

การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา
เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญานิพนธ์

ของ

สนฤดี ศรีสวัสดิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

เมษายน 2551

การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา
เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญานิพนธ์

ของ

สนฤดี ศรีสวัสดิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

เมษายน 2551

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา
เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ

ของ

สนฤดี ศรีสวัสดิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

เมษายน 2551

สนฤดี ศรีสวัสดิ์. (2551). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมัลย์, รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์.

การศึกษาครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน 31 คน เวลาที่ใช้ในการสอน 18 ชั่วโมง แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One-Group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ t – test for Dependent Samples และค่าสถิติ t -test for One Samples

ผลการศึกษาพบว่า

1. ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย 87.23/86.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

2. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING PACKAGES BY USING
TRISIKKA LEARNING METHODS ON ENRICHMENT OF MATHEMATICAL
PROCESS SKILLS FOR MATHAYOMSUKSA III STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
SONRUEDEE SRISAWAT

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

April 2008

Sonruedee Srisawat. (2008). *The Development of Mathematics Learning Packages by Using Trisikka Learning Methods on Enrichment of Mathematical Process Skills for Mathayomsuksa III Students*. 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 learning packages by using trisikka learning methods on enrichment of mathematical process skills for mathayomsuksa III students, to compare students' process skills before and after learning these packages, and to compare students' process skills after learning with a criterion.

The subjects of this study were 31 mathayomsuksa III students in the second semester of 2007 academic year from Princess Chulabhorn's College Phetchaburi Cha-Am District , Phetchaburi Province. They were selected through cluster random sampling technique. The experiment lasted for 18 hours. The One - Group pretest-posttest design was used for this study. The data were analyzed by using t-test for dependent samples and t-test for one samples.

The findings were as follows :

1. The mathematics learning packages by using trisikka learning methods on enrichment of mathematical process skills for mathayomsuksa III students had the efficiency of 87.23/86.58 , higher than the 80/80 criteria.

2. The mathematical process skills for mathayomsuksa III students after being taught with mathematics learning packages by using trisikka learning methods were statistically higher than that before being taught at the .01 level of significance.

3. The mathematical process skills for mathayomsuksa III students after being taught with mathematics learning packages by using trisikka learning methods statistically passed at least 70 percent criterion at the .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา

เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ของ

สนฤดี ศรีสวัสดิ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)

วันที่ เดือน เมษายน พ.ศ. 2551

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

(อาจารย์ประสพ สอ้านวงศ์)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร. จีวีวรรณ เศรษฐมัลย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ กรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และกรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์ ประธานกรรมการสอบปากเปล่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล กรรมการสอบเปล่า ซึ่งท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่า เพื่อให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัยนี้แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์ ดร.สุพร เข้มเฮง อาจารย์บำเพ็ญ วังเงิน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี และคณะครูอาจารย์โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรีทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวก เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนให้ผู้วิจัยทำการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ สมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ผู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำและให้กำลังใจตลอดเวลา ผู้วิจัยจักระลึกถึงพระคุณของทุกท่านตลอดไป

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

สนฤดี ศรีสวัสดิ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จาก
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้.....	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบไตรสิกขา.....	31
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	42
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	101
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	101
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	102
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	116
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	117
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	123
ลักษณะที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	123
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	123
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	124

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	127
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	127
สมมติฐานของการวิจัย.....	127
วิธีดำเนินการวิจัย.....	128
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	128
สรุปผลการวิจัย.....	129
อภิปรายผล.....	129
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	134
ข้อเสนอแนะ.....	135
 บรรณานุกรม.....	 137
 ภาคผนวก.....	 153
ภาคผนวก ก	154
ภาคผนวก ข	158
ภาคผนวก ค	166
ภาคผนวก ง	200
ภาคผนวก จ	214
 ประวัติย่อผู้วิจัย.....	 217

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	การให้เหตุผลในกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้คำถาม ประกอบคำถามคำตอบ.....	65
2	มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	72
3	การวิเคราะห์การจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับทักษะแต่ละด้านในแต่ละชุดการเรียนรู้	104
4	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	111
5	การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา.....	114
6	แบบแผนการทดลอง.....	117
7	ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	124
8	ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการสอน.....	125
9	ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์.....	126
10	ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์.....	155
11	ค่าความง่าย (Pe) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบทักษะ/กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	156
12	ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า σ_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (α - Coefficient) ของแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	156

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

13	คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชุดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการแก้ปัญหา	159
14	คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชุดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการให้เหตุผล	160
15	คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชุดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ	161
16	คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชุดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการเชื่อมโยง	162
17	คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชุดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	163
18	คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	164

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	องค์ประกอบที่สำคัญของชุดการสอน.....	14
2	กระบวนการศึกษาเพื่อพัฒนานุษย์ตามหลัก.....	32
3	ความสัมพันธ์ของไตรสิกขากับอริยอัฏฐังคิกมรรค.....	35
4	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา.....	40

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้พัฒนาให้เป็นไปตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ซึ่งได้กำหนดให้การจัดการศึกษาตามหลักสูตรต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทย ให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้คู่คุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมแห่งความเป็นไทยในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ, 2546: คำนำ) นอกจากนี้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ซึ่งถือว่าเป็นกฎหมายเกี่ยวกับการศึกษานับแรกของไทยที่มุ่งหวังจะยกระดับการศึกษาและปฏิรูปการศึกษาให้มีคุณภาพและมาตรฐาน โดยกำหนดแนวทางในการจัดการศึกษาโดยยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (อุดมศักดิ์ พลอยบุตร, 2545: 22) จึงเป็นภารกิจที่มีกฎหมายรองรับ ครูอาจารย์และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องต้องถือปฏิบัติให้บรรลุผลสำเร็จตามเจตนารมณ์ของกฎหมาย ไม่ใช่นโยบายหรือแผนงานที่ใครจะทำก็ได้ไม่ทำก็ได้ ด้วยความจำเป็นดังกล่าวครูผู้สอนและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน ต้องทบทวนบทบาทของตนเองว่า การจัดการเรียนการสอนที่ตนกำลังดำเนินการอยู่มีคุณภาพถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับสภาพสังคมไทยและสังคมโลกปัจจุบันมากน้อยเพียงใด (สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ, 2545ก: 6) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนจะต้องมีความสอดคล้องตามแนวพระราชบัญญัติ โดยการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่จะต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการตามความถนัด ความสนใจและความแตกต่างของผู้เรียน เพื่อพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข (กรมสามัญศึกษา, 2545: 1) สามารถที่จะดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพ สามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง พึ่งพาตนเองได้และใช้ความรู้สร้างสรรค์เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบทำให้สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (กรมวิชาการ, 2544: 1) คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับสูงและวิทยาการสาขาต่าง ๆ และความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ล้วนแต่อาศัยความรู้คณิตศาสตร์ แต่นักเรียนส่วนมากไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ (สิริพร ทิพย์คง, 2547: 123) ซึ่งผู้สอนมักจะสอนโดยมุ่งเน้นที่เทคนิคของวิธีสอนมากกว่าแก่นสำคัญของวิธีสอน เนื่องจากเทคนิคต่าง ๆ นั้นเห็นเด่นชัดมากกว่าแก่นซึ่งมักจะซ่อนอยู่ภายใน การสอนขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้สอนไม่ทราบหรือไม่เข้าใจถึงแก่นคือองค์ประกอบและขั้นตอนที่ขาดไม่ได้

ของวิธีนั้น ๆ (ทิสนา แคมมณี. 2548: 324) จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูต้องมุ่งแสวงหาวิธีการที่จะทำให้ นักเรียนประสบความสำเร็จ ด้วยการเป็นผู้กำกับตนเอง เป็นนักแก้ปัญหาที่ได้ผลและเป็น นักคิด เพื่อให้สามารถสนองความต้องการที่แตกต่างของนักเรียน วิธีการสอนที่หลากหลาย ไม่ได้เป็นเพียง เครื่องมือของครู แต่เป็นปรัชญาที่ครูต้องนำไปใช้เพื่อสนองความต้องการของนักเรียน วิธีการสอนที่ หลากหลายช่วยให้นักเรียนมีทางเลือกที่จะบรรลุมาตรฐานที่กำหนด ทำทายนักเรียนและเป็น ทางเลือกให้นักเรียนประสบความสำเร็จ (อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง. 2545: 8) แต่การสอนด้วยวิธีการที่ หลากหลายยังคงไม่เพียงพอ ครูยังคงต้องตระหนักถึงการพัฒนาเด็กให้เป็นคนดี ซึ่งในห้วงเวลาที่ เมืองไทยกำลังมีการปฏิรูปการศึกษา โดยตระหนักถึงการพัฒนาเด็กเป็นคนดีนี้ ได้มีการหยิบยก กระบวนการสอนเด็กในแนวพุทธศาสนาขึ้นมาพิจารณา เนื่องจากพุทธศาสนาเป็นศาสนาที่ให้คุณค่า ต่อการเรียนอย่างสูงสุด ด้วยการพัฒนาในเรื่อง ศีล สมาธิ ปัญญา โดยเน้นที่ตัวบุคคลเป็น ศูนย์กลาง ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ฝึกปฏิบัติลดความเห็นแก่ตัว และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้โดยสันติ การ ฝึกฝนและพัฒนาเด็กตามแนวไตรสิกขา คือ ศีล สมาธิ ปัญญา นี้เน้นกัลยาณมิตรเป็นสำคัญ พ่อแม่ ผู้ปกครองตลอดจน ครู อาจารย์ ตามนัยของพระพุทธศาสนา จึงเป็นกัลยาณมิตรของเด็กที่ให้การ ฝึกอบรมฝึกฝนเด็กอย่างต่อเนื่อง จนเกิดเป็นพฤติกรรมที่ยั่งยืนลงในจิตสำนึกสู่จิตใต้สำนึกอย่าง แนบแน่น (เพ็ญรุ่ง ปานใหม่. 2544: 20) จะเห็นได้จากผลการวิจัยของคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ที่พบว่าเด็กไทยในปัจจุบันมีปัญหาทั้งด้านจิตใจและพฤติกรรม ไม่สนใจศาสนา มี ความคิดสับสน ขาดการเชื่อมโยงในการมองปัญหา (สมพงษ์ จิตระดับ. 2547: 8-10) จึงได้มีการ จัดการเรียนรู้อย่างไตรสิกขาซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกับสิ่งที่เรียน จริง แล้วพิจารณาให้เห็นประโยชน์ คุณ โทษ ตามความเป็นจริงด้วยตนเองแล้วนำความรู้้นั้นมาเป็น หลักในการปฏิบัติตามอย่างจริงจัง(สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. 2545ข: 130) ซึ่งการจัดการ เรียนรู้แบบไตรสิกขาเป็นการสอนที่สร้างให้ผู้เรียนแก้ปัญหาและสามารถนำมาเป็นรูปแบบการสอนใน วิชาคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ เป็นระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหา (สสวท.2544 : บทนำ)

ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2548: 40) ที่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดเป็นสาระหลักสาระหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่ง ประกอบด้วย 5 มาตรฐาน คือ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการให้เหตุผล มี ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ มีความสามารถ ในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สอดคล้องกับที่สภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติแห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics : NCTM) ได้กล่าวถึงมาตรฐานที่เกี่ยวกับ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 มาตรฐาน คือ การแก้ปัญหา (Problem Solving) การให้เหตุผลและ การพิสูจน์ (Reasoning and Proof) การสื่อสาร(Communication) การเชื่อมโยง(Connection) การใช้ตัวแทน (Representation) (NCTM. 2000: 26) ซึ่ง อัมพร ม้าคนอง (2549: 34) ยังได้กล่าว

ไว้อีกว่า การจะพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิด ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการคิดแก้ปัญหา การคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล การคิดเพื่อสื่อสาร การคิดแบบเชื่อมโยง และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การสอนให้คิด (Teaching for Thinking) ซึ่งเป็นการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมความสามารถด้านการคิดของผู้เรียน มีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากการคิดเกี่ยวข้องกับปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligence) การสอนให้นักเรียนเป็นคนชอบคิดหรือให้โอกาสได้คิดบ่อย ๆ จะช่วยพัฒนาปัญหาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้คิดในลักษณะต่าง ๆ โดยอาจเริ่มได้ง่าย ๆ จากการให้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ท้าทายความสามารถ นั้นหมายความว่า ครูจะต้องพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะกระบวนการ เนื่องจากนักเรียนมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ครูจะต้องจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน (ศิริวรรณ ปันศรีเจริญชัย, 2549: 42) ครูผู้สอนจึงต้องศึกษาค้นคว้าหาวิธีการและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นที่น่าสนใจ มีสิ่งจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่อยากรู้อยากเรียนมีรูปแบบการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย มีทักษะกระบวนการ มีการเชื่อมโยงวิธีการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง (จิราภรณ์ ศิริทวี, 2541: 35) อย่างไรก็ตามบทบาทของครูตามค่านิยมเดิมยังคงฝังแน่นอยู่ในลักษณะครูเป็นศูนย์กลาง เป็นผู้สอน ใช้การอธิบาย บรรยาย บอก แสดง การสาธิต เพื่อให้นักเรียนรู้ จำ เข้าใจ และปฏิบัติตาม แต่ต่อมาภายหลังเทคโนโลยีทางการศึกษาเจริญก้าวหน้าทำให้นักเรียนเรียนรู้และการสอนพัฒนาไปมากขึ้น การสอนจึงมีลักษณะที่เน้นความสำคัญของผู้เรียนมากขึ้น (ชาญชัย ยมดิษฐ์, 2548: 6) สำหรับชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ก็เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่มีคุณค่าสำหรับการเรียนการสอน จากการรายงานผลการวิจัยของ พรชนก ช่วยสุข (2545) ; วัชรวิ ชันเชื้อ (2545) ; พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547) ; สิริมาสาระพล (2547) ; ชัยยุทธ บุญธรรม (2549) และ สุรางคณา ยาหยี (2549) ที่ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต่างมีความเห็นสอดคล้องกันว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่ได้เรียนด้วยชุดการเรียนรู้มีความสนใจและเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนดีขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการที่จะทำให้ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนดีขึ้น อีกทั้งเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ที่จะได้นำไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ที่ได้บรรจุไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานให้บรรลุจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีความมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์

ความสำคัญของการวิจัย

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ จะช่วยเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สาระที่ 6 ในเรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ในสาระอื่น ๆ อีกด้วย

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ของ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 97 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยละความสามารถของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 31 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยใช้วิธีการทดลองโดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ใช้เวลาทั้งหมด 18 คาบ ใช้เวลาในการทดลอง 15 คาบ คาบละ 60 นาที และมีการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 90 นาที และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 90 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 33102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีเนื้อหาย่อยดังนี้

1. จำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม
2. สมการเชิงเส้นและระบบสมการเชิงเส้น
3. ปริมาตรและพื้นที่ผิว
4. สมบัติของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนานและการนำไปใช้
5. สถิติและความน่าจะเป็น

ตัวแปรที่ศึกษา คือ

1. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง นวัตกรรมทางการศึกษาได้แก่ สื่อ อุปกรณ์ รวมถึงการจัดกระบวนการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เพื่อค้นหาวิธีการ กระบวนการ แนวคิดทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์ที่ได้รับ สามารถสรุปได้ด้วยตนเอง ซึ่งครูเป็นเพียงผู้คอยแนะนำ ดูแลให้ความสะดวก และจัดสื่อการเรียนรู้ไว้ให้เหมาะสมกับการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละชุดการเรียนรู้ ชุดการเรียนรู้แต่ละชุดนั้นอาจจัดเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มย่อย เพื่อให้การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์บรรลุตามจุดมุ่งหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วย

1. คำชี้แจง สำหรับครูผู้สอนและผู้เรียนในการใช้ชุดการเรียนรู้
2. ชื่อชุดการเรียนรู้ ส่วนที่อธิบายให้ทราบถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
3. คำอธิบาย เป็นส่วนที่อธิบายแนวทางในการเรียน
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ส่วนที่อธิบายว่าผู้เรียนจะได้อะไรหลังจากเรียนแล้ว
5. ระยะเวลา ใช้อธิบายเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ของแต่ละชุดการเรียนรู้
6. สื่อการเรียนรู้ เป็นวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ต่าง ๆ ที่ใช้ในชุดการเรียนรู้

7. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทำตามคำสั่งที่ให้ไว้ในแต่ละชุดการเรียนรู้ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียนนั้นประกอบด้วย

7.1 แบบทดสอบทบทวนความรู้

7.2 กิจกรรมฝึกทักษะ

8. การประเมินผลการเรียนรู้ สำหรับประเมินความรู้ของนักเรียนหลังจากปฏิบัติกิจกรรม และมีแบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง นำมาทดสอบหลังจากได้ศึกษาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยให้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติฝึกหัดอบรมตนด้วยหลักของ ศีล สมาธิ ปัญญา และทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมพฤติกรรม ทางกาย วาจา และใจ ของตนเองได้ เพื่อให้เกิดปัญญา รู้แจ้งในการที่จะเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ และผู้เรียนสามารถตัดสินใจเลือกกระทำหรือประพฤติปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้องดีงาม ได้อย่างเหมาะสม

การจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นศีล คือ ผู้เรียนควบคุมตนเองให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยเป็นปกติ ร่างกายพร้อมที่จะเรียน และรับรู้ถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดให้

ขั้นสมาธิ คือ ผู้เรียนรวบรวมจิตใจ และความคิดให้แน่วแน่เป็นจุดเดียวกัน ปราศจากสิ่งรบกวน ไม่นำจิตไปสู่เรื่องอื่น ๆ หรือออกนอกห้องเรียน จดจ่ออยู่กับกิจกรรมที่กำหนดให้พร้อมที่จะเผชิญหน้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

ขั้นปัญญา คือ เมื่อผู้เรียนมีจิตใจแน่วแน่ จดจ่ออยู่กับกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ นั้น พลังแห่งความมีจิตใจแน่วแน่จะช่วยให้ทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้น และสามารถแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับกิจกรรม ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้ ซึ่งจะทำให้เกิดปัญญาขึ้นในตนเองในเรื่องนั้น ๆ ได้ถูกต้องตามที่เป็นจริง

3. การสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพปัญหาต่าง ๆ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนอย่างระมัดระวัง ทั้งกาย วาจา ใจ แล้วพิจารณาผลการปฏิบัติของตนร่วมกับการปฏิบัติโดยเน้นกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยคำนึงถึงหลักและกระบวนการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องของนักเรียน ซึ่งการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยนำหลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา แทรกลงไปในขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นศีล ครูให้นักเรียนศึกษาเอกสารจากชุดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเตรียมความพร้อม โดยการทบทวนความรู้จากแบบทดสอบเพื่อสร้างองค์ความรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้

ซักถามในปัญหาที่พบ พร้อมร่วมกันอภิปราย

ขั้นสมาธิ ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะ โดยการนำความพร้อมจากขั้นนี้สลับ ด้วยการควบคุมสติให้ระลึกรู้และมีใจจดจ่ออยู่กับการปฏิบัติกิจกรรม โดยไม่สนใจสิ่งรบกวนทั้งภายในและภายนอก จนนักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะด้วยความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ตามความเข้าใจในกฎเกณฑ์และความมุ่งหมายของสิ่งที่เกี่ยวข้อง ทำโดยมีการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ

ขั้นปัญญา นักเรียนอภิปรายผลที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมฝึกทักษะ สามารถนำผลที่เกิดขึ้นไปคิดวิเคราะห์และนำไปใช้แก้ปัญหาได้ด้วยเหตุผล ตลอดจนสามารถค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา

4. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการปฏิบัติงานและกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยสามารถปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องแม่นยำ ตามหลักการทางคณิตศาสตร์ซึ่งปฏิบัติได้อย่างมีระบบ ซึ่งประกอบด้วย การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4.1 ทักษะ/กระบวนการด้านการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ทางสมอง ประสบการณ์ การเข้าใจปัญหา ตลอดจนความพยายามในการคิดค้นหาคำตอบ เพื่อให้ได้คำตอบ โดยการนำความรู้ ทักษะ รวมถึงวิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาให้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

4.2 ทักษะ/กระบวนการด้านการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการวิเคราะห์หรือแสดงแนวคิด ของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างหลักการ ระบุความสัมพันธ์ของแนวคิด การหาข้อสรุปหรือข้อคาดการณ์ที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้น ๆ ซึ่งสามารถยืนยันหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

4.3 ทักษะ/กระบวนการด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอหมายถึง ความสามารถในการพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวความคิด ซึ่งแสดงถึงความหมายและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องชัดเจน และรัดกุม

4.4 ทักษะ/กระบวนการด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับสาระกับชีวิตประจำวัน เกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ นำแนวคิดที่เชื่อมโยงกับหัวข้อหรือกระบวนการที่ได้รับ มาใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดความต่อเนื่องระหว่าง

บทเรียนต่าง ๆ โดยเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปหรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้ และนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ และในการดำรงชีวิต

4.5 ทักษะ/กระบวนการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางความคิดที่ถูกต้อง มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม คิดหลายหลากทิศทาง อันจะนำไปสู่การค้นพบและการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและก่อให้เกิดประโยชน์โดยไม่สร้างความเสียหายแต่อย่างใด

ทั้ง 5 ทักษะ/กระบวนการนี้ประเมินจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยวัดทักษะในแต่ละด้าน ๆ ละ 2 ข้อ

5. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา หมายถึง คุณภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนำไปสอนแล้วทำให้นักเรียนมีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 โดยมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก เป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละชุดการเรียนรู้ โดยนำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

80 ตัวหลัง เป็นคะแนนที่ได้จากการประเมินหลังจากที่นักเรียนเสร็จสิ้นจากการศึกษาชุดการเรียนรู้ในแต่ละชุด โดยพิจารณาจากผลการทำแบบทดสอบ นำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

การคำนวณหาประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่ได้มีประสิทธิภาพเมื่อมีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 หรือสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน $\pm 2.5\%$

6. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยที่ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สำนักวิชาการและมาตรฐานศึกษา (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2550:ออนไลน์)

คะแนนร้อยละ 80-100 หมายถึง มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ
ดีเยี่ยม

คะแนนร้อยละ 75-79 หมายถึง มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ
ดีมาก

คะแนนร้อยละ 74-70 หมายถึง มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

คะแนนร้อยละ 65-69 หมายถึง มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ
ค่อนข้างดี

คะแนนร้อยละ 60-64 หมายถึง มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ
น่าพอใจ

คะแนนร้อยละ 55-59 หมายถึง มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

คะแนนร้อยละ 50-54 หมายถึง มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ

ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

คะแนนร้อยละ 0-49 หมายถึง มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ

ต่ำกว่าเกณฑ์

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอน

3. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้
 - 1.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้
 - 1.2 องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้
 - 1.3 ประเภทของชุดการเรียนรู้
 - 1.4 ขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้
 - 1.5 ประโยชน์ในจากชุดการเรียนรู้
 - 1.6 การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้
 - 1.7 การใช้ชุดการเรียนรู้
 - 1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบไตรสิกขา
 - 2.1 กระบวนการศึกษาเพื่อฝึกอบรมและพัฒนามนุษย์ตามหลักไตรสิกขา
 - 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา
 - 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบไตรสิกขา
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ประเภทของทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ทักษะ/กระบวนการด้านการแก้ปัญหา
 - 3.4 ทักษะ/กระบวนการด้านการให้เหตุผล
 - 3.5 ทักษะ/กระบวนการด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และ

การนำเสนอ

- 3.6 ทักษะ/กระบวนการด้านการเชื่อมโยง
- 3.7 ทักษะ/กระบวนการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้

Instructional Package หรือ Learning Package หรือ Instructional Kits มีชื่อเรียกว่า ชุดการสอนหรือชุดการเรียนรู้ ซึ่งแต่เดิมมักจะใช้คำว่าชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมาการจัดการเรียนการสอนหันมามุ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียน จึงเรียกชุดการสอนเป็นชุดการเรียนรู้มากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอให้คำว่า “ชุดการเรียนรู้” เพื่อที่จะได้ครอบคลุมถึงการจัดกิจกรรมของครูและปฏิบัติตามกิจกรรมของนักเรียน

1.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของ ชุดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

แคปเฟอร์และแคปเฟอร์ (Kapfer & Kapfer. 1972: 3-10) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้เป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน ซึ่งประกอบคำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนรู้ ซึ่งการรวบรวมเนื้อหาที่จะนำมาสร้างชุดการเรียนรู้นั้นได้มาจากขอบข่ายของความรู้ของหลักสูตรที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้และเนื้อหาจะต้องตรงและชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามเป้าหมายของการเรียน

กู๊ด (Good. 1973: 306) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้ เป็นโปรแกรมการสอนซึ่งในแต่ละหน่วยจะประกอบด้วยสื่อการสอน เครื่องมือการเรียนรู้ คู่มือแนะนำผู้สอน แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนที่มีความเที่ยงตรง คำบรรยายลักษณะของผู้เรียนในการทำกิจกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้

มัวร์และแบลงค์เคนชิป (Moore & Blankenship. 1974: 24) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้เป็นการศึกษารายบุคคลที่เป็นระบบซึ่งผู้เรียนสามารถบรรลุจุดประสงค์ในการเรียนได้อย่างต่อเนื่องกัน และมีประสิทธิภาพ โดยมีการใช้สื่อและกิจกรรมหลายชนิดตามความเหมาะสม

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 185) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้การสอนเป็นระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันและมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน

ยุพิน พิพิธกุล ; และ อรพรรณ ตันบรรจง (2531: 181) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้การสอนเป็นรายบุคคล เป็นชุดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ในชุดการเรียนรู้จะประกอบด้วยบัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา บัตรแบบฝึกหัด หรือบัตรงานพร้อมเฉลย และบัตรทดสอบพร้อมเฉลย ในชุดการเรียนรู้นั้นจะมีสื่อการเรียนรู้ไว้พร้อมเพื่อผู้เรียนจะใช้ประกอบการเรียนเรื่องนั้น ๆ

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2543: 91) กล่าวว่า ชุดการสอนหรือชุดการเรียนรู้เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งซึ่งเป็นชุดของสื่อประสมที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ บรรจุอยู่ในซองกล่อง หรือกระเป๋า แล้วแต่ผู้สร้างจะทำขึ้น

พรสวรรค์ จรัสชัยรุ่งสกุล (2547: 13) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้ เป็น บทเรียนที่มีการจัดลำดับขั้นตอนของเนื้อหาให้เป็นระบบและรัดกุม มีจุดประสงค์ของการเรียนการสอนที่เด่นชัดเพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ภายในระยะเวลาอันสั้น โดยที่กำหนดกิจกรรม เวลา และสื่อการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน

ชัยยุทธ บุญธรรม (2549: 12) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่มีสร้างขึ้น โดยสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาโดยเกิดจากการบูรณาการระหว่างนวัตกรรมทางการศึกษากับกระบวนการเรียนการสอนโดยนักเรียนสามารถศึกษาและปฏิบัติตามคำแนะนำ ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ตามที่ชุดการเรียนรู้กำหนด

สุรางคณา ยาหยี (2549: 60) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้ เป็น ชุดประสบการณ์สอนที่ครูสร้างขึ้นโดยใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์และกิจกรรมหลายชนิดผสมผสานกันเพื่อมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ความ

เข้าใจในบทเรียนได้ดีและบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาการเรียนรู้อย่างด้วยตนเอง และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามความสามารถ โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2550: Online) กล่าวว่า ชุดการเรียน หมายถึง สื่อประสมที่เป็นวัสดุอุปกรณ์ที่นำไปใช้เพื่อการเรียนการสอนของผู้เรียนซึ่งประกอบไปด้วย เนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันโดยมีข้อแนะนำการใช้สำหรับครูและนักเรียน มีวัตถุประสงค์เฉพาะบทเรียน พร้อมทั้งข้อทดสอบที่ใช้ในการเรียน

จากการศึกษาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ชุดการเรียน หมายถึง สื่อประสมที่ผู้สอนสร้างขึ้นเป็นชุด โดยนำสื่อและกิจกรรมหลากหลายชนิดมาผสมผสานกัน เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร ล้วนเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม ตามความสามารถของแต่ละคน เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนได้ดีและบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ อย่างมีประสิทธิภาพ ภายในระยะเวลาอันสั้น ตามที่กำหนดกิจกรรม เวลา และสื่อการเรียนไว้อย่างชัดเจน

1.2 องค์ประกอบของชุดการเรียน

ในการสร้างชุดการเรียน เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ นั้น ผู้สร้างจะต้องศึกษาองค์ประกอบของชุดการเรียนว่าประกอบด้วยหลักการอะไรบ้าง เพื่อจะได้นำมาเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของชุดการเรียนที่สร้างขึ้น ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียน ไว้ดังนี้

ฮุลตัน; และคนอื่น ๆ (สุรางคณา ยายหิ. 2549: 63; อ้างอิงจาก Houston; et al. 1972:10-15) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนไว้ดังนี้

1. คำชี้แจง (Prospectus) ส่วนนี้จะอธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมาย ขอบข่ายชุดการเรียน สิ่งที่คุณเรียนจะต้องมีความรู้ก่อนเรียนและขอบข่ายของกระบวนการทั้งหมดในชุดการเรียน
2. จุดมุ่งหมาย (Objectives) คือ ข้อความที่แจ่มชัดไม่กำกวมที่กำหนดว่า ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จอะไรหลังจากเรียนแล้ว
3. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment) มีจุดประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนอยู่ในระดับใดจากการเรียนในชุดการเรียนนั้น และเพื่อดูว่าเขาได้สัมผัสผลตามจุดประสงค์เพียงใด การประเมินเบื้องต้นนี้อาจจะอยู่ในรูปของการทดสอบแบบข้อเขียนปากเปล่า การทำงานปฏิกิริยาตอบสนองต่อคำถามง่าย ๆ เพื่อให้รู้ถึงความต้องการและความสนใจ
4. การกำหนดกิจกรรม (Enabling Activities) คือการกำหนดแนวทางและวิธีเพื่อไปสู่จุดประสงค์ที่ตั้งไว้โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นด้วย
5. การประเมินขั้นสุดท้าย (Post-Assessment) เป็นข้อสอบเพื่อวัดผลการเรียนหลังจากที่เรียนแล้ว

คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973: 150) ได้กล่าวถึงโครงสร้างของชุดการเรียนไว้ ดังนี้

1. หัวข้อ (Topic)
2. หัวข้อย่อย (Subtopic)
3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rationale)
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)
5. การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
6. กิจกรรมและการประเมินตนเอง (Activities and Self-Evaluation)
7. การทดสอบย่อย (Quiz หรือ Formation Test)
8. การทดสอบขั้นสุดท้าย (Posttest หรือ Summative Evaluation)

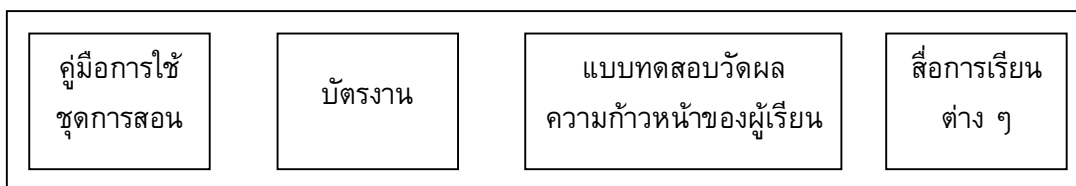
ยุพิน พิพิธกุล; และอรพรรณ ดันบรรจง (2531: 182) กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดการเรียนการสอนเป็นรายบุคคลไว้ว่า จะต้องเอาบทเรียนมาแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ แต่ละหน่วยย่อยประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. บัตรคำสั่ง จะชี้แจงรายละเอียดว่า ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร
2. บัตรกิจกรรม เป็นบัตรที่บอกให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ควรจะมีในบัตรกิจกรรม คือ หัวเรื่อง ระดับชั้น สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมและเฉลยกิจกรรม
3. บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่บอกเนื้อหาทั้งหมดที่ต้องการให้เรียน สิ่งที่จะมีในบัตรเนื้อหาก็คือ หัวเรื่อง สูตร นิยาม เป็นต้น
4. บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน เป็นแบบฝึกหัดที่ทำไว้ให้ผู้เรียนฝึกหัดทำหลังจากที่ได้ทำบัตรกิจกรรม และศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้วในบัตรแบบฝึกหัดนี้จะต้องทำบัตรเฉลยไว้ พร้อมสิ่งที่จะมีในแบบฝึกหัดหรือบัตรงานคือ หัวเรื่อง สูตร นิยาม กฎ ที่ต้องการใช้ในโจทย์แบบฝึกหัดให้นักเรียนตั้งโจทย์เองแล้วหาคำตอบเฉลยแบบฝึกหัด
5. บัตรทดสอบหรือบัตรปัญหา เป็นข้อทดสอบตามเนื้อหาของแต่ละหน่วยย่อย และมีเฉลยไว้พร้อม อาจทำข้อทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และข้อทดสอบหลังเรียน (Post-test)

กิดานันท์ มลิทอง (2536: 81) กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดการเรียน ประกอบด้วย

1. คู่มือ สำหรับผู้สอนในการใช้ชุดการสอนและสำหรับผู้เรียนในชุดการเรียน
2. คำสั่ง เพื่อกำหนดแนวทางในการสอนหรือการเรียน
3. เนื้อหาบทเรียน จะจัดในรูปของสิ่งต่าง ๆ เช่น สไลด์ เทป เป็นต้น
4. กิจกรรมการเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนทำรายงานหรือค้นคว้าต่อจากสิ่งที่เรียนมาแล้ว เพื่อความรู้ที่กว้างขวางขึ้น
5. แบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียนเพื่อการประเมินผล

บุญชม ศรีสะอาด (2541: 95-96) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดการสอนที่สำคัญ 4 ด้าน ดังนี้



ภาพประกอบ 1 องค์ประกอบที่สำคัญของชุดการสอน

คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ชุดการสอนศึกษาและปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ อาจประกอบด้วย แผนการสอน สิ่งที่ต้องเตรียมก่อนสอน บทบาทของผู้เรียน การจัดชั้นเรียน (ในกรณีของชุดการสอนที่มุ่งใช้กับกลุ่มย่อย เช่น ในศูนย์การเรียนรู้)

บัตรงาน เป็นบัตรที่มีคำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้าง โดยระบุกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

แบบทดสอบวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับตรวจสอบว่าหลังจากเรียนชุดการสอนจบแล้วผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นสื่อสำหรับผู้เรียนได้ศึกษามีหลายชนิดประกอบกันอาจเป็นประเภทสิ่งพิมพ์ เช่น บทความ เนื้อหาเฉพาะเรื่อง จุลสาร บทเรียนโปรแกรมหรือประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภูมิต่าง ๆ เทป บันทึกเสียง สไลด์ ขนาด 2×2 นิ้ว ของจริง เป็นต้น

สุรางคนา ยาหยี (2549: 65) กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดการเรียนประกอบด้วย

1. คู่มือการใช้ชุดการเรียน เป็นส่วนที่อธิบายการใช้ชุดการเรียน
2. ชื่อชุดการเรียน เป็นส่วนที่บอกให้ทราบว่าศึกษาเกี่ยวกับเรื่องอะไร
3. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายลักษณะของกิจกรรมในชุดการเรียน
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากได้ศึกษาชุดการเรียน
5. เวลา เป็นส่วนที่บอกเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ชุดการเรียน
6. สื่อการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุอุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในชุดการเรียน
7. สารการเรียนรู้ เป็นส่วนที่อธิบายความรู้ให้กับนักเรียน
8. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ดั่งนี้

ฉลอง ทับศรี (2550: Online) กล่าวว่า ชุดการเรียนประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ

ดังนี้

1. เนื้อหา ที่นักเรียนจะใช้ในการเรียนรู้

2. เครื่องมือการประเมินผล ได้แก่ แบบทดสอบต่าง ๆ ทั้งแบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน แบบทดสอบพฤติกรรมก่อนเรียน แบบฝึกหัดระหว่างเรียน
3. คู่มือการเรียนรู้ (instructional manual) ในคู่มือนี้ควรมีแบบทดสอบต่าง ๆ คำชี้แจง และข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นในการจัดการเรียนการสอน แบบบันทึกคะแนน คำเฉลย กิจกรรม คำเฉลยข้อสอบและอื่น ๆ ที่จำเป็นในการสื่อสารกับผู้เรียน
4. สื่อการเรียนการสอนลักษณะต่าง ๆ เช่น รูปภาพ เทปเสียง วีดิทัศน์ บัตรคำ ของจริง แผ่นโปร่งใส สไลด์ ฯลฯ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าองค์ประกอบของชุดการเรียนรู้ประกอบด้วย องค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1. คำชี้แจง สำหรับครูผู้สอนและผู้เรียนในการใช้ชุดการเรียนรู้
2. ชื่อชุดการเรียนรู้ ส่วนที่อธิบายให้ทราบถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
3. คำอธิบาย เป็นส่วนที่อธิบายแนวทางในการเรียน
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ ส่วนที่อธิบายว่าผู้เรียนจะได้อะไรหลังจากเรียนแล้ว
5. ระยะเวลา ใช้อธิบายเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ของแต่ละชุดการเรียนรู้
6. สื่อการเรียนรู้ เป็นวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ต่าง ๆ ที่ใช้ในชุดการเรียนรู้
7. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทำตามคำสั่งที่ให้ไว้ในแต่ละชุดการเรียนรู้ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียนนั้น ประกอบด้วย

7.1 แบบทดสอบทบทวนความรู้

7.2 กิจกรรมฝึกทักษะ

8. การประเมินผลการเรียนรู้ สำหรับประเมินความรู้ของนักเรียนหลังจากปฏิบัติกิจกรรม และมีแบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง นำมาทดสอบหลังจากได้ศึกษาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยให้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.3 ประเภทของชุดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของชุดการเรียนรู้ ที่ช่วยให้ผู้สร้างได้ตัดสินใจว่าจะสร้างชุดการเรียนรู้ในรูปแบบใด ไว้ดังนี้

คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (2524: 250-251) ได้แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ชุดการเรียนรู้สำหรับครู เป็นชุดสำหรับจัดให้ครูโดยเฉพาะ มีคู่มือ และเครื่องมือสำหรับครู ซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้สอนให้เด็กเกิดพฤติกรรมที่คาดหวัง ครูเป็นผู้ดำเนินการและควบคุมกิจกรรมทั้งหมด นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมภายใต้การดูแลของครู
2. ชุดการเรียนรู้สำหรับนักเรียน เป็นชุดการเรียนรู้สำหรับจัดให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เพียงจัดอุปกรณ์และมอบชุดการเรียนรู้ให้แล้วคอยรับรายงานผลเป็นระยะ ๆ ให้คำแนะนำ

เมื่อมีปัญหา และประเมินผล ชุดการเรียนนี้จะฝึกการเรียนรู้ด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนจบการศึกษาจากโรงเรียนไปแล้วสามารถเรียนรู้หรือศึกษาสิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

3. ชุดการเรียนที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน ชุดการเรียนแบบนี้มีลักษณะผสมระหว่างชุดแบบที่ 1 และชุดแบบที่ 2 ครูเป็นผู้คอยดูแล และกิจกรรมบางอย่างครูต้องเป็นผู้แสดงนำให้นักเรียนดู และกิจกรรมบางอย่างนักเรียนต้องทำด้วยตนเอง ชุดการเรียนแบบนี้เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาซึ่งจะเริ่มฝึกให้รู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้การดูแลของครู

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 185-186) ได้แบ่งชุดการเรียนการสอนตามลักษณะของการใช้ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ชุดการเรียนการสอนสำหรับการบรรยาย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูใช้ คือเป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับกำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนให้ครูใช้ประกอบคำบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้ลดน้อยลงและเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ชุดการเรียนการสอนนี้จะมีเนื้อหาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับนักเรียนทั้งชั้น

2. ชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่ม ชุดการเรียนการสอนนี้มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน และอาจจัดการเรียนการสอนในรูปศูนย์การเรียนรู้ ชุดการเรียนการสอนแบบกลุ่มประกอบด้วย ชุดการเรียนการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์การเรียนรู้ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น สื่อการเรียนอาจจัดอยู่ในรูปของการเรียนการสอนรายบุคคลหรือผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันก็ได้ ผู้เรียนที่เรียนจากชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มอาจจะต้องขอความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มต้นเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้วผู้เรียนสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้เองในขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้หากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ เมื่อจบการเรียนรู้แต่ละศูนย์แล้ว ผู้เรียนอาจจะสนใจการเรียนรู้เสริม เพื่อเจาะลึกสิ่งที่เรียนรู้ได้อีกจากศูนย์สำรองที่ครูจัดเตรียมไว้เพื่อเป็นการไม่เสียเวลาที่จะต้องรอคอยผู้อื่น

3. ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอนความสามารถของแต่ละบุคคลเมื่อศึกษาครบแล้ว จะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้า และศึกษาชุดการเรียนการสอนชุดอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหาผู้เรียนจะปรึกษากันได้ในระหว่างเรียนและผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทาง การเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนการสอนนี้จัดเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปจนเต็มสุดขีดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยผู้อื่น ชุดการเรียนการสอนแบบนี้บางครั้งเรียกว่า บทเรียนโมดูล (Instructional Module)

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 118 -119) ได้จำแนกประเภทชุดการเรียนการสอนออกเป็นชุด และประเภทใหญ่ ๆ 4 ประเภท คือ

1. ชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งขยาย

เนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น โดยกำหนดกิจกรรมและสื่อการสอนให้ครูใช้ประกอบการบรรยายบางครั้งจึงเรียกว่า “ชุดการเรียนการสอนสำหรับครู” ชุดการเรียนการสอนนี้จะมีเนื้อหาวิชาเพียงหน่วยเดียว และใช้กับผู้เรียนทั้งชั้น โดยแบ่งหัวข้อที่จะบรรยายและกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้นทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ครูผู้สอน และเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้น้อยลง เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ชุดการเรียนการสอนประกอบการบรรยายนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษา สื่อการสอนที่ใช้อาจเป็น แผ่นคำสอน แผนภูมิ รูปภาพ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ หรือกิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น สื่อการเรียนการสอนมักจะบรรจุในกล่องมีขนาดเหมาะสม แต่ถ้าเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาแพง ขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ตลอดจนเสียหายง่าย หรือเป็นสิ่งที่มีความเสี่ยงที่จะไม่บรรจุในกล่องแต่จะกำหนดไว้ในคู่มือครูเพื่อจัดเตรียมก่อนสอน

2. ชุดการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมแบบกลุ่ม เป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน ครูจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้บรรยายเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือผู้เรียนชุดการเรียนการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มอาจจัดเรียนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน ชุดการเรียนการสอนแต่ละชุดจะประกอบด้วยชุดการสอนย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วยในแต่ละศูนย์มีสื่อหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียน ในศูนย์กิจกรรมการเรียนรู้หากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ เมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละศูนย์แล้วถ้าผู้เรียนสนใจที่จะเรียนเสริมสามารถศึกษาได้จากศูนย์สำรอง ที่จัดเตรียมไว้โดยไม่ต้องเสียเวลาคอยผู้อื่น

3. ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนการสอนที่จัดไว้ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองตามคำแนะนำที่ระบุไว้ แต่อาจมีการปรึกษากันระหว่างเรียนได้ และเมื่อสงสัยไม่เข้าใจบทเรียนตอนไหนสามารถถามครูได้ การเรียนจากชุดการเรียนการสอนรายบุคคลนี้ นิยมใช้ห้องเรียนที่มีลักษณะพิเศษ แบ่งเป็นสัดส่วนสำหรับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งเรียกว่า “ห้องเรียนรายบุคคล” ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลนี้นักเรียนอาจนำไปเรียนที่บ้านได้ด้วย โดยมีผู้ปกครองหรือบุคลากรอื่นคอยให้ความช่วยเหลือ ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลนี้เน้นหน่วยการสอนย่อย จึงนิยมเรียกว่าบทเรียนโมดูล

4. ชุดการเรียนการสอนทางไกล เป็นชุดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนที่อยู่ต่างถิ่นต่างเวลา มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการเรียนการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เป็นต้น

ยุพิน พิศกุล; และอรพรรณ ดันบรรจง (2531: 161-197) แบ่งประเภทของชุดการเรียนการสอนเป็นรายบุคคลออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ชุดการเรียนรายบุคคล เป็นชุดการเรียนที่ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ในชุดการเรียนนี้จะประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรมพร้อมเฉลย บัตรเนื้อหา บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงานพร้อมเฉลย และบัตรทดสอบพร้อมเฉลย ในชุดการเรียนนั้นจะมีสื่อการเรียนไว้พร้อมเพื่อให้ผู้เรียนใช้ประกอบในการเรียนเรื่องนั้น ๆ

2. ชุดการสอนสำหรับครู เป็นชุดการสอนที่ครูใช้ประกอบด้วยตารางคู่มือรายคาบ ซึ่งนำเนื้อหาในแต่ละบทมาแบ่งเป็นคาบ พร้อมทั้งเขียนรายงานการสอน วิธีสอนและสื่อการเรียน การสอนไว้ย่อ ๆ และหัวข้อในแต่ละคาบประกอบด้วยจุดประสงค์ เนื้อหา สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน การวัด และประเมินผล แบบฝึกหัดเพิ่มเติม นันทนาการ และปัญหาที่ควรเน้น

3. ชุดการเรียนแบบผสม เป็นชุดการเรียนซึ่งนักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองหรือครูใช้สอนก็ได้ จึงเป็นชุดการเรียนที่ประกอบด้วย ชุดการเรียนรายบุคคล กับชุดการสอนสำหรับครู รวมกันโดยเน้นกิจกรรมที่ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง และกิจกรรมที่ครูสอน ผู้สร้างจะต้องเขียน กิจกรรมเพื่อสนองจุดประสงค์ของชุดการเรียนนี้

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ประเภทของชุดการเรียน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ชุดการเรียนสำหรับครู ชุดการเรียนแบบรายบุคคล ชุดการเรียนแบบผสมของครูและนักเรียน ตามลักษณะของการใช้ชุดการเรียน ซึ่งการแบ่งประเภทของชุดการเรียนออกเป็น 3 ประเภทก็ตาม ทุกชุดการเรียนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถและความแตกต่างของแต่ละบุคคล เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านของการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ โดยมีครูผู้สอนเป็น ผู้ชี้แนะแนวทางหรือเป็นที่ปรึกษา

1.4 ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียน

ในการสร้างชุดการเรียน ผู้สร้างควร ทราบขั้นตอนการสร้างในแต่ละขั้นว่าควรทำสิ่งใดก่อนหลังและมีการดำเนินการอย่างไรบ้าง ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดของขั้นตอนในการสร้างไว้ดังนี้

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524: 176-178) กล่าวถึงการสร้างชุดการเรียนมีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกเรื่อง เรื่องที่จะต้องรู้สึกรู้ว่ามีความปัญหาในการสอนด้วยวิธีอื่น ๆ จึงจะมีคุณค่าพอสำหรับการสร้าง
2. พัฒนาเรื่องให้เป็นปัญหา เพื่อยั่วให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยในคำตอบ การพัฒนาหัวข้อเรื่องให้เป็นปัญหา เป็นวิธีเร้าความสนใจในการเรียนแก่ผู้เรียนได้ดี ข้อสำคัญปัญหานั้นจะต้องสัมพันธ์กับจุดสำคัญที่ครูต้องการสอน
3. เนื้อหาสาระ ครูกำหนดเนื้อหาสาระจากการศึกษาขอบเขตในหลักสูตร การศึกษาในหลักสูตรจะทำให้ครูรู้ระยะเวลาของการสอนว่าควรเน้นย้ำรายละเอียดเพียงใด เช่น ไม่สอนทุกสิ่งทุกอย่างที่หลักสูตรกำหนดให้สอนในเวลา 10 ชั่วโมง โดยใช้ชุดการเรียนเพียง 2-3 ชั่วโมง
4. เขียนสังกัปหรือหลักสูตรของเรื่องเพื่อเป็นหลักในการจัดกิจกรรมและการตั้งคำถามของครูที่สอนโดยคำนึงถึงหลักการและสังกัปของเรื่อง เท่ากับส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็นด้วย
5. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรียงลำดับก่อนหลัง เริ่มจากสิ่งที่ต้องสอนก่อน
6. ระบุวิชาที่จะมาสัมพันธ์หรือบูรณาการกันได้ จะช่วยให้การคิดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูส่งเสริมความคิดของผู้เรียนให้กว้างขวางออกไปในเชิงบูรณาการ

7. คำนึงถึงจิตวิทยาพัฒนาการของผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละระดับมีช่วงเวลาความสนใจต่างกัน ลักษณะกิจกรรมที่จัดจะต้องคำนึงถึงวัยผู้เรียนที่จะเป็นผู้ลงมือกระทำกิจกรรมนั้นด้วย
 8. วิเคราะห์งานโดยนำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อมาวิเคราะห์กิจกรรมที่ครูและผู้เรียนจะต้องทำตลอดจนกำหนดสื่อที่จำเป็น แล้วเรียงลำดับกิจกรรมดังกล่าว การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน จะต้องระบุชัดเจนว่าใครทำอะไรที่ไหนอย่างไร และเขียนประโยคบอกเล่าไม่ใช่คำอธิบายเชิงคำถาม วัสดุที่ใช้ประกอบให้วงเล็บหมายเลขไว้
 9. รายการอุปกรณ์ เอกสาร ประกอบการเรียน ควรมีหมายเลขกำกับ เพื่อสะดวกต่อการหยิบใช้ สิ่งของที่หาได้จากตู้วิทยาศาสตร์ หรือลำบากในการบรรจุเข้าแฟ้ม เช่น ขันน้ำ ขวด ควรระบุไว้เป็นอุปกรณ์ ส่วนที่ครูต้องหามาเพิ่มเติมก่อนสอน แผนภูมิแผ่นใหญ่ ๆ ควรคิดวิธีพับเก็บให้เรียบร้อย สวยงาม
 10. การวัดผล ไม่ว่าจะเป็นการวัดก่อนหรือหลังการเรียน จะต้องใช้จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก วัดพฤติกรรมที่คาดหวังสำคัญ พยายามออกแบบการวัดผลให้ผู้เรียนวัดกันเอง และตรวจคำตอบเอาได้
 11. กิจกรรมสำรอง จัดไว้สำหรับซ่อมพื้นฐานที่จำเป็นของเด็กเรียนอ่อนและเสริมความรู้ของเด็กที่เรียนเร็ว สิ่งเหล่านี้มีผลต่อการรักษาวินัยของห้องเรียนด้วย
 12. คู่มือการใช้ชุดการเรียน
 13. แฟ้มสำหรับบรรจุชุดการเรียน ควรมีขนาดมาตรฐานเพื่อสะดวกในการจัดวางและการใช้ โดยถือหลักประโยชน์ ประหยัด คงทน สะดวก และภูมิฐาน
 14. การทดลองใช้ ปรับปรุง แก้ไข ทดลอง เมื่อสร้างเสร็จควรได้มีการทดลองใช้กับผู้เรียนในระดับที่ต้องการก่อน เพื่อการแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง ในคู่มือควรมีแบบบันทึกผลการใช้ไว้ ให้ครูบันทึกข้อดี ข้อบกพร่องในการใช้แต่ละครั้งไว้ด้วย
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526: 199-200) ยังได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนไว้ 10 ขั้นตอน คือ
1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามที่เห็นเหมาะสม
 2. กำหนดหน่วยการเรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือสอนได้หน่วยละครั้ง
 3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตัวเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์ อะไรแก่ผู้เรียนบ้าง แล้วกำหนดหัวข้อเรื่องออกเป็นหน่วยการเรียนย่อย
 4. กำหนดหลักการและมโนคติ หลักการและมโนคติที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมแนวความคิด สาระ และหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางจัดเนื้อหาการสอนให้สอดคล้องกัน
 5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่องโดยเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางเลือกและการผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียนรู้” หมายถึงกิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การเล่นเกม เป็นต้น

