายกันได้ แต่ยังไม่ได้อธิบายคำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่เข้าใจสัญลักษณ์และไม่ใช้ตัวแทนในการอธิบายสถานการณ์ที่คล้ายกัน หรือ เข้าใจสัญลักษณ์แต่ไม่ใช้สัญลักษณ์ในการอธิบายสถานการณ์ที่คล้ายกัน

1.7 แสดงการอธิบายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

ใช้ตัวแทนในการแสดงการอธิบายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์ ได้ถูกต้อง และ สรุปคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

ใช้ตัวแทนในการแสดงการอธิบายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน
เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์ ได้ถูกต้องแต่ไม่สรุปคำตอบหรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

ใช้ตัวแทนแสดงการอธิบายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน
เช่น การวาดภาพ ตาราง สัญลักษณ์ แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ใช้ตัวแทนในการแสดงการอธิบายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แต่มีร่องรอยการคิด
ที่นำไปสู่การหาคำตอบ หรือ มีร่องรอยการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่การหาคำตอบ

2. เลือก ประยุกต์ใช้ และแปลความหมายการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ไปสู่การแก้ปัญหาได้

2.1 ใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการสร้างความเข้าใจ เช่น รูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยม และ
รูปอื่นๆ

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

ใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการสร้างความเข้าใจ เช่น รูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยม และรูป
อื่นๆ ได้ถูกต้อง และ สรุปคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

ใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการสร้างความเข้าใจ เช่น รูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยม และรูป
อื่นๆ ได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้สรุปคำตอบหรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

ใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการสร้างความเข้าใจ เช่น รูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยม และรูป
อื่นๆ ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ใช้ตัวแทนที่หลากหลายในการสร้างความเข้าใจ แต่มีร่องรอยการใช้ตัวแทนที่จะ
นำไปสู่คำตอบ หรือ ใช้ตัวแทนในการสร้างความเข้าใจ แต่มีร่องรอยในการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่
คำตอบ

2.2 เลือกใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

เลือกใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้เหมาะสมและสรุปคำตอบได้
ถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

เลือกใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมแต่ไม่ได้สรุป
คำตอบหรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

เลือกใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมแต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือ ใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์แต่ยังไม่เหมาะสม

2.3 แปลความหมายการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์**ระดับคะแนน 3 : ดีมาก**

แปลความหมายการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

แปลความหมายการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
แต่ไม่สรุปคำตอบหรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

แปลความหมายการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่แปลความหมายการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
แต่มีร่องรอยการคิดที่จะนำไปสู่คำตอบ หรือ มีการแปลความหมายการใช้ตัวแทนในการแก้ปัญหา แต่มี
ร่องรอยในการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่คำตอบ

2.4 ใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่า**ระดับคะแนน 3 : ดีมาก**

ใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่าได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

ใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่าได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้สรุปคำตอบหรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

ใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่าได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่า หรือมีร่องรอยการคิดในการใช้ตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่าแต่ยังไม่ถูกต้อง

2.5 ใช้สมการ ตาราง และสัญลักษณ์ เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

ใช้สมการ ตาราง และสัญลักษณ์ เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบ

ระดับคะแนน 2 : ดี

ใช้สมการ ตาราง และสัญลักษณ์ เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้สรุปคำตอบหรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

ใช้สมการ ตาราง และสัญลักษณ์ เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ใช้ สมการ ตาราง และสัญลักษณ์ เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หรือ มีร่องรอยการใช้สมการ ตาราง และสัญลักษณ์ เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แต่ยังไม่ถูกต้อง

2.6 แปลงปัญหาให้เป็นรูปธรรม เช่น แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปสมการ ตาราง สัญลักษณ์

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

แปลงปัญหาให้เป็นรูปธรรมได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

แปลงปัญหาให้เป็นรูปธรรมได้ถูกต้อง แต่ไม่สรุปคำตอบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

แปลงปัญหาให้เป็นรูปธรรมได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้คำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่แปลงปัญหาให้เป็นรูปธรรม แต่มีร่องรอยในการคิดที่จะนำไปสู่คำตอบ หรือ แปลงปัญหาให้เป็นรูปธรรม แต่มีร่องรอยในการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่คำตอบ

2.7 บันทึกรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

บันทึกรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ตัวแทนได้ถูกต้อง และสรุป

คำตอบได้ถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

บันทึกรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ตัวแทนได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สรุปคำตอบ หรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

บันทึกรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ตัวแทนได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้อธิบายคำตอบ

ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่บันทึกรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยการใช้ตัวแทน แต่มีร่องรอยการคิดที่จะนำไปสู่คำตอบ หรือ บันทึกรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ตัวแทน แต่มีร่องรอยการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่คำตอบ

2.8 ตีความหมาย มาตราการวัดจากรูปหรือสร้างมาตราวัดจากวัตถุ

ระดับคะแนน 3 : ดีมาก

ตีความหมาย มาตราการวัดจากรูปหรือสร้างมาตราวัดจากวัตถุได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