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลผู้เรียนให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion test) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่า หลังจากการเรียนรู้จากชุดการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ ถือเป็นสื่อการเรียนรู้ทั้งสิ้นเมื่อผลิตสื่อการเรียนรู้ของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการเรียนรู้เหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้เพื่อนำไปทดลองหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ส่วนมากจะกำหนดเกณฑ์ไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80

9. หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ เพื่อเป็นการประกันว่าชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นโดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนการนำชุดการเรียนรู้ไปใช้ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบและปรับปรุงตลอดเวลา

ชาซูชัย อินทรสุณานนท์ (2538: 43-44) ได้เสนอขั้นตอนในการผลิตชุดการสอน ดังนี้

1. แบ่งกลุ่มเลือกประธาน มีคณะกรรมการจัดทำตามสาขาที่สอน
2. เลือกเนื้อหาวิชา ชั้น จำนวนชั่วโมงจะทำเป็นหน่วย
3. กำหนดวัตถุประสงค์
4. การจัดลำดับเนื้อหาตามวัตถุประสงค์
5. วางแผนการจัด ดำเนินการสอน และการอภิปราย
 - 5.1 วิธีการสอนแบบใด
 - 5.2 ใช้สื่อชนิดใด
 - 5.3 กิจกรรมใดที่ใช้ประกอบ
 - 5.4 การวัดผลประเมินผล
6. เลือกหาวิธีการที่เหมาะสมตามเกณฑ์
7. ลงมือผลิตสื่อการสอน
8. ทดลองสอนกับผู้เรียน
9. วัดผลและแก้ไขข้อบกพร่องถ้ามี
10. สรุปผล
11. ผลิตชุดที่สมบูรณ์
12. การรายงานผล

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การสร้างชุดการเรียนรู้มีขั้นตอนดังนี้ คือ ศึกษาหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อเพื่อกำหนดกิจกรรม จัดเตรียมสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในกิจกรรม จัดทำแบบทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยเนื้อหาที่ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

1.5 ประโยชน์ของชุดการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณค่าต่อการจัดการเรียนการสอน เพราะเป็นตัวช่วยให้เกิดการถ่ายทอดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ไว้ดังนี้

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524?: 175-176) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู ลดบทบาทในการบอกของครู
2. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของผู้เรียน เพราะสื่อประสม (Multi Media) ที่จัดไว้ในระบบ เป็นการแปรเปลี่ยนกิจกรรมและช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ พิจารณาข้อมูล และฝึกความรับผิดชอบ การตัดสินใจ
4. เป็นแหล่งความรู้ที่ทันสมัย และคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้
5. ช่วยขจัดปัญหาการขาดครู เพราะผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง
6. ส่งเสริมการศึกษานอกระบบ เพราะสามารถนำไปใช้ได้ทุกเวลาและ

ไม่จำเป็นต้องใช้เฉพาะในโรงเรียน

ประหยัด จิระวรพงษ์ (2529?: 246) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนมีความมั่นใจในการดำเนินการเรียนการสอน เพราะลดเวลาในการเตรียมล่วงหน้า
2. ช่วยแก้ปัญหาในกรณีขาดแคลนครู
3. สามารถถ่ายทอดประสบการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่าง

แท้จริงจากชุดการเรียนรู้รายบุคคล และชุดการเรียนรู้แบบกลุ่มกิจกรรม

5. ช่วยสนับสนุนการจัดการศึกษานอกระบบ เพราะชุดการสอนเอื้อต่อการใช้ทั้งในด้านเวลาและสถานที่

6. สิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้มีมากที่บูรณาการเป็นอย่างดี จึงทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ชาญชัย อินทรสุนานนท์ (2538: 40-41) กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนต่อการเรียนรู้มีดังนี้

1. กระบวนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากชุดการเรียนรู้ผลิตโดยกลุ่มบุคคลที่มีความรู้ ความชำนาญหลายด้าน และก่อนนำมาใช้จะมีการทดลองใช้โดยครูผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขาวิชาจนแน่ใจว่าได้ผลดี จึงจะนำออกมาใช้

2. ชุดการเรียนรู้ช่วยลดภาระการสอนของผู้สอน ผู้สอนเพียงแต่ดำเนินการสอนตามคำชี้แจงที่บอกไว้ในชุดการเรียนรู้ตามลำดับ

3. ชุดการเรียนรู้จะช่วยตัดปัญหาในเรื่องการสอนวิชาเดียวกัน แต่มีผู้สอนหลายคน และวิธีสอนต่างกัน ทำให้เกิดความแตกต่างในด้านประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้

4. มีวัตถุประสงค์การใช้บอกไว้ชัดเจนแน่นอน

5. มีข้อแนะนำในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน พร้อมทั้งสื่อการเรียนรู้ครบถ้วนในชุดการเรียนรู้

6. มีข้อสอบสำหรับประเมินผลการเรียนครบถ้วน

7. ชุดการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความสามารถ ความต้องการ และช่วงเวลาความสะดวกของแต่ละคน ชุดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนทั้งสองด้านตามอัตราการเรียนของแต่ละคน

8. ชุดการเรียนรู้สร้างเสริมการเรียนรู้แบบต่อเนื่อง โดยจะแยกเป็นรายวิชาและชุดวิชานั้น ๆ จะมีหน่วยย่อยเรียงตามลำดับ เมื่อจบแต่ละหน่วยก็มีโอกาสติดตามหน่วยต่อไปได้ตามความต้องการโดยไม่มีสิ่งใดมาหยุดได้ จะเรียนมากน้อยเท่าใดก็ตามความสามารถและความต้องการของผู้เรียนนั้น ๆ

สถาบันราชภัฏสวนดุสิต. (2539:29) กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนจะเรียนตามลำพังหรือเรียนเป็นกลุ่มก็ได้
2. การเรียนช้าหรือเร็วเป็นไปตามความสามารถของผู้เรียน ผู้เรียนไม่ต้องกังวลว่าจะเรียนไม่ทันเพื่อน

3. จะนำไปเรียนที่ใดก็ได้ เรียนเวลาใดก็ได้ที่ว่าง เมื่อต้องการจะเรียน

4. แก้ปัญหาการขาดแคลนครูได้บ้าง

5. ใช้ช่วยสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนไม่ทันเพื่อนหรือขาดเรียนได้

6. เป็นการแปรเปลี่ยนรูปแบบของการเรียนการสอนในชั้นเรียน เป็นการศึกษาหาความรู้อย่างมีขบวนการ มีขั้นตอน มีรูปแบบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ชุดการเรียนรู้สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนและส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจากชุดการเรียนรู้ตามความสามารถของตน ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายในการเรียนและมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง และทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

1.6 การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้

1.6.1 ความจำเป็นที่ต้องหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 490-491) กล่าวว่าในการผลิตระบบการดำเนินงานทุก

ประเภทจำเป็นต้องมีการตรวจสอบระบบนั้นเพื่อเป็นการประกันว่าจะมีประสิทธิภาพตามที่มุ่งหวัง การทดสอบประสิทธิภาพมีความจำเป็นด้วยเหตุผลหลายประการ คือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิต เป็นการประกันคุณภาพว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

2. สำหรับผู้ใช้ จะทำหน้าที่สอนโดยที่ช่วยสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียน เปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู (เช่น ในโรงเรียนมีครูคนเดียว) ดังนั้น ก่อนนำชุดการเรียนไปใช้ ครูจึงมั่นใจว่าชุดการเรียนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้แก่นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้ชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริง ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิต การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในชุดการเรียนเหมาะสมต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

ฉลองชัย สุวัฒน์บุรณ์ (2528: 213-214) กล่าวว่า สื่อการสอนที่ผลิตได้นั้นจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพเพื่อเป็นหลักประกันได้ว่า เป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิผลในการเรียนการสอน

การทดลองใช้ หมายถึง การนำสื่อที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดการเรียนให้เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การทดลองสอนจริง หมายถึง การนำสื่อที่ได้ทดลองใช้และปรับปรุงทุกหน่วย ในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงเป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา เป็นอย่างน้อย

อริพร ศรียมก (2537: 914) กล่าวว่า ชุดการเรียนนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพไว้ดังนี้

1. เพื่อความมั่นใจว่าชุดการเรียนที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ
2. เพื่อความมั่นใจว่าชุดการเรียนที่สร้างขึ้นทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างแท้จริง

3. ถ้าจะผลิตชุดการเรียนออกมาเป็นจำนวนมาก การทดสอบประสิทธิภาพจะเป็นหลักประกันว่าผลิตออกมาแล้วใช้ได้ มิฉะนั้นจะเสียเงิน เสียแรง เสียเวลาเปล่า เพราะผลิตออกมาแล้วใช้ประโยชน์ออกมาไม่ได้

สุรางคณา ยาหยี (2549: 70) กล่าวว่า ชุดการเรียนนั้นจะต้องหาประสิทธิภาพของชุดการเรียน คือ เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นว่า ชุดการเรียนที่สร้างขึ้นนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และมีคุณภาพมากน้อยเพียงใด โดยมีการนำไปทดลองใช้ก่อนที่จะนำชุดการเรียนนั้นไปใช้ทดลองสอนจริง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ชุดการเรียนรู้จำเป็นต้องหาประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ชุดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ตรงตามเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และเกิดประโยชน์สูงสุดเมื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

1.6.2 วิธีหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523: 494) กล่าวว่า การทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อ จะต้องนำสื่อไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วจึงดำเนินการผลิตเป็นจำนวนมากหรือใช้สอนในชั้นเรียนตามปกติได้ การทดลองมีขั้นตอนดังนี้

1. สำหรับทดลองแบบเดี่ยว (1:1) เป็นทดลองครู 1 คน ต่อเด็ก 1 คน ให้ทดลองกับเด็กก่อนเสียก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลาง และนำไปทดลองกับเด็กเก่ง อย่างไรก็ตามหากเวลาไม่อำนวยและสภาพการณ์ไม่เหมาะสมก็ให้ทดลองกับเด็กอ่อนหรือปานกลาง

2. สำหรับทดลองแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดลองที่ครู 1 คน ต่อเด็ก 6-12 คน โดยให้เด็กละกันทั้งเก่ง ปานกลางและอ่อน ห้ามทดลองกับเด็กอ่อนล้วนหรือเด็กเก่งล้วน เวลาทดลองจะต้องจับเวลาด้วยว่ากิจกรรมแต่ละกลุ่มใช้เวลาเท่าใด

3. สำหรับการทดลองภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่ (1:100) เป็นการทดลองที่ครู 1 คน กับเด็กทั้งชั้น 30-40 คน (หรือ 100 คน สำหรับชุดการสอนรายบุคคล) ชั้นที่เลือกมาทดลองจะต้องมีนักเรียนละกันทั้งเก่งและอ่อน ไม่ควรเลือกห้องเรียนที่มีเด็กเก่งหรือเด็กอ่อนล้วน

หลังการทดลอง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะได้ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5%

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533: 129-130) กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพของสื่อทำได้ 2 วิธี คือ

1. ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ การประเมินชุดการเรียนรู้ นั้น เป็นการตรวจสอบหรือประเมินประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ที่นำมาประเมิน จะเป็นชุดการเรียนรู้สำหรับกิจกรรมที่นำมาประเมินหรือที่ใช้ในศูนย์การเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เป็นเกณฑ์การประเมินสำหรับเนื้อหาที่เป็นประเภทความรู้ ความจำ และใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะ ความหมายของตัวเลขเกณฑ์มาตรฐานมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละประสิทธิภาพในด้านกระบวนการของชุดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยผลของการปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ เช่น งานและแบบฝึกของผู้เรียน โดยนำคะแนนที่ได้จากการวัดผลภารกิจทั้งหลายทั้งรายบุคคลและกลุ่มย่อยทุกชั้นมารวมกันแล้วคำนวณค่าร้อยละเฉลี่ย

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของผู้เรียนทุกคนนำมาคำนวณค่าร้อยละเฉลี่ย ก็จะได้ค่าทั้งสองเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานต่อไป

หลังการทดลอง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควร จะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5%

2. การประเมินโดยไม่ต้องตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพ ของสื่อเพื่อการเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เรียน ภายหลังจากที่เรียนจากสื่อ นั้นแล้ว (Post-Test) สูงกว่าผลการสอบก่อนเรียน (Pre-Test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ว่า หากผลการเปรียบเทียบพบว่า ผู้เรียนได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญก็แสดงว่าสื่อ นั้นมี ประสิทธิภาพ

ฉลอง ทับศรี (2550: Online) กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนมี ขั้นตอนประกอบด้วยกระบวนการ 3 ประการ ได้แก่

1. การปรับปรุงหนึ่งต่อหนึ่ง (one-to-one) กับผู้เรียน ทำการประเมินเพื่อจัด ข้อผิดพลาด เบื้องต้นเพื่อดูผลการเรียนเบื้องต้นเป็นการทดลองใช้กับผู้เรียนเป็นรายบุคคลอย่างน้อย 3 คน ที่เป็นตัวแทนของประชากรที่เราต้องการ ในการประเมินเพื่อการปรับปรุงชนิดหนึ่งต่อ หนึ่ง จะพิจารณา 3 ประเด็นได้แก่

- 1.1 ความชัดเจน (clarity)
- 1.2 ผลการใช้งาน (impact)
- 1.3 ความเป็นไปได้ (feasibility)

2. การปรับปรุงกลุ่มย่อย (small – group evaluation) ทำการประเมินกับ ผู้เรียนเป็นกลุ่มจำนวน 8-20 คน ประกอบด้วยผู้เรียนที่มีคุณสมบัติ ดังนี้

- 2.1 กลุ่มแรก ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ ปานกลางและสูง
- 2.2 กลุ่มผู้เรียน ที่มีความแตกต่างกันในความสามารถทางภาษา

ทั้ง 4 ด้าน คือ ความสามารถในการฟัง พูด อ่าน และเขียน

1.3 กลุ่มผู้เรียนสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนที่มีความคุ้นเคยกับวิธีการ เรียนที่หลากหลาย เช่น เรียนจาก เว็บ (Web-based instruction) เรียนจาก CAI และ ผู้เรียนที่ไม่ คุ้นเคยกับวิธีการเรียนที่หลากหลาย

1.4 กลุ่มผู้เรียน ที่มีประสบการณ์น้อย และกลุ่มผู้เรียนที่มีประสบการณ์ มากกระบวนการประเมิน ผู้ประเมินจะให้ผู้เรียนทั้งกลุ่มมารวมกันแล้วอธิบายว่า กิจกรรมการ เรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้ทดลองใช้ เป็นช่วงของการปรับปรุงจำเป็นจะต้องได้รับ ข้อความเห็นจากผู้เรียน เพื่อการพัฒนาปรับปรุง จากนั้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามสภาพที่จะใช้จริง ถ้าจำเป็นต้องมีการทดสอบ ก่อนเรียนก็ควรแจกข้อสอบให้ทำก่อนการเรียนครูผู้สอนพยายามหลีกเลี่ยงการเข้าไปขัดจังหวะการ เรียนการสอนของผู้เรียน โดยจะเข้าไปขัดจังหวะการเรียนก็ต่อเมื่อ เครื่องมือ หรือสื่อต่าง ๆ ไม่ ทำงาน หรือผู้เรียนมีปัญหาในการเรียนจนไม่สามารถทำกิจกรรมต่อไปได้การเก็บข้อมูลในส่วน นี้ เป็นการจดบันทึก ปัญหา บรรยายการศึกษาการเรียนของผู้เรียนแต่ละคน พร้อมกับการซักถาม เจาะลึกกับผู้เรียนบางคน เพื่อหาข้อมูลเพื่อการปรับปรุงให้ได้มากที่สุด นอกจากนี้ควรจะใช้ แบบสอบถามถามในด้านต่าง ๆ ได้แก่

- 2.4.1. กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจหรือไม่ อย่างไร
- 2.4.2. เข้าใจในสิ่งที่เรียนหรือไม่อย่างไร
- 2.4.3. เนื้อหาที่เสนอ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้แจ้งไว้หรือไม่
- 2.4.4. มีแบบฝึกหัด / การฝึกปฏิบัติอย่างเพียงพอหรือไม่
- 2.4.5. แบบฝึกหัด มีความสอดคล้องกับเนื้อหาหรือไม่
- 2.4.6. แบบทดสอบ ได้วัดความรู้ความสามารถจากการเรียนหรือไม่
- 2.4.7. ผู้เรียน ได้รับทราบผลการฝึกปฏิบัติของตนอย่างพอเพียงหรือไม่
- 2.4.8. ผู้เรียนมีความมั่นใจในการตอบคำถามจากแบบทดสอบ

เพียงใด ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปใช้ในการปรับปรุงครั้งสุดท้าย

2. การทดลองภาคสนาม (Field Trial) เป็นขั้นสุดท้ายของการประเมินหรือเพื่อการปรับปรุง กิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงมาแล้วสองครั้ง ถือว่ามีความสมบูรณ์แล้วและพร้อมที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์จริง สถานที่ที่จะไปทำการทดสอบภาคสนาม ควรจะเป็นโรงเรียน หรือสถานที่ที่จะมีกลุ่มผู้เรียนตามที่ระบุไว้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ผู้เรียน ข้อมูลที่จะเก็บจากการทดสอบนี้ ก็จะเป็นข้อมูลที่ใช้เพื่อการตรวจสอบการปรับปรุงให้ดีขึ้นอีก ลักษณะนักเรียนที่จะใช้ในการทดสอบภาคสนาม ควรจะเป็นนักเรียนตามสภาพจริงของการจัดการเรียนการสอน ซึ่งอาจจะเป็นกลุ่มที่มีความกลมกลืนมีความรู้ความสามารถ ความถนัด ความชอบคล้าย ๆ กัน หรืออาจจะเป็นกลุ่มที่มีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงทั้งด้านอายุ ระดับความรู้ ความสนใจ ความเชื่อ และอื่น ๆ จำนวนผู้เรียนที่จะใช้ในการทดสอบภาคสนาม ควรจะไม่ต่ำกว่า 30 คน แต่ก็ไม่ควรมีจำนวนมากกว่าหนึ่งชั้นเรียนปกติ (ประมาณ 40 คน)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยจึงได้นำมาเป็นแนวทางในการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนที่สร้างขึ้นในครั้งนี้ เพื่อให้ได้ชุดการเรียนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ดังนี้

80 ตัวแรก เป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละชุดการเรียน โดยนำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

80 ตัวหลัง เป็นคะแนนที่ได้จากการประเมินหลังจากที่นักเรียนเสร็จสิ้นจากการศึกษาชุดการเรียนในแต่ละชุด โดยพิจารณาจากผลการทำแบบทดสอบ นำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

การคำนวณหาประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่ได้มีประสิทธิภาพเมื่อมีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 หรือสูงต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน $\pm 2.5\%$

1.7 การใช้ชุดการเรียน

วิชย วงษ์ใหญ่ (2525: 192) ได้เสนอแนะว่าการใช้ชุดการเรียนการสอนจะประสบผลสำเร็จก็ต่อเมื่อได้มีการจัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง
2. ให้นักเรียนมีโอกาสทราบผลการกระทำทันทีจากกิจกรรมการเรียนการสอน

3. มีการเสริมแรงนักเรียนจากประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จอย่างถูกต้องตามขั้นตอนของการเรียนรู้

4. คอยชี้แนะแนวทางตามขั้นตอนในการเรียนรู้ตามทิศทางที่ครูได้วิเคราะห์และกำหนดความสามารถพื้นฐานของนักเรียน

รุ่งทิวา จักรกร (2527: 91-92) กล่าวว่า การนำชุดการสอนไปใช้มีขั้นตอนดังนี้คือ

1. การทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูพฤติกรรมเบื้องต้นอันเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เนื่องจากการนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้น มีความต้องการที่จะเรียน ซึ่งขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้สอนด้วย ในการที่จะนำเข้าสู่บทเรียนให้เข้าใจ

3. ชี้แจงประกอบกิจกรรม ครูต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจในการทำกิจกรรมก่อนลงมือทำการสอน

4. สรุปบทเรียน ครูนำในการสรุปบทเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการถามหรือให้นักเรียนเล่าสรุปความเข้าใจหรือทำกิจกรรมอื่นที่ทำให้แน่ใจว่านักเรียนรู้แนวคิดหรือหลักการตามที่กำหนด

5. ประเมินผลการเรียน โดยทำข้อสอบอีกครั้ง เพื่อประเมินว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนในกรณีที่ไม่ผ่านจุดประสงค์ที่กำหนดข้อใดข้อหนึ่ง ถ้านักเรียนผ่านจุดประสงค์หมดทุกข้อก็ให้เรียนก้าวหน้าต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การใช้ชุดการเรียน นั้นเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เพื่อผู้เรียนจะได้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนที่ผู้สอนจัดทำชุดการเรียน ซึ่งผู้สอนนั้นจะเป็นเพียงผู้คอยให้คำปรึกษา คำชี้แนะ และให้ความช่วยเหลือนักเรียน

1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียน

งานวิจัยต่างประเทศ

ฮิรามัทสึ (Hiramatsu. 1982: Abstrat) ได้ทำการวิจัยเรื่องโปรแกรมชุดการเรียนรายบุคคลแบบใช้สื่อประสม ในวิทยาลัยชุมชนฟุตฮิลล์ (Foothill) ในประเทศญี่ปุ่น ให้สอดคล้องกับความต้องการที่แตกต่างและหลากหลายของนักเรียน ซึ่งอาจจะเป็นผลทำให้นักเรียนออกโรงเรียนกลางคัน โปรแกรมชุดการเรียนรายบุคคลรวมยังรวมถึงให้นักเรียนใช้ตำราเรียน เทปโทรทัศน์ เทปวิทยุ และเทปแม่เหล็ก โดยใช้เริ่มจากนักเรียนที่ออกจากโรงเรียนกลางคันของชั้นเรียนชาวญี่ปุ่น จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการใช้โปรแกรมชุดการเรียนรายบุคคลเป็นที่น่าพอใจ นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยกับการใช้โปรแกรมชุดการเรียนรายบุคคล ซึ่งยังทำให้เกิดความสัมพันธ์กันระหว่างสมาชิกในกลุ่มซึ่งช่วยป้องกันนักเรียนออกจากโรงเรียนกลางคันได้ด้วย

ฮอยลี (Hoile. 1993: Abstract) ได้ทำการวิจัยการจัดองค์ประกอบของการวิเคราะห์

หน่วยโดยชุดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนเรียนคณิตศาสตร์มัธยมตอนต้น จากความพยายามที่จะเตรียมนักเรียนสำหรับการวิเคราะห์หน่วยในการหาคำตอบของปัญหาในวิชาเคมีและฟิสิกส์ในมัธยมตอนปลาย ผู้วิจัยพัฒนาชุดการเรียนรู้จากวิธีการจัดองค์ประกอบ จากนักเรียนจำนวน 30 คน ที่ใช้ชุดการเรียนรู้เหล่านี้ระหว่างการเรียนเรขาคณิตในชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอในเกรด 10 จะมีอยู่สองชุดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละชุดการเรียนรู้นั้นใช้สำหรับ 2 วัน ก่อนการทดลองและหลังจากการแนะนำ นักเรียนถูกทดสอบการใช้รูปแบบขนานของผู้วิจัยที่พัฒนาเครื่องมือขึ้น ผลลัพธ์ที่แสดงออกมานั้นมากกว่า 80 เปอร์เซนต์ ของนักเรียนที่บรรลุผลอย่างน้อยที่สุดจากสามของสี่จุดประสงค์การเรียนรู้

ฮัลเลย์(Hulley. 1998: Abstract) ได้ทำการวิจัยชุดการเรียนรู้แบบบูรณาการทางวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้ทางสังคมของนักเรียนเกรด 5 โดยบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้ออกแบบชุดการเรียนรู้แบบบูรณาการให้นักเรียนมีความสามารถทั้ง 15 ข้อ ตามองค์การทางการศึกษาหลักสูตรแห่งรัฐมิสซิสซิปปี และมีความสอดคล้องกับมาตรฐาน 3 ข้อ ของมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ คือ 1) วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี 2) วิทยาศาสตร์กับบุคคลและมุมมองทางสังคม 3) ประวัติศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีการจัดทำออกเป็น 3 บทเรียน มีแผนการเรียนรู้ 45 แผน ในแต่ละแผนจะประกอบด้วย วัตถุประสงค์ สารการเรียนรู้ วิธีการปฏิบัติกิจกรรม และการประเมินผล โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้สนับสนุนในการเรียนในแต่ละแผนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกันกับหลักสูตรของโรงเรียน ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยในครั้งนี้จะทำให้ครูผู้สอนสามารถสร้างชุดการเรียนรู้แบบบูรณาการทางวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้ทางสังคม และดำเนินการจัดทำหลักสูตรในโรงเรียนของตนเองได้

แซทเทอร์ฟีลด์ (Satterfielf. 2002: Online) ได้ทำการศึกษาชุดการเรียนรู้เรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม Sketchpad Version 3 เป็นโปรแกรมจัดทำขึ้นเพื่อใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เห็นถึงโครงสร้างของวิชาเรขาคณิต และเป็นสื่อที่จะอธิบายการเรียนรู้ในห้องเรียน ซึ่งการใช้ชุดการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาคิดในรูปแบบทางเรขาคณิต และเป็นสิ่งที่สร้างความถูกต้องแม่นยำในการคิดของนักเรียนด้วย

เฮอร์บสท์ (Herbst. 2004: Abstract) ได้ศึกษาการสร้างหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีความผิดปกติทางอารมณ์หรือพฤติกรรม จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ 1) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีความผิดปกติทางอารมณ์และพฤติกรรม 2) เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีความผิดปกติทางอารมณ์และพฤติกรรมที่มีต่อการเรียนแบบมีส่วนร่วม 3) เพื่อศึกษาเจตคติของครูที่มีต่อวิธีการแก้สมการของนักเรียน ครูผู้เชี่ยวชาญพิเศษ 3 คน และครูทั่วไป 9 คน จากโรงเรียนระดับประถมศึกษา 3 โรงเรียน และนักเรียนในเกรด 3 จำนวน 10 คน ในจำนวนนี้มีนักเรียน 5 คน เป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการควบคุมอารมณ์ด้วยตนเองและมีวิธีการแก้สมการในระดับที่เหมาะสม ชุดการเรียนรู้ที่นำมาใช้มีวิธีการสอนแบบทางตรง ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการโต้ตอบอย่างต่อเนื่อง มีการเสริมแรง การวัดผล นักเรียนได้เรียนรู้สาระและพฤติกรรมจากจอมอนิเตอร์ และครูจะสังเกตการแสดงผลของนักเรียนผ่านทางจอมอนิเตอร์ ผล

การศึกษาพบว่า 1) นักเรียนที่มีความผิดปกติทางอารมณ์และพฤติกรรมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนปกติ 2) นักเรียนที่มีความผิดปกติทางอารมณ์และพฤติกรรมมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วม 3) ครูมีเจตคติที่ดีต่อวิธีการแก้สมการของนักเรียน

ไมเลส (Myles. 2006: Abstract) ได้ศึกษาชุดการเรียนรู้ที่เรียนโดยใช้ GSP เพื่อพัฒนาความเข้าใจความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรขาคณิตของยูคลิด ซึ่งเครื่องมือนี้จะช่วยในการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของแนวคิดที่เป็นมูลฐาน เกี่ยวกับเรขาคณิตของยูคลิด การศึกษานี้ใช้การสำรวจความคิดเห็นคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อวัดความเปลี่ยนแปลงในความคิดของนักเรียนที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งมีส่วนประกอบอยู่ 7 ส่วนคือ ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์, โครงสร้างของความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์, สถานะของคณิตศาสตร์, การทำคณิตศาสตร์, แนวคิดที่พิสูจน์ว่าใช้ได้คณิตศาสตร์, การเรียนคณิตศาสตร์ และ ความมีประโยชน์ของคณิตศาสตร์ ชุดการเรียนรู้ที่เรียนโดย GSP สามารถปรับปรุงนักเรียนให้ได้รับความสำเร็จจากการวัดด้วยแบบทดสอบ และทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์โดยการให้ GSP ผู้วิจัยยังพบอีกว่า สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงจากการสัมภาษณ์นักเรียนถึงการเปลี่ยนแปลงการประเมินความคิดของนักเรียนเพิ่มเติม ก็คือการวิเคราะห์ความคิดของนักเรียนจะช่วยให้ความเข้าใจของครูในแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น

งานวิจัยในประเทศ

ประสาน ศิลปะ (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างชุดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สื่อรูปธรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 48 คน พบว่า ชุดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สื่อรูปธรรมมีประสิทธิภาพ 89.03/89.24 นักเรียนสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และมีเจตคติหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สิริมา สาระพล (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน (Representation) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีสิริเกศ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 50 คน ผลการศึกษาพบว่าชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 87.94/85.01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สูงกว่าได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทนมีพัฒนาการของความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

พนิดา รุ่งเดช (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ 2 อำเภอเมือง จังหวัด

จะเชิงเทรา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีจับสลากมา 1 ห้อง จากทั้งหมด 3 ห้อง จำนวน 27 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการสอนโดยใช้ ชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการสอนโดยใช้ ชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชัยยุทธ บุญธรรม (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 89.44/91.37 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมธาวี พิมวัน (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสุขวิทยา จำนวน 16 คน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ด้วยชุดการเรียนการสอน มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

สุรางคณา ยาหยี (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 96.88/97.36 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟ

เบื้องต้น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิจิตร อุตตะโปน (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสิรินธร จำนวน 16 คน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ด้วยชุดการเรียนรู้การสอน พบว่า ผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

เอมอร สารัญจักร (2550: 129-135) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอน เรื่อง การบวก ลบ จำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเพื่อนพัฒนา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 3 จำนวน 12 คน ผลการวิจัย พบว่า ชุดการเรียนรู้การสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 82.91 – 81.66 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้การสอน ในระดับ มากที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยในและนอกประเทศ สรุปได้ว่า เมื่อจัดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ พบว่าการใช้ชุดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักการแก้ปัญหาทางการเรียนและยังมีความสุขสนุกสนานในการเรียนเพิ่มมากขึ้น และยังส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น รวมทั้งยังทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบไตรสิกขา

2.1 กระบวนการศึกษาเพื่อฝึกอบรมและพัฒนามนุษย์ตามหลักไตรสิกขา

กระบวนการแห่งพฤติกรรมของมนุษย์ แบ่งได้ 2 แบบ คือ

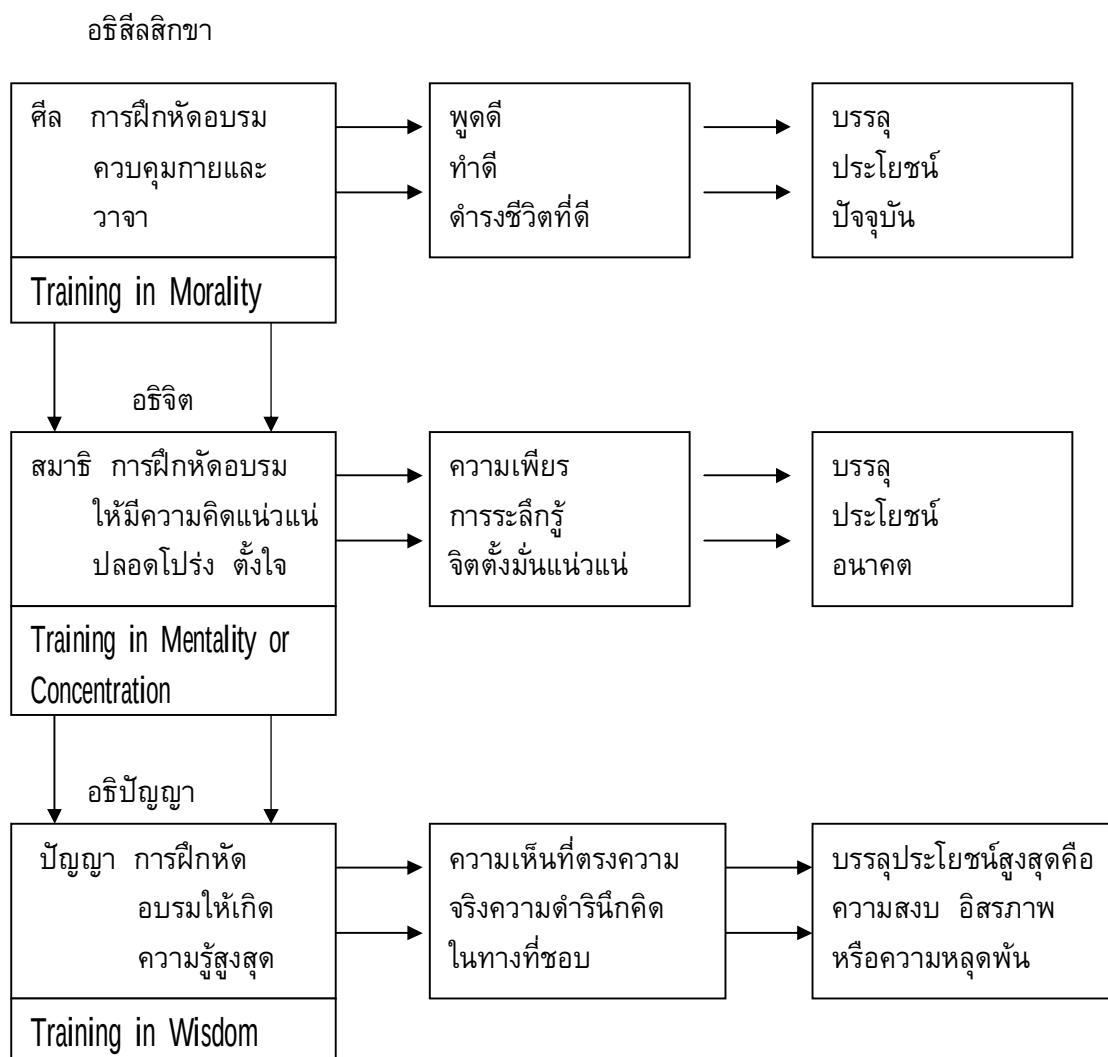
แบบที่ 1 (ไร้การศึกษา) : อวิชชา + ตัณหา → พฤติกรรมสร้างทุกข์ (ก่อปัญหา)

แบบที่ 2 (มีการศึกษา) : ปัญญา + ฉันทะ → พฤติกรรมสลายทุกข์ (แก้ปัญห)

กระบวนการแบบที่ 2 เป็นแนวทางในการพัฒนามนุษย์ คือ การที่มนุษย์มีความคิดก็นับได้ว่าเริ่มมีการศึกษา และเมื่อมีการศึกษาปัญญาก็เกิดขึ้นซึ่งเป็นตัวแกนสำคัญของการพัฒนาตนเอง ดังนั้นการศึกษาต้องเป็นการฝึกคนให้พัฒนาปัญญา เพื่อนำปัญญามากำจัดตัณหาและกำหนดพฤติกรรมที่ถูกต้องดีงาม

ในการศึกษาตามหลักพุทธศาสนาหรือการปฏิบัติธรรม สิ่งที่สำคัญที่จะต้องมีความเชื่อในโพธิ เรียกว่า โพธิศรัทธา ซึ่งถือว่าเป็นศรัทธาพื้นฐาน คือ มนุษย์เชื่อในปัญญาที่ทำให้มนุษย์เป็นพุทธะได้และเมื่อมนุษย์มีความเชื่อดังนั้นแล้วจะทำให้มนุษย์พร้อมที่จะฝึกฝนตนเอง การ

ฝึกฝนและพัฒนาตนมนุษย์ในทางพุทธศาสนาจัดวางเป็นหลักเรียกว่า ไตรสิกขา คือ ศีล สมาธิ ปัญญา ซึ่งถือว่าเป็นระบบการศึกษาที่ทำให้บุคคลพัฒนาอย่างมีบูรณาการและให้มนุษย์เป็นองค์รวมที่พัฒนาอย่างมีดุลยภาพ (พระธรรมปิฎก (ป.อ. ปยุตโต). 2542ก: 64-68) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ สุนน อมรวิวัฒน์ (2535: 152) ได้กล่าวว่า ไตรสิกขาเป็นกระบวนการฝึกหัด กาย วาจา และจิต ของมนุษย์ให้สามารถดำรงและดำเนินชีวิตที่ดีโดยใช้ปัญญาและด้วยวิธีทางเดินสายกลางอันสุจริต ขอบรรณ อำนวยประโยชน์ทั้งแก่ตนและส่วนรวม ดังภาพประกอบกระบวนการศึกษาเพื่อพัฒนา มนุษย์ตามหลักไตรสิกขา



ภาพประกอบ 2 กระบวนการศึกษาเพื่อพัฒนาตนมนุษย์ตามหลักไตรสิกขา

ที่มา : สุนน อมรวิวัฒน์. (2535). สมบัติทิพย์ของการศึกษาไทย. หน้า 152.

จากภาพประกอบ วิธีการปฏิบัติฝึกหัดอบรมตนตามหลักของศีล สมาธิ ปัญญา ซึ่งผู้ศึกษาต้องปฏิบัติตามแนวทางของมรรคซึ่งมีองค์แปด หรือมัชฌิมาปฏิปทา หรืออริยอัฏฐังคิกมรรค ซึ่งสอดคล้องกับ พระธรรมปิฎก(ป.อ. ปยุตฺโต) (2542ข: 733-891) และ พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ. ปยุตฺโต) (2548: 215) ได้อธิบายไว้ดังนี้

1. สัมมาทิฐิ ความเห็นชอบ หมายถึง การรู้การเห็นอริยสัจ 4 อย่างถูกต้อง โดยมีลักษณะเด่น ๆ ดังนี้

1.1 ความเข้าใจชัดว่า อะไรคือทุกข์ อะไรคือสาเหตุแห่งทุกข์ อะไรคือความดับทุกข์และอะไรคือข้อปฏิบัติที่จะนำไปสู่ความดับทุกข์

1.2 ความเข้าใจชัดว่า อะไรคือกุศลกรรม อะไรคืออกุศลกรรม

1.3 ความเข้าใจหลักปฏิจาสัมปทา คือกระบวนการเกิดขึ้นและการดับแห่งทุกข์ โดยเป็นปัจจัยอาศัยกัน

สัมมาทิฐินับเป็นจุดเริ่มต้นหรือตัวกำหนดที่สำคัญที่นำผู้ปฏิบัติให้ดำเนินไปถูกทางและก้าวหน้าในการปฏิบัติ

2. สัมมาสังกัปปะ ความดำริชอบหรือความคิดชอบมีลักษณะเด่น ๆ ดังนี้

2.1 ความคิดที่โปร่ง ไม่หมกมุ่นพัวพันอยู่ในสิ่งที่สนองความอยาก อันได้แก่ รูป รส กลิ่น เสียง สัมผัส ที่เรียกว่า กามคุณ รวมความคิดเสียสละปราศจากการครุ่นคิดหาผลประโยชน์ใส่ตัว (เนกขัมมวิตก)

2.2 ความคิดที่ไม่พยายาบทมุ่งร้ายใคร เต็มไปด้วยเมตตาและกรุณา (อพยาปาหิตก)

2.3 ความคิดไม่เบียดเบียนใคร ไม่คิดทำร้ายหรือทำลายใคร (อวิหิงสาวิตก)

3. สัมมาวาจา การเจรจาชอบมีลักษณะเด่น ๆ ดังนี้

3.1 การเว้นจากการพูดเท็จ (มุสาวาท)

3.2 การเว้นจากการพูดส่อเสียดหรือการพูดยุยงให้เขาแตกกัน (ปิสุณวาจา)

3.3 การเว้นจากการพูดคำหยาบคาย (ผรุสวาจา)

3.4 การเว้นจากการพูดเพ้อเจ้อหรือพูดสิ่งไร้สาระ (สัมผัปปลาปะ)

4. สัมมากัมมันตะ การทำงานชอบ มีลักษณะเด่น ๆ ดังนี้

4.1 การเว้นจากการทำลายชีวิตคนอื่นและสัตว์อื่น (ปาณาติบาต)

4.2 การเว้นจากการขโมยของของคนอื่น (อทินนาทาน)

4.3 การเว้นจากการประพฤติดีกในกาม (กาเมสุ มิจฉาจาร)

5. สัมมาอาชีวะ การเลี้ยงชีพชอบ หมายถึง การทำมาหากินด้วยอาชีพสุจริต เว้นมิฉาชีพต่าง ๆ เป็นต้นว่า การโกงหรือหลอกลวง การประจบประแจง การใช้เครื่องหมายนิมิตการบีบบังคับขู่เข็ญ และการต่อลาภด้วยลาภ และเว้นอาชีพอีก 5 ประการดังต่อไปนี้

5.1 สัตตวนิชชา ค้าขายอาวุธ

5.2 สัตตวนิชชา ค้าขายมนุษย์

5.3 มังสวณิชา คำขายเนื้อสัตว์ (อรรถกถา แก้วว่า เลี้ยงสัตว์ไว้ขาย)

5.4 มัชชวณิชา คำขายน้ำเมา

5.5 วิสวณิชา คำขายยาพิษ

6. สัมมาวายามะ ความเพียรชอบ หมายถึง เพียรพยายามทางจิตอย่างยิ่งใหญ่ (สัมมปปธาน) 4 ประการ ดังต่อไปนี้

6.1 เพียรระวังมิให้ความชั่วเกิดขึ้น (สังวรปธาน)

6.2 เพียรละความชั่วที่เกิดขึ้นแล้วให้หมดไป (ปหานปธาน)

6.3 เพียรสร้างความดีที่ยังไม่เกิดขึ้น (ภาวนापธาน)

6.4 เพียรรักษาความดีที่เกิดขึ้นแล้วไม่ให้เสื่อม (อนุรักษนาปธาน)

7. สัมมาสติ การตั้งสติชอบ หมายถึง สติปัฏฐาน 4 การตั้งสติพิจารณาสิ่งทั้งหลาย ตามความเป็นจริง 4 ประการ ดังต่อไปนี้

7.1 พิจารณาความเป็นไปของร่างกาย มีหลายวิธี เช่น กำหนดลมหายใจเข้าและลมหายใจออก เป็นต้น (กายานุปัสสนาสติปัฏฐาน)

7.2 พิจารณาความเป็นไปของเวทนาว่ามีความเป็นสุข เป็นทุกข์ หรือไม่สุขไม่ทุกข์ (เวทนานุปัสสนาสติปัฏฐาน)

7.3 พิจารณาความเป็นไปของจิตว่า เสร้าหมองเพราะกิเลสชนิดใด หรือผ่องใสเพราะปราศจากกิเลสเหล่านั้น (จิตตานุปัสสนาสติปัฏฐาน)

7.4 พิจารณาธรรมต่าง ๆ ทั้งฝ่ายดี ฝ่ายชั่ว และฝ่ายกลางว่าธรรมชนิดใดผ่านเข้ามาในจิต (ธัมมานุปัสสนาสติปัฏฐาน)

8. สัมมาสมาธิ การตั้งจิตมั่นชอบ หมายถึง การทำจิตให้เป็นสมาธิผ่านระดับต่ำ ระดับกลางถึงระดับสูง จนบรรลุฌาน

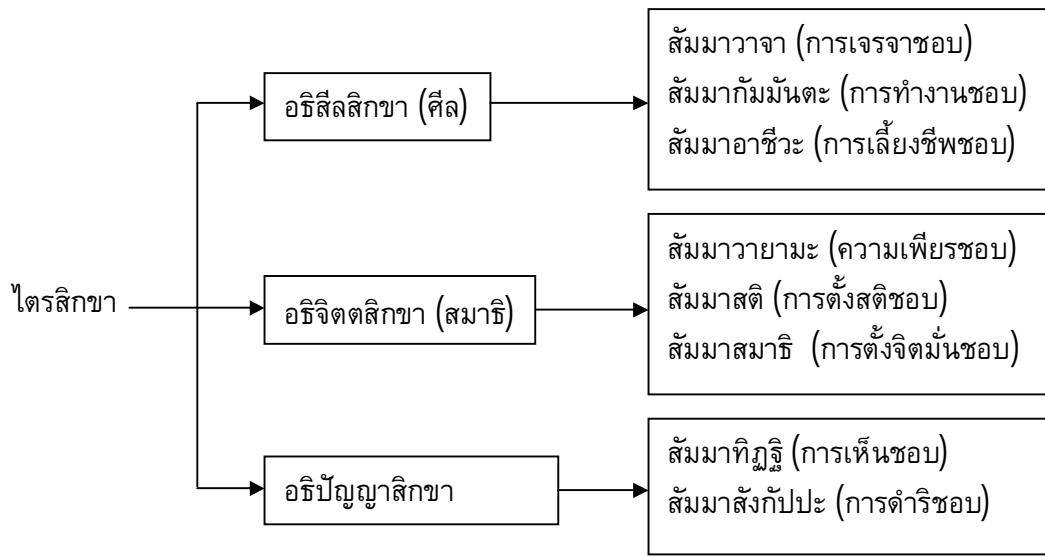
สมาธิ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ จากระดับต่ำไปหาระดับสูงดังต่อไปนี้

8.1 สมาธิชั่วขณะซึ่งเกิดแก่สามัญบุคคลทั่วไปในเวลาปฏิบัติภารกิจประจำวัน เรียกว่า ขณิกสมาธิ

8.2 สมาธิที่จวนจะแน่วแน่ สมาธิที่ตั้งจิตมั่นกว่าระดับแรก เรียกว่า อุปจารสมาธิ

8.3 สมาธิที่แนบแน่นสนิท เป็นสมาธิระดับฌานชั้นต่าง ๆ อันเป็นระดับสูงสุด เรียกว่า อัปปนาสมาธิ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปความสัมพันธ์ของไตรสิกขากับอริยอัฏฐังคิกมรรค ดังภาพประกอบนี้



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ของไตรสิกขากับอริยอัฏฐังคิกมรรค

จึงกล่าวได้ว่ากระบวนการศึกษาเพื่อพัฒนามนุษย์ตามหลักไตรสิกขามีความสำคัญตามที่ เพ็ญรุ่ง ปานใหม่ (2544: 21-22) ได้อธิบายไว้ดังนี้คือ

ศีล เป็นเรื่องการฝึกพฤติกรรม เครื่องมือที่ใช้ในการฝึกศีล คือ วินัย เด็กควรได้รับการปลูกฝังให้อยู่ในหลักของศีล 5 เน้นการไม่เบียดเบียน โดยไม่ทำร้ายชีวิต ร่างกาย ไม่ลักขโมย ไม่แย่งของรักของหวงของผู้ใด ไม่ใช้วาจาประทุษร้าย สร้างความสดีสัมปะชัญญะ โดยเห็นโทษของการดื่มสุรา เสพของมีเนมาของเสพติด นอกจากการปลูกฝังการไม่เบียดเบียนกันทางสังคมแล้วยังต้องพัฒนามนุษย์ในเรื่องความสัมพันธ์ทางสังคมในลักษณะที่เกื้อกูล สร้างสรรค์และส่งเสริมสันติสุขให้เกิดขึ้น

การพัฒนามนุษย์ในระดับศีล จะต้องตั้งเป้าหมายที่จะสร้างพฤติกรรมที่ดีงามให้สะสมขึ้นในตัวมนุษย์เมื่อเกิดการสะสมและปฏิบัติติดต่อกันไปก็จะส่งผลไปที่จิตใจให้เกิดความชื่นชมและยึดถือเวลาจะประพฤติอย่างนั้น ความชื่นชมยึดถือในจิตใจจะส่งเสริมให้มีเจตนาที่มุ่งประพฤติดี

สมาธิ เป็นเรื่องการฝึกในด้านจิตหรือระดับจิตใจ การอบรมมนุษย์เป็นไปในเรื่องการพัฒนาคุณลักษณะต่าง ๆ ทางจิตให้สมบูรณ์ด้วย

1. คุณภาพจิต คือ ประกอบไปด้วยคุณธรรม เป็นความเมตตากรุณา ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ความเคารพนบถนอบ ความอ่อนน้อมถ่อมตน ความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น ความมีน้ำใจ ความกตัญญูกตเวที เป็นต้น

2. สมรรถภาพจิต คือ การมีจิตใจเข้มแข็ง มีความขยันหมั่นเพียร มีความอดทน ไม่ย่อท้อ มีความรับผิดชอบ มีความแน่วแน่มั่นคง มีความกระตือรือร้น มีนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีสติ มีสมาธิ เป็นต้น

3. สุขภาพจิต คือการมีจิตใจที่ร่าเริง เบิกบาน มีความสดชื่นผ่อนคลาย มีความพอใจอิ่มเอมใจ และสงบสุข เป็นต้น

ปัญญา เป็นเรื่องของการฝึกหรือพัฒนาในด้านการรู้ความจริง โดยนัยนี้ มนุษย์ควรได้รับการอบรมสั่งสอนในทางที่ถูกที่ควร ในเรื่องความเชื่อ ความเห็น ความรู้ ความเข้าใจ การรู้จักคิด รู้จักพิจารณา รู้จักวินิจฉัยไตร่ตรอง รู้จักแก้ปัญหา รู้จักดำเนินการต่าง ๆ มีเหตุมีผล รู้จักคิดการต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์โดยเฉพาะอย่างยิ่งเน้นการรู้ตรงตามความเป็นจริงของสิ่งทั้งหลาย ทั้งปวง นั่นคือ รู้เท่าทันธรรมชาติของโลกและชีวิต

ในการฝึกอบรมในมนุษย์ตามหลักไตรสิกขานี้สามารถฝึกได้ในทุกการกระทำของมนุษย์ และฝึกหัดให้รู้จักการตรวจสอบด้วยตนเองจะช่วยให้การปฏิบัติศีล สมาธิ ปัญญาก้าวหน้ายิ่งขึ้น นั่นคือ พิจารณาการกระทำของตนในส่วนของ “ศีล” ว่า ไปเบียดเบียนหรือก่อความเดือดร้อนแก่ผู้อื่นหรือไม่ หรือว่าการกระทำนั้นเป็นเพื่อความสนับสนุน เกื้อกูลช่วยเหลือ และสร้างสรรค์ ในขณะที่เกิดการกระทำนั้น “จิตใจ” ของตนเป็นอย่างไร คือเป็นการกระทำด้วยจิตที่เห็นแก่ตัว คิดร้ายต่อผู้อื่น หรือริษยา อาฆาต โกรธ หลงหรือเปเล่ หรือทำด้วยความรัก ความเมตตา ความปรารถนาดีต่อกัน ทำด้วยความขยันหมั่นเพียร ความรับผิดชอบ ความศรัทธา ความมีสติ ในขณะที่ทำมีสุขภาพจิตเป็นอย่างไร เช่น กระวนกระวาย เศร้าหมอง หรือมีจิตใจที่ร่าเริง แจ่มใสหรือสุขสงบ และใช้ “ปัญญา” ในการพิจารณาการกระทำของตนนั้นทำด้วยความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่กำลังทำอยู่ มีความเข้าใจในกฎเกณฑ์และความมุ่งหมาย ทำโดยมีการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มองเห็นถึงผลดีผลเสียและวิธีการปรับปรุงแก้ไขแล้วหรือไม่

ดังนั้นกระบวนการศึกษาเพื่อพัฒนามนุษย์ตามหลักไตรสิกขาจึงมีลักษณะที่เด่นและใช้เป็นทฤษฎีทางการจัดกระบวนการเรียนการสอนได้ดังที่ สุมณ อมรวิวัฒน์ (2528: 44-45) สรุปวิเคราะห์ได้เป็นข้อ ๆ คือ

1. ผู้ที่ศึกษาตามกระบวนการศึกษาของหลักไตรสิกขา ต้องปฏิบัติฝึกหัดอบรมตนด้วยตนเอง ศีล สมาธิ และปัญญา จะไม่เกิดขึ้นอย่างแท้จริงจากการฟัง การอ่าน การดู หรือการบอกเล่า ต้องเรียนรู้ด้วยการกระทำ เรียนรู้ด้วยการคิด การควบคุม เรียนด้วยความอดกลั้น อดทน ข่มใจ และเรียนด้วยวิริยะอุตสาหะ ความสำเร็จของการศึกษาแต่ละระดับนั้น ผู้ศึกษาย่อมวัดและรู้ได้ด้วยตนเอง ไม่มีผู้ใดมาประเมินให้ได้

2. เรื่องจากศีล สมาธิ ปัญญา เป็นระบบการฝึกหัดอบรมที่ต้องสามารถละสิ่งที่ควรละ และเจริญสิ่งที่ควรเจริญ ดังนั้นผู้ที่ศึกษาตามแนวทางของไตรสิกขานี้ จึงต้องได้รับการแนะนำสั่งสอนจากผู้เป็นกัลยาณมิตรก่อน แต่จะหยุดอยู่เพียงนั้นไม่ได้ ต้องรู้จักคิดและใช้ปัญญาฝึกฝนไปที่ละขั้น จนสามารถวินิจฉัย แยกแยะสิ่งดี สิ่งชั่ว (อย่างที่เรียกว่า รู้ผิดชอบชั่วดี) แล้วละเว้นสิ่งชั่วเพิ่มพูนสิ่งที่ชอบธรรม และมีจิตใจผ่องใสบริสุทธิ์ได้

3. การฝึกหัดอบรมตนตามหลักของไตรสิกขา เป็นการฝึกอบรมตนที่เป็นขั้นตอน สืบเนื่องเริ่มจากรูปธรรมไปหานามธรรม เริ่มจากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่าย เช่น การกำจัดกิเลสอย่างหยาบด้วยการควบคุมความประพฤติของทางกายและทางวาจา นั้น เป็นกระบวนการที่

สังเกตเห็นได้ชัดเหมือนการกำจัดเศษสวะทั้งหลายที่ลอยมาตามสายน้ำนั้น หากสังเกตอย่างตั้งใจก็จะมองเห็นได้ ครั้นผู้ศึกษาฝึกปฏิบัติต่อไปจนสามารถกำจัดกิเลสอย่างละเอียดที่ฝังลึกแอบซ่อนอยู่ในกมลสันดานเสียได้ ก็เหมือนกับการกลั่นน้ำที่แม้จะดูใสแต่มีละอองตกตะกอนนอนก้นอยู่ให้บริสุทธิ์สะอาดผู้ที่ฝึกหัดอบรมตนตามกระบวนการนี้จึงเรียนลัดไม่ได้หลอกตนเองและผู้อื่นไม่ได้ และผู้ที่เรียนได้สำเร็จต้องเป็นผู้ที่มีปัญญาและใช้ปัญญาจนได้รับปริญญา 3 คือ ญาตปริญญา การกำหนดรู้สภาวะลักษณะ ตีรณปริญญา การกำหนดรู้สามัญลักษณะ และปุหฺวานปริญญา การกำหนดรู้ด้วยการละความยึดติดในสิ่งทั้งหลายเหล่านั้นเสียได้โดยสิ้นเชิง

4. การฝึกหัดอบรมตนตามหลักไตรสิกขานั้นเป็นการพัฒนามนุษย์ทางร่างกาย วาจา ความคิด จิตใจ อารมณ์ สังคม และสติปัญญา เป็นการพัฒนาที่กว้างและลึกมากกว่าการศึกษาที่เราเข้าใจโดยทั่ว ๆ ไป เพราะเป็นการฝึกหัดอบรมเพื่อรู้ รู้เพื่อรู้สึก รู้สึกเพื่ออยากจะทำต่อสู ต่อสู้เพื่ออิสรภาพ อิสรภาพที่หลุดพ้นจากความทุกข์และความชั่ว อิสรภาพของวิมุตติ มนุษย์ คือ สันติ ความสงบเย็น

5. การฝึกหัดอบรมตนตามหลักไตรสิกขาเป็นกระบวนการศึกษาที่มีลักษณะบูรณาการและปัจจัยยาการที่ว่ามีลักษณะบูรณาการนั้น เพราะองค์ประกอบทุกองค์ประกอบ คือ ศีล สมาธิ ปัญญา และมรรคมีองค์แปดซึ่งเป็นวิธีการประพฤติปฏิบัติเพื่อบรรลุจุดประสงค์สูงสุดนั้นมีลักษณะที่ผสมกลมกลืนอย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน มีความสอดคล้องรองรับกันทั้งในด้านที่ต้องละเว้นและในด้านที่เจริญ ยากที่จะแยกออกอย่างโดดเดี่ยวและไม่สามารถตัดองค์ประกอบข้อใดทิ้งไปได้

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา

สมน อมรวิวัฒน์ (2542: 15-16) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบไตรสิกขา เป็นการศึกษาที่มีลักษณะบูรณาการและปัจจัยยาการที่ว่ามีลักษณะบูรณาการนั้น เพราะทุกองค์ประกอบด้วย ศีล สมาธิ ปัญญา นั้นอยู่ในองค์รวมของมรรคมีองค์แปดนั้นมีลักษณะผสมผสานกลมกลืนอย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน มีความสอดคล้องรองรับกันทั้งในด้านที่ต้องละเว้นและในด้านที่ต้องเจริญ ยากที่จะแยกออกมาโดดเดี่ยวและไม่สามารถตัดองค์ประกอบข้อใดทิ้งไปได้

สุวิทย์ มูลคำ ; และ อรทัย มูลคำ (2545: 130) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขาเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกับสิ่งที่เรียนจริง ๆ แล้วพิจารณาให้เห็นประโยชน์ คุณ โทษ ตามความเป็นจริงด้วยตนเองแล้วนำความรู้นั้นมาเป็นหลักในการปฏิบัติตามจริงจัง

ทิวพร พลพานิช (2549: Online) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขาจัดเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีอายุยืนนานถึง 2549 ปีมาแล้ว เป็นวิธีการสอนแบบบูรณาการ ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทั้งร่างกายและจิตใจ เป็นองค์รวม มีร่างกายที่สมบูรณ์และมีจิตใจที่ดีงามมีคุณธรรม จริยธรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร (2550: Online) ได้กล่าวว่า การสอนแบบไตรสิกขา เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติสิ่งที่เรียนจริงๆ แล้วพิจารณาผลการ

ปฏิบัตินั้นให้เห็นประโยชน์ คุณโทษ ตามความเป็นจริงด้วยตนเอง แล้วนำความรู้้นั้นมาเป็นหลักในการปฏิบัติอย่างจริงจัง

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สรุป การจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา จะช่วยให้นักเรียนเป็นคนมีปัญญาซึ่งเกิดจากการฝึกกำลังใจให้แน่น มีสมาธิ การที่จะมีสมาธิแน่นร่างกายจะต้องอยู่ในสภาพปกติ อยู่ในระเบียบวินัยอันได้แก่ การมีศีล เมื่อทางกายควบคุมสติได้จิตใจก็สงบ ช่วยให้งำลังความคิดคมกล้า เกิดปัญญารู้แจ้ง

การจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา

การจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติและการพัฒนาทางกาย วาจา และปัญญากับสิ่งที่เรียนเพื่อพิจารณาให้เห็นประโยชน์ คุณโทษตามความเป็นจริงด้วยตนเองแล้ว นำความรู้้นั้นมาเป็นหลักในการประพฤติปฏิบัติต่อไป และมีผู้ทรงคุณวุฒิได้อธิบายและนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบไตรสิกขา ดังนี้คือ

สมน อมรวิวัฒน์ (2528: 47-48) กล่าวถึงการสอนแบบไตรสิกขาว่า เป็นการสอนที่เชื่อว่าคนที่มีปัญญาและเกิดปัญญาวิสุทธิขึ้นได้นั้นต้องเกิดจากมีกำลัง(พละ) จิตใจ กำลังความคิดที่แน่นไม่หวั่นไหวขัดส่ายวอกแวก ต้องเพ่งพินิจคิดตรองในเรื่องเดียว คนที่จะมีกำลังความคิดรวมเป็นจุดเดียวแน่น (สมาธิ) ไม่หวั่นไหวขัดส่ายได้ต่อเมื่อร่างกายอยู่ในสภาพปกติเรียบร้อย สงบ เรียบ มีระเบียบวินัย (มีศีล) นั่นคือ ถ้านักเรียนฝึกควบคุมสภาพทางกายให้อยู่ในระเบียบวินัยเรียบร้อยจะช่วยให้อารมณ์สงบไม่ฟุ้งซ่านหวั่นไหวไปนอกเรื่อง นอกห้องเรียน ซึ่งจะช่วยให้มีกำลังความคิด คมกล้า สามารถแก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาได้ ทำให้เกิดปัญญา มีความรู้แจ้งเรื่องนั้น ๆ (ปัญญา) ได้ด้วยตนเองประจักษ์ด้วยตนเองไม่ใช่เพียงแต่รู้หรือทราบจากการบอกเล่าให้ฟังเท่านั้น และได้จัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบไตรสิกขาโดยผ่านขั้นตอนในการศึกษา 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นศีล หมายถึง ขั้นที่นักเรียนควบคุมตนเองให้อยู่ในระเบียบวินัยทั้งกายและวาจา ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยเป็นปกติ ร่างกายพร้อมที่จะเรียนเสมอ
2. ขั้นสมาธิ หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องรวบรวมจิตใจ ความคิดให้แน่นเป็นจุดเดียว ไม่ขัดส่ายไปสู่เรื่องอื่น สิ่งอื่น นอกห้องเรียน นอกเรื่องที่เรียน ไม่คิดตรึกตรอง วิดกกังวลถึงเรื่องอื่น ๆ ที่จะทำให้สมองไม่ปลอดโปร่ง นักเรียนต้องตัดสิ่งรบกวนอื่น ๆ (ปณิธิ) ออกจากความคิด จิตใจ

3. ขั้นปัญญา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนใช้สมาธิ พลังความมีจิตใจแน่นทำความเข้าใจปัญหาแก้ไขปัญหาจนเกิดความรู้แจ้ง เข้าใจแก้ปัญหาได้ เกิดการเรียนรู้ เกิดปัญญาขึ้นในตนเอง มีมโนทัศน์ในเรื่องนั้นได้ถูกต้องตามที่เป็นจริง

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 131-134) ได้อธิบายถึง การจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นศีล ให้ผู้เรียนเลือกกระทำถูกหรือผิด ในการตอบสนองสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ในขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับหลักปฏิบัติที่เรียกว่า ศีลสิกขา เป็นการควบคุมตนเองให้อยู่ในความถูกต้องทางกาย วาจา ดังพุทธทาสภิกขุ ให้ความเห็นว่า ศีลมีขอบเขตตรงที่ปรากฏทาง

กาย วาจา ใจ เป็นการกระทำที่ทำให้ผู้ประพฤติดบายกาย ใจ และทำให้โลกมีสันติภาพ โดยการปฏิบัติเน้นการควบคุมตนเอง เห็นได้จากการอาราธนาศีล และศีลไม่ใช่พิธีรีตอง

สรุปได้ว่า ศีลสิกขา คือ การปฏิบัติตนให้ถูกต้อง ทางกาย วาจา โดยการควบคุมตนเอง

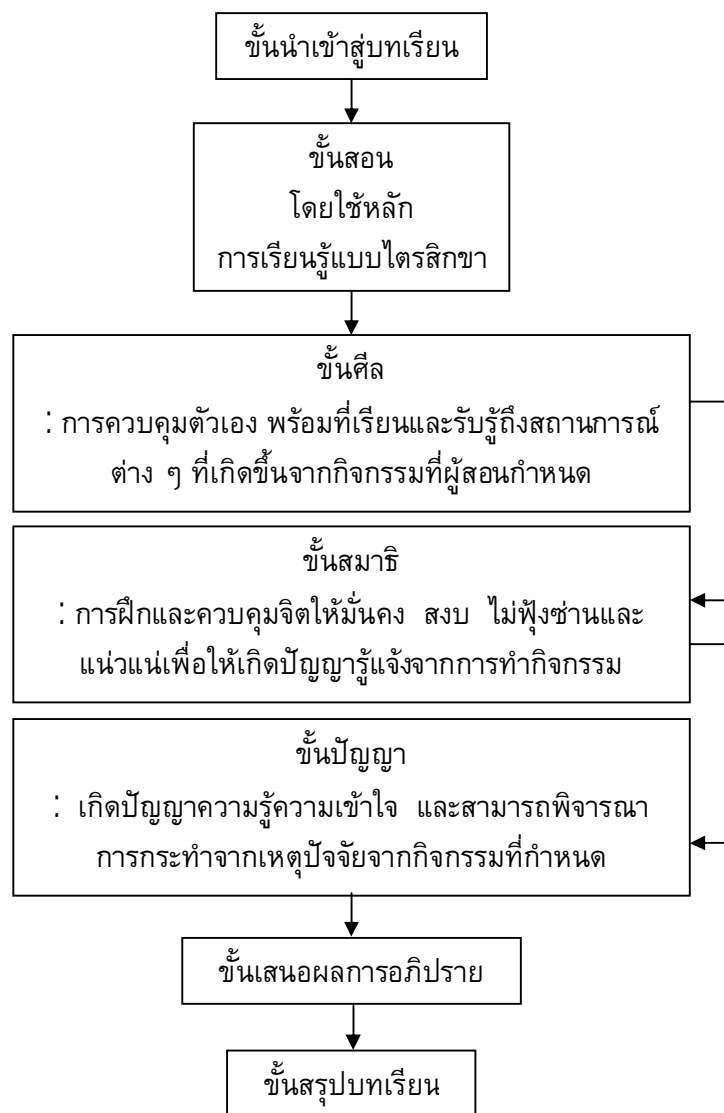
การฝึกในชั้นศีล หรือศีลสิกขา นี้ผู้สอนอาจฝึกให้ผู้เรียนรักษาศีล โดยควบคุมกาย วาจาของตนให้อยู่ในระเบียบ วินัย และศีลธรรม

2. ขั้นกำหนดสมาธิ เป็นการฝึกขั้นตอน ในการควบคุมสติให้ระลึกอยู่กับลมหายใจ เพื่อความระลึกรู้แน่วแน่ที่จุดเดียว ในขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับหลักปฏิบัติที่เรียกว่า จิตสิกขา คือ การปฏิบัติเพื่อดำรงสภาพจิตให้ปกติมั่นคงต่อความตั้งงมงาย โดยทั่วไปบุคคลมีจิตสมาธิอยู่แล้วโดยธรรมชาติและบุคคลควรฝึกให้เป็นสมาธิด้วย

3. ขั้นพิจารณาด้วยปัญญา เป็นขั้นสุดท้ายหลังจากผ่านการฝึกสมาธิระยะหนึ่งจนสามารถระลึก รู้ แน่วแน่ที่จุดเดียวจึงทำให้พิจารณาว่าสถานการณ์ที่เลือกกระทำครั้งแรกนั้นเหมาะสมหรือไม่อะไรผิดอะไรถูกจนสามารถเลือกปฏิบัติได้ถูกต้องเหมาะสมอย่างสมเหตุสมผล

ในขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับหลักปฏิบัติที่เรียกว่า ปัญญาสิกขา เป็นการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ตามสภาวะที่เป็นจริง โดยเน้นการมองเห็นอย่างนั้นจริง ไม่ใช่การคาดคำนวณเอาเองแล้วกำหนดหลักความประพฤติของตน ให้ดำรงความดีไม่เป็นภัยต่อตนเองและผู้อื่น

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่นำกระบวนการฝึกอบรม และพัฒนามนุษย์ของสมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้ามาประยุกต์ เป็นการสอนที่ครูเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติทางกาย วาจา ใจ แล้วพิจารณาผลของการปฏิบัติของตนต่อสถานการณ์นั้นจนกำหนดควบคุมความประพฤติทางกาย วาจา ใจ และเกิดปัญญาในตนได้ โดยมีครูเป็นกัลยาณมิตรคอยให้คำแนะนำในทางที่ถูกที่ควรทำให้นักเรียนสามารถประพฤติปฏิบัติตนได้ด้วยตนเองอย่างถูกต้อง ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา สรุปได้เป็นภาพประกอบดังนี้



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยพบว่า กลุ่มผู้สอนคณิตศาสตร์และงานวิจัยต่างประเทศยังไม่มีในการทำวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ผู้วิจัยจึงนำงานวิจัยในสาขาวิชาอื่นที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ดังนี้

ไพรัตน์ ญาตนิมพลี (2540: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาพระพุทธศาสนาโดยใช้หลักไตรสิกขากับการสอนตามคู่มือครู โรงเรียนวินิตศึกษาในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี จังหวัดลพบุรี จำนวน 100 คน เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 50 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพระพุทธศาสนา

และการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมของนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบไตรสิกขา กับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไชศรี พานิกุล (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องหลักธรรมในพุทธศาสนา โดยการสอนแบบไตรสิกขา กับการสอนแบบธรรมสภาจณา นักเรียนจำนวน 50 คน กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนโดยการสอนแบบไตรสิกขา จำนวน 25 คน กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนโดยการสอนแบบธรรมสภาจณา จำนวน 25 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนเรื่องหลักธรรมในพุทธศาสนา โดยการสอนแบบไตรสิกขา กับการสอนแบบธรรมสภาจณา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และ นักเรียนที่เรียนเรื่องหลักธรรมในพุทธศาสนา โดยการสอนแบบไตรสิกขา กับการสอนแบบธรรมสภาจณา มีการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุภารัตน์ ท้าวบุญชู (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนแบบไตรสิกขา และการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT จำนวน 80 คน กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนโดยการสอนแบบไตรสิกขา จำนวน 40 คน กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT จำนวน 40 คน พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนแบบไตรสิกขา และการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่เรียนสังคมศึกษาโดยวิธีสอนแบบไตรสิกขา กับนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT มีความฉลาดทางอารมณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภูมิพรรณ ทวีชาติ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและปรีชาเชิงอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องหลักธรรมในพุทธศาสนา ที่ได้รับการสอนแบบไตรสิกขา กับการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค เอส ที เอ ดี (STAD) จำนวน 80 คน กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนโดยสอนแบบไตรสิกขา จำนวน 40 คน กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนโดยการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค เอส ที เอ ดี จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนเรื่องหลักธรรมในพุทธศาสนา โดยการสอนแบบไตรสิกขา กับการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค เอส ที เอ ดี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนที่เรียนเรื่องหลักธรรมในพุทธศาสนา โดยการสอนแบบไตรสิกขา กับการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค เอส ที เอ ดี มีปรีชาอารมณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบไตรสิกขาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างแท้จริง ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3.1 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

การจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับสาระคณิตศาสตร์นั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องควรคำนึงถึงกระบวนการเรียนรู้ควรจัดให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลรวมทั้งภาวะของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดคำนวณพื้นฐานมีความสามารถในการคิดในใจตลอดจนพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2007: Online) กล่าวว่า ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้น Pre-K-12 ที่ต้องการเน้นกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical thinking) ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 มาตรฐาน คือ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการพิสูจน์ การสื่อสาร/การสื่อความหมาย การเชื่อมโยง และ การเป็นตัวแทน เพื่อให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติกิจกรรมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ และนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2550: Online) กล่าวว่า ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ช่วยฝึกให้คนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สถานศึกษาและครูคณิตศาสตร์จึงควรจะต้องปูพื้นฐานที่ดีเหล่านี้ให้แก่เด็ก ๆ ตั้งแต่เยาว์วัย โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อเสริมพัฒนาการเหล่านั้นตามลำดับ

ชัยรัตน์ สุลำนาจ (2547: 6) กล่าวว่า ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ/ความชำนาญในการปฏิบัติงาน และกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยจะต้องทำให้ดี มีคุณภาพ มีความถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว

นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย (2548: 4) กล่าวว่า ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ ทักษะด้านการแก้ปัญหา ทักษะด้านการให้เหตุผล ทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ทักษะด้านการเชื่อมโยง ทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

พงษ์ธร มหาวิจิตร (2550: 16) กล่าวว่า ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมคณิตศาสตร์ โดยสามารถปฏิบัติได้ดีมีคุณภาพ มีความถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว อันเป็นผลมาจากการฝึกปฏิบัติอย่างมีระบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ทักษะ/กระบวนการคือ ทักษะ/กระบวนการด้านการแก้ปัญหา ทักษะ/กระบวนการด้านการให้เหตุผล ทักษะ/กระบวนการด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ทักษะ/กระบวนการด้านการเชื่อมโยง และทักษะ/กระบวนการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถหรือความชำนาญในการปฏิบัติงานและกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยสามารถปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องแม่นยำ ตามหลักการทางคณิตศาสตร์ซึ่งปฏิบัติได้อย่างมีระบบ นั่นคือ พัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะ/กระบวนการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

3.2 ประเภทของทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์และนำคณิตศาสตร์ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM.) ได้จัดโปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน เป็นมาตรฐานหลักสูตรระดับชั้นอนุบาลจนถึงเกรด 12 เพื่อให้ครูได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ดังนี้ (NCTM. 2000: 29)

มาตรฐานเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Mathematics Content Standards) มี 5 มาตรฐาน ดังนี้

มาตรฐานที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operation)

มาตรฐานที่ 2 พีชคณิต (Algebra)

มาตรฐานที่ 3 เรขาคณิต (Geometry)

มาตรฐานที่ 4 การวัด (Measurement)

มาตรฐานที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
(Data Analysis and Probability)

มาตรฐานกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Process Standards) มี 5 มาตรฐาน ดังนี้

มาตรฐานที่ 6 การแก้ปัญหา (Problem Solving)

มาตรฐานที่ 7 การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning and Proof)

มาตรฐานที่ 8 การสื่อสาร (Communication)

มาตรฐานที่ 9 การเชื่อมโยง (Connection)

มาตรฐานที่ 10 การใช้ตัวแทน (Representation)

กรมวิชาการ (2544: 1-6) ได้จัดสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไว้ 6 สาระ ดังนี้คือ

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. การแก้ปัญหา
2. การให้เหตุผล
3. การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ
4. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จะเห็นได้ว่า หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดสาระทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่จำเป็นทั้ง 5 มาตรฐาน คือ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการให้เหตุผล มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องจัดกิจกรรม กำหนดสถานการณ์หรือปัญหา เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงขออธิบายทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

3.3 ทักษะ/กระบวนการด้านการแก้ปัญหา

3.3.1. ความหมายของการแก้ปัญหา

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

บรังคา (ชัยรัตน์ สุล่านาจ. 2547: 6 ; อ้างอิงจาก Branca. 1980: 3 – 8) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem Solving as a Goal) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นเหตุผลหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการแก้ปัญหาจึงเป็นอิสระจากคำถามหรือปัญหาเฉพาะเจาะจงใด ๆ หรือวิธีการและเนื้อหาสาระใด ๆ

2. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process) สิ่งที่สำคัญเมื่อการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ คือ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิคเฉพาะต่าง ๆ ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ กระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้จึงเป็นสาระสำคัญ และเป็นเป้าหมายหลักของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาในฐานะเป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill) เมื่อการแก้ปัญหาคือเป็นทักษะพื้นฐาน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหา แบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ที่ควรรู้ จุดเน้นอยู่ที่สาระสำคัญของการแก้ปัญหาที่ทุกคนต้องเรียนรู้ การเลือกปัญหาและเทคนิควิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้น

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 52) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือ ชิ้นงานที่ทำโดยยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ในการหาคำตอบนักเรียน

จะต้องใช้ประโยชน์จากความรู้ที่มีอยู่เหล่านั้นเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายในการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการของการกระทำที่ได้มาของคำตอบ นักเรียนจะต้องหาโอกาส ฝึกฝนอยู่เป็นประจำ รวมทั้งได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนแนวคิดในการแก้ปัญหานั้นออกมาด้วย ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนอนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากปัญหาต่าง ๆ
2. การแก้ปัญหานั้นได้บังเกิดขึ้นในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ
3. ประยุกต์และดัดแปลงยุทธวิธีอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหา
4. ควบคุมและพิจารณากระบวนการการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ดอสเซย์; และคนอื่น ๆ (Dossey; et al. 2002: 72) กล่าวว่า การแก้ปัญหา คือ กระบวนการโดยให้ตอบคำถามหรือการจัดการกับสถานการณ์ ปัญหาที่ยากและน่าเบื่อ สำหรับบุคคลหนึ่งอาจเป็นเรื่องปกติและการคำนวณที่คล่องแคล่วสำหรับอีกบุคคลหนึ่ง กระบวนการแก้ปัญหาจึงต้องใช้การสร้างองค์ความรู้ตามวิถีทางใหม่ ๆ หรือที่แตกต่างจากเดิม ใช้หลักในการวางแผนหรือยุทธวิธีที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ และการได้มาซึ่งความรู้ใหม่ที่เป็นไปได้เกี่ยวกับสถานการณ์นั้นๆ กระบวนการนี้อาจจะยุ่งยากซับซ้อนขึ้นเมื่อมีการต้องการสร้างการเชื่อมโยง ซึ่งนักเรียนจะได้ประสบการณ์จากกระบวนการนี้และสามารถพัฒนายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2539: 122) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ต้องการอาศัยสติปัญญา ความรู้ ความเข้าใจ ความคิดแบบวิเคราะห์ ความพร้อมในการที่จะคิดแก้ปัญหาทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ ทั้งด้านเนื้อหาและวิธีการ เป็นทักษะที่สำคัญที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน โดยใช้ประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงและทางอ้อม และการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม มาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ และกระบวนการแก้ปัญหา เป็นการดำเนินการที่มีแบบแผนและขั้นตอน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2541: 103) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพิถีพิถะถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องราวที่สร้างความชำนาญ ความยุ่งยากสับสน ความวิตกกังวล และหาหนทางจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542?: 103) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งต้องการหาคำตอบ คำตอบที่ได้จะเกี่ยวข้องกับปริมาณด้วยปัญหาทางคณิตศาสตร์มีมากมายหลายชนิด เช่นปัญหาที่ปรากฏในหนังสือ ปัญหาที่พบในหนังสือทั่ว ๆ ไป ปัญหาให้ค้นหา ปัญหาให้พิสูจน์

มยุรี บุญเยี่ยม (2545: 32) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการทางสมองอย่างหนึ่ง ที่มีความยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ ต่าง ๆ ประมวลเข้ากับส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน เพื่อให้ได้

คำตอบที่ต้องการหรือบรรลุมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

สิริพร ทิพย์คง (2545: 112) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ปัญหาของคน ๆ หนึ่งอาจจะไม่ใช่ปัญหาของอีกคนหนึ่ง ในการแก้ปัญหาจะต้องมีการวางแผนการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ การกำหนดสารสนเทศที่ต้องการเพิ่มเติม มีการแสดงความคิดเห็นเสนอแนะแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และทดสอบการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป การแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

นักัญญา เจริญเกียรติบรร (2547: 32) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือคำถาม ที่ผู้แก้ปัญหาค้นคว้าหาวิธีการมาแก้ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบโดยไม่มีระบุ วิธีการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการ การใช้ความรู้ประสบการณ์และการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหาย่างเหมาะสม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ทางสมอง ประสบการณ์ การเข้าใจปัญหา ตลอดจนความพยายามในการคิดค้นหาคำตอบ เพื่อให้ได้คำตอบ โดยการนำความรู้ ทักษะ รวมถึงวิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาให้ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

3.3.2 ประเภทปัญหาทางคณิตศาสตร์

บาร์ดี (Baroody. 1993: 11 - 36) กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่พบเห็นทั่วไป (Routine Problem) เป็นปัญหาที่พบเห็น ค้นเคย ในวิธีการหรือในโครงสร้างของปัญหา อาจพบเห็นในตัวอย่าง เมื่อพบปัญหาจะทราบได้เกือบทันทีว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด ข้อมูลที่ให้มาจะมีแต่เฉพาะที่จำเป็นและเพียงพอในการหาคำตอบ มุ่งเน้นการฝึกทักษะ ปัญหาประเภทนี้มักจะพบในหนังสือเรียนทั่วไป

2. ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็น (Nonroutine Problem) เป็นปัญหาที่จะต้องประมวลความรู้ ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของชีวิตมากกว่าประเภทแรก ข้อมูลที่ให้มามีทั้งจำเป็นและไม่จำเป็นหรือกำหนดให้ไม่เพียงพอ วิธีการหาคำตอบอาจมีได้หลายวิธี คำตอบอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2539: 126) กล่าวว่า ประเภทของปัญหา แบ่งเป็น ดังนี้

1. ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากจุดประสงค์ แบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

1.1 ปัญหาให้ค้นหา

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์

ส่วนสำคัญของปัญหาให้ค้นหาประกอบด้วย สิ่งที่ต้องการหา สิ่งที่กำหนดให้ เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหา กับสิ่งที่กำหนดให้

ส่วนสำคัญของปัญหาให้พิสูจน์อยู่ในรูปตัว p แล้ว q คือสิ่งที่กำหนดให้ หรือ

สมมติฐาน (p) และสิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป (q)

2. ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจาก ผู้แก้ปัญหาและโครงสร้างของปัญหา แบ่งเป็น

2.1 ปัญหาธรรมดา คือ ปัญหาที่คุ้นเคยหรือนำมาเป็นแบบฝึกหัด

2.2 ปัญหาที่ไม่เป็นธรรมดา คือ ปัญหาที่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ตลอดจนความสามารถมาประมวลเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้คำตอบ

ณัฐยาน์ สงคราม (2547: 10) กล่าวว่า ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ โจทย์ปัญหาหรือปัญหาที่คุ้นเคย เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาที่มีความคุ้นเคยกับโครงสร้างลักษณะของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาประเภทสองคือ ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ รวมไปถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ คือ ปัญหาที่เราคุ้นเคยไม่ซับซ้อน อาจจะเจอได้จากการนำมาทำเป็นแบบฝึกหัด ส่วนอีกปัญหาหนึ่งก็คือ ปัญหาที่เราไม่คุ้นเคยและค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งจะต้องนำความรู้ ประสบการณ์และหลักการต่าง ๆ มาใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น ๆ

3.3.3. องค์ประกอบที่ส่งเสริมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ไฮเมอร์; และ ทรูบลัด (Heimer; & Trueblood. 1997: 31-32) กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญบางประการที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ ภาษา หรือถ้อยคำ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เทคนิค
2. ความสามารถเกี่ยวกับการคำนวณ
3. การรวบรวมข้อมูลความรู้รอบตัว
4. ความสามารถในการตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ให้มา
5. ความสามารถในการให้เหตุผลของความสมเหตุสมผลตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
6. ความสามารถในการเลือกการดำเนินการเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการรองรับข้อมูลที่ขาดหายไป
8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2539: 131) กล่าวว่า องค์ประกอบในการแก้ปัญหา คือ

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ประกอบด้วยทักษะการอ่าน และการฟัง ปัญหาที่ได้จากการอ่านและการฟัง ในรูปของข้อความที่เป็นตัวอักษร นักเรียนจะต้องอ่านและทำความเข้าใจโดยแยกประเด็นของปัญหาให้ออกว่า ปัญหากำหนดอะไรให้บ้างและปัญหาต้องการให้หาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นและข้อมูลใดที่ไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะจะเกิดขึ้นต้องฝึกฝนบ่อย ๆ จนเกิดความ

ชำนาญ เมื่อนักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เสมอ ๆ ก็จะเห็นความเหมือนหรือความแตกต่างของปัญหาได้ง่ายขึ้น

3.ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล
เริ่มแรกด้วยการทำความเข้าใจปัญหา และวางแผนในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นต่อไป คือ ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

4.แรงขับ เนื่องจากปัญหาที่พบมักเป็นปัญหาที่แปลกใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคย และไม่สามารถหาวิธีการหาคำตอบได้ทันที

5.ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาในขั้นนี้จะต้องมีความยืดหยุ่นในความคิด จะต้องไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนคุ้นเคย

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 107) กล่าวว่า องค์ประกอบในการแก้ปัญหา นั้นต้องอาศัยองค์ประกอบหลายประการ เช่น องค์ประกอบทางด้านสติปัญญา นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ ตีความ แยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องและสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา หาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความสามารถในการคิดคำนวณ

มยุรี บุญเยี่ยม (2545: 38) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบในการแก้ปัญหานี้จะต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่าง โดยการเน้นที่ตัวผู้แก้ปัญหาเป็นอันดับแรก กล่าวคือ นักเรียนที่จะแก้ปัญหาจะต้องมีพื้นฐานทางด้านทักษะการอ่าน การเขียน การคำนวณ การพิสูจน์ ตลอดจนการมีเจตคติที่ดี ครูจึงเป็นผู้มีบทบาทสำคัญยิ่งในการที่จะจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาความสามารถ ซึ่งจะส่งผลให้เป็นผู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

ณัฐยาน์ สงคราม (2547: 12) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มี 2 ประการ คือองค์ประกอบเกี่ยวกับผู้แก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวกับความสามารถศึกษาปัญหาแล้วตีความปัญหา แปลงปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปอีกรูปแบบหนึ่ง จัดลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์หารูปแบบและข้อสรุป ส่วนประกอบที่สองเป็นองค์ประกอบเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมมีบรรยากาศที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

นงกัญญา เจริญเกียรติบรร (2547: 27) ได้กล่าวว่าองค์ประกอบในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สำคัญที่จะต้องสร้างให้เกิดในตัวของผู้แก้ปัญหาประกอบด้วย สติปัญญาของผู้แก้ปัญหา ทักษะพื้นฐานในการคิดคำนวณทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา แรงขับภายในตัวผู้เรียนและความยืดหยุ่นในการคิด ซึ่งเป็นปัจจัยที่จำเป็นที่ทำให้แก้โจทย์ได้สำเร็จ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มี 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบเกี่ยวกับผู้แก้ปัญหา ต้องมีทักษะการอ่าน การเขียน การคำนวณ การพิสูจน์ ตลอดจนการมีเจตคติที่ดี ส่วนองค์ประกอบที่สองเป็นองค์ประกอบเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่มีบรรยากาศที่ดี เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

3.3.4 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพราะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องใช้ความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎ หรือสูตร แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่

มักไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากผู้เรียนมีปัญหาในเรื่องของทักษะการอ่านทำความเข้าใจโจทย์ และการวิเคราะห์โจทย์

โพลยา (สิริพร ทิพย์คง. 2545: 112 ; อ้างอิงจาก Polya. 1967-1985) ได้เสนอ ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โดยเข้าใจว่าโจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไร

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล สิ่งโจทย์ที่กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ถาม

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดย ตรวจสอบดูว่าแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัตินั้นถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีอื่น ๆ อีกหรือไม่ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ได้ว่าตรงกันหรือไม่

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2539: 129) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจ เป็นขั้นตอนในการหาแบบจำลอง การนิยามศัพท์ ข้อมูลที่จำเป็น เข้ามาเกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อทำความเข้าใจในปัญหาว่าต้องการให้หาอะไร

2. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา ขั้นนี้ต้องอาศัยขั้นตอนที่ 1 นำไปสู่การวางแผนการแก้ปัญห ด้วยการทดลอง ด้วยการลองผิด-ลองถูก เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล หา รูปแบบ

3. ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นนี้ต้องใช้เทคนิคที่เคยเรียนและทักษะที่มีอยู่มา แก้ปัญหาตามแผน

4. ขั้นตรวจสอบ หรือ มองย้อนหลัง ขั้นนี้พิจารณาว่าปัญหาที่แก้เรียบร้อยแล้วหรือไม่ คำตอบที่ได้เป็นไปได้อย่างไร

กรมวิชาการ (2544: 191-195) กล่าวว่า ในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะใน กระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนจะต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการ แก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและ จำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะในการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษา ซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้ และโจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือพิสูจน์ข้อความใด

ขั้นที่ 2 การวางแผนปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทักษะในการ นำความรู้หลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้อยู่แล้ว ทักษะในการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้ การเขียนรูปหรือแผนภาพ ตาราง การสังเกตหาแบบรูปหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ผู้สอนจะต้อง หาวิธีฝึกวิเคราะห์แนวคิดในขั้นนี้ให้มาก

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการ ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ การประมาณคำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่หาได้โดยอาศัยความรู้สึกเชิงจำนวน (Number sense) หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ (spatial sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

ทิตินา แชมมณี (2548: 124-125) กล่าวว่าขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. การสังเกต ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหานั้นจนสามารถสรุป และตระหนักในปัญหานั้น
2. การวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพ สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา
3. สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจมีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่ม และควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่ผู้เรียน
4. เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึกการปฏิบัติงานเพื่อรายงาน และตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก

5. สรุป ผู้เรียนสรุปความด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำในรูปของรายงาน
วัฒนาพร ระเบียบทุกข์ (2545: 114) กล่าวว่าขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่ปัญหา เป็นการศึกษาถึงสภาพของปัญหาว่า เป็นอย่างไร ปัญหาเกิดจากอะไรบ้าง เป็นการค้นพบปัญหาที่อาจจะเป็นไปได้
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นการศึกษา วิเคราะห์ วิพากษ์ ให้รู้ว่า ปัญหาที่แท้จริงคืออะไรและอะไรบ้างที่ไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริง
3. ขั้นระบุปัญหา เป็นการนำเอาปัญหาที่เป็นสาเหตุที่แท้จริง มาเป็นประเด็นสำคัญในการศึกษา รวบรวมข้อมูลสำหรับแต่ละเรื่อง
4. ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์เป็นการกำหนดเป้าหมาย เพื่อการแก้ปัญหานั้นว่าจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านใด เป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด มีคุณค่าสูงต่ำเพียงใด
5. ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการเสนอแนวทาง วิธีการในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุ ที่จะทำให้สามารถแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จ
6. ขั้นทดลองหรือทดสอบสมมติฐาน เป็นการนำวิธีแก้ปัญหานั้นขึ้นตั้งสมมติฐานไปใช้ในการแก้ปัญหานั้น
7. ขั้นสรุป
8. ขั้นนำไปใช้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคือความสามารถในการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งผู้แก้ปัญหานั้นจะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา โดยวิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้

แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ และใช้ความรู้ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาได้

3.3.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา

มาลินี จุฑะธรพ (2541: 59) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยการแก้ปัญหา (Problem Solving Learning) จำแนกเป็น 2 วิธี ดังนี้

1. การเรียนรู้โดยการแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error Learning) เป็นการเรียนรู้ในลักษณะการแก้ปัญหาในการดำรงชีวิต
2. การเรียนรู้โดยการแก้ปัญหาแบบความคิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง (Gestalt Psychology) เป็นการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของ จนเกิดความคิดที่จะแก้ปัญหานี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541: 19) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหานั้น การจัดการเรียนรู้การสอนแบบแก้ปัญหา (Problem - Solving) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้การสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา อย่างเป็นกระบวนการโดยอาศัยแนวคิดแก้ปัญหาด้วยการนำเอาการสอนจากกฎเกณฑ์ไปสู่ความจริง และการสอนจากความจริงไปสู่กฎเกณฑ์

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 154-155) กล่าวว่า การเรียนแบบแก้ปัญหานั้น ซึ่งชีวิตในโลกจริงของคนเต็มไปด้วยปัญหา บางปัญหาอาจจะมองเห็นได้ง่าย แต่บางปัญหาจะมองไม่ออกหรือยุ่งยากซับซ้อนเกินไป ดังนั้นการมีส่วนร่วมอยู่ในโลกแห่งความจริงจึงทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้จัก การวิเคราะห์ปัญหา การตั้งสมมติฐาน รวบรวมและแปลข้อมูลตลอดจนพัฒนาวิธีการอย่างมีเหตุผลเพื่อแก้ปัญหาได้ ซึ่งลักษณะการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา เป็นการนำเสนอประเด็นปัญหาจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและต้องการจะแสวงหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหา การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ จะทำให้ผู้เรียนรู้จักการวิเคราะห์เหตุการณ์เพื่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเอง หรือร่วมกับผู้อื่นในกระบวนการแก้ปัญหานั้น ช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพื่อฝึกกระบวนการคิดจะเกิดทักษะ และการให้ผู้เรียนทำงานด้วยการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยประยุกต์ใช้หลักทฤษฎี นำมาสู่การปฏิบัติซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

ผู้เรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหามีความรู้และทักษะ 4 ชั้นดังนี้

1. ระบุประเด็นของปัญหาได้
2. มองวิธีการในการแก้ปัญหา
3. สามารถหาทางออกของวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม
4. สามารถแก้ปัญหาได้เป็นผลสำเร็จ และประเมินผลได้ตามความเป็นจริง

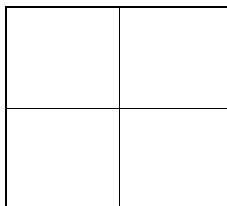
จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา นั้น ครูมีส่วนช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหานักเรียนได้ดีขึ้น โดยอาจจะมีกิจกรรมที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น การตั้งสมมติฐาน การเก็บรวบรวม

ข้อมูล ตลอดจนการแปลงข้อมูลเพื่อพัฒนาวิธีการอย่างมีเหตุผล เพื่อแก้ปัญหาให้ได้

ตัวอย่างการแก้ปัญหาจากการกำหนดสถานการณ์ปัญหา

1. ตาราง 8×8 มีจำนวนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารวมกันทั้งหมดเท่าไร

ลองพิจารณา ตาราง 2×2



2. จงหาจุดตัดของเส้นตรง $y = 3x + 5$ และเส้นตรง $y = 5x + 7$

3. ถ้า $ABC = AB + BC + CA$ จงหาค่าของ CAB เมื่อกำหนดให้ตัวอักษรที่เหมือนกัน แทนตัวเลขที่ซ้ำกัน

ในการคิดผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาวิเคราะห์โจทย์ แล้วจะทราบว่า ABC เป็นจำนวนที่มีสามหลัก โดยที่ A อยู่ในหลักร้อย B อยู่ในหลักสิบ และ C อยู่ในหลักหน่วย

ดังนั้น ABC จึงเท่ากับ $100A + 10B + C$

ในทำนองเดียวกันจะสามารถคิดได้ว่า $AB + BC + CA$ เท่ากับ $(10A+B) + (10B+C) + (10C+A)$

ปัญหาข้อนี้จะตอบเท่าไร สามารถทำได้ดังนี้

$$\begin{aligned} ABC &= 100A + 10B + C \\ AB + BC + CA &= (10A+B) + (10B+C) + (10C+A) \\ &= 10A+B+10B+C+10C+A \\ &= 11A + 11B + 11C \end{aligned}$$

แต่โจทย์กำหนดให้ $ABC = AB + BC + CA$

$$\text{ดังนั้น } 100A + 10B + C = 11A + 11B + 11C$$

$$89A = B + 10C$$

จากสมการจะเห็นได้ว่า $89A$ จะต้องมีย่านน้อยกว่า 100 จึงจะทำให้สมการนี้เป็นจริง

นั่นคือ A ต้องเป็น 1 , B ต้องเป็น 9 และ C ต้องเป็น 8 ดังนั้น CAB คือ 819

ที่มา : สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. หน้า 98.

ตัวอย่าง 2 การแก้ปัญหาจากการกำหนดสถานการณ์ปัญหา “ไก่กับกระต่าย” ดังนี้

พ่อของนิตยาเลี้ยงไก่กับกระต่ายไว้จำนวนหนึ่ง ปกติพ่อจะเลี้ยงไก่ไว้ในเล้าและเลี้ยงกระต่ายไว้ในกรง วันหนึ่งพ่อปล่อยให้ไก่กับกระต่ายออกมาวิ่งเล่นในทุ่งหญ้าหลังบ้าน นิตยาออกมาเดินเล่นเห็นเข้าจึงเข้าไปถามพ่อ

นิตยา : คุณพ่อเลี้ยงไก่กับกระต่ายไว้กี่ตัวคะ

พ่อ : ถ้าอยากรู้ต้องหาคำตอบเองนะ พ่อรู้ว่านับไก่กับกระต่ายรวมกันได้ 30 ตัว ถ้านับขาไก่กับกระต่ายรวมกันจะได้ 86 ขา

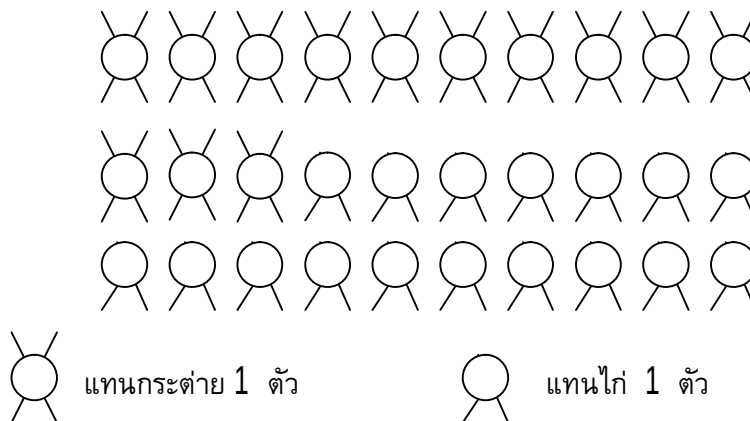
นิตยา : ไม่ยากเลยคะคุณพ่อ หนูหาคำตอบได้

ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนแต่ละคนหาคำตอบด้วยแนวคิดของตัวเอง หรืออาจจัดเป็นกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียนช่วยกันคิดหาคำตอบก็ได้ ซึ่งปัญหานี้ผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้โดยวิธีต่างกัน

วิธีที่ 1 ใช้แผนภาพ

1. เริ่มด้วยการวาดภาพ 30 ภาพแทนตัวของสัตว์ทั้งหมด
2. สมมติว่าสัตว์ทุกตัวเป็นไก่ โดยเขียนขาของทุกตัวเป็น 2 ขา แล้ววาดขาเพิ่ม

ไปที่รูปแทนกระต่ายจนจำนวนขาครบตามที่กำหนด



คำตอบคือ มีกระต่าย 13 ตัว และไก่ 17 ตัว

ที่มา : กรมวิชาการ. (2544). *คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. หน้า 193.

วิธีที่ 2 ใช้ตารางช่วยในการวิเคราะห์

1. กำหนดจำนวนไก่และกระต่ายรวมกันเป็น 30 ตัวก่อน
2. ค่อย ๆ ลดหรือเพิ่มจำนวนตัวให้สอดคล้องกับจำนวนขาตามที่กำหนด คำตอบก็คือมีกระต่าย 13 ตัว และไก่ 17 ตัว

จะสังเกตเห็นว่าตามวิธีที่ 2 ผู้เรียนเริ่มต้นด้วยการจัดคู่กระต่าย 1 ตัวและไก่ 29 ตัว ก่อนแล้วหาจำนวนขาของสัตว์ทั้งหมด สังเกตผลลัพธ์ใช้ทักษะการคาดเดาและการวิเคราะห์คำตอบโดยข้ามขั้นตอนบางขั้นตอน จนกระทั่งได้คำตอบตามที่ต้องการ

	จำนวนกระต่าย (ตัว)	จำนวนขาของ กระต่าย	จำนวนไก่ (ตัว)	จำนวนขาของ ไก่	จำนวนขา ทั้งหมด
ข้ามขั้น	1	4	29	58	62
ข้ามขั้น	5	20	25	50	70
	10	40	20	40	80
	11	44	19	38	82
	12	48	18	36	84
	(13)	(52)	(17)	(34)	(86)

↓
ได้จำนวนขาเท่ากับที่โจทย์กำหนด

ที่มา : กรมวิชาการ. (2544). คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. หน้า194.