ระดับคะแนน 2 : ดี

ตีความหมาย มาตราการวัดจากรูปหรือสร้างมาตราวัดจากวัตถุได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สรุปคำตอบหรือสรุปได้ไม่ครบ

ระดับคะแนน 1 : พอใช้

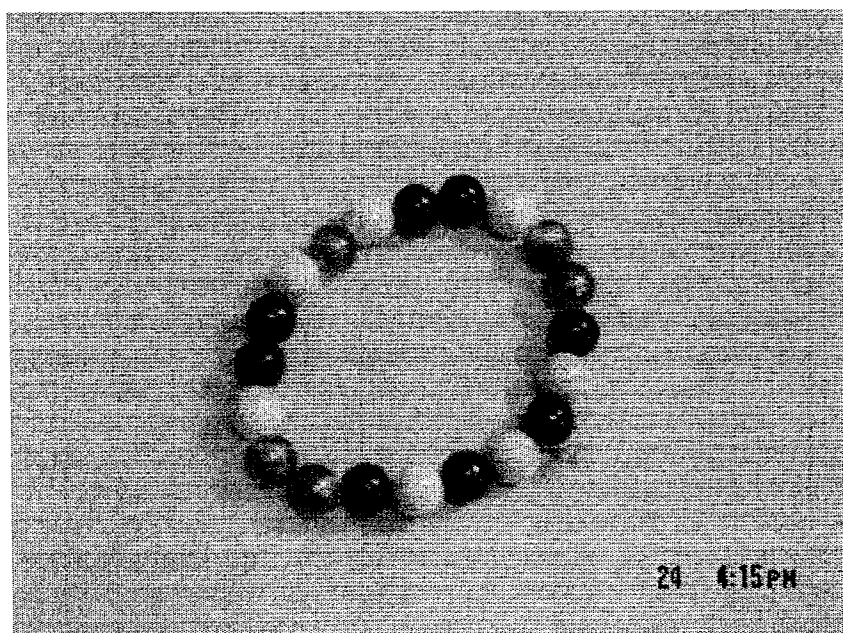
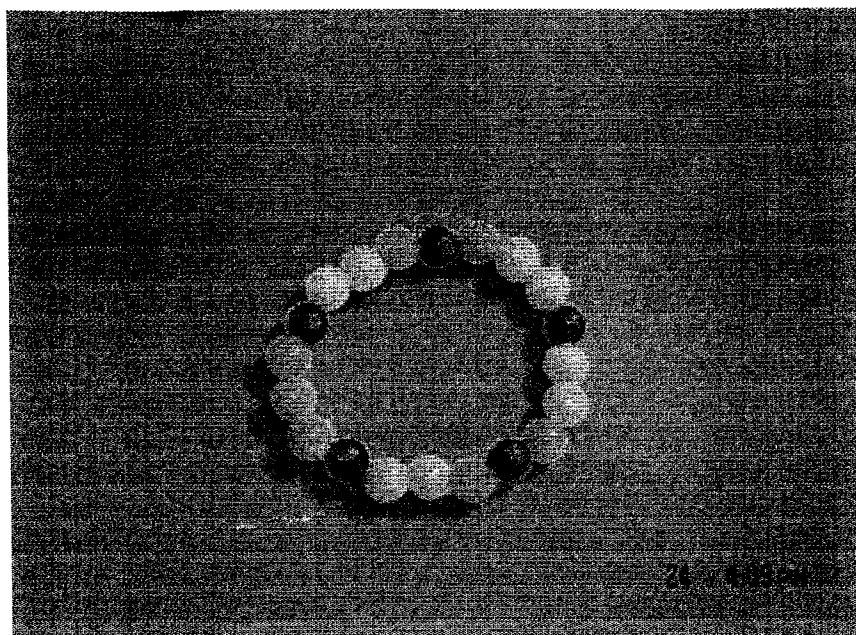
ตีความหมาย มาตราการวัดจากรูปหรือสร้างมาตราวัดจากวัตถุได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ได้อธิบายคำตอบ