วิธีที่ 3 ใช้สมการ

สมมติให้มีไก่อยู่ x ตัว

จะมีกระต่าย $30 - x$ ตัว

จะได้จำนวนขาของไก่ $2x$ ขา

และจำนวนขาของกระต่าย $4(30 - x)$ ขา

ปัญหาได้กำหนดให้จำนวนขาของไก่และกระต่ายรวมกัน 86 ขา

เขียนสมการและแก้สมการดังนี้ $2x + 4(30 - x) = 86$

$$2x + 120 - 40x = 86$$

$$-2x = 86 - 120$$

$$x = \frac{-34}{-2}$$

$$x = 17$$

คำตอบคือมี ไก่ 17 ตัว และ กระต่าย 13 ตัว

จากสถานการณ์ของปัญหาที่ให้เป็นตัวอย่างเป็นตัวอย่างข้างต้น ผู้เรียนอาจแสดงแนวคิดที่แตกต่างจากนี้ได้อีก ผู้สอนจะต้องใช้ดุลยพินิจพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่ผู้เรียนแสดงแนวคิด โดยกล่าวชมเชยส่งเสริมแนวคิดนั้นซึ่งข้อบกพร่องตลอดจนอธิบายและให้ความรู้เพิ่มเติม

ขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งที่ผู้สอนจะต้องเน้นอยู่เสมอคือ ขั้นตอนการตรวจสอบ

คำตอบที่ต้องคำนวณหาของไก่และขาของกระต่ายจากจำนวนตัวที่ผู้เรียนหาได้ ว่าสอดคล้องกับที่ โจทย์หรือปัญหากำหนดให้หรือไม่ ดังนี้

ไก่ 17 ตัว มี 34 ขา

กระต่าย 13 ตัว มี 52 ขา

รวมจำนวนตัวได้ 30 ตัวและจำนวนขาได้ 86 ขา ซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนดของ ปัญหา

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางในการพัฒนาทักษะ/กระบวนการแก้ปัญหา นั้นครูผู้สอนมีบทบาทที่สำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนรู้กระบวนการ แก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอน เข้าใจถึงกระบวนการแก้ปัญหา และเน้นการฝึกการวิเคราะห์แนวคิดที่ มีความหลากหลายอีกด้วย

3.3.6 บทบาทของครูในการพัฒนาการแก้ปัญหา

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 341) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของวิชาคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาก็ประสบความสำเร็จได้นั้นจำเป็นจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีและความรู้ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา การกำกับตนเองอย่างมีประสิทธิภาพและการกำหนดประโยชน์ที่ได้รับจากการสร้างและแก้ปัญหานั้น ๆ การสอนการแก้ปัญหามีความจำเป็นเท่า ๆ กับครูผู้สอน ดังนั้น ครูสามารถช่วยให้เกิดความรู้และเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหากับนักเรียนเหล่านั้น ภาระที่สำคัญของครูจะประกอบด้วยการวางแผนการแก้ปัญหา การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงเนื้อหาที่สำคัญ โดยการสำรวจปัญหา การศึกษาค้นคว้า และการปฏิบัติตามยุทธวิธีของตนเอง ครูจะต้องไม่ย่อท้อถึงแม้ว่าจะมีการวางแผนการเรียนรู้ไว้เป็นอย่างดีแล้ว แต่ไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ นักเรียนอาจจะต้องการคำแนะนำทุกครั้งที่เขาพยายามจะแก้ปัญหา นักเรียนต้องสังเกตในสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ที่เป็นข้อคาดการณ์หรือการสำรวจนักเรียนอาจสรุปคำแนะนำของใครก็ได้ที่มีเหตุผลบางครั้งอาจไม่ใช่ครูผู้สอนก็ได้ ครูต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบจากแบบฝึกหัด ที่เป็นการตอบสนองต่อการปฏิบัติตาม และการทำความเข้าใจถึงความเป็นไปได้ทั้งในด้านการเรียนรู้และการส่งเสริมเจตคติ เมื่อนักเรียนแสดงแนวคิดใหม่ ๆ แต่ครูต้องยอมรับว่าการตอบทั้งหมดนั้นอาจจะนำไปสู่การอธิบายไม่ได้ และในบางครั้งครูไม่ควรยอมรับแนวคิดทุกแนวคิดของนักเรียน ครูควรสะท้อนความคิดของนักเรียนเพื่อเป็นการสร้างบรรยากาศโดยให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนเองในการทำงาน การสอนเป็นกิจกรรมของการแก้ปัญหาในตัวเอง ครูที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาก็ต้องมีความรู้และวิธีการแก้ปัญหาที่ดีมีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาก็เป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ ครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนให้ได้ฝึกการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้และวิธีการสอนที่มีความหลากหลาย ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

3.3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

งานวิจัยต่างประเทศ

ไมเคิลส์ (Michaels. 2000: Abstract) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงการแก้ปัญหา เพศ ความเชื่อมั่นและรูปแบบของการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 109 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 แบบด้วยกัน คือแบบวัดกระบวนการแก้ปัญหา แบบวัดความเชื่อมั่น และแบบวัดรูปแบบของการให้เหตุผล (พิจารณาจากความสามารถ ความพยายามและความช่วยเหลือจากผู้อื่น) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายชอบแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากกว่านักเรียนหญิง นักเรียนหญิงมีรูปแบบของการให้เหตุผลที่นำไปสู่ความสำเร็จดีกว่านักเรียนชาย และไม่มี ความแตกต่างระหว่างในด้านความเชื่อมั่นทางคณิตศาสตร์

แพนดิสซิโอ (Pandiscio. 2002: 216-220) ได้ทำการวิจัยโดยสำรวจการเชื่อมโยงมโนคติการพิสูจน์กับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาฝึกสอน โดยใช้ นักศึกษาฝึกสอน 4 คน (ชาย 2 คน หญิง 2 คน) แก้ปัญหาเรขาคณิตที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้พื้นฐานมโนคติของยุคลิดจำนวน 2 ข้อ ให้สร้างการพิสูจน์ตามรูปแบบที่ให้ผลออกมาเป็นรูปแบบกรณีทั่วไป และให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต ผลปรากฏว่า นักศึกษาฝึกสอนทั้ง 4 คนยอมรับว่า แม้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตจะไม่ได้ช่วยในการพิสูจน์ แต่ก็ เป็นเครื่องมือช่วยสร้างการรับรู้ให้เกิดความเข้าใจสามารถเชื่อมโยงในปัญหาหรือทฤษฎีบท แล้วนำไปใช้ในการพิสูจน์ได้

วิลเลียม (William. 2003: 185-187) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหว่าสามารถช่วยเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิตจำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาดำเนินตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถทำงานแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาก็เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเรียนและนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

แวน (Van. 2006: Abstract) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการฝึกภาพ ภาพจำลอง และการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ของนักเรียนด้วยความสามารถที่หลากหลาย ซึ่งจุดประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทดลองใช้ภาพจำลองและความสัมพันธ์กับความสามารถในการฝึกภาพของนักเรียนขณะที่ทำการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ นักเรียนที่ไร้ความสามารถที่จะเรียนรู้ , นักเรียนที่ได้มาจากระดับทั่วไป และนักเรียนที่มีพรสวรรค์ในเกรด 6 (N=66) ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ นักเรียนถูกประเมินด้วยเครื่องมือของการแก้ปัญหเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การแสดงออกทางภาพจำลอง และความสามารถในการฝึกภาพ พบว่านักเรียนที่มีพรสวรรค์จะปฏิบัติได้ดีกว่านักเรียนที่ไร้ความสามารถที่จะเรียนรู้และผู้ที่ได้มาจากระดับทั่วไป นอกจากนี้ การใช้ภาพ

จำลองเกี่ยวกับแผนภูมิมีนัยสำคัญและความเหมาะสมที่เป็นไปได้ด้วยสูงกว่า การปฏิบัติบนการวัดภาพจำลองแต่ละอัน และการสนทนานั้นสัมพันธ์กันทางลบกับการใช้รูปแบบที่มีภาพประกอบ

ลี (Lee, 2007: Abstract) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ความรู้ของครูเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนที่อายุ 9-13 ปี ในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีชคณิต โดยการใช้แบบสอบถามแจกให้ครู 9 คน ให้รวบรวมการอธิบายที่เป็นแนวคิดของนักเรียนกับโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับพีชคณิต โดยเฉพาะ จากการวิเคราะห์ ครู 4 คน ที่มีส่วนร่วมในการติดตามสัมภาระและการสังเกตชั้นเรียน ซึ่งระบุได้ว่ามีครู 2 คน ที่มีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน กับโจทย์ปัญหาพีชคณิต และมีความสามารถในการบรรยายได้อย่างชัดเจน ครูได้ใช้ความรู้จากสิ่งเหล่านี้สำหรับการวางแผนที่จะสอนในเนื้อหาต่าง ๆ จากการแสดงออก การสังเกตจากห้องเรียนสามารถขยายและนำไปพัฒนาให้ละเอียดลึกซึ้งได้ ขณะที่ครูอีก 2 คน แสดงการเข้าใจอย่างชัดเจนของยุทธวิธีการแก้ปัญหของบทเรียนสำหรับโจทย์ปัญหาพีชคณิต ครูแสดงแต่ละแนวทางของการใช้ความเข้าใจในการวางแผนและสอนบทเรียนของครูเอง ครูมีความระมัดระวังในการเลือกปัญหาที่ง่ายต่อวิธีการและการแก้ปัญหที่หลากหลาย โดยครูอาศัยเค้าโครงจากประสบการณ์ที่ผ่านมาก่อนหน้านี้ แล้วก็ทำการแก้ไขใหม่จากแนวคิดที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูได้บันทึกความพยายามถึงยุทธวิธีของนักเรียนที่ทำให้ครูสามารถวางแผนบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. การขยายเวลาที่จะช่วยนักเรียนได้มีเวลาในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพีชคณิต
2. การใช้แนวคิดของนักเรียนที่จะบรรยายยุทธวิธีแก้ปัญห
3. เชื่อมั่นในคำถามที่จะรวบรวมแนวคิดของนักเรียน
4. ใช้ยุทธวิธีของนักเรียนที่จะสรุปบทเรียน

จากสิ่งเหล่านี้เป็นการแนะนำนักเรียนถึงวิธีการอย่างเป็นกลาง ครูคนหนึ่ง ซึ่งใช้ตัวเองเป็นศูนย์กลางในการที่จะพาชั้นเรียนตัวเองเข้าถึงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ส่วนครูคนอื่น ๆ จะใช้นักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยการทำงานเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งทั้งสองวิธีการนี้ปรากฏว่า ทำให้นักเรียนสนใจการทำงานที่สมบูรณ์ของปัญหา เพราะว่าความรู้และแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วยให้ครูเตรียมการสอนและบทเรียนทั้งหลายและในการสอนแต่ละครั้งนั้นครูจะถูกกระตุ้นให้จัดเตรียมประสบการณ์ที่หลากหลายในการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนกับปัญหาต่าง ๆ ในการเตรียม สำหรับการออกแบบบทเรียนของครูในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีชคณิต

งานวิจัยในประเทศ

เชียวชาญ เทพกุศล (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบ STAD ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี กรุงเทพฯ จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 50 คน พบว่า ชุดการเรียนรู้แบบ STAD ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วนมีประสิทธิภาพ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้แบบ STAD ที่เน้นทักษะการ

แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดเห็นของนักเรียนหลังการใช้ชุดการเรียนรู้แบบ STAD ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงกว่าเห็นด้วยขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 41 คน พบว่าชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละมีประสิทธิภาพ 86.03/76.54 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 70/70 ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองสูงกว่าหลังทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ โดยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สอบผ่านเกณฑ์ในการเรียนได้มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐยาน์ สงคราม (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมประกอบเทคนิคการประเมินจากสภาพจริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ใช้กิจกรรมประกอบเทคนิคการประเมินจากสภาพจริง หลังจากการใช้กิจกรรมสูงกว่าก่อนการใช้กิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฏกัญญา เจริญเกียรติบรร (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมประกอบเทคนิคการประเมินจากสภาพจริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ผลการทดลองพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ใช้กิจกรรมประกอบเทคนิคการประเมินจากสภาพจริง หลังจากการใช้กิจกรรมสูงกว่าก่อนการใช้กิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มาเลียม พินิจรอบ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา เรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระหฤทัยคอนแวนต์ เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 50 คน โดยใช้การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่ม เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการสอนมีทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิไลลักษณ์ เมืองโคตร (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดดอนเมือง (ทหาร อากาศอุทิศ) กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน พบว่าความสามารถในการ แก้ปัญหาโดยใช้ชุดกิจกรรมมีนักเรียนสอบผ่านเกณฑ์จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 83.78 ของ จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองทั้งหมด ซึ่งปฏิบัติกิจกรรมได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 และ พฤติกรรมความคิดแก้ปัญหาในด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.71 ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐานเท่ากับ 0.25 ระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับดีมาก ด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ นำมาใช้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.69 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.25 ระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับดีมาก และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.27 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78 ระดับ พฤติกรรมอยู่ในระดับดี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะ/กระบวนการด้านการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ สรุปได้ว่างานวิจัยส่วนใหญ่ เป็นลักษณะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริม ให้นักเรียนรู้จักคิดในการที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมนักเรียน ให้ได้ฝึกการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้และวิธีการสอนที่มีความหลากหลาย ซึ่งส่งผลต่อความสามารถด้านการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ และยังส่งผลไปถึงผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้อีกด้วย

3.4 ทักษะ/กระบวนการด้านการให้เหตุผล

3.4.1 ความหมายของการให้เหตุผล

โอดาฟเฟอร์ (ชัยรัตน์ สุลานาจ. 2547: 53 ; อ้างอิงจาก O'Daffer.1990: 378)

กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นการสร้างข้อคาดการณ์และตรวจสอบข้อคาดการณ์ จากสถานการณ์ที่ กำหนดจำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย มองว่าทักษะการให้เหตุผลที่มี ความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีอยู่ 2 ประการ คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลในการสร้างหลักการใหม่ ค้นหาแบบทั่วไป รูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายสมบัติและโครงสร้างต่าง ๆ ทาง คณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นมโนคติหรืออาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบอุปนัยเกิดจากผล ของกรณีเฉพาะหลาย ๆ ตัวอย่าง แล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผลในการสรุปจากหลักฐานที่ ปรากฏเป็นการพิสูจน์ข้อสรุปและตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด การให้เหตุผลแบบนี้เป็น การให้เหตุผลที่เป็นระบบตรรกะ เป็นการให้เหตุผลที่ใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน คือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎี อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผล ที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลักแล้วจะได้ผลสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์

หลักการที่เป็นจริงเสมอเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์หลักการ ที่เป็นจริงเสมอ

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 57) กล่าวว่า การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์นั้นจะเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพของการพัฒนาความสามารถที่มองเห็นแล้วเข้าใจได้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง เป็นการสร้างข้อคาดการณ์และตรวจสอบข้อความคาดการณ์จากสถานการณ์ที่กำหนดจำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและแบบนิรนัย ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์สำหรับนักเรียนอนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. ยอมรับการให้เหตุผลและการพิสูจน์ดังที่เกณฑ์พื้นฐานของคณิตศาสตร์ได้
2. สร้างและตรวจหาเหตุผลการคาดการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้
3. พัฒนาและประเมินข้อโต้แย้งเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และการพิสูจน์เกี่ยวกับ

คณิตศาสตร์ได้

4. เลือกและใช้รูปแบบที่หลากหลายของการให้เหตุผลและวิธีการของการ

พิสูจน์ได้

ดอสเซย์; และคนอื่น ๆ (Dossey; et al. 2002: 73-79) กล่าวว่า การให้เหตุผลและการพิสูจน์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์นั้นเป็นกิจกรรมที่ไม่ควรจำกัดในวิชาเรขาคณิตในระดับมัธยมปลาย ซึ่งการให้เหตุผลและการพิสูจน์ข้อเท็จจริงนั้นควรจะผ่านการเรียนรู้ทุกระดับชั้นสำหรับเนื้อหาทั้งหมดของคณิตศาสตร์ ในการให้เหตุผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์นั้นครูจะต้องสนับสนุนให้เกิดสังคมของการสำรวจภายในห้องเรียน นักเรียนจะต้องพยายามให้ถึงที่สุดในการที่เผชิญหน้ากับคณิตศาสตร์ และการค้นหาข้อสรุปกับความรู้อื่นๆ เป็นกรณี เพื่อจะได้นำความรู้เหล่านั้นมาใช้กับความรู้ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ศรีสุรางค์ ทีนะกุล; และคนอื่น ๆ (2542: 47) ได้กล่าวไว้ว่า เหตุและผลนั้นเป็นปรากฏการณ์ทางจิต ซึ่งมนุษย์ใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารความหมายทางใจ กระบวนการดังกล่าวนี้ เป็นการเรียบเรียงข้อเท็จจริงที่มีอยู่ เป็นสื่อให้นำจิตสามารถสร้างข้อเท็จจริงขึ้นมาได้อีกหรือเห็นเกี่ยวกับข้อเท็จจริงใหม่ที่สร้างขึ้นมา หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่ากระบวนการของเหตุผล เป็นกระบวนการนำข้อความหรือปรากฏการณ์ที่เป็นเหตุผล นำมาแจกแจงแสดงความสัมพันธ์หรือความต่อเนื่องกันเพื่อทำให้เกิดข้อความใหม่ หรือปรากฏการณ์ใหม่เรียกว่า ผลสรุปหรือผล

ชัยรัตน์ สุสำนาจ (2547: 6) กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถ/ความชำนาญในการแสดงแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้น ๆ

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548: 53) กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผล ซึ่งได้แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้น ๆ ซึ่งทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถในการวิเคราะห์และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล ความสามารถในการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ และความสามารถในการยืนยันหรือคัดค้าน

ข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผล

นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย (2548: 26) กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผล คือ ความสามารถในการคิดการตัดสินใจ มีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ และสามารถอธิบายให้เหตุผลต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้โดยนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการค้นหาความจริงหรือข้อสรุปและช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

พงศธร มหาวิทยาลัย (2550: 27) กล่าวว่า ทักษะ/กระบวนการด้านการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการคิดและอธิบายหรือแนวคิดให้ผู้อื่นรับรู้ได้ โดยนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ทักษะการให้เหตุผล หมายถึง การวิเคราะห์หรือแสดงแนวคิด ความสามารถหรือความชำนาญการ ของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างหลักการ ระบุความสัมพันธ์ของแนวคิดและการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้น ๆ ซึ่งสามารถยืนยันหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

3.4.2 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีเหตุผล

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะ ขึ้นอยู่กับพัฒนาการด้านเชาวน์ปัญญาและการใช้ภาษาของผู้เรียน โดยเริ่มจากผู้เรียนในชั้นประถมศึกษาในฐานะนักคิดเชิงรูปธรรมซึ่งใช้บริบทเชิงรูปธรรมและกายภาพสนับสนุนเหตุผลของตน และพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาด้วยการถ่ายโยงการให้เหตุผลที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม แม้ผู้เรียนที่เรียนอยู่ในระดับสูงแล้ว ก็ยังมีความจำเป็นในการใช้สิ่งที่ป็นรูปธรรมเพื่อการสนับสนุนการให้เหตุผล

คาร์พลัส (สุภาพร บุญหนัก, 2544: 31 ; อ้างอิงจาก Karplus, 1977: 169-175) ได้อธิบาย การคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กใน สองลักษณะคือ ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม ไว้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete reasoning patterns : C)

C₁ (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกตคุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้น

C₂ (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์ โดยปริมาตรของสารคงที่เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่มหรือเอาออกไป

C₃ (Serial ordering) สามารถจัดอันดับแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ จากการสังเกตคุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีจับคู่ (One – to – one Correspondence)ระหว่างสิ่งของสองกลุ่ม

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal reasoning patterns : F)

F₁ (Theoretical reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มที่ซับซ้อนมากขึ้น ใช้หลักตรรกะช่วยในการจัดอันดับและการคิดอย่างมีเหตุผล ไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ด้วยประสาททั้งห้า

F₂ (Combinatorial reasoning) สามารถใช้กฎเกณฑ์ พิจารณาลักษณะผสมของความคิดในปัญหาต่าง ๆ

F₃ (Functionally and proportional reasoning) อธิบายและตีความลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์

F₄ (Control and correlation reasoning) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบทดลอง โดยการใช้การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น

F₅ (Probability and correlation reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่จะตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

สิริพร ทิพย์คง (2545: 99) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ และเป็นองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักให้เหตุผลมีดังนี้

1. ผู้สอนควรสอนให้ผู้เรียนรู้ได้พบเห็นโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้

2. ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีโอกาและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง

3. ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกันสรุป แล้วผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ มีข้อบกพร่องที่ใดอย่างไร

นอกจากนี้ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ ผู้เรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติคำถามที่ใช้ควรกระตุ้นนักเรียนด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด”

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่าการให้เหตุผล คือความสามารถในการคิดการตัดสินใจ มีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ และสามารถอธิบายให้เหตุผลต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้ โดยนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการค้นหาความจริงหรือข้อสรุป และช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

3.4.4 แนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การคิดกับการให้เหตุผลมีส่วนสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงให้ความสนใจเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบเหตุผลมากขึ้น ได้พยายามศึกษา ทดลอง เพื่อหาว่าทักษะการคิดอะไรจำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล สอนอย่างไรจึงจะทำให้เกิดทักษะที่ต้องการเหล่านั้น ได้มีกล่าวถึงการสอนไว้ 3 ทาง คือ แนวทางการสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for Thinking) แนวทางการสอนการคิด (Teaching of Thinking) และแนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้ (สิริพร ทิพย์คง, 2545: 111-112 ; อ้างอิงจาก Brandt, 1984: 3)

1. การสอนเพื่อการคิด (Teaching for thinking) เป็นการสอนที่เน้นด้านเนื้อหาวิชาการ โดยการสร้างสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียนและโรงเรียน เช่น การสร้างห้องสมุดที่มีหนังสือแหล่งความรู้ คอมพิวเตอร์ Internet ที่นักเรียนสามารถสืบค้นหาความรู้ได้ และมุมหนังสือในห้องเรียน เพื่อเป็นการส่งเสริมการศึกษาหาความรู้ สนับสนุนการคิด ทำให้เกิดพัฒนาการทางด้าน

สติปัญญาและนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการคิด

2. การสอนการคิด (Teaching of thinking) เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการทางสมอง เป็นการปลูกฝังทักษะการคิดโดยตรง เนื้อหาที่นำมาสอนอาจจะไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่นักเรียนเรียนอยู่ในโรงเรียน แต่การเรียนรู้เนื้อหานี้จะทำให้นักเรียนได้ใช้การคิดเชิงตรรกะ การคิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์ การตัดสินใจและการสื่อสาร

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about thinking) เป็นการสอนที่เน้นการใช้ทักษะการคิด ทำให้นักเรียนตระหนักในกระบวนการคิดของตน เกิดทักษะกระบวนการคิดที่เรียกว่า metacognition โดยนักเรียนทราบว่าตนรู้อะไร ต้องการทราบอะไร และยังไม่รู้อะไร สามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนได้และแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องนั้น

4. การสอนด้วยการคิด (Teaching with thinking) เป็นการสอนที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในงานที่ได้รับมอบหมายได้ ช่วยกันคิด ช่วยกันทำ ทำให้นักเรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีความชำนาญในการคิดมากขึ้น และการสอนด้วยวิธีนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะทางด้านสังคมด้วย

กรมวิชาการ (2544: 195-196) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็นสิ่งสำคัญ โดยทั่วไปเข้าใจกันว่าการฝึกให้รู้จักการให้เหตุผลที่ง่ายที่สุด คือ การฝึกจากการเรียนเรขาคณิตตามแบบยูคลิด เพราะมีโจทย์ที่เกี่ยวกับการให้เหตุผลมากมาย มีทั้งการให้เหตุผลอย่างง่าย ปานกลาง และอย่างยาก แต่ที่จริงแล้วการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้น สามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ด้วย

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักให้เหตุผลมีดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิด และให้เหตุในการหาคำตอบได้
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้และเกิดทักษะในการให้เหตุผล ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือ โดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้าง ๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า ... แล้ว ผู้เรียนคิดว่า ... จะเป็นอย่างไร” ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า “ไม่ถูกต้อง” แต่อาจใช้การเสริมแรงและให้กำลังใจว่า คำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีบางส่วนถูกต้อง ผู้เรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น

ในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความ

คิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

ตัวอย่าง การให้เหตุผล กำหนดปัญหาดังนี้

ไม้ไผ่ลำหนึ่งยาว 2.85 เมตร ปักอยู่ในบึงแห่งหนึ่ง ซึ่งมีน้ำลึกโดยเฉลี่ย 1.30 เมตร ถ้าส่วนที่อยู่เหนือน้ำคิดเป็น $\frac{1}{3}$ ของความยาวของไม้ไผ่ลำนี้ ไม้ไผ่ส่วนที่ปักอยู่ในดินยาวกี่เมตร

สมมติว่า ด.ช. ก่อ แสดงวิธีทำตามแนวคิด ดังนี้

ความยาวของไม้ไผ่ส่วนที่อยู่เหนือน้ำคิดเป็น $\frac{1}{3}$ ของ 2.85 = 0.95 เมตร

ความยาวของไม้ไผ่ส่วนที่ปักอยู่ในน้ำเท่ากับ 1.30 เมตร

ดังนั้น ไม้ไผ่ส่วนที่ปักอยู่ในดินยาว $2.85 - (0.95 + 1.30) = 0.6$ เมตร

ตอบ 0.6 เมตร

เด็กหญิงศรีเพ็ญ แสดงความคิดเห็นว่า โจทย์ข้อนี้หาคำตอบไม่ได้ เพราะว่า โจทย์กำหนดความลึกของน้ำโดยเฉลี่ย 1.30 เมตร ตรงตำแหน่งที่ไม้ปักอยู่ไม่ทราบว่ามี ความลึกของน้ำเท่าไรแรงจึงไม่สามารถหาความยาวของไม้ส่วนที่ปักอยู่ในดินได้

ผู้สอนควรใช้คำถามกระตุ้นว่า “ใครมีความคิดเห็นแตกต่างไปจากสองแนวคิดนี้อีกหรือไม่” ถ้าไม่มีความเห็นเพิ่มเติมผู้สอนควรถามความคิดเห็นต่อว่า คำตอบของศรีเพ็ญมีเหตุผลที่ยอมรับได้หรือไม่

ในการฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล คำตอบของ เด็กหญิงศรีเพ็ญ ถือว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องสมเหตุสมผลคำตอบหนึ่ง

อาจมีผู้เรียนบางคนแสดงความคิดเห็นว่า วิธีทำของเด็กชายก่อ ยังไม่ถูกต้อง เพราะเหตุผล ว่า ตำแหน่งที่ไม้ปักอยู่อาจปักอยู่ในบริเวณที่ตื้นหรือลึกกว่า 1.30 เมตร เพราะฉะนั้นความยาวของไม้ส่วนที่ปักอยู่ในดินอาจมากกว่าหรือน้อยกว่า 0.6 เมตร ก็ได้ ถ้าผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเช่นนี้ ผู้สอนควรใช้คำถามให้ผู้เรียนคิดว่าผู้เรียนจะแก้ไขวิธีทำของเด็กชายก่ออย่างไร จึงจะได้คำตอบที่ถูกต้องและสมเหตุสมผล

ผู้เรียนอาจจะให้เพิ่มเติมโดยใช้คำว่า “ถ้า” ในบรรทัดที่สอง ดังนี้

ถ้า ไม้ส่วนที่ปักอยู่ในน้ำยาว 1.30 เมตร ไม้ส่วนที่ปักอยู่ในดินก็จะยาว 0.6 เมตร หรือสรุปตรงคำตอบว่า ไม้ส่วนที่ปักอยู่ในดินยาวประมาณ 0.6 เมตรก็ได้

ตัวอย่าง การให้เหตุผลในกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้คำถามประกอบการหาคำตอบ

ครูกำหนดโจทย์ จงทำ $(x^4 y^2 z^0)^2$ เมื่อ x, y, z ไม่เท่ากับ 0 ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย

ตาราง 1 การให้เหตุผลในกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้คำถามประกอบการหาคำตอบ

คำถามของผู้สอน	ขั้นตอนแสดงวิธีทำ	การให้เหตุผลของผู้เรียน
1. จากโจทย์ นักเรียนควรจะลดรูปส่วนใดก่อน เพราะเหตุใด	$(x^{-4}y^{-2}z^0)^{-2} = (x^{-4}y^{-2})^{-2}$	1. ลดรูป z^0 ก่อน เพราะ $z \neq 0$ จะได้ $z^0 = 1$ ทำให้เหลือตัวแปรสองตัวคือ x และ y
2. นักเรียนจะใช้สมบัติใดต่อไป	$= (x^{-4})^{-2} (y^{-2})^{-2}$	2. การใช้สูตร $(ab)^n = a^n b^n$ เมื่อ $a \neq 0$ และ $b \neq 0$
3. นักเรียนจะใช้สมบัติใดต่อไปอีก	$= x^8 y^4$	3. การใช้สูตร $(a^m)^n = a^{mn}$ เมื่อ $a \neq 0$

ที่มา : กรมวิชาการ. (2544). คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. หน้า 197.

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การพัฒนาทักษะ/กระบวนการให้เหตุผลเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล โดยฝึกการคิด การวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์และสรุปแนวคิดรวมทั้งมีการพูดแลกเปลี่ยนแนวคิด ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด และยืนยันข้อสรุปจากแนวคิดที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

3.4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล

งานวิจัยต่างประเทศ

ดริคกี (Drickey. 2000: Abstract) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบการสอนโดยการให้เหตุผลด้วยการนิรนัยและการให้เหตุผลเชิงปริภูมิ โดยการนำไปใช้ในสภาพจริงกับการใช้ในทางกายภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อทดสอบทักษะการให้เหตุผลเชิงปริภูมิและการให้เหตุผลโดยการนิรนัย และทดสอบเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในเกรด 7 จำนวน 219 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือใช้วิธีการสอนแบบนำไปใช้ในสภาพจริง กับวิธีการสอนที่นำไปใช้ในทางกายภาพ ส่วนกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 3 กลุ่ม นักเรียนในกลุ่มทดลองชอบวิธีการสอนแบบนี้ นักเรียนในกลุ่มการสอนแบบนำไปใช้ในสภาพจริงมีพฤติกรรมในการทำงานสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในกลุ่มวิธีการสอนที่นำไปใช้ในทางกายภาพ

แลนนิน (Lannin. 2001: Abstract) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 25 คน ในการให้เหตุผลที่มีความชัดเจนและการให้เหตุผลที่ต่อเนื่อง เพื่อตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นจากการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการพัฒนาและอธิบายสถานการณ์ในรูปทั่วๆ ไป ของตัวเลข และชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องและบกพร่องในการให้เหตุผลที่ชัดเจนและการให้เหตุผลที่ต่อเนื่อง

ทูล (Toole. 2001: Abstract) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การอธิบายถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การตรวจสอบความสัมพันธ์ในเรื่อง พื้นฐานทางจริยธรรม เพศ และระดับของการให้เหตุผลที่เป็นทางการกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในเกรด 7 จำนวน 106 คน ผลการวิจัยพบว่า มีค่า สหสัมพันธ์ระหว่างระดับการให้เหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น .556 มีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างพื้นฐานทางจริยธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น .549 และมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเพศกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น .057 ส่วนการให้เหตุผลอย่างเป็นทางการ และพื้นฐานทางจริยธรรมสามารถเป็นตัวทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ ($p < .000$; $F = 46.646$) และระดับของการให้เหตุผลและพื้นฐานทางจริยธรรมส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์แต่เพศไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์

แมนซี (Mansi. 2004: Abstract) ได้ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของการให้เหตุผลการพิสูจน์ทางเรขาคณิตในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยได้ทำการสำรวจคำถาม 4 ข้อ ดังนี้

1. นักเรียนต้องมีความสามารถในการให้เหตุผลในระดับไหนถึงจะพร้อมสำหรับการพิสูจน์
2. อะไรเป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการพิสูจน์
3. ครูจะมีวิธีการอย่างไรในการที่จะสอนให้นักเรียนมีความสามารถในการพิสูจน์
4. อะไรเป็นสิ่งที่จะสนับสนุนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และทักษะในการเขียนการพิสูจน์ของนักเรียน

จากการสำรวจ นักเรียนชั้นประถม มัธยมต้น และมัธยมปลาย พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจโมโนทอนทางเรขาคณิต และการพิสูจน์ ซึ่งจะมีผลทำให้การพิสูจน์ของนักเรียนไม่ประสบความสำเร็จ ดังนั้นครูจึงมีหน้าที่ในการปรับปรุงทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเรขาคณิตกับนักเรียน เพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจและประสบความสำเร็จในการพิสูจน์

แมกดา; และ รุธ (Magda; & Ruth. 2006: Abstract) ได้ศึกษาการพัฒนาบทบาทที่เกิดขึ้นโดยสัญชาตญาณ ด้วยการใช้ระบบโครงสร้างคู่ขนานเพื่อความเข้าใจของนักเรียนกับการให้เหตุผล ภายใต้วิธีการทำงานที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง โครงสร้างทางทฤษฎีเป็นการใช้อธิบายสำหรับขอบเขตครอบคลุมของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ปัจจุบันการวิจัยได้รวบรวมความก้าวหน้าของการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา ตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบ 3 ทฤษฎีที่สำคัญของสัญชาตญาณการให้เหตุผล ด้วยข้อมูลที่ถูกรวบรวมได้อธิบายความก้าวหน้าแม้ว่าบางส่วนจะใช้ระบบโครงสร้างคู่ขนาน ความก้าวหน้าเกิดจากการศึกษาองค์ประกอบและการประยุกต์ของข้อปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มีการประเมินและยืนยันด้วยการสร้างทฤษฎี โดยทั่วไป หลักฐานที่ตรวจสอบข้อเสนอแนะเป็นสิ่งที่สำคัญว่าจะเข้าใจอย่างไร เด็กชี้แจงเหตุผลเน้นความเด่นของลักษณะพิเศษด้วยการนำเสนอภายในชิ้นงานของตัวเอง โดยจุดเด่นที่สำคัญของความโดดเด่นเป็นแนวทางของความเข้าใจในการให้เหตุผล และมีความพร้อมที่จะเตรียมภาวะที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลประโยชน์และข้อจำกัดของการยอมรับระบบโครงสร้างคู่ขนาน

งานวิจัยในประเทศ

ชिरา ลำดวนหอม (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง แบบรูปและการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง แบบรูปและการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนรู้เรื่อง แบบรูปและการให้เหตุผล มากกว่าร้อยละ 50 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนเรื่องแบบรูปและการให้เหตุผล โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง แบบรูปและการให้เหตุผลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นุชรี อ่อนละม้าย (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนำหาคำสำคัญของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลแต่ละด้านกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.353 และสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนค่านำหนักสำคัญของความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านจำแนกประเภท และความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านสรุปความส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่า 0.180 และ 0.294 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตามลำดับ ส่วนความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอุปมาอุปไมยความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านอนุกรมมิตี ความสามารถทางสมองด้านเหตุผลด้านวิเคราะห์ ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อารีย์ ศรีเดือน (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่องการประยุกต์ 1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหัวหินวิทยาลัย อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 51 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่องการประยุกต์ 1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธนกร ตุ่มบุญ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนานที่เน้นทักษะการให้เหตุผล และการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมด่านสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 41 คน พบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนานของนักเรียนหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนานที่เน้นทักษะการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนาน ที่เน้นทักษะการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดสุทธิวาราม กรุงเทพมหานคร จำนวน 15 คน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการให้เหตุผล มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการให้เหตุผลพอสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง แลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่ม ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก

3.5 ทักษะ/กระบวนการด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

3.5.1 ความหมายของการสื่อสาร

คำว่า “การสื่อสาร” ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Communication มาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า “Communis” หรือ “Common” ในภาษาอังกฤษมีความหมายว่าเหมือนกัน หรือ ร่วมกัน ดังนั้น เมื่อเราทำการสื่อสาร ก็คือ การที่เรามีความสามารถร่วมกันในการสื่อสาร สำหรับความหมายของการสื่อสาร มีผู้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 60) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการเรียนและการศึกษาคณิตศาสตร์ และการสื่อสารยังเป็นแนวทางการเชื่อมโยงแนวคิดและความเข้าใจที่ชัดเจน โดยการสื่อสารเป็นแนวคิดระหว่างคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ คำพูดและการแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารยังช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการสื่อสารสำหรับนักเรียนอนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. จัดระเบียบทางความคิดและเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ให้แข็งแกร่งมั่นคงได้
2. ติดต่อสื่อสารแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน แก่เพื่อน ๆ ครู และบุคคลอื่น ๆ ได้
3. วิเคราะห์และประเมินแนวคิดและยุทธวิธีเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ อื่น ๆ ได้
4. ใช้ภาษาคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิด เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่มีความหมาย

ชัดเจน ถูกต้อง และรัดกุมได้

รีส์; และ คนอื่น ๆ (Reys; et al. 2001: 83) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวคิด โดยเฉพาะการสื่อสารสองทางช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบาย รวบรวม และขยายแนวคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ซึ่งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสาร แนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การเขียนกราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้ทั้งคำพูดและการเขียน

ดอสเซย์; และคนอื่น ๆ (Dossey; et al.2002: 80) กล่าวว่า การสื่อสารคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนไม่เป็นเพียงเกี่ยวกับการเรียนรู้สัญลักษณ์และศัพท์เฉพาะ ที่อยู่ในคำสั่งการตอบสนองอย่างเหมาะสมถึงคำถามของครู ทักษะการสื่อสารในคณิตศาสตร์เป็นจริงหรือเกี่ยวกับการฝึกฝนที่มีผลต่อการอ่าน การเขียน การพูด การฟัง และการแสดงออก เช่นเดียวกันกับการแสดงด้วยภาพที่เป็นสัญลักษณ์ และการเป็นตัวแทนที่เป็นไปได้ นักเรียนจะต้องเรียนและอ่าน เขียน คณิตศาสตร์ และต้องเข้าใจในสิ่งที่ตนเองอ่านในตำรา แบบทดสอบ หรือในหนังสือพิมพ์ ซึ่งการแสดงออกจะช่วยนักเรียนในสถานการณ์ทั่ว ๆ ไป หรือสถานการณ์ที่เข้าใจง่าย ดังนั้นมันจึงสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งอื่น ๆ ได้

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 21) ได้กล่าวไว้ว่า การสื่อสารหรือการสื่อความหมายหมายถึงการถ่ายทอดเรื่องราว การแลกเปลี่ยนความคิด การแสดงออกของข้อความคิดและความรู้สึก นอกจากนี้การสื่อสารยังเป็นการที่บุคคลในสังคมมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันโดยผ่านทางข้อมูลข่าวสาร สัญลักษณ์และเครื่องหมายต่าง ๆ ด้วย

สิริพร ทิพย์คง (2545: 100) ได้กล่าวถึงการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง ตาราง กราฟ

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอจึงหมายถึง ความสามารถในการพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวความคิด ซึ่งแสดงความหมายและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

3.5.2 องค์ประกอบของการสื่อสาร

ปราณี งามสุต; และจำรัส ดวงสุวรรณ (2545:155-156) กล่าวว่า องค์ประกอบของการติดต่อสื่อสารมีอยู่ 4 ประการ ดังนี้

1. ผู้ส่ง (Sender) หรือแหล่งที่มาของสาร
2. ผู้รับ (Receiver) หรือจุดหมายปลายทางที่ต้องการให้สารนั้นไปถึง
3. สารหรือข้อมูลที่ส่ง (Message) ซึ่งอาจเป็นข้อมูลเรื่องราวต่าง ๆ ได้แก่

ความคิด ความต้องการ อารมณ์ เจตคติ ฯลฯ

4. สื่อสำหรับส่ง (Media) โดยอาจเป็นคำพูด โทรศัพท์ เพลง กลอน ภาษา เขียนเป็นคำสั่ง ประกาศ แจ้งความ ภาษากาย ที่อาจจะเป็นกิริยาท่าทาง สายตา สีหน้า หรือ อาจจะเป็นสัญลักษณ์ รูปภาพ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ฯลฯ

คมเพชร จิตรสุภกุล (2546: 132-133) กล่าวถึงองค์ประกอบของการสื่อสาร ได้แก่

1. ผู้พูด (Speaker) หรือผู้ส่งสาร (Transmitter) หมายถึง บุคคลที่ถ่ายทอดข่าวสารในการพูด เขียน หรือด้วยวิธีการอื่น ๆ

2. ผู้ฟัง (Audience) หรือผู้รับ (Receiver) หมายถึง ผู้ที่อยู่ในสถานภาพที่ต้องรับข้อมูลต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้วยการฟัง การอ่าน

3. ข่าวสาร (Message) หมายถึง ข่าวสาร เรื่องราวต่าง ๆ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้ถ่ายทอดต้องการจะส่ง

4. วิธีการสื่อสาร บางตำราเรียกว่า ช่องทางการสื่อสาร (Chanel) เช่น สื่อสารโดยการพูด ผู้รับก็จะใช้การฟัง สื่อสารโดยท่าทาง ผู้รับก็จะใช้การสังเกต ถ้าสื่อสารโดยการเขียนก็ต้องรับข้อมูลโดยการอ่าน เป็นต้น

กิติมา สุรสนธิ (2548: 8-9) กล่าวถึงองค์ประกอบส่วนสำคัญของการสื่อสาร ได้แก่

1. ผู้ส่งสาร (Sender) หมายถึงบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่มีความคิดมีความต้องการ มีความตั้งใจที่จะส่งข้อมูลข่าวสาร อารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด ความคิดเห็น ทศนคติ ความเชื่อ และอื่น ๆ ไปยังผู้รับสารเพื่อก่อให้เกิดผลอย่างใดอย่างหนึ่งต่อผู้รับสารนั้น

2. สาร (Message) หมายถึง เรื่องราวที่มีความหมายและถูกแสดงออกมาโดยอาศัยภาษาหรือสัญลักษณ์ใด ๆ ก็ตามที่สามารถทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสารได้

3. ช่องทางสื่อสารหรือสื่อ (Channel or Media) หมายถึง ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ที่ใช้ในการรับรู้ความหมายจากสิ่งต่าง ๆ อันได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การดมกลิ่น การสัมผัส และการลิ้มรส

4. ผู้รับสาร (Receiver) หมายถึง บุคคลที่ต้องทำความเข้าใจและตีความต่อข่าวสารที่ตนเองได้รับ เพราะถ้าหากผู้รับสารขาดความเข้าใจ ความสนใจต่อสารนั้นก็ทำให้การสื่อสารล้มเหลว

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการสื่อสารข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการสื่อสาร ประกอบด้วย ผู้พูด ผู้ฟัง ข่าวสาร และวิธีการสื่อสาร โดยส่วนประกอบของการสื่อสารทั้งหมดมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพ ถ้ามีองค์ประกอบหนึ่งบกพร่องก็จะทำให้การสื่อสารขาดประสิทธิภาพไปด้วย

3.5.3 วัตถุประสงค์ของการสื่อสาร

ชแรมม์ (กิติมา สุรสนธิ. 2548: 26 ; อ้างอิงจาก Schramm. 1993: 48)

กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการสื่อสารอธิบายได้ดังนี้

ด้านการสื่อสารในตัวผู้ส่งสาร

1. เพื่อแจ้งให้ทราบ (to inform) หรือการบอกให้รู้ หมายความว่า ผู้ส่งสารต้องการบอกเล่าหรือแจ้งเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหรือข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ที่ได้รับรู้มาถ่ายทอดให้แก่ผู้รับสารทราบ

2. เพื่อให้การศึกษา (to teach or educate) หมายความว่า ผู้ส่งสารต้องการจะให้ผู้รับได้มีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องบางเรื่อง หรือบางสิ่งบางอย่าง ตามที่ผู้ส่งต้องการ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเป็นวัตถุประสงค์ที่ผู้ส่งสารต้องใช้ความพยายามในแง่ของการสื่อสารมากกว่าประเภทแรก

3. เพื่อชักจูงใจหรือโน้มน้าวใจ (to propose or to persuade)

หมายความว่า เป็นการเน้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในความรู้สึกนึกคิด ทศนคติ หรือพฤติกรรม ซึ่งโดยทั่วไปบุคคลที่มีวัตถุประสงค์ในการสื่อสารในลักษณะนี้จำเป็นต้องใช้ความพยายามในการสื่อสารค่อนข้างสูง และจำเป็นต้องมีความตั้งใจอย่างมากเพื่อให้การสื่อสารนั้นบรรลุวัตถุประสงค์

4. เพื่อให้เกิดความบันเทิง (to entertain) หมายความว่า ผู้ส่งสารที่ต้องการให้ผู้รับสารเกิดความสนุกสนานรื่นเริงบันเทิงใจ มีอารมณ์ที่ดีและแจ่มใส เป็นการพักผ่อนหย่อนใจภายหลังเครียดจากการทำงานหรือครุ่นคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งจนเกิดความหดหู่ ท้อแท้ใจ ซึ่งการสื่อสารหรือความบันเทิงจะช่วยให้เกิดความสนุกสนานหรือผ่อนคลายความเครียดได้

ด้านการสื่อสารในด้านผู้รับสาร

1. เพื่อทราบ (to know or to understand) หมายความว่า ผู้รับสารที่ต้องการทราบเรื่องราวหรือติดตามข้อมูล เหตุการณ์ ข่าวสารต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมทั้งที่มีผลกระทบต่อนตนเองและต่อสังคม เป็นการสนองตอบต่อความอยากรู้อยากเห็น อันเป็นความต้องการเชิงจิตวิทยาโดยทั่วไป

2. เพื่อเรียนรู้ (to learn) หมายความว่า ผู้รับสารที่ต้องการที่จะรู้และทำความเข้าใจในเนื้อหาความรู้วิชาการต่าง ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มพูนความรู้ความสามารถของตนให้สูงมากยิ่งขึ้น อันจะส่งผลต่อการดำรงชีวิตของตนในอนาคต

3. เพื่อหาความพอใจ (to please or to enjoy) หมายความว่า โดยปกติแล้วคนเราทุกคนต้องการมีชีวิตที่มีความสุข สนุกสนานรื่นรมย์และพยายามหลีกเลี่ยงสภาพในชีวิตจริงที่ยุ่งยาก วุ่นวาย สับสน หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความเครียด ดังนั้น คนเราโดยทั่วไปมักหาบุคคลที่มีอารมณ์ดีเพื่อพูดคุยหาความสนุกสนาน หรือดูรายการโทรทัศน์ ชมภาพยนตร์ เพื่อผ่อนคลายความเครียดเหล่านั้น

4. เพื่อการตัดสินใจ (to decide) หมายความว่า ในการตัดสินใจของคนเรามักจำเป็นต้องมีข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลมาประกอบในการตัดสินใจซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจำเป็นต้องเป็นข้อมูลที่มีความละเอียด มีความลึกซึ้งและมีอิทธิพลมากพอที่จะชักจูงใจให้คนเราเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือมีผลต่อการตัดสินใจได้ และเนื่องจากคนเราจะต้องตัดสินใจในเรื่องราวต่าง ๆ

อยู่ตลอดเวลา

พัชรี วงศ์ษา; และคนอื่น ๆ (2550: Online) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการสื่อสาร จำแนกได้ดังนี้

1. เพื่อแจ้งให้ทราบ คือ การรับและส่งข่าวสารด้านต่างๆ การนำเสนอเรื่องราว ความรู้สึกนึกคิด ความรู้ หรือสิ่งอื่นใด ที่ต้องการให้ผู้รับสารรู้และเข้าใจข้อมูลนั้นๆ โดยมุ่งให้ความรู้ และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง
2. เพื่อความบันเทิงใจ คือ การรับส่งความรู้สึกที่ดี และมุ่งรักษามิตรภาพต่อกัน เป็นการนำเสนอเรื่องราวหรือสิ่งอื่นใดที่จะทำให้ผู้รับสารเกิดความพึงพอใจ
3. เพื่อชักจูงใจ คือ การนำเสนอเรื่องราวหรือสิ่งอื่นใดเพื่อจูงใจให้เกิดความร่วมมือ สร้างกำลังใจ เพื่อให้ผู้รับสารเกิดความคิดคล้อยตาม หรือปฏิบัติตามที่ผู้ส่งสารต้องการ และนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า วัตถุประสงค์ของการสื่อสาร คือ เพื่อให้ผู้ส่งสาร แจ้งให้ทราบ ให้การศึกษา บันเทิงและเพื่อชักจูง ส่วนผู้รับสาร ต้องการให้ทราบเรื่องราวต่าง ๆ เพื่อเรียนรู้ เพื่อความพอใจและเพื่อการตัดสินใจ

3.5.4 มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 60) ได้กล่าวถึง มาตรฐานการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงเกรด 12 จะทำให้นักเรียนสามารถ

1. จัดระเบียบทางความคิดและเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ให้แข็งแกร่ง มั่นคงได้
2. ติดต่อสื่อสารแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน แก่เพื่อน ๆ ครู และบุคคลอื่น ๆ ได้
3. วิเคราะห์และประเมินแนวคิดและยุทธวิธีเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ อื่น ๆ ได้
4. ใช้ภาษาคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิด เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่มีความหมาย ชัดเจน ถูกต้อง และรัดกุมได้

ตาราง 2 มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น			
ป. 1 – 3	ป. 4 – 6	ม. 1 – 3	ม. 4 – 6
ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม	คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม

ที่มา : กรมวิชาการ. (2545ก). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. หน้า 26.

3.5.5 แนวทางการพัฒนาการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ การนำเสนอ

เป้าหมายของการพัฒนาความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร คือ มุ่งพัฒนาผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ และใช้ความรู้ ทักษะ และความสามารถเหล่านั้นในการสื่อสารแนวคิดในกิจกรรมที่ต้องใช้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตามเป้าหมายดังกล่าว สภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 26) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนาว่า ควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ ในกิจกรรมการสืบค้น การสืบเสาะ การพรรณนา และการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารโดยการอ่าน การพูดและการแสดงแนวคิด ควรจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนชั้นเรียนมีโอกาสได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนเชื่อให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนเอง จะเป็นการฝึกทั้งการพูดและการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ และทำให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง ดังนั้นการพูด การฟัง การอ่าน การเขียน และการแสดงแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ เป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาทักษะการสื่อสาร

กรมวิชาการ (2544: 197-199) กล่าวถึง การพัฒนาทักษะ/กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ว่า การจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ในวิชาเรขาคณิตมีเนื้อหาที่ต้องการฝึกวิเคราะห์ การให้เหตุผลและการพิสูจน์ ผู้เรียนต้องฝึกทักษะการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่าง ๆ เพื่อสื่อความหมายแล้วนำความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ในวิชาพีชคณิต เป็นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปของตาราง กราฟ หรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น ขั้นตอนในการดำเนินการเริ่มจากการกำหนดโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนวิเคราะห์ กำหนดตัวแปร เขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปของสมการหรือสมการตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด แล้วดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางพีชคณิต

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเองโดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

การฝึกทักษะ/กระบวนการนี้ต้องทำอย่างต่อเนื่องโดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนคิดอยู่ตลอดเวลาที่เห็นปัญหา ว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

จะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร เขียนรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือ กราฟใดช่วยในการสื่อความหมาย

ตัวอย่างการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ
กำหนดสถานการณ์ดังนี้

ร้านค้าแห่งหนึ่งมีลูกจ้าง 3 คน คือ แดง น้อย และจิต โดยแต่ละคนเสนอค่าจ้างทำงานชั่วโมงละ 100 , 110 , 120 บาท ตามลำดับ และมีงาน 3 อย่าง คือ a , b และ c จำนวนชั่วโมงที่แดงทำงาน a, b และ c คือ 7.5, 8 และ 4.5 ชั่วโมง ตามลำดับ จำนวนชั่วโมงที่น้อยทำงาน a, b และ c คือ 6, 8.5 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ และ จำนวนชั่วโมงที่จิตทำงาน a, b และ c คือ 6.5, 7 และ 3.5 ชั่วโมง ตามลำดับ

อยากทราบว่านายจ้างควรให้ลูกจ้างคนใดทำงานอย่างใดที่สามารถทำงานนั้นเสร็จ และจ่ายเงินน้อยที่สุด และถ้านายจ้างต้องการรับลูกจ้างเพื่อเข้าทำงานทั้งสามอย่างเพียงหนึ่งคน เขาควรรับลูกจ้างคนใดเข้าทำงานจึงจะจ่ายน้อยที่สุด

ในการแก้ปัญหานี้ผู้เรียนจะวิเคราะห์ปัญหาและใช้ตารางช่วยในการสื่อสาร สื่อความหมาย ข้อมูลที่กำหนดให้ ดังต่อไปนี้

งาน	จำนวนชั่วโมงการทำงาน		
	แดง	น้อย	จิต
a	7.5	6	6.5
b	8	8.5	7
c	4.5	5	3.5

จากนั้นผู้เรียนช่วยกันหาคำตอบและสร้างตารางใหม่เพื่อแสดงจำนวนเงินที่นายจ้างต้องจ่ายจากการทำงานทั้ง 3 อย่าง ดังต่อไปนี้

งาน	จำนวนเงินที่นายจ้างต้องจ่าย (บาท)		
	แดง	น้อย	จิต
a	750	660	780
b	800	935	840
c	450	550	420
รวม	2,000	2,145	2,040

ผู้เรียนสามารถใช้ตารางนำเสนอคำตอบดังนี้

ควรจ้างน้อยทำงาน	a	เพราะจ่ายค่าจ้างน้อยที่สุด
ควรจ้างแดงทำงาน	b	เพราะจ่ายค่าจ้างน้อยที่สุด
ควรจ้างจิตทำงาน	c	เพราะจ่ายค่าจ้างน้อยที่สุด

และควรจ้างแดงทำงานทั้ง 3 อย่าง เพราะจ่ายค่าจ้างในการทำงานรวมทั้ง 3 อย่างน้อยที่สุด

ที่มา : กรมวิชาการ. (2544). *คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. หน้า 201-203.

3.5.6 บทบาทของครูในการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

สภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 374) กล่าวว่า ครูสามารถช่วยนักเรียนให้ใช้การสื่อสารโดยการพูดในการเรียนและการแลกเปลี่ยนความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยการสร้างบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยในการแสดงความคิดเห็น การคาดการณ์และการอธิบาย ครูต้องช่วยนักเรียนให้อธิบายข้อความของพวกเขาโดยระมัดระวังในเรื่องเงื่อนไขของปัญหาและการอธิบายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และแก้ไขแนวคิดของนักเรียน การปรับเปลี่ยนวิธีสนทนาในชั้นเรียนให้เหมาะสมกับระดับการสนทนาและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งครูต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดีและมีเป้าหมายทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนอย่างชัดเจน ครูช่วยให้ให้นักเรียนเขียนคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและการเรียนรู้ในเรื่องเทคนิคการอ่านเพิ่มเติมในการสื่อสารทั้งการเขียนและการพูด ครูต้องให้ความสนใจกับตัวนักเรียนและระมัดระวังการตีความหมายซึ่งนักเรียนรับรู้จากสิ่งที่พูดหรือเขียน

วิธีการต่าง ๆ ครูสามารถช่วยให้นักเรียนสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้การเขียนคณิตศาสตร์ ปัญหาซึ่งต้องการอธิบายสามารถกำหนดเป็นเกณฑ์ นักเรียนทั้งชั้นอธิบายและทำการเปรียบเทียบคำอธิบายเหล่านั้นได้ การปฏิบัติตามแบบฝึกสามารถช่วยให้นักเรียนขัดเกลาทักษะการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเองได้ ดังนั้นแบบฝึกหัดเป็นประโยชน์มากต่อการประเมินความสามารถของนักเรียนซึ่งช่วยให้ครูเข้าใจถึงความคิดของนักเรียน

3.5.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

งานวิจัยต่างประเทศ

โรจาส (Rojas. 1992: Abstract) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องความน่าจะเป็น โดยการพัฒนานักเรียนด้านทักษะการอ่านและการเขียน จำนวน 44 คน โดยให้นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่ม โดยให้นักเรียนเรียนเนื้อหาเรื่อง ความน่าจะเป็น และใช้เทคนิคในการเสริมกิจกรรมทางภาษาในการเรียนคณิตศาสตร์ ฝึกการสื่อสารให้แก่นักเรียนโดยการกระตุ้นให้

นักเรียนได้ค้นคว้าโดยการเสริมแรงในการอ่าน เขียน และพูด ผลปรากฏว่า การทดลองทำให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้นในกิจกรรมการเขียน แต่ว่ากิจกรรมการอ่านนักเรียนเห็นประโยชน์เพียงเล็กน้อย โดยไม่รู้ว่า การอ่านจะมีประโยชน์อย่างไรและอะไรที่เป็นความสามารถในการอ่านของพวกเขา

โจฮันนิง (Johanning, 2000: 151-160) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเขียน และการทำงานกลุ่มร่วมกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในการศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิรูปโดยการส่งเสริมโดยการให้นักเรียนอ่าน เขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญกับการเขียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้คิดไปพร้อม ๆ กันโดยพิจารณาจากผลงานของนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 48 คน เป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 14 คน และเกรด 8 จำนวน 34 คน การดำเนินการโดยการใช้การเรียนและการทำงานกลุ่มในการเรียนพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลาการทดลอง 1 ปี โดยการแบ่งนักเรียนกลุ่มละ 7 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนเกรด 8 จำนวน 4 คน (ผู้ชาย 1 คน ผู้หญิง 3 คน) นักเรียนเกรด 7 จำนวน 3 คน (ผู้ชาย 2 คน ผู้หญิง 1 คน) เพื่อให้เกิดความสมดุลของกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่าการเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนลงบนกระดาษ และถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่ม โดยการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิด และการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

โรดิเฮฟเวอร์ (Rodeheaver, 2000: Abstract) ได้ศึกษา กรณีศึกษาระหว่าง นักศึกษาวิชาครูและความร่วมมือของครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม เพื่อศึกษาว่าการสื่อสารอะไรบ้างที่จะมีผลต่อการเรียนการสอน และทำการประเมินข้อมูลย้อนกลับจากนักศึกษาวิชาครูประมาณ 1,600 คน เพื่อให้นักศึกษาวิชาครูเห็นความจำเป็นของการสื่อสารที่จำเป็นต่อวิชาชีพครูของนักศึกษาวิชาครู เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยใช้การบันทึกเป็นรายสัปดาห์ การตอบแบบสอบถามทุก 2 สัปดาห์ และการสัมภาษณ์ระหว่างการประชุมและหลังการประชุม ผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลย้อนกลับของนักศึกษาวิชาครูนี้แสดงถึง ครูประจำการได้ให้ความสำคัญกับการสื่อสารเป็นอย่างมาก โดยมีการจัดการสื่อสารเข้าไปในกระบวนการเรียนการสอนแต่ว่าคุณภาพของการสื่อสารนั้นจะเป็นการเน้นเพียงให้บรรลุจุดมุ่งหมายเท่านั้น ไม่ได้เน้นในด้านการปฏิบัติ ซึ่งในการใช้การสื่อสารในการทดลองนี้ไม่ได้ได้รับความเป็นอิสระจากครู

โพลุซ (Poluse, 2002: Abstract) ได้ศึกษาผลกระทบของการเขียนเกี่ยวกับการแสดงออกของความเข้าใจของนักเรียนมัธยมในการเรียน Pre-Calculus ในรูปแบบทักษะการสื่อสารและเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ จุดประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อเป็นการบรรยายและการสำรวจผลกระทบของข้อตกลงกับกิจกรรมการเขียนเกี่ยวกับการแสดงออกเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนในการเรียน Pre-Calculus เกี่ยวกับความคิดรวบยอดก่อนเรียน ในเรื่อง ลำดับ อนุกรม และลิมิต

การสื่อสารในภาษาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหลายที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ความรู้สึกของนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนทางคณิตศาสตร์ การศึกษากรณีเกี่ยวกับคุณภาพนี้ เป็นการวิเคราะห์การเขียนและการสัมภาษณ์ของนักเรียนมัธยมปลาย จำนวน 6 คน ที่เรียนหลักสูตร Pre-Calculus นักเรียนทั้ง 6 คน ศึกษาอย่างหนักเพื่อให้ผ่านการสอบ การสำรวจใช้เวลา 1 ปี เริ่มและจบด้วยการสัมภาษณ์ การสำรวจคำศัพท์ การทดสอบสองครั้ง และโครงการสองโครงการที่เขียนอย่างสร้างสรรค์ รวมถึงการใช้คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอดของลำดับ อนุกรมและลิมิต นำไปยังจุดประสงค์ของหนังสือเล่มเล็กที่เขียนขึ้นสามารถพบไปในการเดินทางได้

ฮาลีย์ (Haley, 2007: Abstract) ได้ศึกษาประสบการณ์และผลกระทบจากทักษะการสื่อสารของพยาบาล โดยการสำรวจพื้นฐานบนโครงสร้างเกี่ยวกับความคิดรวบยอดการวิเคราะห์ 6 ประเภทของเฮอรอน (Heron's) ข้อมูลที่ได้รวบรวมจากพยาบาล 40 คน จาก 4 องค์การ การศึกษาครั้งนี้พบว่า พยาบาลที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี จะมีทักษะการสื่อสาร น้อยกว่าประสบการณ์ในการจัดการ พยาบาลที่มีประสบการณ์น้อยจะมีทักษะการสื่อสารที่น่าเชื่อถือ น่าไว้วางใจ การมีทักษะจะช่วยทำให้เกิดความสะดวกในการช่วยเหลือผู้ป่วย เริ่มจากการเชื่อมั่นในตนเองและความรับผิดชอบในงานนั้น ดังนั้นทักษะเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการที่มีประสิทธิภาพ สำหรับองค์กรที่ให้ทักษะการสื่อสารเป็นทางเลือก

งานวิจัยในประเทศ

วัชร ชันเชื้อ (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น 3 ครั้ง จำนวน 36 คน และกลุ่มทดลองจำนวน 1 ห้อง จำนวน 44 คน ผลการศึกษาพบว่าชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ความสามารถในการสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการพูดและการเขียนของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้ มีความสามารถตามเกณฑ์ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร มาวรณา (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลการใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การนำเสนอข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยแทรกกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริง สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้เรื่อง เมทริกซ์และ ดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทาง

คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ภายหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ เรื่องเมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่านักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยร้อยละ 79.94

ซานนท์ ศรีผ่องงาม (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division : STAD) เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 86.04/82.16 นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ความก้าวหน้าของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.02

ทินรัตน์ กาญจนกฤษ (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่องแคลคูลัสเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 80.88/82.57 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอพอสรุปได้ว่า ในการส่งเสริมการสื่อสารในวิชาคณิตศาสตร์ ครูควรจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้แสดงแนวความคิดออกมาด้วยการพูดและการเรียน เพื่อเป็นการอธิบายถึงความรู้และความเข้าใจของนักเรียน และช่วยให้ครูเข้าใจข้อบกพร่องของนักเรียนในแต่ละบุคคล แล้วแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว

3.6 ทักษะ/กระบวนการด้านการเชื่อมโยง

3.6.1 ความหมายของการเชื่อมโยง (Connections)

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 64) กล่าวว่า การเชื่อมโยง เป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถเชื่อมความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ลึกซึ้งและคงทน นักเรียนสามารถมองเห็นการเชื่อมโยงเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ในความสัมพันธ์ที่มีต่อกันอย่างสมบูรณ์ระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ในบริบทนั้นบรรยายคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ และ ในความสนใจและประสบการณ์ของตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องไม่เรียนคณิตศาสตร์อย่างเดียวแต่ นักเรียนจะต้องเรียนเกี่ยวกับประโยชน์ของคณิตศาสตร์ ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์สำหรับนักเรียนอนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. ตระหนักและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
2. เข้าใจถึงการสร้างแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่
3. ตระหนักและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วและนำไปเชื่อมโยงในการเรียนคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ

ดอสเซย์; และคนอื่น ๆ (Dossey; et al. 2002 : 81) กล่าวว่า การเชื่อมโยง เป็นการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ จากความเข้าใจปัจจุบันหรือความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้ว โดยทำให้เชื่อมโยงระหว่างแนวคิดใหม่ ๆ แล้วแนวคิดนั้นก็ยังเป็นแนวทางในการที่จะมองไปข้างหน้า มาตรฐานการเชื่อมโยงเป็นส่วนประกอบสำคัญในการเรียนและการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับสามรูปแบบของ NCTM ของการเชื่อมโยงที่สร้างความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ คือ

1. เชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดและแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย
2. เชื่อมโยงภายในและระหว่างเนื้อหาที่หลากหลาย แสดงความสอดคล้องทั้งหมดของเนื้อหา และ
3. เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับบริบทอื่น ๆ เนื้อหาหลักสูตรหรือสถานการณ์ในโลกที่เป็นจริงและรูปแบบการเชื่อมโยงยังสร้างความเข้าใจให้นักเรียนและควรที่จะเพิ่มในการสอนคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น

กรมวิชาการ (2544: 15-16) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงไว้ดังนี้ ผู้เรียนควรรู้ ความคิดเชิงคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสาระนั้น และกับชีวิตประจำวัน หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ต้องสอนแบบบูรณาการให้เห็น ความเชื่อมโยงในเนื้อหาต่าง ๆ ไม่แยกออกจากกัน เดี่ยว ๆ และสอนให้เกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในและนอกโรงเรียน

สิริพร ทิพย์คง (2545: 101-102) กล่าวได้ว่า การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เช่น การคิด ดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้เรื่องเลขยกกำลัง และผลบวกของอนุกรม และในงานศิลปะ การออกแบบบางชนิดใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ

5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น ๆ อย่างสมเหตุสมผล

สุรางคณา ยายหิ (2549: 42) กล่าวว่า การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์หมายถึงการบูรณาการความคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกันให้เป็นองค์รวมซึ่งอาจเป็นการเชื่อมโยงในวิชาหรือกับวิชาอื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับสาระกับชีวิตประจำวัน เกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ นำแนวคิดที่เชื่อมโยงกับหัวข้อหรือกระบวนการที่ได้รับมาใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดความต่อเนื่องระหว่างบทเรียนต่าง ๆ โดยเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปหรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้ และนำความรู้และทักษะที่จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ในงาน และในการดำรงชีวิต

3.6.2 มาตรฐานของการเชื่อมโยง

สภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 64) ได้กำหนดมาตรฐานในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นอนุบาลถึงเกรด 12 เป็นโปรแกรมการศึกษาเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ

1. ตระหนักและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
2. เข้าใจแนวทางการเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์ร่วมกันและสร้างแนวคิดต่าง ๆ โดยเชื่อมโยงความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่
3. ตระหนักและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ปานทอง กุลนาถศิริ (2543: 21) กล่าวว่ามาตรฐานการเชื่อมโยงที่สภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM) ได้จัดทำและพิมพ์เผยแพร่เอกสารมาตรฐานและการวัดผลที่ชื่อว่า The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 1989 ไว้ดังนี้

มาตรฐานที่ 9 การเชื่อมโยง (Connections)

โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจคณิตศาสตร์ และเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงและสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ ตลอดจนแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
2. สามารถเข้าใจถึงวิธีการที่จะสร้างแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ได้
3. ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยการพิจารณาปัญหาวิธีต่าง ๆ ได้

4. สามารถระลึกถึงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วและสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้เชื่อมโยงในการเรียนคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ได้

กรมวิชาการ (2545ข: 26-27) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข: 6) กล่าวถึง มาตรฐานในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นได้ สำหรับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) ไว้ดังนี้

1. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

2. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิต

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่ามาตรฐานการเชื่อมโยงคือการทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และสามารถนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตได้

3.6.3 แนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง

สภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 354-359) กล่าวถึง การเชื่อมโยงสำหรับนักเรียน ในเกรด 9-12 ว่า นักเรียนสามารถมองเห็นการเชื่อมโยงโดยตลอดถึงความแตกต่างเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในเนื้อหาบริบทอื่น ๆ นักเรียนสามารถที่จะพัฒนามุมมองของคณิตศาสตร์ในแนวการบูรณาการได้ ซึ่งนักเรียนยังอาจสร้างความเข้าใจที่เกิดขึ้นก่อนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ทั้งการเรียนรู้และความคิดรวบยอดแบบใหม่ ๆ นักเรียนเริ่มที่จะรู้เพิ่มมากขึ้นในการเชื่อมโยงท่ามกลางหัวข้อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ความรู้ของนักเรียนด้านคณิตศาสตร์ความสามารถของนักเรียนใช้ได้อย่างกว้างขวางในการเป็นตัวแทนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และ การเข้าถึงเทคโนโลยีที่ซับซ้อนและการเพิ่มทางซอฟต์แวร์ การเชื่อมโยงยังทำได้ในหลักสูตรอื่น ๆ ได้ด้วย โดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์

ส่วนบทบาทของครู ครูสามารถที่จะช่วยค้นหาและใช้การเชื่อมโยงเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ปัญหาที่เลือกจะมีความสำคัญอย่างพิเศษ มีหน้าที่ในการเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายในและภายนอก รวมไปถึงการช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาแนวคิดใหม่ครูต้องตระหนักและเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาแนวคิดใหม่ครูต้องตระหนักและเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ที่ถูกพัฒนาขึ้น ไม่ควรสอนแบบรวบรัดหรือย่อ แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ ครูจำเป็นต้องตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ของพวกเขา

กรมวิชาการ (2544: 200-201) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อนั้น จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้ในเรื่องเซตในการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่าง ๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน

นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ในเรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม ในงานศิลปะและการออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

นอกจากนั้นแล้วยังมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง ตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงิน ใ้ใช้ในช่วงบั้นปลายของชีวิต

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีดังนี้

- 1) มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
- 2) มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
- 3) มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
- 4) มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย
- 5) มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้นผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน

เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะ/กระบวนการ การเชื่อมโยงความรู้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น แล้วนำเสนองานต่อผู้สอนและผู้เรียน ให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

ตัวอย่าง การจัดกิจกรรมทักษะการเชื่อมโยง

วอนดนตรีของโรงเรียนทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ได้รับหน้าที่เป็นเจ้าภาพในการจัดคอนเสิร์ต โดยนักเรียนชั้นเกรด 7 ทำหน้าที่จัดเตรียมอาหารว่าง ซึ่งหนึ่งในอาหารเหล่านั้นคือเครื่องดื่มพันทันซ์ คนครัวของโรงเรียนให้ส่วนผสมในการทำเครื่องดื่มพันทันซ์มา 4 ตำรา ที่แตกต่างกันแก่นักเรียนซึ่งมีส่วนผสมของน้ำโซดาและน้ำแครนเบอร์รี่ดังนี้

ตำรา A น้ำแครนเบอร์รี 2 ถ้วย น้ำโซดา 3 ถ้วย	ตำรา B น้ำแครนเบอร์รี 4 ถ้วย น้ำโซดา 8 ถ้วย
ตำรา C น้ำแครนเบอร์รี 3 ถ้วย น้ำโซดา 5 ถ้วย	ตำรา D น้ำแครนเบอร์รี 1 ถ้วย น้ำโซดา 4 ถ้วย

ที่มา : NCTM. (2000). *Connections Standard for Grades 6-8. Principles and Standards for School Mathematics*. p. 275.

แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ตำราเครื่องดื่มพันช์ตำราใดมีส่วนผสมของน้ำแครนเบอร์รีเข้มข้น พร้อมทั้งอธิบายคำตอบของนักเรียน

2. ตำราเครื่องดื่มพันช์วิธีใดที่มีส่วนผสมของน้ำแครนเบอร์รีเจือจาง พร้อมทั้งอธิบายคำตอบของนักเรียน

3. ถ้าหัวหั่นวางดนตรีต้องการเครื่องดื่มพันช์ทุกตำรา ตำราละ 120 ถ้วยต้องมีส่วนผสมของน้ำแครนเบอร์รีและน้ำโซดากี่ถ้วย พร้อมทั้งอธิบายคำตอบของนักเรียน

นักเรียนร่วมกันตอบคำถามในข้อ 1-2 เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน เมื่อแต่ละกลุ่มทำงานเสร็จออกมาเสนอผลงานและอธิบายคำตอบของพวกเขา

แต่ละกลุ่มพยายามคำนวณว่าตำราใดที่มีน้ำแครนเบอร์รีเข้มข้นโดยแต่ละกลุ่มมีวิธีการคำนวณแตกต่างกัน เช่นบางกลุ่มคำนวณโดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของน้ำแครนเบอร์รีกับจำนวนส่วนผสมทั้งหมดของแต่ละตำรา (ตำรา A-D อัตราส่วนเป็น $\frac{2}{5}, \frac{4}{12}, \frac{3}{8}, \frac{1}{5}$ ตามลำดับ) บางกลุ่มพิจารณาจากอัตราส่วนของน้ำแครนเบอร์รีกับน้ำโซดา (ตำรา A-D อัตราส่วนเป็น $\frac{2}{3}, \frac{4}{8}, \frac{3}{5}, \frac{1}{4}$ ตามลำดับ) บางกลุ่มพิจารณาผิดพลาด โดยพิจารณาเพียงจำนวนน้ำแครนเบอร์รีของแต่ละตำรา เท่านั้น (ตำรา A-D เป็น 2, 4, 3, 1 ตามลำดับ) หลังจากถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบและเปรียบเทียบวิธีการของแต่ละกลุ่มแล้ว แต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจที่จะตอบคำถามในข้อสุดท้ายก่อน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มมอบหมายงานเพื่อตัดสินใจว่าต้องใช้ปริมาณของน้ำแครนเบอร์รีและน้ำโซดาเท่าไรในตำรา ต่อไปนี้เป็นเป็นยุทธวิธี 4 วิธี ที่กลุ่มใช้เป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหา

กลุ่มที่ทำโดยใช้ตำรา A

เรามีแนวทางที่แต่ละตำราจะได้เครื่องดื่มพันช์ 5 ถ้วย : น้ำแครนเบอร์รี 2 ถ้วย และน้ำโซดา 3 ถ้วย ดังนั้น ถ้าต้องการเครื่องดื่มพันช์ 120 ถ้วย จะต้องทำการปรุง $\frac{120}{5} = 24$ ครั้ง ซึ่ง

เป็นจำนวนเครื่องตีพิมพ์ที่เรากำลังต้องการ เมื่อเราต้องการใช้น้ำแครนเบอร์รี 2 ถ้วย และน้ำโซดา 3 ถ้วย สำหรับการปรุง 1 ครั้ง ถ้าเราต้องการใช้น้ำแครนเบอร์รี $2 \times 24 = 48$ ถ้วย และน้ำโซดา $3 \times 24 = 72$ ถ้วย สำหรับการปรุง 24 ครั้ง และเมื่อนำน้ำแครนเบอร์รี 48 ถ้วย รวมกับโซดา 72 ถ้วย จะได้เครื่องตีพิมพ์ทั้งหมด 120 ถ้วย ตามต้องการ

กลุ่มที่ทำโดยใช้ตำรา B

กลุ่มเราคิดว่ามีน้ำแครนเบอร์รี 4 ถ้วย และน้ำโซดา 8 ถ้วย เป็นอัตราส่วนเดียวกับน้ำแครนเบอร์รี 1 ถ้วย และน้ำโซดา 2 ถ้วย เราจึงคิดจะแบ่งเครื่องตีพิมพ์ 120 ถ้วยออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 40 ถ้วย : $40 + 40 + 40 = 120$ เราต้องการน้ำแครนเบอร์รี 1 ส่วน ดังนั้นมีน้ำแครนเบอร์รี 40 ถ้วย และน้ำโซดา 2 ส่วน ดังนั้นมีน้ำโซดา 80 ถ้วย ในที่นี้ทำเครื่องตีพิมพ์ 120 ถ้วย และคุณยังใช้อัตราส่วนของน้ำ แครนเบอร์รีและน้ำโซดาเป็น 1:2 เช่นเดิม

กลุ่มที่ทำโดยใช้ตำรา C

เราได้เพิ่มวิธีปรุงเป็น 2 เท่า แต่มันไม่เพียงพอ ดังนั้นเราจึงต้องเพิ่มวิธีปรุงขึ้นเรื่อย ๆ และเห็นว่าจำนวนถ้วยของเครื่องตีพิมพ์เท่าไรที่เรามี และมองดูแบบรูปที่เกิดขึ้นจนกระทั่งเราได้ 120 ถ้วย แสดงได้ดังต่อไปนี้

สัดส่วนของการปรุงเครื่องตีพิมพ์

น้ำแครนเบอร์รี(ถ้วย)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
น้ำโซดา(ถ้วย)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
พิมพ์(ถ้วย)	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120

ที่มา : NCTM. (2000). *Connections Standard for Grades 6-8. Principles and Standards for School Mathematics*. p. 276.

จากตารางหมายความว่า เรามีน้ำแครนเบอร์รี 45 ถ้วย และน้ำโซดา 75 ถ้วย หลังจากอภิปรายในชั้นเรียน กลุ่มนี้สังเกตว่าพวกเขาสามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วจาก $\frac{3}{5}$ ไปยัง $\frac{45}{75}$ ได้ด้วยการคูณด้วย 15 เพราะพวกเขาต้องทำเครื่องตีพิมพ์ตำรา C นี้ ทั้งหมด 15 ครั้ง

กลุ่มที่ทำโดยใช้ตำรา D

เราทดลองใช้จำนวนต่าง ๆ ตอนแรกทดลองใช้น้ำแครนเบอร์รี 20 ถ้วย นี่หมายถึงเราต้องทำ 4 ครั้ง เทาน้ำหรือน้ำโซดา 80 ถ้วย แต่ยังน้อยเกินไปเพราะ $20 + 80 = 100$ ถ้วย ดังนั้นเราลองใช้ 30 ถ้วยหมายความว่าใช้น้ำ $30 \times 4 = 120$ ถ้วยซึ่งทำให้ได้เครื่องตีพิมพ์จำนวนมาก $30 + 120 = 150$ ถ้วย ต่อไปเราทดลองใช้น้ำแครนเบอร์รี 25 ถ้วย และน้ำโซดา $25 \times 4 = 100$ ถ้วย

ดังนั้นเราลองใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 24 ถ้วย จะต้องใช้น้ำโซดา $24 \times 4 = 96$ ถ้วย จากงานนี้จะทำให้ได้เครื่องดื่มพันธ์ $24 + 96 = 120$ ถ้วย

หลังจากแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอวิธีการของพวกเขาในการตอบคำถามข้อที่ 3 ครูดำเนินการพูดคุย โดยกระตุ้นให้นักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างระหว่างยุทธวิธีของแต่ละกลุ่ม

ปัญหา “การทำเครื่องดื่มพันธ์” เป็นการนำแนวคิดเรื่องต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เศษส่วน อัตราส่วน สัดส่วน การดำเนินการ ขนาด ความรู้สึกเชิงจำนวน แบบรูปและอื่น ๆ โดยการนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหานี้ โดยนักเรียนได้รับการพัฒนาความเข้าใจ ซึ่งเป็นการวางพื้นฐานสำหรับการเรียนต่อไปเช่นหัวข้อเกี่ยวกับอัตราของการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์เชิงเส้น

แต่งงานดังกล่าวต้องการให้นักเรียนอธิบายยุทธวิธีของพวกเขา นักเรียนทุกคนมีโอกาสนในการสร้างความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วน โดยการฟังแนวคิดที่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ตัวอย่างเช่นกลุ่มที่ทำโดยใช้ตำรา D ใช้วิธีการเดาแล้วตรวจสอบในการแก้ปัญหา กลุ่มที่ทำโดยใช้ตำรา C สร้างตารางและใช้แนวคิดของการเพิ่มอัตราส่วนและเพิ่มในทางเดียวกัน ซึ่งนักเรียนสามารถหาได้โดยใช้เศษส่วนที่เท่ากัน กลุ่มที่ทำโดยใช้ตำรา A และ B คิดเกี่ยวกับการเปรียบเทียบปริมาณและการใช้อัตราส่วน

ไม่มีนักเรียนคนใดกล่าวว่าคำตอบที่ได้จากคำถาม 2 ข้อแรก จะมีความชัดเจนมากขึ้น ถ้าพวกเขาแก้ปัญหาในข้อ 3 ได้ ในแต่ละตำราเราสามารถเพิ่มจำนวนถ้วยของน้ำแครนเบอร์รี่ไปสู่จำนวนถ้วยของเครื่องดื่มพันธ์ตามที่เรต้องการได้ เรามีสัดส่วนในการทำเครื่องดื่มพันธ์ให้ได้วิธีละ 120 ถ้วยนั้น จะต้องทำเครื่องดื่มพันธ์ในแต่ละวิธีทั้งสิ้น 24 , 10 , 15 และ 24 ครั้ง ตามลำดับของส่วนผสมที่ต้องการเพราะว่าตำรา A-D ใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 2 , 4 , 3 และ 1 ตามลำดับพวกเขาจะใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 48, 40 , 45 และ 24 ถ้วย ตามลำดับ เมื่อต้องการนำมาให้คน 120 คน ซึ่งเราจะพบว่าตำรา D มีรสและกลิ่น แครนเบอร์รี่เจือจาง และตำรา A มีรสและกลิ่นแครนเบอร์รี่เข้มข้น นี่เป็นการค้นพบที่ยืนยันก่อนได้รับคำตอบและวิธีการของนักเรียน

กรมวิชาการ (2545ข: 203-205) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ปัญหา สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์กับชีวิตประจำวัน

ตัวอย่าง การเชื่อมโยง การกำหนดสถานการณ์ปัญหาดังนี้

บริษัทก่อสร้างต้องการเช่าที่ดินขนาด 2 ไร่ จำนวน 1 แปลง สำหรับเก็บวัสดุ
ก่อสร้างทาง ในราคาประหยัด และมีผู้นำที่ดินมาเสนอให้เช่า 2 ราย ดังนี้
นายบุญ เสนอที่ดิน 2 ไร่ 1 งาน คิดราคาค่าเช่าที่ดินทั้งแปลงเดือนละ 7,000 บาท
นางล้วน เสนอที่ดิน 5 ไร่ 3 งาน แบ่งที่ดินให้เช่าได้โดยคิดค่าเช่าตารางวาละ 100 บาทต่อปี
ถ้าผู้เรียนเป็นเจ้าของบริษัทก่อสร้างดำรง ผู้เรียนจะตกลงเช่าที่ดินของใคร เพราะเหตุใด

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น จะเห็นว่าผู้เรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์
ในการคำนวณค่าเช่าที่ดิน ต้องคำนึงถึงราคาที่ต้องการประหยัด ต้องใช้เหตุผลประกอบการ
ตัดสินใจ การนำเสนอเฉพาะคำตอบจากการคำนวณของผู้เรียนไม่ใช่สิ่งสำคัญที่สุด ผู้สอนจะต้อง
ให้ความสำคัญต่อแนวคิดและเหตุผลของผู้เรียนแต่ละคนประกอบด้วย

ตัวอย่างคำตอบและเหตุผลของผู้เรียนอาจเป็นดังนี้

ด.ช.ก้อ ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายปีละ 84,000 บาท
($7000 \times 12 = 84000$) และได้ที่ดินมากกว่าที่กำหนดไว้อีก 1 งาน

ด.ญ.นิตยา ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนางล้วน ซึ่งคิดค่าเช่า 2 ไร่หรือ 800 ตาราง
วา เป็นเงิน 80,000 ต่อปี ซึ่งเป็นราคาเช่าที่ถูกกว่าเช่าที่ดินของนายบุญ

ด.ญ.นุช ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งเมื่อคิดค่าเช่าเป็นตารางวาต่อปีแล้ว
จะจ่ายเพียงตารางวาละ 93 บาท ($\frac{7000 \times 12}{900} \approx 93$) ซึ่งถูกกว่าค่าเช่าที่ดินของนางล้วน

ผู้สอนอาจเปิดประเด็นให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายต่อในเรื่องนี้ได้อีกในประเด็นที่ว่า
ในชีวิตจริงแล้วก่อนตัดสินใจลงทุนทำกิจการใด ผู้ลงทุนจะไม่พิจารณาเฉพาะค่าเช่าเพียงอย่างเดียว
ต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ด้วย เช่น สภาพแวดล้อม ความสะดวกในการเข้าออก ที่ดินอยู่
ใกล้หรือไกลจากบริษัทเพียงใด ประเด็นเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดพิจารณาในวงกว้าง
ขึ้น สามารถนำความคิดเช่นนี้ไปประยุกต์ในชีวิตจริงได้ เป็นการส่งเสริมทักษะกระบวนการให้
เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในด้านการคิดอย่างถี่ถ้วน
รอบคอบ กล้าแสดงความคิดเห็น และคิดอย่างมีวิจารณญาณอีกด้วย

อัมพร ม้าคนอง (2547: 101-102) กล่าวถึง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจ
เริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงสองประเภทแรก คือ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับ
ชีวิตประจำวัน และระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกัน ดังตัวอย่างของกิจกรรมเพื่อฝึกการเชื่อมโยง
ต่อไปนี้

ในหมู่บ้านของท่านมีการประชุมเพื่อแสดงความคิดเห็นว่าควรจะเสนอทางราชการ
ให้ตั้งจุดตรวจในหมู่บ้านหรือไม่ ในการประชุมมีบางกลุ่มที่เชื่อว่า การมีจุดตรวจของตำรวจอยู่ใกล้
หมู่บ้านจะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ที่ประชุมจึงได้ขอข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิด
อาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่ โดยได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่

จำนวนกิโลเมตรที่เกิดเหตุห่างจาก จุดตรวจ	จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อ กิโลเมตร
1 – 5	13
6 – 10	14
มากกว่า 10	16

ที่มา : อัมพร ม้าคอง (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*.
หน้า 101.

1. จากข้อมูลดังกล่าว ท่านคิดว่าที่ประชุมควรสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความไกล/ใกล้ จากจุดตรวจ กับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตรอย่างไร เพราะเหตุใด

2. มีบางคนในที่ประชุมพยายามใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อให้ข้อสรุปเชื่อถือได้มากขึ้น ท่านจะช่วยคนเหล่านั้นได้อย่างไร

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การทำกิจกรรมในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาเพื่อจะตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม การเชื่อมโยงในปัญหานี้ ผู้เรียนจะต้องคิดว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อะไรที่ตนมีอยู่ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลในตัวอย่างนี้แตกต่างจากข้อมูลประเภทเดียวกันที่เคยพบในหนังสือเรียน ผู้สอนสมมติขึ้น ผู้เรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์ เพื่อจะได้อธิบายข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผล และได้สรุปที่น่าเชื่อถือโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ

3.6.4 ลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้ โอคอนเนอร์ (O'Connor. 2003: 38-40) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงวิชาพีชคณิตกับวิชาเคมี เขาอธิบายขั้นตอนที่เขาทำไปสู่การสร้างสรรค์ร่วมกันระหว่างหลักสูตรวิชาเคมีและวิชาพีชคณิต ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการจับคู่หลักสูตรพีชคณิตกับหัวข้อที่สอนในวิชาเคมี แม้ว่าการสอนจะราบรื่นก่อนที่จะพัฒนาการรวมหลักสูตรเคมีและพีชคณิต นักเรียนและผู้ร่วมงานมีการดำเนินการพยายามที่จะรวมความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และขั้นตอนสำคัญในการนำไปสู่การขยายเป้าหมายตอนต้นให้นักเรียน มีการช่วยเหลือนักเรียนให้ประสบความสำเร็จในทั้งสองวิชา

ดวงเดือน อ่อนนวม (2547: 50-51) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้หลายลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างสูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใน 2 ประเด็น คือ พื้นที่รูปสามเหลี่ยมที่เป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ

ความกว้าง × ความยาว

สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม คือ $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$

2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์ เช่นการลบเป็นการดำเนินการตรงข้ามของการบวก การคูณเป็นการบวกซ้ำ ๆ การคูณและการหารเป็นการดำเนินการตรงกันข้าม ร้อยละสัมพันธ์กับเศษส่วน การวัดสัมพันธ์กับเรขาคณิต

3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลาย ๆ แบบสู่ความคิดรวบยอดเดียวกัน เช่น การให้นักเรียนสร้างหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐานตามความต้องการของตนเองก็จะได้นหน่วยที่ไม่เป็นมาตรฐาน หลาย ๆ ลักษณะ แต่ทุกหน่วยนำไปสู่ความคิดรวบยอดเดียวกันว่าเป็นหน่วยวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน

4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่วิธีคำนวณ เช่น ในการเรียนรู้เรื่องหน่วยการวัด เด็กต้องเกิดความคิดรวบยอดว่าจำนวนต่าง ๆ จะมาบวกลบกันได้ต้องมีหน่วยการวัดเดียวกัน ดังนั้น ถ้าหากจำนวนเหล่านี้มีหน่วยต่างกัน จึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยให้เหมือนกัน

5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นวิถีทางหนึ่งที่สนับสนุนส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การกำหนดหน่วยการเรียนรู้เปิดโอกาสให้เด็กได้ศึกษา สืบสวนเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ที่ตนสนใจ ได้มีโอกาสแสดงความคิดริเริ่ม ได้สร้างสิ่งต่าง ๆ ในขณะเดียวกัน ยังคงเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย หน่วยการเรียนรู้จะเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้กลางที่คณิตศาสตร์เรียนรู้ด้วยกับวิชาอื่น ๆ ก็ได้

อัมพร ม้าคนอง (2547: 101) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้เรื่องปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำให้ห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่น

จากลักษณะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์นั้นสามารถเชื่อมโยงได้หลายรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการสอนของครู เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง ที่สามารถแสดงการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง

3.6.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยง

งานวิจัยต่างประเทศ

นุท (Knuth. 2000: 48-53) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างความเชื่อมโยงระบบ

พิกัดจากจากความเข้าใจของนักเรียน ตัวแทนที่หลากหลายของฟังก์ชันที่มีอยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษา นั้นมีนักเรียนจำนวนมากที่มีความบกพร่องในความเข้าใจการเชื่อมโยงโดยเฉพาะความเข้าใจในการเชื่อมโยงระหว่างตัวแทนทางพีชคณิตและกราฟของฟังก์ชันจากนักเรียน 178 คน ที่ลงทะเบียนเรียนพีชคณิตทางแคลคูลัส ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้โดยใช้ตัวแทนทางพีชคณิตและตัวแทนเชิงกราฟของฟังก์ชันในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยมีความถูกต้องในการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียน

ลอว์สัน, และชินนัพเพน (Lawson; & Chinnappan. 2000: 26-43) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต และศึกษาตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและ และการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตระหว่างนักเรียน 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนรู้ได้อย่างมีแบบแผน มีระบบมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ และยังสามารถโยงความรู้ที่ครูจัดตามแผนการสอนมาสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ ตัวชี้วัดความสามารถด้านการเชื่อมโยงมีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาสูงกว่าตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหา จุดมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลกับครูในการหาวิธีสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ที่มีคุณภาพได้

ตรัน (Tran. 2001: Abstract) ได้ทำการวิจัยเรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ การเรียนรู้ด้วยการท่องสูตรคูณเป็นการจำกัดประสบการณ์ของนักเรียนบางคน การท่องสูตรคูณเป็นสิ่งที่น่าเบื่อในการท่องจำคล้ายกับการทำความเข้าใจทางมโนคติ นักเรียนบางคนจำโดยปราศจากความเข้าใจและเข้าใจสิ่งอื่น ๆ โดยไม่จดจำ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) คือวิธีการหนึ่งที่เป็นประโยชน์อย่างแท้จริงในการเรียนคณิตศาสตร์ วิธีการนี้ช่วยส่งเสริมความเชื่อมั่นเพราะว่าทำให้นักเรียนรู้สึกอยู่นอกเหนือการควบคุมขณะที่เรียน การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI) ซึ่งนักเรียนยอมรับว่าเขาสามารถค้นพบความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เป็นการทดสอบภาคสนามในโรงเรียนระดับประถมศึกษาในแถบเวสต์มินสเตอร์ แคลิฟอร์เนีย ระดับเกรด 4-5 จำนวน 29 คน ผลการทดสอบแสดงถึงการส่งเสริมพื้นฐานในด้านการคูณและการหารในทางสถิติ ผลจากการประเมินด้านจิตพิสัยแสดงให้เห็นว่าเนื้อหาวิชาส่วนใหญ่ในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เป็นประโยชน์และสนุก

แพนดิสซิโอ (Pandiscio. 2002: 216-220) ได้ทำการวิจัยโดยสำรวจการเชื่อมโยงมโนคติการพิสูจน์กับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาฝึกสอน โดยใช้ นักศึกษาฝึกสอน 4 คน (ชาย 2 คน หญิง 2 คน) แก้ปัญหาเรขาคณิตที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้พื้นฐานมโนคติของยูคลิดจำนวน 2 ข้อ ให้สร้างการพิสูจน์ตามรูปแบบที่ให้ผลออกมาเป็นรูปแบบกรณีทั่วไป และให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต ผลปรากฏว่า นักศึกษาฝึกสอนทั้ง 4 คนยอมรับว่าแม้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตจะไม่ได้ช่วยในการพิสูจน์ แต่ก็เป็เครื่องมือช่วยสร้างการรับรู้ ให้เกิดความเข้าใจสามารถเชื่อมโยงในปัญหาหรือทฤษฎีบท แล้วนำไปใช้ในการพิสูจน์ได้

เอลลิส (Ellis. 2007: Abstract) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงการให้เหตุผลของนักเรียน ระหว่างการหาข้อสรุปและการพิสูจน์ที่ถูกต้องด้วยความสัมพันธ์เชิงเส้น เป็นการวิจัยความสามารถของนักเรียนด้านพีชคณิตถึงการแนะนำข้อสรุปและการพิสูจน์ที่ถูกต้องจากประสบการณ์ที่ยากในการสร้างและการใช้บทสรุปโดยทั่วไป และการพิสูจน์ที่ถูกต้องอย่างเหมาะสม แม้ว่าจะมีความผิดพลาดบนเอกสารของนักเรียน แต่ก็ยังน้อยกว่าความรู้เกี่ยวกับว่านักเรียนจะทำอะไรให้เข้าใจและน่าเชื่อถือ การศึกษานี้สำรวจแนวทางจากนักเรียนอายุ 12 ปี จำนวน 7 คน การหาข้อสรุปและการพิสูจน์ที่ถูกต้องทั้งหมดจากการสำรวจฟังก์ชันเชิงเส้น การหาข้อสรุปและวิธีการพิสูจน์ที่ถูกต้องของนักเรียน เป็นการระบุและจัดประเภทในคำสั่งการเชื่อมโยงที่กำหนดระหว่างรูปแบบของการสรุปโดยทั่วไปและรูปแบบของการพิสูจน์ที่ถูกต้อง การเชื่อมโยงนี้เป็นการระบุแสดงตัวของ 4 ส่วนประกอบการเปลี่ยนแปลง รองรับข้อตกลงของนักเรียนในรูปแบบผู้มีประสบการณ์อย่างชำนาญในการให้เหตุผลพีชคณิต คือ

1. ทำบ่อย ๆ / การสะท้อนไปรอบ ๆ
2. มุมมองที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์
3. การสรุปโดยทั่วไปนั้นส่งเสริมการให้เหตุผลที่เป็นอนุมาน
4. แนวโน้มของการกระตุ้นความสนใจในการสรุปโดยทั่วไป

งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างและพัฒนา รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศึกษานารีวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 89.84/82.32 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เทอดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์ (2547: บทคัดย่อ) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยง เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรโดยกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงสามารถสอบผ่านเกณฑ์ที่มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร แก้วรักษา (2547: บทคัดย่อ) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่องสถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าว สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชดา ยাত্রา (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร จำนวน 15 คน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิลลา ดลภาค (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 คน โรงเรียนไทรมิตรวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอนเรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงสามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรางคณา ยาหยี (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 44 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 96.88/97.36 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะการเชื่อมโยงทาง

คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทั้งต่างประเทศและในประเทศ พบว่า ทักษะและการเชื่อมโยงส่งผลดีต่อผู้เรียนทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้อย่างชัดเจนลึกซึ้ง ครบคลุม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต และแก้ปัญหาสภาพสังคมจริงได้

3.7 ทักษะ/กระบวนการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การกำหนดสาระการเรียนรู้ที่เป็นสาระหลักจำเป็นต้องประกอบด้วยเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และพบว่าทักษะ/กระบวนการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาใหม่ โดยกรมวิชาการ จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า ทั้งนักการศึกษาต่างประเทศและในประเทศส่วนใหญ่ได้ให้ความหมายโดยแยกเป็นความคิดริเริ่มกับความคิดสร้างสรรค์ และยังมีนักการศึกษาบางท่านได้ให้ความหมายของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

3.7.1 ความหมายของความคิดริเริ่ม

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967: 267) กล่าวว่า ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดาหรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับคนอื่น เป็นลักษณะการคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกที่ไม่มีใครเคยนึกมาก่อนและเป็นความคิดที่เป็นผลประโยชน์ต่อตนเองและคนอื่น

ศิริกาญจน์ โกสุม; และ ดารณี คำวังนัง (2544: 74) กล่าวว่า ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากบุคคลอื่น เป็นความคิดที่คนอื่นคิดไม่ออก แนวคิดแปลกใหม่ที่กล้าให้แตกต่างจากความคิดเดิมหรือความคิดเก่า

อารี พันธุ์ณี (2545: 35) กล่าวว่า ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือเป็นความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่ม หรือที่เรียกว่า wild idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ประสาธ อิศรปรีดา (2549: 148) กล่าวว่า ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ ที่ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ เป็นความคิดที่ผู้อื่นนึกไม่ถึง และคนส่วนใหญ่จะไม่คิดเช่นนั้น

3.6.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ทอร์เรนซ์ (Torrance. 1962: 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นกระบวนการของความรู้สึกที่ไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไป หรือสิ่งที่ไม่ประสานกัน และไวต่อการแยกแยะ ไวต่อการคิดหาวิธีแก้ปัญหา ไวต่อการเดาหรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับข้อบกพร่องต่อจากนั้นก็ทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967: 62) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่หลายมุม คิดได้กว้างไกล ลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่ความคิดการประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิดหาวิธีแก้ปัญหา

ได้สำเร็จด้วย

แมสเยสกี (Masyesky. 1998: 4) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ แนวทางของการคิดหรือการแสดงหรือการทำบางสิ่งนั้นเป็นแบบฉบับสำหรับความสามารถเฉพาะตัวหรือเป็นที่น่าสนใจโดยบุคคลอื่น

วิกิพีเดีย (Wikipedia. 2007: Online) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการเกี่ยวกับจิตใจ ที่รวมถึงมิติของแนวคิดใหม่หรือความคิด หรือสมาคมใหม่ระหว่างแนวคิดที่คงอยู่ หรือ ความคิดจากหลักเกณฑ์ของมุมมองในเชิงประติมากรรมที่ถูกคิดมาให้ทั้งความคิดริเริ่มและความเหมาะสม และสร้างสรรค์เพื่อให้ได้บางสิ่งๆ ที่ใหม่ โดยสัญชาตญาณของแต่ละบุคคลที่มีอยู่ในตัวตนโดยแท้จริง

มาลินี จุฑะระพ (2541: 192) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดให้ได้มาซึ่งสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ไม่ซ้ำแบบเดิมและมีการพัฒนาอยู่เสมอ

สมศักดิ์ ภูวิภาดาบรรณ (2544: 47) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในแง่มุมใหม่ ๆ เป็นการคิดที่ไม่ธรรมดาหรือเป็นการทำสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวหรือไม่ซ้ำแบบใคร ยังมีความแปลกใหม่

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2544: 139) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองของมนุษย์ที่สามารถคิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง โดยการเชื่อมโยงหรือผสมผสานความคิดตั้งแต่สองเรื่องเข้าด้วยกันแล้วจัดระเบียบความคิดออกมาในรูปแบบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำแบบเดิม แต่จะต้องเป็นสิ่งที่มีความค่าและให้ประโยชน์แก่ชีวิต

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2545: 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดที่มุ่งแก้ปัญหาหรือประดิษฐ์คิดค้นในแนวทางที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิมและมีคุณค่าเป็นประโยชน์

สิริพร ทิพย์คง (2545: 114-115) กล่าวว่า การคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการใช้ความคิด จินตนาการประยุกต์ เพื่อนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ ที่คนอื่น ๆ คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม การคิดสร้างสรรค์จึงคิดได้หลากหลาย กว้างไกล อาจเกิดจากความคิดอย่างผสมผสานเชื่อมโยงกันระหว่างความคิดใหม่ ๆ กับประสบการณ์เดิม ทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่จะช่วยแก้ปัญหาและเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อตนเองและสังคม การคิดสร้างสรรค์สามารถฝึกฝนและพัฒนาให้สูงขึ้นได้ โดยอาศัยวิธีการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย การฝึกฝนการคิดอยู่เสมอ การฝึกจินตนาการและการระดมพลังสมอง การระดมพลังสมองเป็นการรวบรวมความคิดเห็นจากสมาชิกของกลุ่ม ภายในระยะอันสั้น ทำให้เกิดความคิดอย่างเป็นอิสระ ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ ความคิดเหล่านั้น แต่จะมีการนำความคิดมาประสานให้สอดคล้องกันแล้วสรุปลงความเห็น

3.6.3 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ชัยรัตน์ สุลานาจ (2547: 84) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม อันจะนำไปสู่การค้นพบและการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์

รุ่งศิริ เข้มตระกูล (2547: 23) ได้กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการคิดได้ถูกต้อง คิดเก่ง คิดไวและคิดสิ่งใหม่ ๆ ได้

นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย (2548: 33) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งนำไปสู่การคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ผลิตรหรือสร้างสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งอาจเกิดจากประสบการณ์ และการรวบรวมเอาความรู้ต่าง ๆ ทำการทดสอบและรายงานผลที่ได้ซึ่งแตกต่างจากที่เคยมีมา

ราวาดี (2550: Online) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง การสร้างบรรยากาศทางกายภาพ มนุษย์สัมพันธ์ และวิชาการ เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอน การคิดค้นโครงการใหม่ ๆ คิดค้นนวัตกรรมเพื่อพัฒนา การเรียนการสอน โดยใช้สื่อ เทคโนโลยี และวิธีการอื่นที่จะพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ สร้างผลงานวิจัย ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวัสดุท้องถิ่นในการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึงความสามารถทางความคิดที่ถูกต้อง มีลักษณะแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม คิดหลายหลากหลายทิศทาง อันจะนำไปสู่การค้นพบและการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าและก่อให้เกิดประโยชน์ไม่สร้างความเสียหายแต่อย่างใด

3.7.2 แนวทางการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

กรมวิชาการ (2544: 202-204) กล่าวว่า บรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้แก่การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำปรึกษาแนะนำของผู้สอน การจัดกิจกรรม การเรียนรู้สามารถเริ่มต้นจากการนำเสนอปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะกับวัยของผู้เรียนและเป็นปัญหาที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาได้ การแก้ปัญหาคควรจัดเป็นกิจกรรมในลักษณะร่วมกันแก้ปัญหาให้ผู้เรียนได้อภิปรายร่วมกัน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอแนวคิดหลาย ๆ แนวคิด เป็นการช่วยเสริมเติมเต็ม ทำให้ได้แนวคิดในการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์และหลากหลาย

ปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหาที่มีคำตอบหลายคำตอบ หรือมีแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบได้หลายอย่าง เป็นปัญหาที่ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ เมื่อผู้เรียนคนหนึ่งหาคำตอบหนึ่งได้แล้ว ก็ยังมีสิ่งท้าทายให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ คิดหาคำตอบอื่น ๆ ที่เหลืออยู่ สำหรับปัญหาที่มีแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบได้หลายอย่าง แม้ว่าผู้เรียนจะหาคำตอบได้ ผู้สอนต้องแสดงให้เห็นถึงการให้ความสำคัญกับแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบนั้นด้วยการส่งเสริมและยอมรับแนวคิดหรือวิธีการอย่างหลากหลายของผู้เรียน ในการให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการหลายๆ อย่างในการแก้ปัญหาปัญหาหนึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากกว่าการให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ ปัญหาโดยใช้แนวคิดหรือวิธีการเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างปัญหาขึ้นเองให้มีโครงสร้างของปัญหาลคล้ายกับปัญหาเดิมที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้มาแล้ว จะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ

ในปัญหาเดิมอย่างแท้จริง และเป็นการช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียนอีกด้วย

ตัวอย่างปัญหาปลายเปิด

ตัวอย่างปัญหาที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ

“จงหาความยาวด้านที่เป็นจำนวนเต็มของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ที่มีความยาวรอบรูปเท่ากับ 15 หน่วย”

ผู้เรียนอาจแก้ปัญหานี้ด้วยการสมมติความยาวของด้านต่าง ๆ ของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งต้องใช้ความรู้พื้นฐานที่ว่า “ผลบวกของความยาวของด้านสองด้านของรูปสามเหลี่ยม ย่อมยาวกว่าด้านที่สาม”

ผลบวกของความยาวของด้านสองด้านของรูปสามเหลี่ยม

กรณีที	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	หมายเหตุ
1	7	7	1	
2	6	6	3	
3	5	5	5	
4	4	4	7	
5	3	3	9	$3 + 3 < 9$ ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยม
6	2	2	11	$2 + 2 < 11$ ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยม

ที่มา : กรมวิชาการ. (2544). คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. หน้า 203.