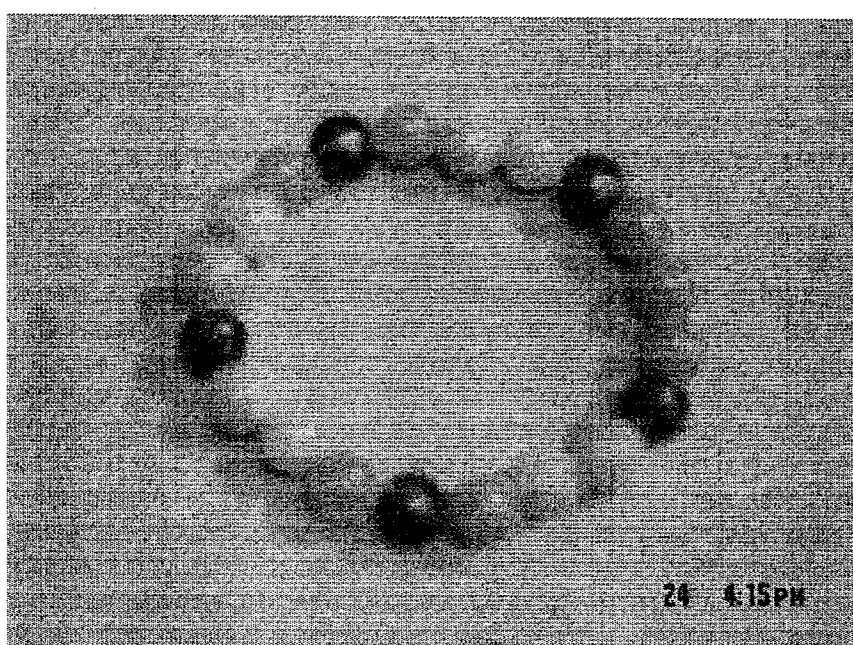
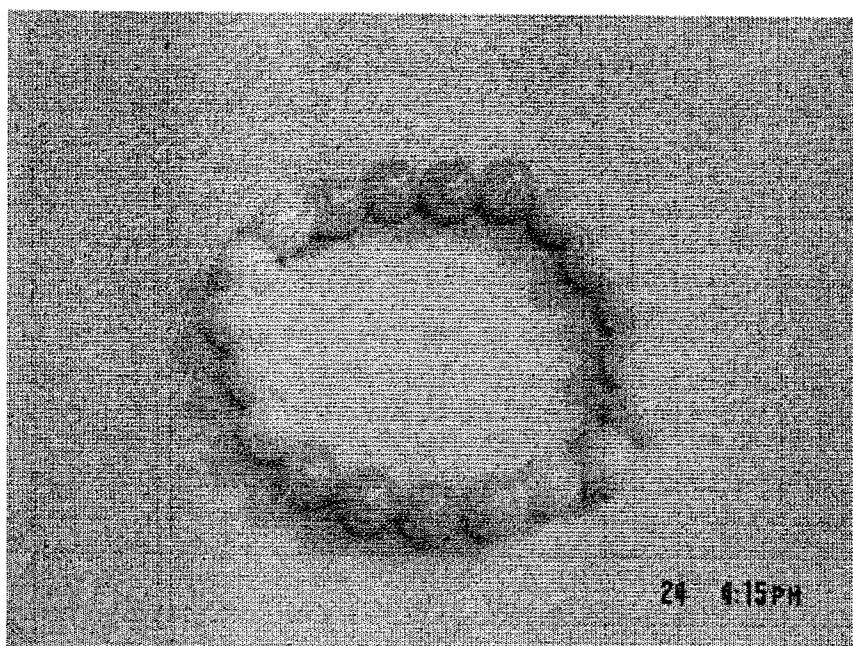
ระดับคะแนน 0 : ควรแก้ไข

ไม่ตีความหมาย มาตราการวัดจากรูปหรือสร้างมาตราวัดจากวัตถุ แต่ยังมีร่องรอยการคิดที่จะนำไปสู่คำตอบ หรือตีความหมาย มาตราการวัดจากรูปหรือสร้างมาตราวัดจากวัตถุแต่มีร่องรอยการคิดที่ไม่บ่งบอกว่าจะนำไปสู่คำตอบ

ภาคผนวก จ

ภาพตัวอย่างผลงานนักเรียน





ภาคผนวก ข

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ประสาธ สະอำนวงค์

ข้าราชการบำนาญ ที่ปรึกษาสำนักงานส่งเสริมการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมัลย์

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. อาจารย์นวลน้อย เจริญผล

ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2

4. อาจารย์วิไลวรรณ อัมไพพัตร

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา

1. รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์

ภาควิชาวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. อาจารย์ประสาธ สະอำนวงค์

ข้าราชการบำนาญ

3. รองศาสตราจารย์ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมัลย์

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. อาจารย์นวลน้อย เจริญผล

ศึกษานิเทศก์สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2

5. อาจารย์วิไลวรรณ อัมไพพัตร

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ឱប ឱបសក្កុល

นางสาวสิริมา สาระพล

วันเดือนปีเกิด

16 พฤศจิกายน 2516

สถานที่เกิด

อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ

ที่อยู่ปัจจุบัน

65 หมู่ 9 ตำบลหมากเขียบ อำเภอเมือง
จังหวัดศรีสะเกษ 33000

ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 5

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

โรงเรียนบ้านดวนใหญ่(ศึกษาศาสตร์พัฒนา)
ตำบลดวนใหญ่ อำเภอรังษี
จังหวัดศรีสะเกษ 33270

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2547

กศ.ม.สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์)
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2539

ดร.บ. (คณิตศาสตร์) สถาบันราชภัฏสุรินทร์ อำเภอเมือง
จังหวัดสุรินทร์

พ.ศ. 2535

มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย อำเภอเมือง
จังหวัดศรีสะเกษ

พ.ศ. 2532

มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีศรีเวศ อำเภอเมือง
จังหวัดศรีสะเกษ