จากตารางข้างต้น จะมีคำตอบเพียง 4 คำตอบเท่านั้น คือกรณีที่ 1 – 4

นอกจากนี้ผู้เรียนที่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับตัวแปร อาจใช้การกำหนดตัวแปรสร้างสมการ และหาคำตอบของสมการ ดังนี้

ให้ด้านที่ยาวเท่ากันของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วยาวด้านละ x หน่วย

ด้านที่สามยาว y หน่วย

จะได้สมการ $2x + y = 15$

จากนั้นใช้การสมมุติค่าของ x แล้วหาค่าของ y ซึ่งต้องอยู่ในเงื่อนไข “ผลบวกของความยาวของด้านสองด้านของรูปสามเหลี่ยมย่อมยาวกว่าด้านที่สาม”

ตัวอย่างปัญหาที่สามารถแสดงแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้หลายอย่าง

“พี่น้องสามคน มีอายุห่างกันคนละ 2 ปี เรียงตามลำดับอายุจากน้อยไปหา มาก คือ สมใจ สมหวัง และสมจิตร ทั้งสามคนมีอายุรวมกันเท่ากับ 75 ปี จงหาอายุของคนทั้งสาม”

แนวคิด 1

75 เป็นจำนวนคี่ ซึ่งได้จากผลบวกของจำนวนสามจำนวน แต่ละจำนวนที่อยู่ติดกันมีค่าแตกต่างกัน 2 ดังนั้น ทั้งสามจำนวนเป็นจำนวนคี่

สมมติจำนวนแล้ว ตรวจสอบผลบวก

$$19 + 21 + 23 = 63$$

$$21 + 23 + 25 = 69$$

$$23 + 25 + 27 = 75$$

คำตอบคือ สมใจ สมหวัง และสมจิตร มีอายุ 23 , 25 และ 27 ปี ตามลำดับ

แนวคิด 2

อายุของคนกลางคือ สมหวัง เป็นค่าเฉลี่ยของอายุของทั้งสามคน

หาค่าเฉลี่ยของอายุได้ $75 \div 3 = 25$ เป็นอายุของสมหวัง

ดังนั้น สมใจมีอายุ $25 - 2 = 23$ ปี และสมจิตรมีอายุ $25 + 2 = 27$ ปี

แนวคิด 3

สมมุติอายุของน้องสุดท้องคือ สมใจ มีอายุ X ปี จะได้สมหวัง และสมจิตร มีอายุ $X + 2$ และ $X + 4$ ปี ตามลำดับ

$$X + (X + 2) + (X + 4) = 75$$

$$3X + 6 = 75$$

$$3X = 75 - 6$$

$$3X = 69$$

$$X = 23$$

ดังนั้นสมใจ สมหวัง และสมจิตร มีอายุ 23 , 25 และ 27 ปี ตามลำดับ

นอกจากจะฝึกความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยโจทย์ปัญหาแล้ว ผู้สอนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ในกิจกรรมอื่น ๆ ได้อีก เช่น กิจกรรมเกี่ยวกับการออกแบบ การต่อรูป การประดิษฐ์จากเงื่อนไขที่กำหนดให้

3.7.3 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ทักษะ/กระบวนการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นทักษะ/กระบวนการด้านหนึ่งจากสาระการเรียนรู้ที่ 6 คือ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า ไม่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จึงได้ศึกษาเพิ่มเติม พบว่า

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967: 62) และทอร์เรนซ์ (Torrance. 1962: 46) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) , ความคิดคล่องตัว (Fluency) , ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) , ความคิดละเอียด (Elaboration)

อลเลน (Alane. 2001: 49) ยังได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิด ของ กิลฟอร์ด (Guilford) ในด้านความคิดริเริ่ม (Originality) , ความคิดคล่องตัว (Fluency) , ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) , ความคิดละเอียด (Elaboration) ที่ได้พูดถึง ความคิดสร้างสรรค์ใน

ชั้นเรียน (Creativity in the Classroom)

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2550: Online) กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดที่แปลกแตกต่างจากบุคคลอื่น
2. ความว่องไวหรือความพริ้งพวู ปริมาณการคิดพริ้งพวูออกมามากกว่า

บุคคลอื่น

3. ความคล่องตัวเป็นชนิดของความคิดที่ปรากฏออกมาจะแตกต่างกันไปโดย

ไม่ซ้ำกันเลย

4. ความละเอียดประณีต ความคิดที่แสดงออกมานั้นละเอียด สามารถที่จะ

นำมาทำให้สมบูรณ์และประณีตต่อไป

5. การสังเคราะห์ คือการรวบรวมสิ่งที่คิดได้มาทำให้มีความหมายและนำมา

พัฒนาต่อไปให้สมบูรณ์เป็นจริงได้

อารี พันธุ์ณี (2544?: 58) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะ

ความคิดหลายลักษณะ เช่น ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่องตัว แต่ลักษณะความคิดละเอียดก็จะขาดเสียมิได้ หากปราศจากความคิดละเอียดแล้ว ก็ไม่อาจทำให้เกิดผลงานหรือผลิตสร้างสรรค์ขึ้นมาได้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 172) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ

1. เป็นสมรรถภาพทางด้านสมองในการคิดได้หลายทาง
2. มีอยู่ในบุคคลมากน้อยต่างกันไป
3. มีผลงานหรือการกระทำที่แสดงออกเป็นลักษณะเฉพาะ

ประสาธ อิศรปริดา (2549: 148) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

มีหลายฉบับ แต่ฉบับที่เป็นที่รู้จักแพร่หลายมากก็คือ แบบทดสอบของกิลฟอร์ด (Guilford) และของทอร์เรนซ์ (Torrance) ทั้งสองท่านนี้จะกำหนดกรอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ด้านด้วยกัน คือ ด้านความคล่องในการคิด (Fluency) ด้านจำนวนทิศทางการคิด (Flexibility) ด้านความคิดริเริ่ม (Originality) และด้านความคิดละเอียด (Elaboration)

ฉานนิจ (2550: Online) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์คือการคิดที่นอกเหนือไป

จากกรอบที่วางเอาไว้ คือการคิดที่หลากหลาย ไม่จำกัดอยู่แค่วิธีคิดแบบใดแบบหนึ่ง การคิดอย่างสร้างสรรค์ นั้นจะประกอบไปด้วย

1. การคิดอย่างคล่องแคล่ว คือการคิดที่คำตอบมีหลายคำตอบให้เลือกได้

มากกว่า 1 คำตอบในเรื่องเดียวกัน

2. การคิดอย่างริเริ่ม คือมีความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิด

แบบเดิมๆ ที่จำเจและซ้ำซาก ชอบปรับปรุงเปลี่ยนแปลง กล้าคิดกล้าแสดงออก

3. การคิดแบบละเอียดรอบคอบ มองอะไรเป็นแบบ 360 องศา คือไม่ใช่แค่การ

มีความคิดใหม่ๆ เท่านั้น แต่รวมถึงการให้รายละเอียดต่อความคิดนั้นได้อย่างครบถ้วน รอบด้าน สามารถผสมผสานทำให้เกิดเรื่องใหม่ๆ สิ่งใหม่ๆ ขึ้นมาได้

4. การคิดแบบยืดหยุ่น หมายถึง การคิดได้หลากหลายประเภท หลายชนิด และหลายกลุ่ม

จากการศึกษาค้นคว้าที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดละเอียด โดยความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น เป็นฐานของความคิดสร้างสรรค์ ส่วนความคิดริเริ่มนั้นทำให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมา และความคิดละเอียดทำให้ความคิดนั้นมีรายละเอียดในการคิดมากขึ้น และจากแบบทดสอบ ความคิดสร้างสรรค์ของ แบบทดสอบของกิลฟอร์ด (Guilford) และของทอร์เรนซ์ (Torrance) ซึ่งจะเห็นได้ว่าความคิดริเริ่มเป็นส่วนหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งถ้าบุคคลใดมีความคิดสร้างสรรค์ บุคคลนั้นก็จะมีความคิดริเริ่มไปด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ซึ่งก็จะรวมความคิดริเริ่มไปด้วย

งานวิจัยต่างประเทศ

เจนเซน (Jensen. 1973: Abstract) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ความถนัดทางตัวเลข และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเขาให้คำนิยาม ปฏิบัติการของคำว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเขียน คำตอบที่เป็นตัวเลข กราฟ หรือแผนภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งคำตอบมีลักษณะของการประยุกต์ กลุ่ม ตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 232 คน พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความถนัดทางตัวเลข และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แครร์รอล; และ โฮวีสัน (Carroll; & Howieson. 1991: 68-71) ได้ทำการวิจัยโดยใช้แบบทดสอบวัดความฉลาดและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน แล้วได้ดำเนินการสอนนักเรียน เพื่อเปรียบเทียบความฉลาดและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 48 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ตามคะแนนความฉลาดและความคิดสร้างสรรค์ที่ได้ทดสอบในครั้งแรก ซึ่งวัดจากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มของนักเรียนที่มีความฉลาดสูงและกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง

แมนน์ (Mann. 2006: Abstract) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของนักเรียนอายุ 9 – 13 ปี จากนักเรียนเกรด 7 จำนวน 89 คน ในโรงเรียนที่อยู่ชานเมืองของมลรัฐคอนเนตทิคัต การศึกษาครั้งนี้ค้นพบเนื้อหาเชิงเดี่ยวที่หาดัชนีของศักยภาพในการสร้างสรรค์ในคณิตศาสตร์ การคงอยู่ของเครื่องมือ ความสามารถในการทดสอบคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความชำนาญของมลรัฐคอนเนตทิคัต Fennema-Sherman การวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ คุณเป็นแบบใดจาก Khatena-Torrance ดัชนีความเข้าใจความคิดสร้างสรรค์ และสเกลสำหรับการแบ่งแยกตามระดับลักษณะเกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียนเป็นการใช้มาตรฐานการวิเคราะห์ที่หลากหลาย การวิเคราะห์นี้สำรวจความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และความสำเร็จเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เจตคติที่ดีทางคณิตศาสตร์ การเข้าใจ

ตัวเองในความสามารถการสร้างสรรค์ เพศและความเข้าใจในพรสวรรค์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ พบว่าตัวอย่างที่ทำนาย 35% ของความแปรปรวน ในคะแนนความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ความสำเร็จเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ทำนายอธิบายได้ดีกว่าสำหรับ 23% ของความแปรปรวน นักเรียนมีเจตคติที่ดีกับคณิตศาสตร์ การเข้าใจตัวเองของความสามารถการสร้างสรรค์และเพศที่สนับสนุน 12% ของความแปรปรวน

นิวมานน์ (Neumann. 2007: Abstract) ได้ศึกษาการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แบบแผนการพัฒนาวัฒนธรรมเกี่ยวกับการรวบรวมความคิดสร้างสรรค์ในวิทยาศาสตร์ จากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับ 2 แนวทาง คือความคิดรวบยอดและเทคโนโลยีสูงสุด ซึ่งจะเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับความคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์ ความสามารถของพวกเขาก็จะสร้างความเข้าใจใหม่และแนวคิดการให้ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในวิทยาศาสตร์ นิวมานน์ได้สืบค้นถึงความเป็นไปได้หรือไม่ ที่จะมีความคิดสร้างสรรค์ เจื่อนไขขั้นสูงสุดในการสำรวจการวัดกับการเล็งเห็นของความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นของบุคลากรทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อที่ศึกษามานี้เป็นการเรียนที่ว่ามีผลลัพธ์กว้างในการทำสำรวจของสถาบัน ในยุโรป ในห้องปฏิบัติการ ชีววิทยา โมเลกุล (ไฮเดลเบิร์ก เยอรมนี) ผลลัพธ์ก็คือการแสดงว่าเจื่อนไขขั้นสูงสุดของความคิดสร้างสรรค์ในวิทยาศาสตร์ สามารถจำกัดขอบเขตได้อย่างชัดเจน ดังนั้น จึงพยายามประยุกต์ใช้กับองค์กรต่าง ๆ สำหรับการเปลี่ยนแปลง

งานวิจัยในประเทศ

ศิริพร เถาว์โท (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการวิจัยผลของการเรียนรู้แบบบูรณาการที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ จำนวน 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือโปรแกรมการเรียนรู้แบบบูรณาการและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ผลจากการวิจัยพบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น หลังจากไม่ได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติที่ระดับ .01 รวมทั้งนักเรียนได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการ มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้นกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการ

สายสุนีย์ กลิ่นสุคนธ์ (2545: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้เทคนิคแบบร่วมแรงร่วมใจ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีเชาวน์ปัญญาในระดับปานกลางและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ ร้อยละ 50 ขึ้นไปตามเกณฑ์ของกรมวิชาการและมีความคิดสร้างสรรค์ต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับและไม่ได้รับการใช้เทคนิคแบบร่วมแรงร่วมใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการใช้เทคนิคแบบร่วมแรงร่วมใจมีความคิดสร้างสรรค์มากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการใช้เทคนิคแบบร่วมแรงร่วมใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทิพย์บุบผา สาคร (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความคิด

สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วยแบบฝึกคิดแบบอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดและจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึกคิดแบบอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดแล้วมีพัฒนาการทางด้านความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้านสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับต่ำ มีพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางและต่ำ มีพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547: บทคัดย่อ) ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) โรงเรียนหนองปรือวิทยา จังหวัดลพบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยุพิน สันติดำรงพันธุ์; และ สถาพร ชันโต (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบโครงการคณิตศาสตร์ โรงเรียนกัลยาณวัตร จังหวัดขอนแก่น จำนวน 57 คน 1 ห้องเรียน พบว่า ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริวรรณ ฤกษ์นันท์ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการใช้เกมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 30 คน ที่เลือกกิจกรรมอิสระวิชาคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการที่ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์พอสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างสม่ำเสมอ ด้วยการสร้างปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิดที่มีความหลากหลายคิดได้อย่างคล่องแคล่ว และมีความแปลกใหม่

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 97 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยความสามารถของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ใช้เวลาทั้งหมด 18 คาบ คาบละ 60 นาที ใช้เวลาในการทดลอง 15 คาบ และมีการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 90 นาที และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 90 นาที

เนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีเนื้อหาย่อยตามหัวข้อต่อไปนี้

1. จำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม
2. สมการเชิงเส้นและระบบสมการเชิงเส้น
3. ปริมาตรและพื้นที่ผิว
4. สมบัติของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนานและการนำไปใช้

5. สถิติและความน่าจะเป็น
เนื้อหาย่อยตามหัวข้อทุกเรื่องที่กำลังมานั้นนักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้วทุกเรื่อง

การจัดชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

ชุดการเรียนรู้ที่ 1	การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา	3 คาบ
ชุดการเรียนรู้ที่ 2	การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผล	3 คาบ
ชุดการเรียนรู้ที่ 3	การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ	3 คาบ
ชุดการเรียนรู้ที่ 4	การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ	3 คาบ
ชุดการเรียนรู้ที่ 5	การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	3 คาบ

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

- ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบในแต่ละชุดการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

รายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ดังนี้

1. ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้อง

1. ศึกษารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จากเอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และคู่มือครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี
แนวทางในการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริม
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้หลักการ
เรียนรู้แบบไตรสิกขา

2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เรื่อง การเสริมทักษะ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยยึดเนื้อหาและผล
การเรียนรู้ที่คาดหวังตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของโรงเรียนจุฬาภรณ
ราชวิทยาลัย เพชรบุรี เพื่อวิเคราะห์ให้เกิดความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับชุด
การเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนและหลักการที่นำมาใช้ในการสร้างชุดการ
เรียนและหลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดทำชุดการเรียนคณิตศาสตร์

4. จัดแบ่งสาระการเรียนรู้ในเรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 5
ชุดดังนี้

- | | |
|---|-------|
| ชุดการเรียนที่ 1 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ | |
| ด้านการแก้ปัญหา | 3 คาบ |
| ชุดการเรียนที่ 2 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ | |
| ด้านการให้เหตุผล | 3 คาบ |
| ชุดการเรียนที่ 3 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ | |
| ด้านการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ | 3 คาบ |
| ชุดการเรียนที่ 4 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ | |
| ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ | |
| และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ | 3 คาบ |
| ชุดการเรียนที่ 5 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ | |
| ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ | 3 คาบ |

ขั้นที่ 2 การสร้างชุดการเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. กำหนดองค์ประกอบของชุดการเรียน โดยนำแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของ
ชุดการเรียน ของ ฮุสตัน; และคณะ (สุรางคณา ยายฮี. 2549: 63 ; อ้างอิงจาก Houston and others.
1972: 10-15) ; คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973: 150) ; ยุพิน พิพิธกุล; และ อรพรรณ ดันบรรจง
(2531: 175-176) ; บุญชม ศรีสะอาด (2541: 95-96) ; สุรางคณา ยายฮี (2549: 65) และ ฉลอง
ทับศรี (2550: Online) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- 1.1 คำชี้แจง สำหรับครูผู้สอนและผู้เรียนในการใช้ชุดการเรียน
- 1.2 ชื่อชุดการเรียน ส่วนที่อธิบายให้ทราบถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
- 1.3 คำอธิบาย เป็นส่วนที่อธิบายแนวทางในการเรียน
- 1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ ส่วนที่อธิบายว่าผู้เรียนจะได้อะไรหลังจากเรียน

1.5 ระยะเวลา ใช้บอกเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ของแต่ละชุดการเรียนรู้

1.6 สื่อการเรียนรู้ เป็นวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเรียนรู้

1.7 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทำตามคำอธิบายที่ให้ไว้ในแต่ละชุดการเรียนรู้ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเป็นผู้มีศีลสมาธิ ปัญญา กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย

1.7.1 แบบทดสอบทบทวนความรู้

1.7.2 กิจกรรมฝึกทักษะ

1.8 การประเมินผลการเรียนรู้ สำหรับประเมินความรู้ของนักเรียนหลังจากปฏิบัติกิจกรรม และมีแบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง นำมาทดสอบหลังจากได้ศึกษาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยให้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. ดำเนินการสร้างชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้ในแต่ละชุด

2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในแต่ละชุดการเรียนรู้ ในแต่ละจุดประสงค์นั้นครูผู้สอนสามารถวัดผลได้

2.3 วิเคราะห์การจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับทักษะแต่ละด้านในแต่ละชุดการเรียนรู้ โดยจัดเนื้อหาได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 การวิเคราะห์การจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับทักษะแต่ละด้านในแต่ละชุดการเรียนรู้

ทักษะ/กระบวนการ	เนื้อหา	เหตุผล
ด้านการแก้ปัญหา	จำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม	เนื้อหาจะเป็นการบวก ลบ คูณ และหาร ที่เน้นการหาผลลัพธ์ คำตอบเดียว
	สมการเชิงเส้นและระบบสมการเชิงเส้น	เนื้อหาจะเป็นสมการที่กำหนดและโจทย์ปัญหา ต้องการคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
ด้านการให้เหตุผล	สมบัติรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน และการนำไปใช้	เนื้อหาส่วนใหญ่เป็นการพิสูจน์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงและสมเหตุสมผล

ตาราง 3 (ต่อ)

ทักษะ/กระบวนการ	เนื้อหา	เหตุผล
ด้านการสื่อสาร สื่อ ความหมายและการ นำเสนอ	สถิติและความน่าจะเป็น	เนื้อหาเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลการ นำเสนอข้อมูล การแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล และเพื่อช่วยในการ ตัดสินใจได้
	สมการเชิงเส้นและระบบสมการ เชิงเส้น	เนื้อหาเป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้การ เขียนประโยคสัญลักษณ์ หรือการวาด ภาพแสดง เพื่อให้ง่ายต่อการหา คำตอบ
ด้านการเชื่อมโยง	จำนวนเต็ม เศษส่วนและ ทศนิยม	เนื้อหาจะเป็นการบวก ลบ คูณ และ หาร ที่เป็นโจทย์ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่สัมพันธ์กับการดำเนิน ชีวิตประจำวัน
	ปริมาตรและพื้นที่ผิว	เนื้อหาจะเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สิ่ง ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การสร้างบ่อ น้ำ การหล่อท่อ ซึ่งต้องนำความรู้ทาง คณิตศาสตร์มาช่วยในการหาคำตอบ
ด้านความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	ปริมาตรและพื้นที่ผิว	เนื้อหานี้จะเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต ซึ่งสามารถนำมาทำให้เกิดชิ้นงานใหม่ และนำไปใช้ได้จริง
	สมบัติรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน และการนำไปใช้	เนื้อหาจะเป็นการสร้างรูปโดยใช้สมบัติ ต่าง ๆ ซึ่งนำมาสร้างให้เป็นงานชิ้น ใหม่ได้

1.4 วิเคราะห์จุดประสงค์แต่ละข้อเพื่อกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม
และสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ในแต่ละชุดการเรียนรู้

2.5 จัดเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ ต่าง ๆ ที่ใช้ในแต่ละชุดการเรียนรู้

2.6 ดำเนินการสร้างชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบ
ไตรสิกขาเพื่อให้นักเรียนเกิดศรัทธา สมาธิ ปัญญา

2.7 จัดทำแบบทดสอบและแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อ
ประเมินความรู้ของนักเรียนภายหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้
แบบไตรสิกขา

3. นำชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วพร้อมแผนการจัดการเรียนรู้เสนอประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้อำนวยการในการตรวจเครื่องมือ จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาท สอนวงศ์ ดร.สุพร เข้มแข็ง อาจารย์บำเพ็ญ วังเงิน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของสาระการเรียนรู้ ความถูกต้องของภาษาและความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในชุดการเรียนรู้

4. ปรับปรุงแก้ไขชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามคำแนะนำ แล้วนำมาเสนอใหม่อีกครั้ง แล้วนำชุดการเรียนรู้ไปทดสอบหาคุณภาพและประสิทธิภาพต่อไป

5. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี ตำบลเขาใหญ่ อำเภอลำทับ จังหวัดเพชรบุรี เพื่อทดสอบหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ขั้นที่ 3 การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ 80/80 โดยนำชุดการเรียนรู้ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี ตำบลเขาใหญ่ อำเภอลำทับ จังหวัดเพชรบุรี ตามลำดับดังนี้

1. หาประสิทธิภาพเป็นรายบุคคล ผู้วิจัยนำชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองเป็นรายบุคคลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 3 คน ที่เรียน เก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาเกี่ยวกับภาษาและกิจกรรมที่จัดไว้ในชุดการเรียนรู้ เก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ โดยสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด สัมภาษณ์นักเรียนตลอดจนตรวจดูผลงานจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนแล้วนำไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

2. การหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่ม ผู้วิจัยนำชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากการทดลองหาประสิทธิภาพเป็นรายบุคคล ไปทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี โดยทดลองกับนักเรียน 9 คน โดยการจัดเป็นกลุ่ม 3 กลุ่ม ที่มีนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด เพื่อดูข้อบกพร่องเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรม และเวลาว่าเป็นไปตามที่กำหนดไว้หรือไม่ จากนั้นนำข้อบกพร่องทั้งหมดของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมเพิ่มมากยิ่งขึ้น

3. หาประสิทธิภาพภาคสนาม ผู้วิจัยนำชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเป็นรายบุคคลและการหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่มแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จำนวนนักเรียน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยจัดเป็นกลุ่มละ 3 คน ที่มีนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4. นำชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อบกพร่องที่พบในการทดลองภาคสนามให้เรียบร้อย แล้วนำเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม

5. นำชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ศึกษารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จากเอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และคู่มือครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี แนวทางในการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ดังนี้

2.1.1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้

2.1.2 ใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

2.1.3 สามารถแสดงเหตุผลโดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงหรือการสร้างแผนภาพ

2.1.4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม

2.1.5 เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

2.1.6 นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิต

2.1.7 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน

2.2 ศึกษาเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และหลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา

2.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยยึดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่คาดหวังตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี เพื่อวิเคราะห์ให้เกิดความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.4 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

2.4.1. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) ด้านความรู้
- 2) ด้านทักษะ/กระบวนการ
- 3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2.4.2 สาระสำคัญ

2.4.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา)

2.4.4 สื่อ-อุปกรณ์การเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

2.4.5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

2.4.6 บันทึกหลังสอน

2.4.7 ข้อเสนอแนะ

2.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งหมด 5 แผน ดังนี้

แผนการเรียนรู้ที่ 1 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ด้านการแก้ปัญหา 3 คาบ

แผนการเรียนรู้ที่ 2 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ด้านการให้เหตุผล 3 คาบ

แผนการเรียนรู้ที่ 3 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ด้านการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ 3 คาบ

แผนการเรียนรู้ที่ 4 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 3 คาบ

แผนการเรียนรู้ที่ 5 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 3 คาบ

2.6 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ในชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ดังนี้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ขั้นศีล) ครูให้นักเรียนศึกษาเอกสารจากชุดการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนเตรียมความพร้อม โดยการทบทวนความรู้จากแบบทดสอบเพื่อสร้างองค์ความรู้ และเปิด โอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในปัญหาที่พบ พร้อมร่วมกันอภิปราย

ขั้นเรียนรู้ (ขั้นสมาธิ) ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะ โดยการนำความพร้อม จากขั้นศีล ด้วยการควบคุมสติให้ระลึกรู้และมีใจจดจ่ออยู่กับการปฏิบัติกิจกรรม โดยไม่สนใจ สิ่งรบกวนทั้งภายในและภายนอก จนนักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะด้วยความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ ทำ ตามความเข้าใจในกฎเกณฑ์และความมุ่งหมายของสิ่งที่เกี่ยวข้อง ทำโดยมีการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ

ขั้นอภิปรายผล (ขั้นปัญญา) นักเรียนอภิปรายผลที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมฝึก ทักษะ สามารถนำผลที่เกิดขึ้นไปคิดวิเคราะห์และนำไปใช้แก้ปัญหาได้ด้วยเหตุผล ตลอดจนสามารถ ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อ ประธาน กรรมการควบคุมปริญญาโท ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ คือ อาจารย์ประสาท สอนวงศ์ ดร.สุพร เข้มเฮง อาจารย์บำเพ็ญ วังเงิน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่ออุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้ ระยะเวลา และภาษาที่ใช้

2.9 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามคำแนะนำของ ผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปสร้างชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบในแต่ละชุดการเรียนรู้

แบบทดสอบในแต่ละชุดการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ มีขั้นตอน การสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 เรื่อง การ เสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เรื่องการเสริมทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.3 ศึกษาเทคนิควิธีการสร้างแบบทดสอบ หลักการตรวจให้คะแนน

1.4 สร้างแบบทดสอบในแต่ละชุดการเรียนรู้แบบอัตนัย จำนวน 5 ชุด ใน แบบทดสอบ แต่ละชุดมี 4 ข้อ รวมทั้งหมด 20 ข้อ โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้ในแต่ละชุดการเรียนรู้ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดผลและ ประเมินผลการศึกษา คือ อาจารย์ประสาท สอนวงศ์ ดร.สุพร เข้มเฮง อาจารย์บำเพ็ญ วังเงิน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องและความเหมาะสม ของคำถาม

1.5 นำแบบทดสอบในแต่ละชุดการเรียนรู้ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข โดยเลือก แบบทดสอบชุดละ 2 ข้อ รวมทั้งหมด 10 ข้อ นำเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโท

เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะอีกครั้งให้เรียบร้อย

1.6 นำแบบทดสอบในแต่ละชุดการเรียนรู้ที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยแบบปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ ดังนี้

แบบทดสอบวัดทักษะด้านการแก้ปัญหา	จำนวน 2 ข้อ
แบบทดสอบวัดทักษะด้านการให้เหตุผล	จำนวน 2 ข้อ
แบบทดสอบวัดทักษะด้านการสื่อสาร สื่อความหมาย	
ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ	จำนวน 2 ข้อ
แบบทดสอบวัดทักษะด้านการเชื่อมโยง	จำนวน 2 ข้อ
แบบทดสอบวัดทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	จำนวน 2 ข้อ

ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.4 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบอัตนัย ทักษะด้านละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้นจำนวน 20 ข้อ โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดผลประเมินผลการศึกษา คือ อาจารย์ประสาท สอนางค์ ดร.สุพร เข้มเฮง อาจารย์บำเพ็ญ วังเงิน ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ผลการพิจารณา IOC มีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1

4.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ที่เรียนเรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาแล้ว จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

4.6 ตรวจแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่นำไปทดลองแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความง่าย (P_E) และหาค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบ

แบบอัตโนมัติของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2543:199-201)

4.7 คัดเลือกข้อสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีความง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยค่าความง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.38 – 0.71 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.33 – 0.71 คัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยคัดเลือกไว้ทักษะละ 2 ข้อ รวมจำนวน 10 ข้อ

4.8 นำแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 10 ข้อ ที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัด เพชรบุรี จำนวน 30 คน ที่เรียน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาแล้ว เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2543:248) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.76 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไปเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปฏิญาณิพนธ์

4.9 นำแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.10 ผู้วิจัยตรวจแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ พร้อมให้คะแนนทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ละข้อจนครบทุกคนอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2546: 121) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตโนมัติที่พิจารณาจากการแสดงวิธีการ ในการหาคำตอบ และความถูกต้องของคำตอบ ผู้วิจัยจึงได้นำเกณฑ์นั้นมาเป็นแนวทางแล้วปรับปรุงในการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการ ในแบบทดสอบแต่ละชุดการเรียนรู้ และแบบทดสอบหลังเรียน โดยกำหนดเป็นเกณฑ์การให้คะแนนดังตาราง 4

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะ/กระบวนการ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
ด้านการแก้ปัญหา	5	คำตอบที่ได้จากวิธีดำเนินการแก้ปัญหา อธิบายถึงเหตุผลและแสดงรายละเอียดปลีกย่อยที่สำคัญถึงขั้นตอนวิธีการได้อย่างละเอียดเข้าใจอย่างชัดเจน
	4	คำตอบที่ได้จากวิธีดำเนินการแก้ปัญหา อธิบายถึงเหตุผลและแสดงขั้นตอนวิธีการได้อย่างเข้าใจแต่แสดงรายละเอียดปลีกย่อยเพียงบางส่วน

ตาราง 4 (ต่อ)

ด้านการแก้ปัญหา (ต่อ)	3	คำตอบที่ได้จากวิธีดำเนินการแก้ปัญหา อธิบายถึงเหตุผลและแสดงขั้นตอนวิธีการได้เพียงบางส่วน
	2	คำตอบที่ได้จากวิธีดำเนินการแก้ปัญหา ยังไม่ถูกต้อง แต่สามารถอธิบายถึงเหตุผลและแสดงขั้นตอนวิธีการได้เพียงบางส่วน
	1	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน แต่อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
	0	ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา
ด้านการให้เหตุผล	5	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการได้อย่างถูกต้อง มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
	4	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการได้อย่างถูกต้อง มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลแต่ยังไม่ค่อยชัดเจน
	3	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการได้อย่างถูกต้อง มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจแต่ไม่สำเร็จ
	2	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการไม่ครบ มีความพยายามที่จะเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่ยังไม่ค่อยสมเหตุสมผล
	1	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการไม่ครบ มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
	0	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	5	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน ได้เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
	4	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน ได้เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน แต่ขาดรายละเอียดบางส่วน

ตาราง 4 (ต่อ)

ทักษะ/กระบวนการ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ (ต่อ)	3	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
	2	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างง่าย ๆ หรือพยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบ ได้ชัดเจนบางส่วน
	1	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูล
	0	ไม่มีร่องรอยในการนำเสนอใด ๆ
ด้านการเชื่อมโยง	5	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น/ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม
	4	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น/ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้ แต่ขาดความสมบูรณ์บางส่วน
	3	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น/ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
	2	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน หรือเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
	1	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน หรือเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
	0	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

ตาราง 4 (ต่อ)

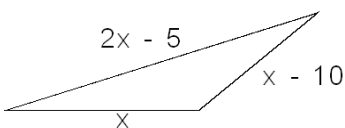
ทักษะ/กระบวนการ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	5	มีแนวคิด/แปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
	4	มีแนวคิด/แปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องแต่ยังขาดความสมบูรณ์
	3	มีแนวคิด/แปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องแต่นำไปปฏิบัติแล้วไม่ถูกต้องสมบูรณ์
	2	มีแนวคิด/วิธีการแปลกใหม่แต่นำไปปฏิบัติแล้วยังไม่สมบูรณ์
	1	มีแนวคิด/วิธีการไม่แปลกใหม่ แต่มีความพยายามในการนำเสนอแนวคิด
	0	ไม่มีผลงาน

ที่มา : ปรับปรุงจาก กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. หน้า 121-123.

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อ (0) เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งเป็น 173 เซนติเมตร ด้านแรกยาวกว่าด้านที่สอง 10 นิ้ว ด้านที่สามยาวน้อยกว่าสองเท่าของด้านแรก 5 นิ้ว จงหาความยาวของด้านแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยม

ตาราง 5 การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการแก้ปัญหา

แนวคำตอบ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จะได้ ด้านแรกยาว x นิ้ว ด้านที่สองยาว $x - 10$ นิ้ว ด้านที่สามยาว $2x - 5$ นิ้ว วาดเป็นแผนภาพได้คือ 	5	คำตอบที่ได้จากวิธีดำเนินการแก้ปัญหาอธิบายถึงเหตุผลและแสดงรายละเอียดปลีกย่อยที่สำคัญถึงขั้นตอนวิธีการได้อย่างละเอียดเข้าใจอย่างชัดเจน

ตาราง 5 (ต่อ)

แนวคำตอบ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
(ต่อ) เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมยาว 173 เซนติเมตร 1 นิ้ว เท่ากับ 2.5 ซม. ดังนั้น $\frac{173}{2.5} = 69.2$ นิ้ว จะได้ $x + x - 10 + 2x - 5 = 69.2$ $4x - 15 = 69.2$ $4x = 69.2 + 15$ $4x = 84.2$ $x = 21.05$ ดังนั้น แทนค่า $x = 21.05$ ในแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยม ด้านแรกยาว 21.05 นิ้ว ด้านที่สองยาว $21.05 - 10 = 11.05$ นิ้ว ด้านที่สามยาว $2(21.05) - 5 = 37.1$ นิ้ว		
จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จะได้ ด้านแรกยาว x นิ้ว ด้านที่สองยาว $x - 10$ นิ้ว ด้านที่สามยาว $2x - 5$ นิ้ว เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมยาว 173 เซนติเมตร ดังนั้น $\frac{173}{2.5} = 69.2$ นิ้ว จะได้ $x + x - 10 + 2x - 5 = 69.2$ $4x - 15 = 69.2$ $4x = 69.2 + 15$ $4x = 84.2$ $x = 21.05$ ดังนั้น แทนค่า $x = 21.05$ ในแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยม ด้านแรกยาว 21.05 นิ้ว ด้านที่สองยาว $21.05 - 10 = 11.05$ นิ้ว ด้านที่สามยาว $2(21.05) - 5 = 37.1$ นิ้ว	4	คำตอบที่ได้จาก วิธีดำเนินการแก้ปัญหา อธิบายถึงเหตุผลและ แสดงขั้นตอนวิธีการได้ อย่างเข้าใจแต่แสดง รายละเอียดปลีกย่อยเพียง บางส่วน

ตาราง 5 (ต่อ)

แนวคำตอบ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จะได้ ด้านแรกยาว x นิ้ว ด้านที่สองยาว $x - 10$ นิ้ว ด้านที่สามยาว $2x - 5$ นิ้ว เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมยาว $\frac{173}{2.5} = 69.2$ นิ้ว จะได้ $x + x - 10 + 2x - 5 = 69.2$ $4x - 15 = 69.2$ $x = 21.05$ ดังนั้น ในแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยม ยาว 21.05 นิ้ว , 11.05 นิ้ว และ 37.1 นิ้ว ตามลำดับ	3	คำตอบที่ได้จาก วิธีดำเนินการแก้ปัญหา อธิบายถึงเหตุผลและแสดงขั้นตอนวิธีการได้เพียงบางส่วน
ให้ด้านแรกยาว x นิ้ว ด้านที่สองยาว $x - 10$ นิ้ว ด้านที่สามยาว $2x - 5$ นิ้ว เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมยาว 69.2 นิ้ว จะได้ $x + x - 10 + 2x - 5 = 69.2$ $4x - 15 = 69.2$ $x = 21.05$	2	คำตอบที่ได้จาก วิธีดำเนินการแก้ปัญหา ยังไม่ถูกต้อง แต่สามารถอธิบายถึงเหตุผลและแสดงขั้นตอนวิธีการได้เพียงบางส่วน
ให้ด้านแรกยาว x นิ้ว ด้านที่สองยาว $x - 10$ นิ้ว ด้านที่สามยาว $2x - 5$ นิ้ว จะได้ $x + x - 10 + 2x - 5 = 173$ $4x - 15 = 173$ $x =$	1	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน แต่อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
	0	ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาและทดลองแบบกลุ่มเดียว คือ เลือกกลุ่มตัวอย่างมา 1 กลุ่ม แล้วทำการทดสอบก่อนทำการทดลอง แล้วหาค่าเฉลี่ย จึงทดลองแล้วจึงทำการทดสอบอีกครั้งและหาค่าคะแนนเฉลี่ย จากนั้นนำมาทดสอบสมมติฐานหาค่าความแตกต่าง

ระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยค่าสถิติ t-test ซึ่งใช้แบบแผน การวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 248-249) มีลักษณะดังตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง
X	แทน	การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
T ₁	แทน	การสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)
T ₂	แทน	การสอบหลังการทดลอง (Post-test)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำแบบทดสอบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทดสอบเพื่อวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 31 คน โดยใช้เวลาทั้งหมด 90 นาที
2. ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 ชุด เป็นระยะเวลา 15 คาบ ซึ่งหลังจากการเรียนรู้จบในแต่ละชุดการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้
3. นำแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน มาทดสอบหลังจากนักเรียนเรียนจบหมดทุกชุดการเรียนรู้ โดยใช้เวลา 90 นาที
4. ตรวจแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ แล้วให้คะแนน บันทึกผล แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละชุดการเรียนรู้

กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้แล้ว จากนั้นนำคะแนนที่ได้
เทียบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for Dependent Samples

3. วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้ สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for one samples

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สถิติพื้นฐาน

4.1.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ
อังคณา สายยศ. 2543: 306)

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

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

4.1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ;
และ อังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

เมื่อ	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

4.2 สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

4.2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการ
ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้
สูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 248-249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เนื้อหาวิชาทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4.2.2 วิเคราะห์ค่าความง่าย (P_E) และ ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบแบบอัตนัยจะต้องแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอर्स (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 199-201)

$$\text{ดัชนีค่าความง่าย } (P_E) \quad ; \quad P_E = \frac{S_u + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ค่าดัชนีความง่าย
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$$\text{ดัชนีค่าอำนาจจำแนก } (D) \quad ; \quad D = \frac{S_u - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

4.2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 218)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	σ_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	σ^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบวัดทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ

โดยที่

$$\sigma_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N^2}$$

เมื่อ	σ_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$	แทน	ผลทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังในข้อที่ i
	N	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ

และ

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

เมื่อ	σ^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ

4.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

4.3.1. หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา โดยใช้สูตร E_1 / E_2 (เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2528: 295) เพื่อทดสอบสมมติฐานว่าชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

สูตรที่ 1

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

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบระหว่างประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดหรือประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

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

	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียนหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้) คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

4.3.2 เปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังจากที่

ได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา โดยใช้สูตร t – test for Dependent Samples ทดสอบ จากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 104)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดการเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง คะแนนการทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดการเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.3.3 เปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังจากที่ได้รับการ
สอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา กับเกณฑ์ที่กำหนด
(ร้อยละ 70) โดยใช้สูตร t - test for one samples (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2546: 146)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad ; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ ($\mu=70$)
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลจากการทดลองและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัด หรือประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียนหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้) คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนหรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน
μ	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม : $\mu = 35.00$)
k	แทน	คะแนนเต็ม
t	แทน	ค่าสถิติที่นำมาใช้ในการพิจารณา (t - Distribution)
n-1	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80

2. เปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. เปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา	เกณฑ์ 80/80	
	E ₁	E ₂
ชุดที่ 1 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา	88.71	86.77
ชุดที่ 2 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผล	94.52	93.55
ชุดที่ 3 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ	83.87	84.19
ชุดที่ 4 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ	83.55	85.16
ชุดที่ 5 การเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	85.48	83.23
เฉลี่ย	87.23	86.58

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 87.23/86.58 เมื่อพิจารณาเป็นรายชุดการเรียนรู้ ทั้ง 5 ชุด พบว่าทุกชุดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 เช่นเดียวกัน แสดงว่าชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. การเปรียบเทียบ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนำคะแนนก่อนและหลังการสอนมาเปรียบเทียบกัน ใช้สูตร t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการสอน

ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์	กลุ่มตัวอย่าง	N	k	$\bar{X}$	S	t
การแก้ปัญหา	ก่อนการทดลอง	31	10	4.19	1.19	17.92**
	หลังการทดลอง	31	10	8.26	0.89	
การให้เหตุผล	ก่อนการทดลอง	31	10	3.48	1.23	22.00**
	หลังการทดลอง	31	10	8.83	1.21	
การสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ	ก่อนการทดลอง	31	10	3.36	1.02	20.234**
	หลังการทดลอง	31	10	8.07	0.89	
การเชื่อมโยง	ก่อนการทดลอง	31	10	3.32	1.01	24.27**
	หลังการทดลอง	31	10	8.29	0.86	
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ก่อนการทดลอง	31	10	4.10	0.91	22.73**
	หลังการทดลอง	31	10	8.03	0.66	
รวมทั้ง 5 ด้าน	ก่อนการทดลอง	31	50	18.45	4.60	26.99**
	หลังการทดลอง	31	50	41.48	3.38	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อจำแนกเป็นรายทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการให้เหตุผล 3) ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ 4) ทักษะการเชื่อมโยง และ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ก็ปรากฏผลเช่นเดียวกัน แสดงว่า การสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

3. การเปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ ใช้สูตร t -test for One Samples ผลปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์

คะแนน	N	k	$\bar{X}$	s	μ (70%)	t
ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์	31	50	41.48	3.38	35.00	10.67**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 82.96

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา มีความมุ่งหมาย เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอน
3. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 31 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งได้มาจากประชากรนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ แล้วเลือกกลุ่มตัวอย่างมา 1 ห้องเรียน โดยใช้วิธีการจับสลาก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. แบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้

4. แบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ นำไปหาค่าความง่าย (P_E) ได้ค่าความง่ายอยู่ระหว่าง .38 -.71 ค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .33 และมีค่าความเชื่อมั่น .76

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาทดสอบเพื่อวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 31 คน โดยใช้เวลา 90 นาที

2. ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่างในเดือนกุมภาพันธ์โดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 5 ชุด คือ 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการให้เหตุผล 3) ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ 4) ทักษะการเชื่อมโยง และ 5) ความคิดสร้างสรรค์ เป็นระยะเวลา รวม 15 คาบ โดยภายหลังจากการสอนในแต่ละชุดการเรียนรู้จะให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้

3. นำแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน มาทดสอบเพื่อวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 31 คน โดยใช้เวลา 90 นาที
4. ตรวจสอบแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ แล้วให้คะแนนบันทึกผล แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คะแนนทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์แบบ t-test for Dependent Samples
2. วิเคราะห์คะแนนทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์แบบ t-test for One Sample

สรุปผลการวิจัย

ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพดังนี้

1. ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 87.23/86.58
2. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์

80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 87.23/86.58 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 แสดงว่าชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1.1 การสร้างชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยสร้างชุดการเรียนรู้โดยได้ประยุกต์และดำเนินการตามลำดับขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้ของ สุลตัน; และคนอื่น ๆ (สุรางคณา ยายหิ. 2549: 63; อ้างอิงจาก Houston; et al. 1972:10-15) คาร์ดาเรลลี (Cardarelli. 1973: 150) , ยุพิน พิพิธกุล; และ อรพรรณ ต้นบรรจง (2531: 175-176) โดยศึกษาหลักการสร้างชุดการเรียนรู้ วิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพในระยะเวลาอันสั้น โดยการกำหนดชุดการเรียนรู้เป็น คำชี้แจง ชื่อชุดการเรียนรู้ คำอธิบาย จุดประสงค์การเรียนรู้ ระยะเวลา สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบหลังปฏิบัติกิจกรรม ทำให้นักเรียนเรียนรู้ไปตามลำดับขั้นตอน

1.2 การสร้างชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยได้ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตำราเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและได้ปรับปรุงแก้ไขทั้งในด้านเนื้อหาสาระ ภาษา และระยะเวลาที่ใช้ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดในการนำไปใช้ ก่อนที่ผู้วิจัยจะนำชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพทั้งรายบุคคล รายกลุ่ม แล้วนำไปทดลองหาประสิทธิภาพภาคสนาม ซึ่งมีประสิทธิภาพ 87.23/86.58 ซึ่งทำให้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชาญชัย อินทรสุณานนท์ (2538: 40) กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากผลิตโดยกลุ่มบุคคลที่มีความรู้ ความชำนาญหลายด้าน และก่อนนำมาใช้จะมีการทดลองใช้โดยครูผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขาวิชาจนแน่ใจว่าได้ผลดี จึงจะนำออกมาใช้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยยุทธ บุญธรรม (2549: บทคัดย่อ) พิจิตร อุตตะโปน (2550: บทคัดย่อ) ซึ่งผลการวิจัยพบว่าชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

1.3 หลังจากนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจากชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ทำให้นักเรียนทราบผลการเรียนได้ทันที จึงมีผลทำให้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ บลูม (สุรางคณา ยายหิ. 2549:118 อ้างอิงจาก Bloom. 1976: 115-124) กล่าวว่า การสอนที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และแก้ไขข้อบกพร่อง จะต้องมีการแจ้งผลการเรียนและข้อบกพร่องให้นักเรียนทราบ และสอดคล้องแนวคิดของ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 192) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้จะประสบผลสำเร็จก็ต่อเมื่อให้นักเรียน

มีโอกาสราบผลการกระทำที่จากกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังนี้

2.1 ชุดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ส่วนใหญ่จะเน้นการปฏิบัติโดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม ซึ่งช่วยปลูกฝังให้นักเรียนมีความรับผิดชอบและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีการวิเคราะห์ปัญหา มีการปรึกษาหารือกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร่วมแรงร่วมใจกัน โดยมีเป้าหมายคือความสำเร็จของกลุ่ม ดังนั้นสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซักถาม อภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมแบบฝึกทักษะที่กำลังทำอยู่ เกิดช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ภายในกลุ่ม โดยนักเรียนในกลุ่มคนใดเข้าใจก่อนหรือทำกิจกรรมได้ก็ช่วยอธิบายให้กับสมาชิกในกลุ่มคนอื่น ๆ ที่ยังไม่เข้าใจหรือทำกิจกรรมไม่สำเร็จ ทำให้สมาชิกในกลุ่มมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ คิลแพทริก (เชียวชาญ เทพกุล. 2545:111; อ้างอิงจาก Kilpatrick. 1985: 1 - 15) ได้กล่าวไว้ว่า ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาโดยการแบ่งกลุ่มย่อย เพื่อจะได้ช่วยกันคิดและค้นหาวิธีการหาคำตอบของปัญหาทำให้นักเรียนสามารถประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาได้ และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543: 258) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่มจะก่อให้เกิดความสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนได้อย่างสูงสุด เพราะการศึกษาโดยใช้กิจกรรมกลุ่มจะเป็นการศึกษาจากประสบการณ์จริง โดยที่ผู้เรียนได้มีการศึกษาเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง ตลอดจนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับคนอื่น จะทำให้การเรียนรู้ต่าง ๆ เต็มไปด้วยความสนุกสนาน เป็นผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างซาบซึ้งและจดจำนาน ตลอดจนสามารถฝึกนิสัยให้สามารถเข้าสังคมและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อำนาง จันทรพางาม (2547: บทคัดย่อ) ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบกิจกรรมกลุ่ม เรื่องการให้เหตุผล ภายหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ มาเลียม พินิจรอบ (2549: บทคัดย่อ) พบว่า การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่ม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการสอนมีทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักไตรสิกขา เป็นวิธีการสอนที่เอื้อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง นักเรียนจะต้องดำเนินตามขั้นตอนอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ซึ่งเริ่มด้วยการสอนด้วยขั้นศีล นักเรียนจะต้องสำรวจกายวาจา

ของตนเองทำให้เกิดความระบือวินัย เป็นการเตรียมความพร้อมโดยการทำแบบทดสอบทบทวนความรู้ ชั้นสมานักเรียนจะต้องฝึกจิตให้สงบ มีสติ ซึ่งจะก่อให้เกิดความตั้งใจเรียนจะทำให้เกิดปัญญา สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ พุทธทาสภิกขุ (2508: 100) กล่าวว่า โดยทั่วไปคนเรามีจิตเป็นสมาธิอยู่แล้วโดยธรรมชาติ และเมื่อได้รับการฝึกฝน ประคับประคองให้ถูกวิธีก็จะสงบและอยู่ในสภาพที่เรียกว่า กัมมณีโย คือพร้อมที่จะรู้ สามารถนำไปคิดพิจารณาสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ได้ และยังสอดคล้องกับแนวคิดของมิน (ภูมิพรรณ ทวีชาติ, 2549: 91; อ้างอิงจาก Min, 1980:114-116) ที่มีความเห็นว่า การทำสมาธิภาวนาเป็นวิธีการสำคัญสำหรับการอบรมและพัฒนาจิต เพื่อให้จิตเกิดความสงบลงเป็นหนึ่งเดียว มีกำลังที่จะศึกษาเล่าเรียนเรื่องราวต่าง ๆ ได้ต่อไป ซึ่งก็คือขั้นเกิดปัญญานั้นเอง และเมื่อนักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนก็นำความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการพิจารณาปัญหาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหานั้นอย่างแจ่มแจ้งด้วยตนเอง ตลอดจนทำให้เกิดปัญญาที่แท้จริงในเบื้องต้น ทำให้บุคคลประพฤติดี ปฏิบัติดี ฝึกฝนจิตใจให้ตั้งมั่น ใช้ปัญญาในการพัฒนาชีวิตอยู่ได้ด้วยปัญญา และ สุนน อมรวิวัฒน์ (2528: 38-39) ยังกล่าวไว้อีกว่า เมื่อนักเรียนเกิดสมาธิใจจดจ่ออยู่กับกิจกรรมที่ทำก็จะทำให้นักเรียนเกิดปัญญารู้แจ้งสามารถหาคำตอบและกระบวนการของวิธีการคิด สามารถที่จะอธิบายให้กับเพื่อนในกลุ่มให้เกิดความเข้าใจตรงกันได้ เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีความรับผิดชอบ ประสานงาน และตัดสินใจร่วมกัน เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย เพื่อประโยชน์ของกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรม สอดคล้องกับแนวคิดของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544:4-5) ที่กล่าวว่า การจัดการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีหลักการที่มุ่งให้ผู้เรียนมีบทบาทรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ มีการปฏิสัมพันธ์ที่ดีในกลุ่มซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ดังนั้นผู้เรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา จึงน่าจะจดจำ เข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนได้ดี และทำให้ผลการเรียนสูงขึ้น ดังที่งานวิจัยของ ภูมิพรรณ ทวีชาติ (2549: 87-88) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบไตรสิกขาทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนที่สูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไชศรี พานิกุล (2546:51) ได้ศึกษาการสอนโดยใช้หลักไตรสิกขาแก่นักเรียนกลุ่มที่เรียนหลักสูตรในพุทธศาสนา พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงส่งผลให้ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

3. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

3.1 ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ทำให้นักเรียนเกิดมุมมองทางความคิด ทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในการแก้ปัญหา นักเรียนจะแก้ปัญหาและคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เมื่อมีปัญหานักเรียนจะปรึกษากันได้ในระหว่างเรียน และครูจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ ปรึกษา ในฐานะผู้ชี้แนะแนวทาง ทำให้เกิดความคิดที่หลากหลาย

ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดของ วราภรณ์ มีหนัก (2545:58-65) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการพัฒนาขึ้นจะต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีหลากหลายไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้ร่วมทั้งชั้นเรียนเป็นกลุ่มย่อย เรียนเป็นรายบุคคล ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนรู้จักบูรณาการความรู้ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่

3.2 ชุดการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ผู้วิจัยจัดเป็นชุดการเรียน 5 ชุด ประกอบด้วย 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการให้เหตุผล 3) ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ 4) ทักษะการเชื่อมโยง และ 5) ความคิดสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ด้วยวิธีการที่หลากหลาย สามารถให้เหตุผล สื่อความหมายพร้อมทั้งนำเสนอได้อย่างสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ได้ แตกต่างกันไป ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สิริพร ทิพย์คง (2545:74) กล่าวว่า ผู้เรียนจะมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น ต้องมีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งนักเรียนมีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นทักษะแต่ละด้านดังนี้

3.2.1 ทักษะด้านการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนในการแก้ปัญหาของโพลยา (สิริพร ทิพย์คง. 2545: 112 ; อ้างอิงจาก Polya. 1967-1985) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นตรวจสอบ โดยใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้น ซึ่งนักเรียนสามารถอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบและวิธีการที่ใช้ได้ว่าถูกต้อง ทำให้นักเรียนเลือกใช้วิธีการหาคำตอบได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เชี่ยวชาญ เทพกุศล (2545: 130) พบว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

3.2.3 ทักษะด้านการให้เหตุผล เป็นการเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง มีอิสระในการแก้ปัญหา ซึ่งช่วยสร้างความสนใจให้แก่ นักเรียน ทำให้เกิดความกระตือรือร้นสนใจในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้ได้มาซึ่งข้อสรุป ทำให้นักเรียนได้คิด พิจารณาด้วยเหตุผล และนักเรียนสามารถให้เหตุผลและตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารีย์ ศรีเดือน (2547:85) พบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

3.2.3 ทักษะด้านการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ เป็นการให้นักเรียนได้นั่งเรียนเป็นกลุ่ม ซึ่งภายในกลุ่มจะมีการสื่อสารด้านการเรียน โดยการแลกเปลี่ยนความคิด การซักถาม อภิปรายเนื้อหาในเรื่องที่เรียน ทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ

แนวคิดของ สมาคมคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (พรสวรรค์ จรัสกุลชัยสกุล, 2547: 96 ; อ้างอิงจาก NCTM, 2000 : 270-272) กล่าวว่า ครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียน มีการอภิปราย การถกเถียง และการให้เหตุผล เป็นวิธีที่ให้นักเรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครูซึ่งเป็นวิธีการที่ให้นักเรียนได้มีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ (2548: บทคัดย่อ) พบว่า ชุดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการให้เหตุผล มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป

3.2.4 ทักษะด้านการเชื่อมโยงเป็นการสอดแทรกสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันที่สามารถเชื่อมโยงความรู้กับวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ทำให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ และเชื่อมโยง ความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับแนวคิดของ ดอสเซย์และคนอื่นๆ (Dossey ; et al. 2002:81-83) ได้กล่าวถึง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว นักเรียนที่สามารถเชื่อมโยงมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และทำการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นุท(Knuth, 2000: 48-53) พบว่า นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้โดยใช้ตัวแทนทางพีชคณิตและตัวแทนเชิงกราฟของฟังก์ชันในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยมีความถูกต้องในการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียน

3.2.5 ทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นการให้นักเรียนมีความคิดอย่างอิสระ คิดแตกต่างกันได้หลากหลาย มีความมั่นใจ กล้าคิด กล้าแสดงออกโดยไม่คำนึงถึงผลงานที่สร้างว่าถูกหรือผิด ทำให้นักเรียนมีความสุขในการคิดสิ่งที่แปลก ๆ ออกมา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ อารี พันธุ์มณี (2540: 186) ที่กล่าวว่า การต่อเติมภาพจากสิ่งเร้าเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ดี คิดได้อย่างอิสระหลากหลายโดยอาศัยจินตนาการของตนเอง สนุกสนาน และเพลิดเพลินกับงานที่ทำ และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์ (2546:71) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกสร้างจินตนาการ เป็นวิธีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กชกร รุ่งหัวไฟ (2547: บทคัดย่อ) พบว่าความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการทดลองใช้ชุดการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมในคาบแรกของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังจากนักเรียนได้ทำแบบทดสอบ ทบทวนความรู้และเฉลยแล้ว ครูให้นักเรียนจับกลุ่มกับเพื่อนที่นั่งใกล้กัน และชี้แจงขั้นตอนการเรียน การสอน สมาชิกในกลุ่มบางคนจะเขียนคำตอบของตนเองไว้โดยไม่อธิบายให้เพื่อน ๆ ในกลุ่มเข้าใจ ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าการเรียนโดยใช้หลักไตรสิกขาประกอบกับกระบวนการกลุ่ม นั้น ต้องการให้นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีใจจดจ่ออยู่กับกิจกรรมที่ทำร่วมกันเพื่อไ้ เกิดความสามัคคี รับผิดชอบ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างแท้จริง โดยมีเพื่อนและครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา กิจกรรมของตนเองก็จะประสบผลสำเร็จ เมื่อนักเรียนทุกคนเข้าใจเหตุผลแล้ว นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการที่จะอธิบายให้เพื่อนฟัง ความคิดของตนเอง ยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนคนอื่น ๆ ทำให้เพื่อนในกลุ่มทุกคนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

2. การจัดกิจกรรมในคาบต่อ ๆ มา นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับชุดการเรียนรู้มากขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและสนใจการเรียนการสอนเป็นอย่างมากเนื่องจากนักเรียนจะชอบอ่านบทความที่กำหนดให้ก่อนจะมีการทำกิจกรรมตามคำสั่ง และนักเรียนทุกคนกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรม ทั้งนี้เพราะทุกคนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยก็สามารถถามครูได้ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนมีความสุขกับการเรียนจึงทำให้บรรยากาศในห้องเรียนมีชีวิตชีวามากขึ้น

3. ในการทำกิจกรรมในบางครั้งนักเรียนมีความคิดที่แตกต่างกันไปทำให้ระยะเวลาไม่เพียงพอในการอภิปรายต้องหาเวลาว่างเพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายและสอบถามข้อสงสัย เพื่อให้กิจกรรมสำเร็จตามเป้าหมาย

4. เมื่อนักเรียนได้ศึกษาชุดการเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมแล้ว นักเรียนจะทำแบบฝึกทักษะ และทำแบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนสามารถตรวจคำตอบได้ทันทีเพราะมีการอภิปรายกันในห้องเรียน ทำให้ทราบผลทันที ถือเป็นข้อมูลย้อนกลับทำให้นักเรียนได้แก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้เกิดกำลังใจและความเชื่อมั่น รวมทั้งแรงจูงใจในการเรียนครั้งต่อไป ซึ่งในแต่ละชุดการเรียนรู้จะมีแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบประจำชุด ที่กำหนดเกณฑ์ไว้ ถ้ามีนักเรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ จะต้องหาเวลาศึกษาเพิ่มเติมจากเวลาเรียนปกติ แล้วทำแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบคู่ขนานใหม่ ทำให้นักเรียนมีความตั้งใจ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ทำให้นักเรียนมีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น จึงควรส่งเสริมให้มีการนำกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าว ไปใช้ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนให้มากขึ้น

2. ครูผู้สอนต้องระลึกอยู่เสมอว่า การที่จะแก้ปัญหาได้นั้น นักเรียนต้องมีพื้นฐานความรู้ที่เพียงพอ มีเวลาในการคิด ได้ใช้ความสามารถในการสร้างความเข้าใจ และอาจมีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ถ้าครูจัดกิจกรรมไม่เหมาะสม

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักไตรสิกขา ในชั้นปฏิบัติการ ในแต่ละครั้ง ครูผู้สอนควรชี้แจงขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจ เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติการการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นอื่น ๆ

2. ควรมีการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา โดยบูรณาการร่วมกับการสอนรูปแบบอื่น ๆ ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น แบบค้นพบ แบบสืบสวนสอบสวน แบบร่วมมือ แบบรอบรู้ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กชกร รุ่งหัวไผ่. (2547). การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3). ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ. (2544). คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2545ก). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. ในเอกสารประกอบ
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- _____. (2545ข). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการ
จัดการจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและ
พัสดุภัณฑ์.
- _____. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่
1 – 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมสามัญศึกษา. (2545). แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติระยะที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549).
กรุงเทพฯ: กรมสามัญศึกษา.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524?). วิธีการสอนทั่วไปและทักษะการสอน: เอกสารประกอบการสอน
ศึกษา 361 ระเบียบวิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2536). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอ็ดดิสัน เพรส
โปรดักส์ จำกัด.
- _____. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- กิติมา สุรสนธิ. (2548). ความรู้ทางการสื่อสาร (Introduction to Communication). พิมพ์ครั้งที่ 4.
กรุงเทพฯ: คณะวารสารและสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ไขศรี พานิกุล. (2546). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องหลักธรรมในพุทธศาสนาโดยการสอนแบบ
ไตรสิกขากับการสอนแบบธรรมสากัจฉา. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์. (2524).
ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูคณิตศาสตร์. ทบวงมหาวิทยาลัย.
- คมเพชร ฉัตรศุภกุล. (2546). กิจกรรมกลุ่มในโรงเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ธนวิชัยการพิมพ์.

- จิราภรณ์ ศิริทวี. (2541, กันยายน). เทคนิคการจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ (Constructivism). วารสารวิชาการ. 1(9): 32-35.
- ฉลอง ทับศรี. (2550.). เอกสารประกอบการเรียน: เทคโนโลยีการศึกษา. มหาวิทยาลัยบูรพา. สืบค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2550 , จาก <http://www.google.com>.
- ฉลองชัย สุวัฒน์บุรณ์. (2528). การเลือกและการใช้สื่อการสอน กรุงเทพฯ: ภาควิชา เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542?). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา เล่ม 1 หน่วยที่ 1 – 8. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยุทธ บุญธรรม. (2549). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยรัตน์ สุลำนาจ. (2547). ผลการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่มีต่อทักษะ/กระบวนการทาง คณิตศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2539). การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.
- _____. (2543). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงเรียน สาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.
- ชาญชัย อินทรสุนานนท์. (2538). ศูนย์การเรียนรู้และชุดการสอน กรุงเทพฯ: ภาควิชา เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). เทคนิคและวิธีการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: หลักพิมพ์.
- ชานนท์ ศรีพองงาม. (2549). การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division : STAD) เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2546). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.
- ชिरา ลำดอนหอม. (2546). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง แบบรูปและการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2526). เทคโนโลยีทางการศึกษา: หลักการและการปฏิบัติ.
กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). หลักและเทคโนโลยีทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
เรือนแก้วการพิมพ์.
- เชื้อวชาญ เทพกุล. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบ (STAD) ที่เน้นทักษะแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน. ปรินูญานิพนธ์
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ฉานนิจ. (2550). ความคิดสร้างสรรค์เรื่องสำคัญวัยเยาว์. สืบค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2550 ,
จาก <http://www.google.com>
- ณัฐยานี สงคราม. (2547). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่6 โดยใช้กิจกรรมประกอบเทคนิคการประเมินจากสภาพจริง.
ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม. (2547). จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่องการวัดสู่การจัดการเรียนการ
สอนในชั้นเรียน. ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการ
เรียนรู้อคณิตศาสตร์. หน้า 50-51. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ทินรัตน์ กาญจนกฤษ. (2550). ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส
เบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการ
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ทิพย์บุปผา สาคร. (2546). การศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วยแบบ
ฝึกคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิวาพร พลพานิช. (2549). การสอนแบบไตรสิกขา- โครงการโรงเรียนวิถีพุทธ สพท_พะเยา 1.
สืบค้นเมื่อ 27 พฤษภาคม 2550 , จาก <http://www.google.com>
- ทิตนา แหมมณี. (2548). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- เทอดเกียรติ วงศ์สมบุญ. (2547). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยง เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชนกร ตุ่มบุญ. (2548). *การสร้างชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานที่เน้นทักษะการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย. (2548). *การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นงกัญญา เจริญเกียรติบวร. (2547). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 โดยการใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นุชรี อ่อนละม้าย. (2546). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองด้านเหตุผลกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- บุญเกื้อ คอหาเวช. (2543). *นวัตกรรมการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. นนทบุรี: SR Printing.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2541). *กระบวนการกลุ่มในทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม: ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ*. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2540.
- ประสาธ อิศรปรีดา. (2549). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 6. ขอนแก่น: คลังนาวิทยา.
- ประสาน ศิลปะ. (2547). *การสร้างชุดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรโดยใช้สื่อรูปธรรม*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2545). *ความคิดสร้างสรรค์: พรสวรรค์ที่พัฒนาได้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ประยัด จิระวรพงศ์. (2529?). *เทคนิคการฝึกอบรมเทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศิลปาบรรณาการ.

- ปราณี งามสูตร; และ จำรัส ตัวงสุวรรณ. (2545). พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาคน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ธารการพิมพ์.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2546). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2543, สิงหาคม-ตุลาคม). ความเคลื่อนไหว...เกี่ยวกับ NCTM : Principles and Standards for School Mathematics. ในปี ค.ศ. 2000. วารสารคณิตศาสตร์. 45 (503-505): 4-18.
- พงศธร มหาวิจิตร. (2550). กิจกรรมเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้ จำนวนและการดำเนินการ เรขาคณิต และพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์. (2546). สอนให้คิด. กรุงเทพฯ: คอมมา.
- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. (2544). จิตวิทยาการศึกษา (Educational Psychology). กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- พนารัตน์ แซ่มซีน. (2548). ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แบบรูปและ ความสัมพันธ์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พินดา รุ่งเดช. (2548). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI (TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตร และการสอน). จะเข้เกรา : มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนรินทร์. สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2550. จาก <http://www.google.com>
- พรชนก ช่วยสุข. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI (TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดคำนวณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล. (2547). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้ หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พระธรรมปิฎก(ป.อ. ปยุตโต). (2542ก). ทศวรรษธรรมทัศน์พระธรรมปิฎก หมอดพุทธศาสนา. กรุงเทพฯ: ธรรมสภา.
- _____. (2542ข). พุทธธรรม เล่ม 5 . พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาจุฬาลงกรณราช-วิทยาลัย.

- พระพรหมคุณาภรณ์ (ป.อ. ปยุตฺโต). (2548). พจนานุกรมพุทธศาสตร์ ฉบับประมวลธรรม. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ: เอส. อาร์. พรินติ้ง แมส โปรดักส์.
- พัชรี วงศ์ษา. (2550). การสื่อสารภายในองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ: เอกสารวิชาการ. สืบค้นเมื่อ 29 กันยายน พ.ศ. 2550 , จาก <http://www.google.com> .
- พิจิตร อุตตะโปน. (2550). ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พุทธทาสภิกขุ. (2508). คู่มือมนุษย์. กรุงเทพฯ: อักษรสมัย.
- เพ็ญรุ่ง ปานใหม่. (2544, พฤศจิกายน 2543-มีนาคม 2544). ไตรสิกขารากแก้วแห่งคุณค่าในยุคปฏิรูปการศึกษา. วารสารสีมาจารย์. 15(30): 20-23.
- ไพรัตน์ ญาตนิมพลี. (2540). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาพระพุทธศาสนา โดยการสอนแบบไตรสิกขากับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภูมิพรรณ ทวีชาติ. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและปรีชาเชิงอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องหลักธรรมในพุทธศาสนาที่ได้รับการสอนแบบไตรสิกขากับการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค เอส ที เอ ดี (STAD). ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มยุรี บุญเยี่ยม. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็นโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมความตระหนักในการคิดของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2550). ชุดการเรียนรู้. สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2550 , จาก <http://www.edtch.edu.ku.ac.th> . .
- มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. (2550). การสอนแบบไตรสิกขา. สืบค้นเมื่อ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 , จาก <http://www.google.com> .
- มาเลียม พินิจรอบ. (2549). ผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มาลินี จุฑะรพ. (2541). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธ์.

- เมธาวี พิมวัน. (2549). ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล และ อรพรรณ ต้นบรรจง. (2531). *สื่อการเรียนรู้สอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน สันติดำรงพันธ์ และ สถาพร ชันโด. (2549: ฉบับพิเศษ). การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบโครงงานคณิตศาสตร์. *วารสาร มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา)*. 6(ฉบับพิเศษ): (51-55).
- รัชดา ยাত্রา. (2549). ผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ราวาดี. (2550). ครูแห่งชาติ. สืบค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2550 , จาก http://www.thaiteacher.org/praise/proj_42.htm
- รุ่งทิวา จักรกร. (2527). *วิธีการสอนทั่วไป*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รุ่งศิริ เข้มตระกูล. (2547, มกราคม-เมษายน). ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์. *วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน* 10(1): 22.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลิลลา ดลภาค. (2549). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วราภรณ์ มีหนัก. (2545, กันยายน). การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. *วารสารวิชาการ*. 5(9):58-65.
- วัชร ชันเชื้อ. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้ กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนาพร ระบุทุกข์. (2541). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ดันอ้อ.

- วัฒนาพร ระบุทุกข์. (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- _____. (2550). องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์. สืบค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2550 ,
จาก <http://www.google.com>
- วิเชียร กลิ่นมัลย์. (2543). การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษา จังหวัดชัยภูมิ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- วิไลลักษณ์ เมืองโคตร. (2549, มีนาคม-เมษายน). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 21(1): 8-18.
- ศรีสุรางค์ ทิณะกุล. (2542). การคิดและการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: ซี เอ็ดดูเคชั่น.
- ศศิธร แก้วรักษา. (2547). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่องสถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริกาญจน์ โกสุมภ์; และ ดารณี คำวังนัง. (2544). สอนให้เด็กคิดเป็น. กรุงเทพฯ: ทิปส์พับลิเคชั่น.
- ศิริพร เถาว์โท. (2545). ผลของการเรียนรู้แบบบูรณาการที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรรหารแจ่มใส 1 อำเภอดอนเจดีย์จังหวัดสุพรรณบุรี. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร มาวรธนา. (2546). ผลการใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการนำเสนอข้อมูล. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร รัตนโกสินทร์. (2546). การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริวรรณ ปันศรีเจริญชัย. (2549, กันยายน-ตุลาคม). กิจกรรมเพื่อเสริมสร้างทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์(ที่สุทธรรมดา). นิตยสาร สสวท. 34(144): 42-58.

- ศิริวรรณ ฤกษ์นันท์. (2549). ผลของการใช้เกมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มศว. 1(1): 83-88.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สสวท.
- _____. (2546ก). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สสวท.
- _____. (2546ข). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3-4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพฯ: สสวท.
- _____. (2550). ข่าวปฏิรูปการศึกษา. สืบค้นเมื่อ 16 กันยายน 2550 , จาก <http://www.google.com>
- สถาบันราชภัฏสวนดุสิต. (2539). เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา.
- สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมพงษ์ จิตระดับ. (2547). “เด็กไทยพันธุ์ใหม่เติบโตมาจากวัตถุนิยม เพศเสรี ยาเสพติด” : เด็กไทยวัยกึก. กรุงเทพฯ: สถาบันวิถีทรรศน์.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดารรรถ. (2544). การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง : *Learner Centeredness [and] Authentic Assessment*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: The KNOWLEDGE CENTER.
- สายสุนีย์ กลิ่นสุคนธ์. (2545). ผลของการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนป้อมนาคราษสวทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- _____. (2547). การวิจัยเกี่ยวกับการปฏิรูปการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: เจริญผลการพิมพ์.
- สิริมา สารพล. (2547). การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ตัวแทน (Representations) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุพิน บุญชูวงศ์. (2538). หลักการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

- สุภาพร บุญหนัก. (2544). การพัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาเรื่องความเท่ากันทุกประการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภารัตน์ ท้าวบุญชู. (2546). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบไตรสิกขาและการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนน อมรวิวัฒน์. (2528). พุทธวิธีสอนการสอนโดยสร้างศรัทธาและโยนิโสมนสิการ. กรุงเทพฯ: ตรีวันสาร.
- สุนน อมรวิวัฒน์. (2535). สมบัติพิพม์ของการศึกษาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2542). การพัฒนาการเรียนรู้ตามแนวพุทธศาสตร์:ทักษะกระบวนการเผชิญสถานการณ์. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- สุรางคณา ยาหยี. (2549). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ มูลคำ, และ อรทัย มูลคำ. (2545ก). วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- _____. (2545ข). 20 วิธีการจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาคุณธรรมจริยธรรม ค่านิยมและการเรียนรู้โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). การวัดและประเมินผลของมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2548 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). ร่วมปฏิรูปการเรียนรู้กับครูต้นแบบ: การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนแบบผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: กองทุนรางวัลเกียรติยศแห่งวิชาชีพครู สกศ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ). (2550). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2550, จาก <http://www.mis20.moe.go.th>

- เสาวณีย์ ลีขาบบัณฑิต. (2528). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์
เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อริพร ศรียมก. (2537). เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา เล่ม 2 หน่วยที่
8-15. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อรจริย์ ณ ตะกั่วทุ่ง. (2545). สุตยอดการพัฒนาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- อัมพร ม้าคอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใน ประมวล บทความ
หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- อัมพร ม้าคอง. (2549, มกราคม-กุมภาพันธ์). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. นิตยสาร สสวท. 34(140): 34-39.
- อารี พันธุ์มณี. (2540). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ดันอ้อ ดีไซน์ แอนพรีน แกรมมี.
- _____. (2544?). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สู่ความเป็นเลิศ. ภาควิชาการแนะแนวและ
จิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
กรุงเทพฯ: ธนัชการพิมพ์.
- อารี พันธุ์มณี. (2545). ฝึกคิดให้เป็น คิดให้สร้างสรรค์ กรุงเทพฯ: ไยไหม.
- อารีย์ ศรีเดือน. (2547). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่องการประยุกต์ 1
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อำนาจ จันทรพางาม. (2547). ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง การให้เหตุผล ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อิทธิเทพ นวาระสุจิต. (2548). ชุดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการ
การให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุดมศักดิ์ พลอยบุตร. (2545, มกราคม). ครูยุคใหม่: ครูยุคปฏิรูป. วารสารวิชาการ. 5(1): 22-24
- เอมอร สารัญจักร. (2550, กุมภาพันธ์-เมษายน). วารสารบัณฑิตศึกษา (มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สกลนคร). 3(10): 128-135.
- Alane , Starko J. (2001). *Creativity in the Classroom*. USA: Lawrence Erlbaum
Associates.
- Baroody, Arthur J. (1993). *Problem Solving, Reasoning and Communication K- 8 :
Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan.
- Cardarelli, Sally M. (1973). *Individualized Instruction Programs and Materials*.
New Jersey: Englewood Cliffs.

- Carroll, John. and Howieson, Noel. (1991, December). *Recognizing Creative Thinking Talent Classroom*. Roeper Review. 14(2): 68-71
- Dossey, John A. and others. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom : A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12*. Pacific Grove: Brooks/Cole.
- Drickey , Nancy Ann. (2000). A Comparison of Virtual and Physical Manipulative in Teaching Visualization and Spatial Reasoning to Middle School Mathematics Students. *Dissertation Abstracts International*. 62-02A.
- Ellis, Amy B. (2007). Connections Between Generalizing and Justifying : Students' Reasoning with Linear Relationships. *Journal for Research in Mathematics Education* . 38(3): 194-229
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book. Company, Inc.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Haley, Judy E. (2007). Experience Shown to Affect Communication Skills of Nurse Case Managers. *Dissertation Abstracts International*. 8(2):50.
- Heimer, R.T. ; & Trueblood ,C.R. (1997). *Strategies for Teaching Children's Mathematics*. New York: Addison Wesley Publishing Company, Inc.
- Herbst, Maria Hanahoe. (2004, February). Facilitating Access to the General Education Mathematics Curriculum for Students with Emotional/Behavioral Disorders. *Dissertation Abstracts International*. DAI-A 65/08: 2948.
- Hiramatsu, M. (1982, August). An Individualized Learning Package Program in Beginning College Japanese : A Multi – Media Approach. *Dissertation Abstracts International*. 43(2): 386-A.
- Hoile, Margaret Ann. (1993, January). Factor Label Method of Units Analysis : A Learning Package for Secondary Mathematics Students. (Online). *For free through the ERIC web site* ; all others restricted to microfiche.
- Hulley, Kathy Louise Sullivan. (1998, January). An Instructional Package Integrating Science and Social Studies Instruction at the Fifth-Grade Level. *Dissertation Abstracts International*. DAI-A 59/07: 2352.
- Jensen , Linda Rae. (1973). The Relationships Among Mathematical Creativity , Numerical Aptitude and Mathematical Achievement. *Dissertation Abstracts International*.

- Johanning, Debra , I. (2000,March). "An Analysis of Writing and Postwriting Group Collaboration In Middle School Pre-Algebra". *School Science and Mathematics*. 100(3): 151-160.
- Kapfer, Phillip G. and Kapfer, Mirian B. (1972). *Learning Package in American Education*. Englewood Cliffs, N.J.: Education Teachnology Publication.
- Knuth, Eric J. (2000, January). Understanding Connections Between Equations and Graphs. *Mathematics Teacher*. 93(1): 48-53.
- Lannin, John K. (2001, August). "Developing Middle School Students' Understanding of Recursive and Explicit Reasoning." *Dissertation Abstracts International*. 60(02): 500-A.
- Lawson, Michael J. ; & Chinnappan , Mohan. (2000, January). Knowledge Connectedness in Geometry Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education*. 31(1): 26-43.
- Lee, Kwangho. (2007,July). Teachers' Knowledge of Middle School Students' Mathematical Thinking in Algebra Word Problem Solving. *Dissertation Abstracts International*. DAI-A 68/01.
- Magda , Osman ;& Ruth , Stavy. (2006, December). Development of Intuitive Rules: Evaluating the Application of the Dual-System Framework to Understanding Children's Intuitive Reasoning. *Dissertation Abstracts International*. 13(6): 935.
- Mann, Eric Louis , Ph.D. (2006, August). Mathematical Creativity and School Mathematics Indicators of Mathematical Creativity in Middle School Students. *Dissertation Abstracts International*. DAI-A 67/02.
- Mansi, Kate Elizabeth , M.S. (2004, August). Reasoning and Geometric Proof in Mathematics Education: A Review of the Literature. *Dissertation Abstracts International*. MAI 42/04: 1111.
- Masyesky , Marry . (1998). *Creative Activities for Young Children*. USA : Delmar Publishers.
- Michaels, Rosemarie. (2000). "The Relationships Among Problem Solving Performance, Gender, Confidence, and Attributional Style in Third-grade Mathematics." *Dissertation Abstracts International*. 63(03)A.
- Moore, Kenneth D. ;& Blankenship , J.W. . (1974). " Teaching Basic Science Skills Through Realistic Science Experience in the Elementary School," *Science Education*. 61: 337-345.

- Myles, Dennis E. (2006, November). Using Geometer's Sketchpad to Develop a Conceptual Understanding of Euclidean Geometry. *Dissertation Abstracts International*. DAI-A 67/05.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Va: NCTM.
- _____. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va : NCTM.
- _____. (2007). [Standards for School Mathematics]. *Instructional Programs*. Retrieved September 15 , 2007, from <http://standards-e-nctm.org>.
- Neumann, Carl J. (2007:March). Fostering Creativity. A Model for Developing a Culture of Collective Creativity in Science. *Dissertation Abstracts International*. 8(3): 202.
- O'Connor, Sean. (2003, January). Connecting Algebra & Chemistry. *The Science Teacher*. 70(1): 38-40.
- Pandiscio, Eric A. (2002, May). Exploring the Link between Preservice Teacher's Connections of Proof and the Use of Dynamic Geometry Software. *School Science and Mathematics*. 102(5): 216-220.
- Poluse, Mary T. (2002, December). The Effects of Expressive Writing on High School Pre-calculus Students' Understanding, Communication Skills, and Attitudes toward Writing and Mathematics. *Dissertation Abstracts International*. 63/06: 2117.
- Reys, Robert E.; & Others. (2001). *Helping Children Learn Mathematics*. 6th ed. New York: John Wiley and Sons.
- Rodeheaver, Lounette Reeves. (2000, September). A Case Study of Communication Between Secondary Mathematics Student Teachers and the Cooperative Teacher. *Dissertation Abstracts International*. 60(03): 924-A.
- Rojas , M.E.. (1992). Enhancing the Learning of Probability Through Developing Student Skill in Reading and Writing. *Dissertation Abstracts International*. 53-05A.
- Satterfielf, Moclanie. (2002). Geometer' s Sketchpad : Single-user package, Version 3. *Dissertation Abstracts International*. Retrieved September 15 , 2007 <http://vnweb.hwwilsonweb>.

- Toole, Cecilla Marie. (2001, September) "Explaining Math Achievement by Examining Its Relationship to Ethnic Background, Gender , and Level of Formal Reasoning". *Dissertation Abstracts International*. 62(03): 953-A.
- Torrance, Paul E. (1962). *Guiding Creative Talent*. USA : Prentice-Hall, Inc.
- Tran, Ann Thi. (2001, August). Computer-Assisted Instruction in " the Math Connection." *Dissertation Abstracts International*. 39(40): 985.
- Van, Garderen D. (2006 : Nov – Dec). Spatial Visualization , Visual Imagery, and Mathematical Problem Solving of Students with Varying Abilities. *Dissertation Abstracts International*. 39(6): 496.
- Wikipedia, Encyclopedia. (2007). [Creativity]. Retrieved August 3 , 2007, from <http://www.google.com>.
- William, Kenneth M. (2003, March). "Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-solving Performance." *Mathematics Teacher*. 96(3): 185.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. ค่าความง่าย (PE) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า σ_i^2 และค่าความเชื่อมั่น(α - Coefficient) ของแบบทดสอบ วัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตาราง 10 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทาง
คณิตศาสตร์

ข้อ	ทักษะ/กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	ด้านการแก้ปัญหา	1	1	1	1
2		1	1	1	1
3		1	1	1	1
4		1	1	1	1
5	ด้านการให้เหตุผล	1	1	0	0.67
6		1	1	0	0.67
7		1	1	0	0.67
8		1	1	0	0.67
9	ด้านการสื่อสาร สื่อความหมายและ การนำเสนอ	1	1	1	1
10		1	1	1	1
11		1	1	1	1
12		1	1	1	1
13	ด้านการเชื่อมโยง	1	1	0	0.67
14		1	1	0	0.67
15		1	1	0	0.67
16		1	1	0	0.67
17	ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1	1	1	1
18		1	1	1	1
19		1	1	1	1
20		1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิง
เนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1

ตาราง 11 ค่าความง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	P_E	D
1	0.64	0.71
2	0.71	0.57
3	0.55	0.43
4	0.55	0.33
5	0.60	0.71
6	0.38	0.57
7	0.64	0.71
8	0.50	0.43
9	0.50	0.36
10	0.64	0.43

ตารางที่ 12 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า σ_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) ของแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	σ_i^2
1	98	370	0.96
2	72	196	0.39
3	79	237	0.50
4	83	261	0.53
5	59	155	1.10
6	65	175	0.86
7	62	144	0.95
8	66	174	0.66
9	92	314	0.43
10	85	287	1.03

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัดนัย โดยใช้สูตร
การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

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

จากตาราง จะได้ $n = 10$, $\sum \sigma_i^2 = 7.41$, $\sigma^2 = 23.5$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma^2} \right] \\ &= \frac{10}{10-1} \left[1 - \frac{6.71}{21.46} \right] \\ &= \frac{10}{9} [1 - 0.32] \\ &= \frac{10}{9} [0.68] \\ &= 0.76 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

1. คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดที่ 1 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้าน การแก้ปัญหา

2. คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดที่ 2 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้าน การให้เหตุผล

3. คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดที่ 3 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้าน การสื่อสาร
การสื่อความหมายและการนำเสนอ

4. คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดที่ 4 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้าน การเชื่อมโยง

5. คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดที่ 5 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้าน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

6. คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 13 คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการแก้ปัญหา

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (10 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (10 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)
1	8	9	17	8	9
2	8	8	18	10	8
3	10	9	19	9	8
4	10	9	20	10	9
5	9	8	21	10	10
6	10	9	22	8	8
7	8	9	23	8	9
8	9	8	24	8	8
9	8	9	25	10	10
10	8	9	26	9	8
11	9	8	27	10	9
12	8	9	28	8	9
13	8	8	29	10	9
14	10	9	30	8	8
15	8	9	31	8	8
16	10	9			

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

$$= \frac{275}{31}$$

$$= 88.71$$

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

$$= \frac{265}{31}$$

$$= 86.77$$

ตาราง 14 คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการให้เหตุผล

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (10 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (10 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)
1	10	10	17	10	8
2	10	10	18	10	9
3	10	9	19	8	10
4	8	9	20	9	10
5	9	9	21	10	9
6	10	10	22	10	10
7	10	8	23	10	9
8	10	10	24	8	10
9	10	10	25	10	10
10	10	8	26	10	9
11	10	9	27	10	1
12	8	10	28	10	10
13	10	10	29	10	10
14	8	10	30	8	8
15	8	8	31	10	8
16	9	10			

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

$$= \frac{293}{31} \times 100$$

$$= 94.52$$

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

$$= \frac{290}{31} \times 100$$

$$= 93.55$$

ตาราง 15 คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการสื่อสาร
สื่อความหมายและการนำเสนอ

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (10 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (10 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)
1	8	10	17	8	8
2	8	9	18	8	9
3	8	8	19	8	8
4	9	9	20	9	10
5	8	8	21	9	8
6	9	8	22	8	9
7	8	9	23	10	8
8	8	9	24	9	9
9	8	8	25	8	8
10	8	8	26	9	9
11	8	9	27	8	8
12	9	8	28	10	8
13	8	8	29	8	8
14	9	8	30	8	8
15	8	8	31	8	8
16	8	8			

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

$$= \frac{260}{31} \times 100$$

$$= 83.87$$

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

$$= \frac{261}{31} \times 100$$

$$= 84.19$$

ตาราง 16 คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการเชื่อมโยง

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (10 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (10 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)
1	9	9	17	8	8
2	8	8	18	8	8
3	9	8	19	8	9
4	8	8	20	9	10
5	9	9	21	8	9
6	8	8	22	8	10
7	8	9	23	9	8
8	8	8	24	8	8
9	8	8	25	9	8
10	9	9	26	8	8
11	8	8	27	9	9
12	9	9	28	9	9
13	8	8	29	8	9
14	8	9	30	8	8
15	8	9	31	8	8
16	9	8			

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

$$= \frac{259}{31} \times 100$$

$$= 83.55$$

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

$$= \frac{264}{31} \times 100$$

$$= 85.16$$

ตาราง 17 คะแนนการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชุดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านความคิดริเริ่ม
สร้างสรรค์

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (10 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (10 คะแนน)	แบบทดสอบ (10 คะแนน)
1	9	8	17	8	8
2	8	8	18	8	9
3	9	9	19	8	8
4	8	10	20	9	8
5	9	8	21	8	8
6	8	8	22	9	8
7	9	8	23	8	8
8	8	8	24	9	8
9	9	9	25	9	8
10	8	8	26	9	8
11	9	8	27	9	9
12	9	9	28	8	8
13	8	8	29	9	8
14	9	9	30	8	9
15	9	8	31	8	8
16	9	9			

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

$$= \frac{265}{31} \times 100$$

$$= 85.48$$

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

$$= \frac{258}{31} \times 100$$

$$= 83.23$$

ตาราง 18 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบ

วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คนที่	ก่อนเรียน (50 คะแนน)	หลังเรียน (50 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (50 คะแนน)	หลังเรียน (50 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	18	46	28	784	17	12	32	20	400
2	15	41	26	676	18	20	41	21	441
3	29	42	13	169	19	20	40	20	400
4	17	42	25	625	20	21	47	26	676
5	23	42	19	361	21	20	44	24	576
6	23	41	18	324	22	22	45	23	529
7	14	42	28	784	23	20	40	20	400
8	21	43	22	484	24	16	40	24	576
9	24	40	16	256	25	23	44	21	441
10	14	40	26	676	26	16	41	25	625
11	13	41	28	784	27	25	44	19	361
12	17	43	26	676	28	21	44	23	529
13	20	40	20	400	29	6	43	37	1369
14	20	45	25	625	30	13	38	25	625
15	18	40	22	484	31	16	31	15	225
16	15	44	29	841					

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

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

จาก $\sum D = 714$, $\sum D^2 = 17,122$, $(\sum D)^2 = 509,769$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{714}{\sqrt{\frac{31(17,122) - 509,769}{31-1}}} \\
 &= \frac{714}{\sqrt{\frac{530,782 - 509,769}{30}}} \\
 &= \frac{714}{\sqrt{\frac{21,013}{30}}} \\
 &= \frac{714}{26.47} \\
 &= 26.99
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.457 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 31 - 1 = 30$)

ภาคผนวก ค

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
: ด้านการแก้ปัญหา
2. ตัวอย่างชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
: ด้านการแก้ปัญหา

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค 33102) มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

: ด้านการแก้ปัญหา

โดย

นางสาวสนฤดี ศรีสวัสดิ์

นิสิตปริญญาโท สาขาการมัธยมศึกษา

(การสอนคณิตศาสตร์)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัส ค 33102 มัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการแก้ปัญหา

จำนวน 3 ชั่วโมง

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1.1.1 แสดงการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และนำไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

1.1.2 แสดงการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นและระบบสมการ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และนำไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

1.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

1.2.1. แก้ปัญหาได้

1.3 ด้านคุณลักษณะ : ปลูกฝังให้นักเรียนมีคุณลักษณะดังนี้

1.3.1. มีความรับผิดชอบ

1.3.2. มีระเบียบวินัย

1.3.3. ทำงานเป็นระบบ

2. สาระสำคัญ

การแก้ปัญหเป็นการหาคำตอบของปัญหานั้นๆ ซึ่งมีกระบวนการหรือวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับแต่ละปัญหา ส่วนใหญ่การแก้ปัญหานั้นทางคณิตศาสตร์ คำตอบที่ได้จะเป็นจำนวนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหานั้นมีวิธีการแก้ปัญหามากมายตามลักษณะเนื้อหา ซึ่งลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นส่วนใหญ่จะยึด 4 ขั้นตอน คือ

- | | | |
|--|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำความเข้าใจปัญหา 2. วางแผนการแก้ปัญหา 3. ดำเนินการแก้ปัญหา 4. ตรวจสอบผล | { | <p>โจทย์ถามอะไร</p> <p>โจทย์บอกอะไร</p> |
|--|---|---|

ขั้นที่สำคัญก็คือ **ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา** ซึ่งอาจจะใช้รูปภาพ แผนผัง ตารางประกอบ เพื่อให้มองเห็น แนวทางที่จะแก้ปัญหานั้นอย่างไร ประเด็นสำคัญ คือ เมื่ออ่านโจทย์ปัญหาแล้ว จะต้องรู้จักแยกแยะ วิเคราะห์ว่าอะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล การแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหานั้นๆ

3. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ขั้นศีล)

(เวลา 15 นาที)

ครูกล่าวถึงสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม 3-5 เหตุการณ์ เช่น ถามนักเรียนว่าได้เงินมาโรงเรียนวันละเท่าไร หรือวันนี้ ครูเติมน้ำมันรถยนต์ 500 บาท ได้น้ำมัน 17.24 ลิตร เพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงความสำคัญของ จำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม กับชีวิตประจำวัน จากนั้นให้นักเรียนเตรียมความพร้อม ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบทบทวนความรู้ที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ใช้เวลา 10 นาที หลังจากนั้น เฉลยคำตอบ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามปัญหาที่พบ พร้อมร่วมกันอภิปราย ใช้เวลา 5 นาที

ขั้นดำเนินกิจกรรม (ขั้นสมาธิ)

(เวลา 30 นาที)

ครูให้นักเรียนจับคู่ทำกิจกรรมฝึกทักษะที่ 1 เรื่อง สินธุราช เป็นกิจกรรมต่อเนื่อง มีปริศนาอยู่ 3 ข้อ ให้ใช้เวลา 30 นาที โดยนักเรียนนำความพร้อมจากขั้นศีล ด้วยการควบคุมสติให้ระลึกรู้และมีใจจดจ่ออยู่กับการปฏิบัติกิจกรรม โดยไม่สนใจสิ่งรบกวนทั้งภายในและภายนอก จนนักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะด้วยความรู้ความเข้าใจ ตามความเข้าใจในกฎเกณฑ์และความมุ่งหมายของสิ่งที่เกี่ยวข้อง ทำโดยมีการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ (ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะ ครูต้องคอยเดินดูนักเรียนว่าปฏิบัติตามอย่างไร พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ ตอบข้อซักถามของนักเรียนที่มีปัญหา)

ขั้นเสนอผลการอภิปราย (ขั้นปัญญา)

(เวลา 15 นาที)

เมื่อปฏิบัติกิจกรรมฝึกทักษะที่ 1 เรื่อง สินธุราช เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูสุ่มตัวแทนของนักเรียนแต่ละคู่นำเสนอ 4-5 คน อภิปรายผลที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมฝึกทักษะ นำผลที่เกิดขึ้นจากการคิดวิเคราะห์ อธิบายถึงการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคู่ พร้อมรับข้อเสนอแนะจากเพื่อนและครูผู้สอน ในข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติในกิจกรรมฝึกทักษะ

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ขั้นศีล)

(เวลา 15 นาที)

ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ให้นักเรียนพิจารณา เช่น สมมติแผนภาพซึ่งมีนกและมารวมกันอยู่ (โดยแทนหัวเป็นวงกลมและขาเป็นสี่เหลี่ยม) ให้นักเรียนนับหัวของนกและมารวมกันว่าได้กี่หัว และให้นับขาของสัตว์ทั้งสองชนิดว่ามีกี่ขา และให้นักเรียนหาว่ามีนกกี่ตัว มีม้ากี่ตัว ให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นว่าจะมีวิธีคิดอย่างไรได้บ้าง จากนั้นให้นักเรียนเตรียมความพร้อม โดยให้นักเรียนทำ

แบบทดสอบทบทวนความรู้ที่ 2 เรื่อง สมการเชิงเส้นและระบบสมการเชิงเส้น ใช้เวลา 10 นาที เมื่อ นักเรียนทำเสร็จแล้ว ครูเฉลยคำตอบและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในปัญหาที่พบ พร้อม ร่วมกันอภิปราย

ขั้นตอนกิจกรรม (ขั้นสมาธิ)

(เวลา 30 นาที)

ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มละ 4 คน ทำกิจกรรมฝึกทักษะที่ 2 ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ตอน ให้นักเรียนทำ ตอนที่ 1 ใช้เวลา 10 นาที ตอนที่ 2 ให้ทำเป็นรายบุคคล ใช้เวลา 20 นาที(เป็นแบบฝึกหัดระหว่างเรียน) โดยนักเรียนนำความพร้อมจากขั้นศีล ด้วยการควบคุมสติให้ระลึกรู้และมีใจจดจ่ออยู่กับการปฏิบัติ กิจกรรม โดยไม่สนใจสิ่งรบกวนทั้งภายในและภายนอก จนนักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะด้วยความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ตามความเข้าใจในกฎเกณฑ์และความมุ่งหมายของสิ่งที่เกี่ยวข้อง ทำโดยมีการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ (ในขณะที่นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ ครูต้อง คอยเดินดูนักเรียนว่าปฏิบัติงานอย่างไร พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ ตอบข้อซักถามของนักเรียนที่มี ปัญหา)

ขั้นเสนอผลการอภิปราย (ขั้นปัญญา)

(เวลา 15 นาที)

เมื่อปฏิบัติกิจกรรมฝึกทักษะที่ 2 ทั้ง 2 ตอน เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูสุ่มตัวแทนของแต่ละกลุ่ม นำเสนอ อภิปรายผลที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมฝึกทักษะ นำผลที่เกิดขึ้นจากการคิดวิเคราะห์ อธิบายถึงการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและวิธีการ แก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม พร้อมรับข้อเสนอแนะจากเพื่อนและครูผู้สอน ในข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น จากการปฏิบัติในกิจกรรมฝึกทักษะ

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ขั้นศีล)

(เวลา 10 นาที)

ครูสุ่มนักเรียนประมาณ 4-5 คน โดยยกตัวอย่างในชีวิตประจำวันแบบสั้น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ จำนวนเต็ม เศษส่วนหรือทศนิยม หรือเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นและระบบสมการเชิงเส้น เช่น คุณแม่ ซื้อแตงโมมา 1 ลูก แบ่งให้ลูก 3 คน ๆ ละเท่า ๆ กัน จะมีวิธีการแบ่งอย่างไร (เช่น แม่แบ่งแตงโม เป็น สามส่วนให้ลูกแต่ละคน ดังนั้นลูกจะได้แตงโมคนละ $\frac{1}{3}$ ลูก) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ ซักถามในปัญหาที่พบจากกิจกรรมฝึกทักษะ พร้อมร่วมกันอภิปราย

ขั้นตอนกิจกรรม (ขั้นสมาธิ)

(เวลา 20 นาที)

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะที่ 3 เป็นรายบุคคล ซึ่งมี 2 บทความใช้เวลาบทความละ 10 นาที โดยการนำความพร้อมจากขั้นศีล ด้วยการควบคุมสติให้ระลึกรู้และมีใจจดจ่ออยู่กับการปฏิบัติ กิจกรรม โดยไม่สนใจสิ่งรบกวนทั้งภายในและภายนอก จนนักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะด้วยความรู้ ความเข้าใจ ตามความเข้าใจในกฎเกณฑ์และความมุ่งหมายของสิ่งที่เกี่ยวข้อง ทำโดยมีการคิด

พิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ (ในขณะที่นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ ครูต้องคอยเดินดูนักเรียนว่าปฏิบัติงานอย่างไร พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ ตอบข้อซักถามของนักเรียนที่มีปัญหา)

ข้อเสนอผลการอภิปราย (ชั้นปัญญา)

(เวลา 30 นาที)

เมื่อปฏิบัติกิจกรรมฝึกทักษะที่ 3 เรียบร้อยแล้ว ส่งให้ครูเป็นผู้ตรวจ จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้ที่ 1 เป็นรายบุคคลใช้เวลา 20 นาที เมื่อนักเรียนทำเสร็จแล้วให้ส่งครูตรวจ เวลาที่เหลือเวลา 10 นาที ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ผลที่เกิดขึ้นจากการคิดวิเคราะห์ และปัญหาที่เกิดจากการทำกิจกรรมฝึกทักษะ

4. สื่อการเรียนการสอน

1. แบบทดสอบทบทวนความรู้ที่ 1 และ 2
2. กิจกรรมฝึกทักษะ 1, 2 และ 3
3. แบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้ที่ 1

5. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. ตรวจการทำกิจกรรมฝึกทักษะ	นักเรียนทำได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป	แบบฝึกทักษะ
2. ตรวจการทำแบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้	นักเรียนทำได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป	แบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้
3. สังเกตการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนได้คะแนนรวมร้อยละ 80 ขึ้นไป	1. แบบประเมินผลงานกลุ่ม 2. แบบประเมินคุณลักษณะ

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการสอน

.....

.....

.....

ปัญหาอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....ผู้สอน
(นางสาวสนฤดี ศรีสวัสดิ์)

แบบประเมินการทำงานกลุ่มของนักเรียน

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ - นามสกุล	รายการประเมิน															รวม	
		ทำงานเสร็จตรงเวลา			ความกระตือรือร้น			ตรวจสอบงาน			อภิปรายร่วมกัน			ความสำเร็จของงาน				
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0		
กลุ่ม :																		
1																		
2																		
3																		
กลุ่ม :																		
1																		
2																		
3																		
กลุ่ม :																		
1																		
2																		
3																		
กลุ่ม :																		
1																		
2																		
3																		
กลุ่ม :																		
1																		
2																		
3																		

ผู้ประเมิน

วันที่.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ทำงานเสร็จตรงเวลา หมายถึง นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามที่กำหนด

- 2 หมายถึง นักเรียนทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามที่กำหนดเวลา
- 1 หมายถึง นักเรียนบางคนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามที่กำหนดเวลา
- 0 หมายถึง นักเรียนทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่เสร็จตามที่กำหนดเวลา

ความกระตือรือร้น หมายถึง นักเรียนตั้งใจ ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง

- 2 หมายถึง นักเรียนทุกคนตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
- 1 หมายถึง นักเรียนบางคนตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
- 0 หมายถึง นักเรียนทุกคนไม่ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง

ตรวจสอบงาน หมายถึง นักเรียนทุกคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่ได้รับมอบหมาย

- 2 หมายถึง นักเรียนทุกคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่ได้รับมอบหมาย
- 1 หมายถึง นักเรียนบางคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่ได้รับมอบหมาย
- 0 หมายถึง นักเรียนทุกคนไม่ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่ได้รับมอบหมาย

อภิปรายร่วมกัน หมายถึง นักเรียนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม

- 2 หมายถึง นักเรียนทุกคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
- 1 หมายถึง นักเรียนบางคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
- 0 หมายถึง นักเรียนทุกคนไม่ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม

ความสำเร็จของงาน หมายถึง ผลของการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน

- 2 หมายถึง นักเรียนทุกคนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน
- 1 หมายถึง นักเรียนบางคนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน
- 0 หมายถึง นักเรียนทุกคนไม่ทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน

เกณฑ์การให้คะแนน

คุณลักษณะ มีความรับผิดชอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลานัดหมาย - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย เป็นระบบแก่ผู้อื่น และแนะนำชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติ
2 ดี	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด - ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ดักเตือนหรือให้กำลังใจ

คุณลักษณะ มีระเบียบวินัย

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- สมุดงาน ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	- สมุดงาน ชิ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	- สมุดงาน ชิ้นงาน ไม่ค่อยเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

คุณลักษณะ ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ - การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ดัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก - จัดเรียงลำดับความสำคัญ ก่อน-หลัง ถูกต้อง ครบถ้วน
2 ดี	- มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานมีไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง - จัดเรียงลำดับความสำคัญ ก่อน-หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	- ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข - ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ



ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ช่วงชั้นที่ 3 (ม. 1 - ม. 3)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ชุดที่ 1

การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

: ด้านการแก้ปัญหา



โรงเรียน

ชื่อ ชั้น ห้อง

คำชี้แจง

1. ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาชุดการเรียนรู้ที่ครูแจกให้คนละ 1 ชุด และปฏิบัติตามคำสั่งที่กำหนดไว้ หากนักเรียนมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจในส่วนใดสามารถถามครูได้ เมื่อหมดเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละครั้งให้นักเรียนส่งผลงาน
3. ให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกทักษะระหว่างเรียนและอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนเข้าใจ (กรณีนักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม) ครูเป็นผู้ตรวจความถูกต้องโดยสุ่มเรียกตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มตอบคำถามนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้ครบทั้งชุดแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้ที่ 1 ซึ่งคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนทำได้จะเป็นคะแนนเก็บระหว่างเรียนของนักเรียน



ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา

ชุดที่ 1 การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

: ด้านการแก้ปัญหา

เวลา 3 ชั่วโมง

คำอธิบาย

ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา ชุดที่ 1 การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. แบบทดสอบทบทวนความรู้ ประกอบด้วย

1.1 แบบทดสอบทบทวนความรู้ที่ 1 เรื่องจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม
จำนวน 15 ข้อ (ใช้เวลา 10 นาที)

1.2 แบบทดสอบทบทวนความรู้ที่ 2 เรื่องสมการเชิงเส้นและระบบสมการเชิงเส้น
จำนวน 10 ข้อ (ใช้เวลา 10 นาที)

แบบทดสอบทบทวนความรู้ให้นักเรียนทำด้วยตัวเองเป็นรายบุคคล เวลา 5 นาที
หลังจากทำแบบทดสอบทบทวนความรู้ ครูผู้สอนชี้แนะข้อถูกผิด พร้อมอธิบายข้อสงสัย

2. กิจกรรมฝึกทักษะ ประกอบด้วย

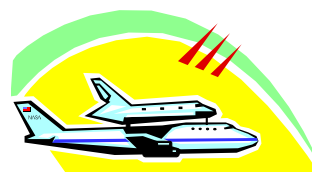
2.1 กิจกรรมฝึกทักษะที่ 1 (ใช้เวลา 30 นาที)

2.2 กิจกรรมฝึกทักษะที่ 2 (ใช้เวลา 30 นาที)

2.3 กิจกรรมฝึกทักษะที่ 3 (ใช้เวลา 20 นาที)

นักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะตามที่กำหนด โดยการนำความรู้ ประสบการณ์ของนักเรียนที่มีอยู่จากการเรียนคณิตศาสตร์และจากแบบทดสอบทบทวนความรู้มาช่วยในการแก้ปัญหาจากแบบฝึกทักษะ (ในขณะที่นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ ครูต้องคอยเดินดูนักเรียนว่าปฏิบัติงานอย่างไร พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ ตอบข้อซักถามของนักเรียนที่มีปัญหา)

3. แบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนประเมินความรู้ความสามารถของตนเอง
หลังจากใช้ชุดการเรียนรู้ (ใช้เวลา 20 นาที)



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1.1.1 แสดงการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และนำไปประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

1.2.1. แก้ปัญหาได้

3. ด้านคุณลักษณะ : ปลุกฝังให้นักเรียนมีคุณลักษณะดังนี้

1.3.1. มีความรับผิดชอบ

1.3.2. มีระเบียบวินัย

1.3.3. ทำงานเป็นระบบ

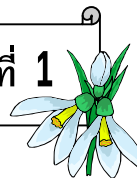
ระยะเวลา 3 ชั่วโมง

สื่อการเรียนรู้ ชุดการเรียนรู้ที่ 1 การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบทบทวนความรู้ที่ 1 และ 2
2. กิจกรรมฝึกทักษะ 1, 2 และ 3
3. แบบทดสอบประชุดการเรียนรู้ที่ 1



แบบทดสอบทบทวนความรู้ที่ 1



จำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม

ใช้เวลา 10 นาที

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. “การลบมีสมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม” ข้อความนี้ ถูกหรือผิด
2. สมบัติการคูณของจำนวนเต็มคือ
3. ถ้า $a+5=9$ แล้ว $(a+5)+3=$
4. $1\frac{7}{8}$ เป็นเศษส่วนประเภทใด.....
5. เขียนตัวเลขแทนจำนวนที่อยู่ในรูปการกระจายต่อไปนี้
 $(4 \times 10^2) + (3 \times \frac{1}{10}) + (7 \times \frac{1}{10^3}) + (6 \times \frac{1}{10^4}) =$
6. ข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิด $-0.0003 > -0.03$
7. เรียงลำดับจำนวนที่กำหนดให้จากน้อยไปมาก $-28.1, -2.81, -0.281$

8. $(-4.23) + 1.17$ มีค่าเท่ากับ
9. จงเติมเครื่องหมาย $>, <$ หรือ $=$ ในช่องว่างระหว่างจำนวน (-18.009) (-18.900)
10. ค.ร.น. ของ 3, 7 และ 9 คือ
11. จงเรียงลำดับเศษส่วนต่อไปนี้จากมากไปน้อย $-\frac{2}{3}, -\frac{3}{4}, -\frac{1}{2}$.

12. จงหาเศษส่วนที่เท่ากับ กับเศษส่วนที่กำหนดให้อีก 3 จำนวน $\frac{2}{3}, \dots, \dots, \dots$
13. ถ้า $\frac{7}{12}$ เท่ากับ $\frac{\Delta}{60}$ แล้ว Δ คือจำนวนใด.....
14. 0.72 เขียนในรูปเศษส่วนได้เป็น
15. จงหาผลหาร (-9) ด้วย $\frac{3}{2}$





กิจกรรมฝึกทักษะที่ 1

ให้นักเรียนอ่านบทความที่กำหนด แล้วตอบคำถาม

ใช้เวลา 30 นาที

สินุราช

สินุราช เรียนวิชากับพระฤๅษี เมื่อจบหลักสูตร ก่อนกลับ พระฤๅษีมอบมอบให้หนึ่งใบ แต่มีเงื่อนไขว่าต้องทำการแก้ปริศนาก่อนจึงจะเปิดได้ และยังกำชับอีกว่าอย่าเปิดจนกว่าจะถึงเมือง สินุราชรับปากกับพระฤๅษีว่าจะไม่เปิดจนกว่าจะถึงเมือง แต่ด้วยความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น จึงเปิดผอบระหว่างทางกลับเมือง แต่ไม่สามารถเปิดผอบได้เนื่องจากสินุราชยังไม่ได้แก้ปริศนาที่พระฤๅษีให้ไว้ สินุราชจึงทำการแก้ปริศนา เมื่อสินุราชทำการแก้ปริศนาเรียบร้อยแล้ว จึงเปิดผอบพบนางแก้วมณฑา ยักษ์มาพบจึงลักพานางไป สินุราชเสียใจกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นอย่างยิ่ง จึงนึกถึงคำของพระฤๅษีที่ให้สินุราชเปิดผอบเมื่อถึงเมือง จากนั้นสินุราชจึงต้องต่อสู้กับยักษ์กว่าจะได้นางแก้วมณฑากลับมาและสมหวังในที่สุด สินุราชจึงจดจำคำสั่งสอนของพระฤๅษีตั้งแต่บัดนั้นมา



นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

สินุราชมีลักษณะนิสัยอย่างไร

.....

การกระทำของสินุราชถือว่าผิดศีลในข้อใด.....

.....

ถ้านักเรียนเป็นสินุราชนักเรียนจะอย่างไร

.....

.....

ปริศนาข้อที่ 2 จงหาผลลัพธ์ของ $\frac{7}{8} - \left\{ \left(\frac{5}{6} + \frac{7}{12} \right) \div 17 \right\}$



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปริศนาข้อที่ 3 สินธุราชต้องการเลี้ยงโคนมเพื่อจะได้ให้น้ำนมไว้แจกชาวบ้านที่ผ่านไปมา พระฤาษีจึงปลุกเสกโคนมให้สินธุราชเลี้ยงไว้ 30 ตัว และสามารถให้น้ำนมได้ 90 ถังในเวลา 2 วัน จากวันมที่มีอยู่ แต่เนื่องจากในบางครั้งไม่เพียงพอกับการแจกให้แก่ชาวบ้าน สินธุราชจึงต้องการน้ำนมเพิ่มมากขึ้น สินธุราชจึงนำเรื่องไปปรึกษาพระฤาษี จึงได้โคนมเพิ่มอีก 20 ตัว ถ้าโคนมทุกตัวให้น้ำนมต่อวันเท่ากัน โคนมจะต้องใช้เวลากี่วันจึงจะให้น้ำนมได้ 300 ถังพอดี

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา : สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

.....

: สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

.....

.....

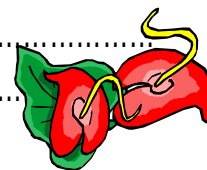
.....

.....

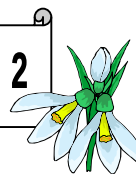
.....

.....

.....



แบบทดสอบทบทวนความรู้ที่ 2



สมการเชิงเส้นและระบบสมการเชิงเส้น

เวลา 10 นาที

ให้นักเรียนเติมข้อความที่เหมาะสมในช่องว่าง

1. สมการคือประโยคสัญลักษณ์ที่แสดงการเท่ากันของจำนวนสองจำนวน โดยใช้เครื่องหมาย ระหว่างจำนวนสองจำนวน.
2. ถ้า $m = n + 5$ แล้ว $m - 5 = n$ เป็นไปตามสมบัติ.....
3. สมการต่อไปนี้เป็นจริงหรือเท็จ $3 + 15 = 20$
4. สมการต่อไปนี้เป็นจริงหรือเท็จ $x + 15 = 20$
5. $x + 15 = 32$ จำนวนที่ใช้แทน x แล้วได้สมการที่เป็นจริงคือ.....
6. $9 + \square = 8 + 7$ จำนวนที่ใช้แทน $\square$ แล้วได้สมการที่เป็นจริงคือ.....
7. จากสมการ $8(2+3a) = 40$ จะใช้สมบัติใดเป็นลำดับแรกในการหาคำตอบ.....
8. การแก้ปัญหาโจทย์สมการต้องทำสิ่งใดเป็นลำดับแรก.....
9. “ $3xy = 5$ เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร” ข้อความข้างต้นเป็นจริงหรือเท็จ.....
10. กราฟของ $y = -5$ มีลักษณะ.....





กิจกรรมฝึกทักษะที่ 2

ให้นักเรียนอ่านบทความที่กำหนด แล้วตอบคำถาม

ใช้เวลา 30 นาที

โดยแบ่งเป็น ตอนที่ 1 มดง่ามกับจ๊กจั่น ใช้เวลา 10 นาที

ตอนที่ 2 คุณย่าผจญภัย ใช้เวลา 20 นาที (แบบฝึกทักษะระหว่างเรียน)

ตอนที่ 1

มดง่ามกับจ๊กจั่น

(เวลา 10 นาที)

ในฤดูฝน จ๊กจั่นตัวหนึ่งผอมโซมากเพราะความเกียจคร้านของตัวเอง มดง่ามซึ่งเป็นผู้ที่ขยันขันแข็งเก็บสะสมอาหารที่หามาได้ในช่วงฤดูร้อนโดยเก็บไว้ในตู้เซฟเพื่อความปลอดภัย จ๊กจั่นเห็นว่ามดง่ามมีอาหารเก็บไว้มากจึงมาขออาหาร แต่มดง่ามไม่ยอมให้อาหารจ๊กจั่นตัวนั้นเพราะต้องการให้จ๊กจั่นรู้จักช่วยเหลือตนเองก่อนแล้วค่อยขอความช่วยเหลือจากผู้อื่น และคิดว่าเมื่อจ๊กจั่นทำจนสุดความสามารถแล้วก็จะแบ่งอาหารของตนให้จ๊กจั่นภายหลัง แต่จ๊กจั่นไม่เข้าใจความคิดของมดง่ามจึงโกรธ และคิดขโมยอาหารของมดง่ามขณะที่ออกไปหาอาหาร จ๊กจั่นจึงตรงเข้าเปิดตู้เซฟของมดง่าม พบว่ามดง่ามตั้งรหัสผ่านเอาไว้ จ๊กจั่นแก้รหัสผ่านตู้เซฟได้ถูกต้อง จึงขโมยอาหารออกจากตู้เซฟได้โดยง่าย แต่ก็ไปไม่พ้นรังของมดง่าม เพราะมดง่ามกลับจากหาอาหารก่อนเวลา จ๊กจั่นจึงถูกมดง่ามจับได้โดยง่าย มดง่ามจึงนำจ๊กจั่นไปฝากไว้กับพระธุดงค์ในป่าให้อบรมสั่งสอน ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา จ๊กจั่นจึงจำศีลอยู่ในป่า

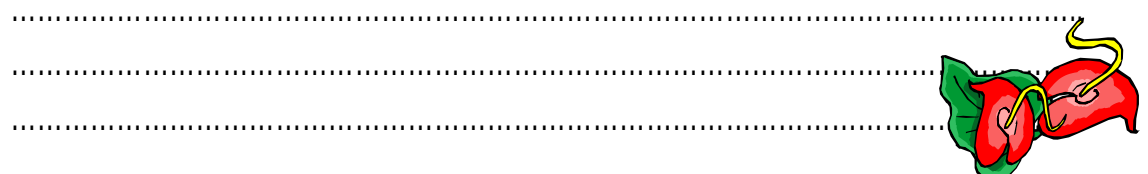
จากเหตุการณ์ดังกล่าว

จ๊กจั่นมีพฤติกรรมเป็นอย่างไร

มดง่ามมีพฤติกรรมเป็นอย่างไร

จ๊กจั่นประพฤติดีดศลในข้อใด.....

ถ้านักเรียนเป็นจ๊กจั่นจะทำอย่างไร



รหัสผ่านตู้เซฟของมดง่ามคือ

รหัสผ่าน ตัวที่ 1 หาค่า X จากสมการ $5 - 4(x - 3) = x - 2(x - 1)$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รหัสผ่าน ตัวที่ 2 หาค่า X จากสมการ $\frac{2x-1}{3} - \frac{4x-2}{4} = \frac{4-x}{6} + \frac{2-3x}{4}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

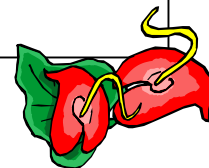
ดังนั้นจะได้ว่า รหัสผ่านตัวที่ 1 คือ.....และตัวที่ 2 คือ

ตอนที่ 2

คุณย่าผจญภัย

(เวลา 20 นาที)

กาลครั้งหนึ่งมีคุณย่ากับหลานอาศัยอยู่ด้วยกัน คุณย่าบอกว่าท่านนะแก่แล้ว “อีก 10 ปี ข้างหน้าก็จะมีอายุเป็น 3 เท่าของอายุหลาน ปัจจุบันนี้หลานอายุ 18 ปี “ ท่านชอบฟังธรรม เข้า วัดรักษาศีลอยู่เป็นประจำ คุณย่าอยู่กับหลานอย่างมีความสุข และมีสัตว์เลี้ยงแสนรักอยู่สองชนิด คือ ไก่แจ้สีทองและแมวลายเสือ สัตว์ทั้งสองชนิดที่คุณย่าเลี้ยงไว้ “เมื่อนับอายุของไก่แจ้สีทองและแมวลายเสือพบว่าจำนวนขาแมวลายเสือมากกว่าจำนวนหัวไก่แจ้สีทองอยู่ 42 ” ต่อมาคุณย่าสามารถเรียนรู้ภาษาสัตว์ อยู่มาวันหนึ่งจึงได้รู้ว่ามิโจรนำสมบัติไปซ่อนไว้และได้จับหลานของตัวเองเป็นตัวประกัน คุณยายกับ ไก่แจ้สีทองและแมวลายเสือ ได้เข้าไปช่วยคุณย่าให้หาสมบัติที่โจรนำไปซ่อนไว้ ทั้งยังช่วยชีวิตหลานรักให้ปลอดภัยจากการถูกจับเป็นตัวประกัน คุณย่าพบสมบัติมากมายของโจรและยังพบอีกว่าสมุนของโจรได้ดื่มสุราเถื่อนไว้ดื่มเองและมอมเมาชาวบ้านในละแวกนั้นจนติดงอมแงม คุณย่าได้ประจันหน้ากับโจรอย่างจัง แต่คุณย่าก็ไม่กลัว เพราะคุณย่านึกถึงความดีที่ได้สั่งสมมา คุณย่าจึงได้ใช้หลักธรรมคำสอนของพุทธศาสนาสั่งสอนให้โจรได้รู้สำนึกรู้ผิดชอบชั่วดีและกลับใจมาเป็นคนดีได้อย่างอัศจรรย์ โจรจึงนำสมบัติที่มีอยู่ไปแจกจ่ายชาวบ้านที่ยากจน และนำไปถวายวัด อุทิศส่วนกุศลให้กับเจ้ากรรมนายเวรที่ตนได้กระทำไว้ และตนเองเก็บไว้ 27 บาท ซึ่งมีทั้งเหรียญสิบห้าสตางค์และเหรียญห้าสิบสตางค์ เขานั่งนับเหรียญพบว่าเหรียญสิบห้าสตางค์ มากกว่าเหรียญห้าสิบสตางค์อยู่ 18 เหรียญ ชาวบ้านจึงอยู่กันอย่างสงบสุขตั้งแต่นั้นมา



จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

คุณย่ามีลักษณะนิสัยเป็นอย่างไร

.....

การกระทำโจรและสมุนประพาศิติดีในข้อใด.....

.....

.....

นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับเรื่องคุณย่าผจญภัย

.....

.....

.....

อยากรทราบว่าปัจจุบันคุณย่ามีอายุเท่าไร

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา : สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

.....

: สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

.....

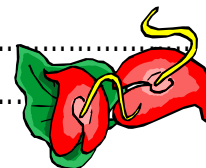
ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

.....



อยากทราบว่าคุณย่าเลี้ยงไก่แจ้สีทองและแมวลายเสือไว้อย่างละกี่ตัว (5 คะแนน)

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา : สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

.....

: สิ่ง โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

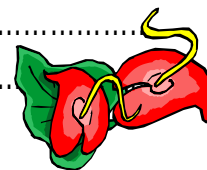
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....



อยากรบว่าเงินที่โจรเก็บนั้นมีเหรียญยี่สิบห้าสตางค์และเหรียญห้าสิบสตางค์อย่างละกี่เหรียญ (5 คะแนน)

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา : สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

.....

: สิ่ง โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

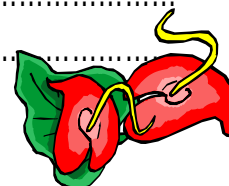
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....





กิจกรรมฝึกทักษะที่ 3



ให้นักเรียนอ่านบทความที่กำหนด แล้วตอบคำถาม

ใช้เวลา 10 นาที

ปรากฏที่ตั้งวงดื่มสุรากับเพื่อน ๆ ได้อย่างสนุกสนานหลังจากเลิกงาน และปฏิบัติกันอย่างนี้เป็นประจำทุกวัน อยู่มาวันหนึ่งปรากฏได้ตั้งคำถามขึ้นมาให้เพื่อน ๆ ในวงสุราเป็นผู้ตอบ ถ้าใครตอบได้เขาจะมีรางวัลให้เป็นสุรา 1 แบน โดยมีคำถามอยู่ว่า “เมื่อสองปีที่แล้ว ปรากฏมีอายุเป็น 6 เท่าของอายุของบุตรชายของเขา อีก 18 ปีข้างหน้า ปรากฏก็จะมียุเป็น 2 เท่าของอายุของบุตรชายของเขา ปัจจุบันปรากฏและบุตรอายุเท่าไร” เพื่อน ๆ จึงช่วยกันคิดเพราะอยากได้รางวัลจากปรากฏ แต่วันหนึ่งปรากฏต้องโดนให้พักงานเนื่องจากทำงานผิดพลาดจนทำให้บริษัทเกิดความเสียหายเนื่องจากการเมาสุราค้าง เพื่อนที่เคยมีมากมายก็ไม่มีใครเหลียวแล ไม่มีแม้แต่กำลังใจ ปรากฏนั่งคิดถึงการทำที่ผ่านมาของตนเอง จึงตั้งใจอย่างแน่วแน่ว่าจะเลิกดื่มสุราโดยเด็ดขาดและตั้งใจทำงาน ปรากฏจึงขอโอกาสผู้จัดการทำงานแก้ตัวจากสิ่งที่ทำผิดพลาด ผู้จัดการได้ให้อีกครั้ง ปรากฏสามารถทำงานได้ดีจนเป็นที่น่าพอใจของผู้จัดการและได้กลับมาทำงานเหมือนเดิมอีกครั้ง ปรากฏตั้งใจและขยันทำงานตามที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ จึงทำให้ได้รับรางวัลเป็นพนักงานดีเด่นประจำปี 2550

ปัจจุบันปรากฏและบุตรอายุเท่าไร

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา : สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

.....

: สิ่ง โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

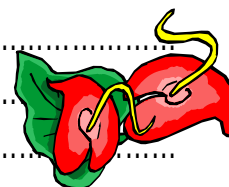
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....



จากเรื่องราวที่กล่าวมาข้างต้น

ปราการและเพื่อน ๆ กำลังประพาศติผิดในศีลข้อใด

.....

.....

เพื่อน ๆ ของปราการเป็นคนอย่างไร

.....

.....

ถ้านักเรียนเป็นปราการจะอย่างไรกับเพื่อน ๆ

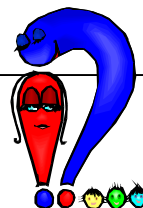
.....

.....

ให้นักเรียนอ่านบทความที่กำหนด แล้วตอบคำถาม

ใช้เวลา 10 นาที

ชนะชัยจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แต่ต้องการหาเงินเพื่อเก็บเป็นทุนในการศึกษาต่อระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงออกหางานทำในช่วงปิดเทอมและพบกับผู้รับเหมาก่อสร้างจึงเข้าไปสมัครงาน แต่ถูกปฏิเสธว่าเด็กเกินไปเกรงว่าจะทำไม่ไหว แต่ชนะชัยก็ไม่ย่อท้อพยายามอ้อนวอนผู้รับเหมา ผู้รับเหมาจึงนึกขึ้นมาได้ว่ามีงานอยู่ชิ้นหนึ่งที่ชนะชัยน่าจะทำได้ จึงให้ชนะชัยคำนวณว่า “งานชิ้นหนึ่ง ผู้ใหญ่ 2 คน และเด็ก 5 คน ช่วยกันทำงาน 6 วันแล้วเสร็จ แต่ให้ผู้ใหญ่ 5 คนและเด็ก 7 คน ช่วยกันทำงาน 3 วันแล้วเสร็จ และ ถ้าผู้ใหญ่ 9 คน และ เด็ก 6 คน ทำงานจำนวนเดียวกันนั้น ก็วันก็จะแล้วเสร็จ” ถ้าชนะชัยคำนวณได้ จึงจะให้เขาทำงานชิ้นนี้ทันที ชนะชัยใช้เวลาเพียงไม่กี่นาทีก็สามารถหาคำตอบให้กับผู้รับเหมาได้ และชนะชัยก็ได้ทำงานตามที่ผู้รับเหมารับปากเอาไว้ จึงทำให้ชนะชัยมีเงินเก็บไว้เป็นทุนการศึกษา



ชนะชัยได้คำตอบดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา : สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

.....

: สิ่ง โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....

จากเรื่องราวที่กล่าวมาข้างต้น

ชะงะชัยมีลักษณะนิสัยอย่างไร

.....

.....

การกระทำของผู้รับเหมาถือว่าประพฤติตามศีลข้อใด

.....

.....

.

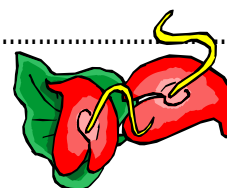
ถ้านักเรียนเป็นชะงะชัย จะทำอะไรในช่วงเปิดเทอม

.....

.....

.....

.....



แบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้ที่ 1

ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ด้านการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เวลา 20 นาที

1. จงหาค่า X จากสมการ $\frac{1}{x-10} - \frac{1}{x-5} = \frac{1}{x-7} - \frac{1}{x-2}$

[illegible]

2. ส้มจุกชื้อปากกา 5 ด้าม และดินสอ 9 แท่ง ราคารวมกัน 52 บาท ส้มจุกชื้อปากกาและดินสอแบบเดียวกันแต่ชื้อ ปากกา 6 ด้าม และดินสอ 7 แท่ง ราคารวมกันเท่ากับ 51 บาท ส้มจุกกับส้มจุกชื้อปากกาและดินสอมาราคาแต่ละแท่งเท่าไร

[illegible]

เฉลยแบบทดสอบประจำชุดการเรียนรู้ที่ 1

1. จงหาค่า X จากสมการ $\frac{1}{x-10} - \frac{1}{x-5} = \frac{1}{x-7} - \frac{1}{x-2}$

จากสมการ $\frac{1}{x-10} - \frac{1}{x-5} = \frac{1}{x-7} - \frac{1}{x-2}$

หา ค.ร.น. ทั้งสองข้างของสมการ จะได้

$$\frac{(x-5)-(x-10)}{(x-10)(x-5)} = \frac{(x-2)-(x-7)}{(x-7)(x-2)}$$

$$\frac{5}{(x-10)(x-5)} = \frac{5}{(x-7)(x-2)} \quad (1 \text{ คะแนน})$$

นำ $\frac{1}{5}$ คูณทั้งสองข้างของสมการ

$$\frac{1}{5} \times \frac{5}{(x-10)(x-5)} = \frac{1}{5} \times \frac{5}{(x-7)(x-2)}$$

$$\frac{1}{(x-10)(x-5)} = \frac{1}{(x-7)(x-2)} \quad (1 \text{ คะแนน})$$

$$\begin{aligned} (x-7)(x-2) &= (x-10)(x-5) \\ x^2 - 9x + 14 &= x^2 - 15x + 50 \end{aligned} \quad (1 \text{ คะแนน})$$

$$6x = 36$$

$$x = 6 \quad (1 \text{ คะแนน})$$

ตรวจคำตอบ แทนค่า X ในสมการด้วย 6 จะได้

$$\frac{1}{6-10} - \frac{1}{6-5} = \frac{1}{6-7} - \frac{1}{6-2}$$

$$\frac{1}{-4} - \frac{1}{1} = \frac{1}{-1} - \frac{1}{4}$$

$$-\frac{1}{4} - 1 = -1 - \frac{1}{4}$$

$$-\frac{5}{4} = -\frac{5}{4}$$

} 1 คะแนน

ดังนั้นคำตอบของสมการ คือ 6

2. ส้มจุกซื้อปากกา 5 ด้าม และดินสอ 9 แท่ง ราคารวมกัน 52 บาท ส้มจุกซื้อปากกาและดินสอแบบเดียวกันแต่ซื้อ ปากกา 6 ด้าม และดินสอ 7 แท่ง ราคารวมกันเท่ากับ 51 บาท ส้มจุกกับส้มจุกซื้อปากกาและดินสอมาราคาแต่ละ แท่งเท่าไร

สมมติให้ ปากการาคาด้ามละ x บาท

และ ดินสอราคาแท่งละ y บาท

ส้มจุกซื้อปากกา 5 ด้าม และดินสอ 9 แท่ง ราคารวมกัน 52 บาท

เขียนเป็นสมการได้ คือ $5x + 9y = 52$ ----- ① (1 คะแนน)

ส้มจุกซื้อปากกา 6 ด้าม และดินสอ 7 แท่ง ราคารวมกัน 51 บาท

เขียนเป็นสมการได้ คือ $6x + 7y = 51$ ----- ② (1 คะแนน)

แก้สมการ ทั้งสอง จะได้

$$\textcircled{1} \times 6 ; \quad 30x + 54y = 312 \quad \text{-----} \textcircled{3}$$

$$\textcircled{2} \times 5 ; \quad 30x + 35y = 255 \quad \text{-----} \textcircled{4}$$

$$\textcircled{3} - \textcircled{4} ; \quad 19y = 57 \quad \text{-----} \textcircled{5}$$

$$y = 3 \quad (1 \text{ คะแนน})$$

แทนค่า y ใน ① ด้วย 3 ; จะได้

$$5x + 9(3) = 52$$

$$5x + 27 = 52$$

$$5x = 52 - 27$$

$$5x = 25$$

$$x = 5 \quad (1 \text{ คะแนน})$$

ดังนั้น ปากการาคาด้ามละ 5 บาท

และ ดินสอราคาแท่งละ 3 บาท (1 คะแนน)

ภาคผนวก ง

- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อคำถามทั้งหมด 10 ข้อ แบ่งเป็น
 - 1.1 ทักษะการแก้ปัญหา 2 ข้อ
 - 1.2 ทักษะการให้เหตุผล 2 ข้อ
 - 1.3 ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ 2 ข้อ
 - 1.4 ทักษะการเชื่อมโยง 2 ข้อ
 - 1.5 ทักษะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 2 ข้อ
2. ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด ลงในกระดาษเขียนตอบ
3. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงแบบทดสอบ
4. เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและส่งกระดาษเขียนตอบ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ

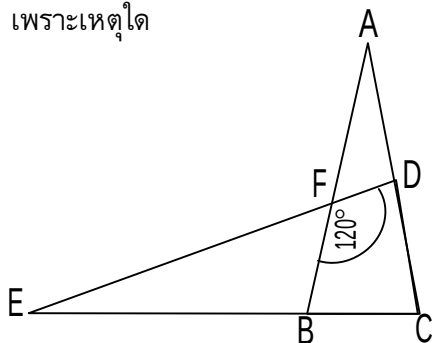
คะแนนเต็ม 50 คะแนน

ใช้เวลา 90 นาที

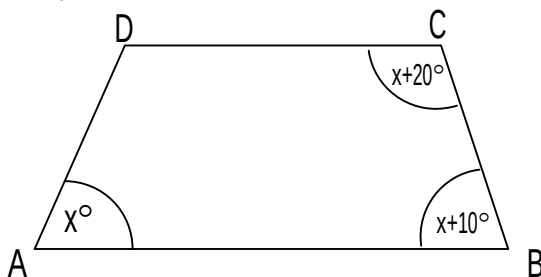
1. หนูพลอยมีแอปเปิ้ล 187 ผล และส้ม 36 ผล เมื่อแบ่งแอปเปิ้ลให้เด็กกลุ่มหนึ่งสามารถแบ่งให้แต่ละคนได้เท่ากันพอดี แต่เมื่อแบ่งส้มให้กับทุกคนเท่าๆ กัน ปรากฏว่าเหลือส้ม 2 ผล จงหาว่าเด็กกลุ่มนี้มีทั้งหมดกี่คน แต่ละคนได้รับแอปเปิ้ลกี่ผล

2. ผู้ใหญ่ 2 คน กับเด็ก 5 คน ทำงานชิ้นหนึ่งเสร็จใน 4 วัน แต่ถ้าให้ผู้ใหญ่ 3 คน กับเด็ก 4 คน ทำงานแบบเดียวกันนั้น จะเสร็จในเวลา 3 วัน ถ้าผู้ใหญ่คนเดียวจะทำงานเสร็จในกี่วัน

3. จากรูป กำหนดให้ $AB = AC$ และ $ED = EC$ ถ้าสรุปว่า $\triangle ACE$ มีขนาด 70 องศา นักเรียนคิดว่า ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด



4. จากรูปที่กำหนด ถ้า $\overline{AB}$ ขนานกับ $\overline{CD}$ แล้ว นักเรียนคิดว่ามุมที่ใหญ่ที่สุดเป็นมุมใด และมีขนาดเท่าไร เพราะเหตุใด



5. จงหาคู่อันดับ (x, y) ที่เป็นคำตอบของสมการ $3x + 2y = 17$ และ $x - y = 4$ (ใช้วิธีวาดกราฟ)

6. หมู่บ้านแห่งหนึ่งสำรวจว่าในแต่ละครอบครัวมีผู้ชายกี่คน ในหมู่บ้านมีทั้งหมด 16 ครอบครัว แต่ละครอบครัวมีสมาชิก 4 คน เท่ากันทุกครอบครัว ในการบันทึกครั้งนี้ใช้

ช แทน สมาชิกผู้ชาย

ญ แทน สมาชิกผู้หญิง

ปรากฏผลสำรวจดังนี้

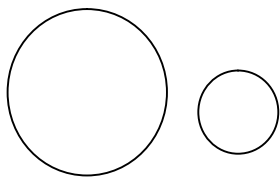
ชชญญ	ญชญช	ชชชญ	ชชญญ	ชญชช	
ชญชช	ชญญญ	ชชชช	ญญญญ	ชชญช	
ชญชญ	ญญญช	ชชญญ	ชญญญ	ญญญช	ญญชช

จงเขียนตารางแสดงจำนวนครอบครัวจำแนกตามจำนวนสมาชิกในครอบครัวที่เป็นผู้ชาย

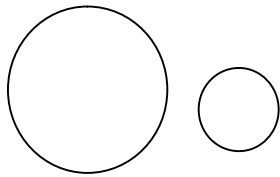
7. ถังน้ำทรงกระบอกมีปริมาตร 462 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าทำให้ระดับน้ำลดลง 3 เซนติเมตร ถังน้ำทรงกระบอกมีรัศมียาวกี่เซนติเมตร (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)

8. แม่ค้าซื้อฝรั่งผลใหญ่มาราคากิโลกรัมละ 12 บาท และผลขนาดกลางมาราคากิโลกรัมละ 8 บาท นำมาชั่งรวมกันได้ 20 กิโลกรัม ขายไปในราคาเดียวกัน คือ กิโลกรัมละ 15 บาท ปรากฏว่าได้กำไร 100 บาทพอดี แม่ค้าซื้อฝรั่งผลใหญ่มากี่กิโลกรัม

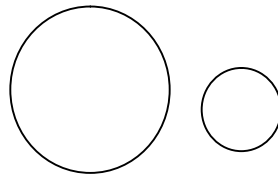
9. กำหนดรูปวงกลม 2 รูป ให้นักเรียนประกอบภาพ โดยใช้รูปเรขาคณิตนำมาประกอบร่วมกัน พร้อมบอกชื่อภาพ และประกอบให้ได้มากที่สุด



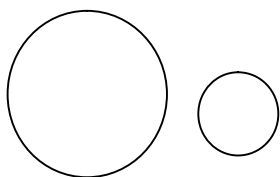
ชื่อภาพ.....



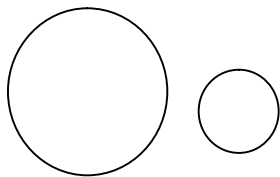
ชื่อภาพ.....



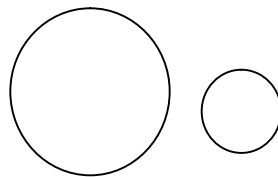
ชื่อภาพ.....



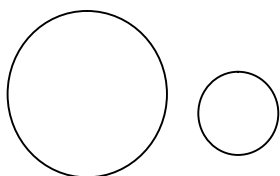
ชื่อภาพ.....



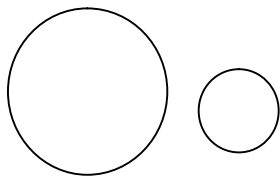
ชื่อภาพ.....



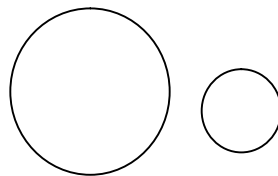
ชื่อภาพ.....



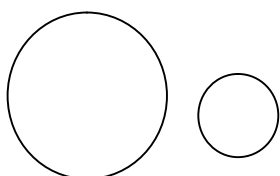
ชื่อภาพ.....



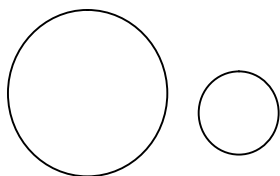
ชื่อภาพ.....



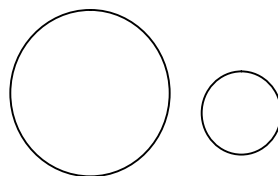
ชื่อภาพ.....



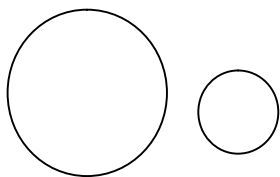
ชื่อภาพ.....



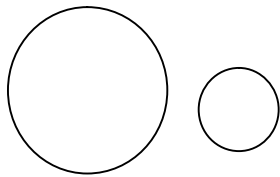
ชื่อภาพ.....



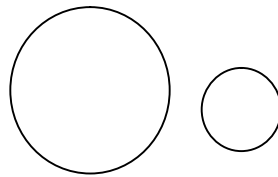
ชื่อภาพ.....



ชื่อภาพ.....

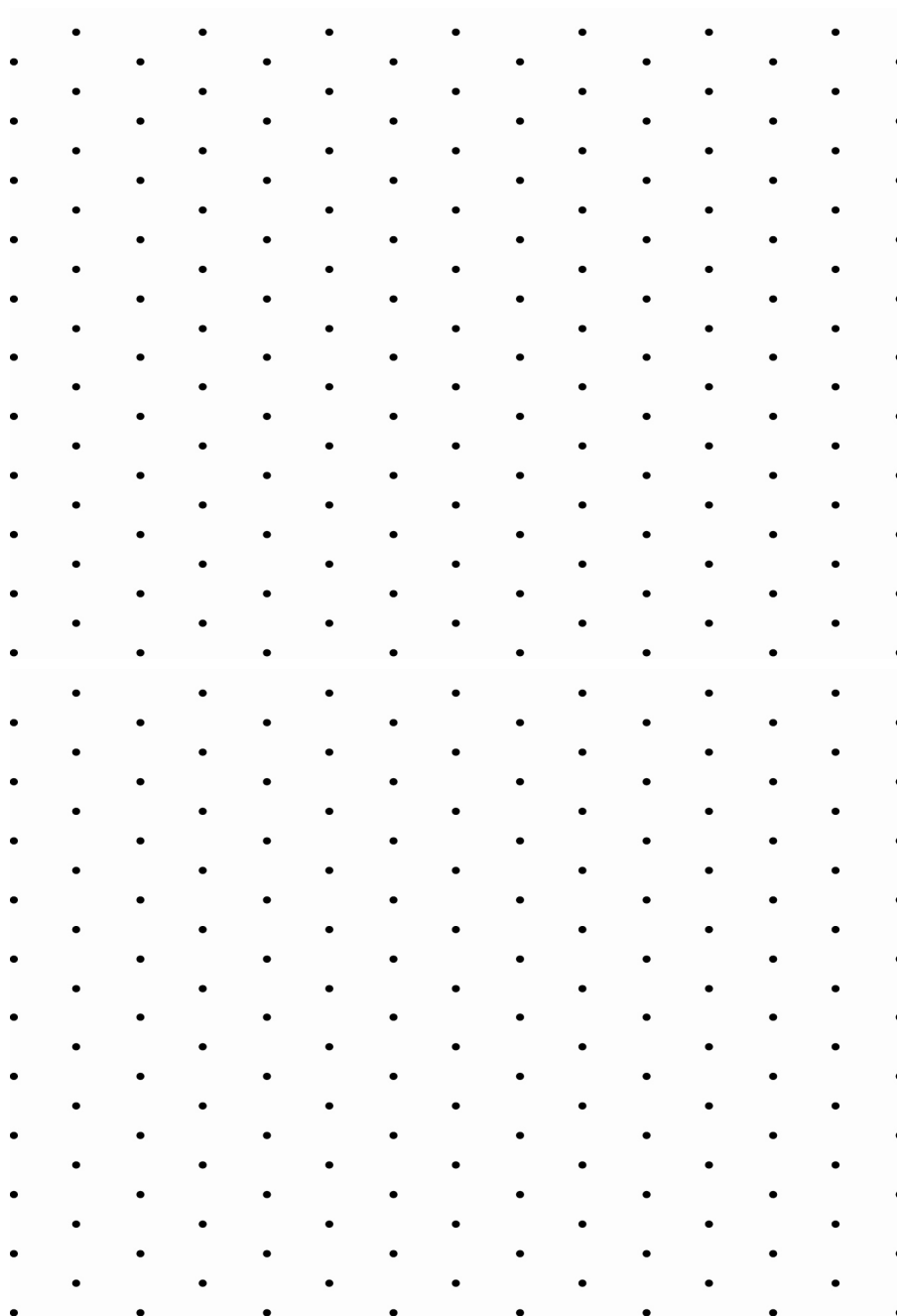


ชื่อภาพ.....



ชื่อภาพ.....

10. จากกระดาษไอโซเมตริก ให้นักเรียนลากเส้นเชื่อมจุดให้เป็นรูปต่าง ๆ ที่มีความหมาย พร้อมเขียนชื่อภาพ โดยลากเส้นเชื่อมจุดให้ได้มากที่สุด โดยเส้นเชื่อมที่ลากจะต้องผ่านจุด 5 จุดขึ้นไป



เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. หนูพลอยมีแอปเปิ้ล 187 ผล และส้ม 36 ผล เมื่อแบ่งแอปเปิ้ลให้เด็กกลุ่มหนึ่งสามารถแบ่งให้แต่ละคนได้เท่ากันพอดี แต่เมื่อแบ่งส้มให้กับทุกคนเท่าๆ กัน ปรากฏว่าเหลือส้ม 2 ผล จงหาว่าเด็กกลุ่มนี้มีทั้งหมดกี่คน แต่ละคนได้รับแอปเปิ้ลกี่ผล

สมมติ ให้ เด็กกลุ่มนี้มีทั้งหมด X คน

แต่ละคนได้ แอปเปิ้ล y ผล (1 คะแนน)

หนูพลอยมีแอปเปิ้ล 187 ผล แบ่งให้แต่ละคนได้เท่ากันพอดี จะได้ว่า $xy = 187$ ผล } (1 คะแนน)

แยกตัวประกอบของ 187 จะได้ว่า $187 = 11 \times 17$

แสดงว่าเด็กกลุ่มนี้มี 11 คน หรือ 17 คน นำทั้งสองจำนวน แทนค่า (1 คะแนน)

หนูพลอยมีส้ม 36 ผล แบ่งให้กับทุกคนเท่า ๆ กัน จะเหลือส้ม 2 ผล

ถ้าเด็ก 11 คน เมื่อแบ่งส้ม 36 ผล ให้คนละเท่าๆกัน แต่ละคนจะได้ 3 ผล และเหลือส้มอีก 3 ผล

เพราะว่า

$$36 = (11 \times 3) + 3 \text{ ซึ่งไม่ตรงกับที่โจทย์กำหนด}$$

ถ้าเด็ก 17 คน เมื่อแบ่งส้ม 36 ผล ให้คนละเท่าๆกัน แต่ละคนจะได้ 2 ผล และเหลือส้มอีก 2 ผล

เพราะว่า

$$36 = (17 \times 2) + 2 \text{ ซึ่งตรงกับที่โจทย์กำหนด}$$

นั่นคือ เด็กกลุ่มนี้มี 17 คน แต่ละคนได้รับแอปเปิ้ล $\frac{187}{17} = 11$ ผล (1 คะแนน)

ดังนั้น เด็กกลุ่มนี้มี 17 คน แต่ละคนได้รับแอปเปิ้ล 11 ผล (1 คะแนน)

2. ผู้ใหญ่ 2 คน กับเด็ก 5 คน ทำงานชิ้นหนึ่งเสร็จใน 4 วัน แต่ถ้าให้ผู้ใหญ่ 3 คน กับเด็ก 4 คน ทำงานแบบเดียวกันนั้น จะเสร็จในเวลา 3 วัน ถ้าผู้ใหญ่คนเดียวจะทำงานเสร็จในกี่วัน

ผู้ใหญ่ 1 คน ทำงาน 1 วัน ได้งาน x หน่วย

เด็ก 1 คน ทำงาน 1 วัน ได้งาน y หน่วย (1 คะแนน)

จะได้ว่า ผู้ใหญ่ 2 คน กับเด็ก 5 คน ทำงาน 4 วัน ได้งาน $8x+20y$ หน่วย

ผู้ใหญ่ 3 คน กับเด็ก 4 คน ทำงาน 3 วัน ได้งาน $9x+12y$ หน่วย (1 คะแนน)

เนื่องจากได้งานเท่ากัน ดังนั้น

$$8x+20y = 9x+12y$$

$$8y = x \quad (1 \text{ คะแนน})$$

ผู้ใหญ่คนเดียวทำงานนี้เสร็จในเวลา a วัน ได้งาน ax หน่วย

$$ax = 8x+20y \quad (1 \text{ คะแนน})$$

แทนค่า x ด้วย $8y$ จะได้ $a(8y) = 8(8y)+20y$

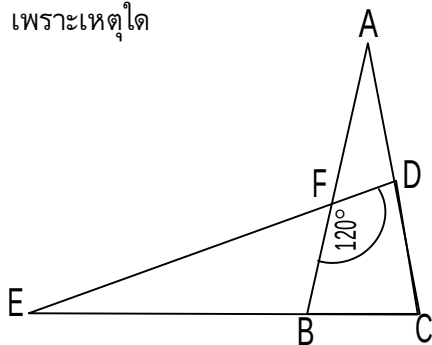
$$8ay = 84y$$

$$a = \frac{84}{8}$$

$$= 10\frac{1}{2} \quad (1 \text{ คะแนน})$$

ดังนั้น ผู้ใหญ่คนเดียวทำงานนี้เสร็จในเวลา $10\frac{1}{2}$ วัน

3. จากรูป กำหนดให้ $AB = AC$ และ $ED = EC$ ถ้าสรุปว่า $\angle ACE$ มีขนาด 70° องศา นักเรียนคิดว่า ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

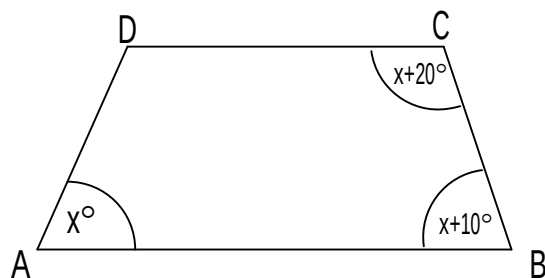


แนวคำตอบ

ขนาดของ $\angle ACE$ มีค่าเท่ากับ 70° เป็นคำตอบที่ถูกต้อง เพราะว่า

$$\begin{array}{lcl}
 \angle ABC = \angle ACB & (\text{มุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว}) & \\
 \angle ACB = \angle ECB & (\text{มุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว}) & \\
 \angle ABC = \angle ACB = \angle ECB & & (1 \text{ คะแนน}) \\
 \angle ABC + \angle BCD + \angle CBF + 120 = 360 & (\text{มุมภายในของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ}) & (1 \text{ คะแนน}) \\
 & \text{รวมกันได้ } 360 \text{ องศา} & \\
 3(\angle ACB) + 120 = 240 & & \\
 \angle ACB = 80 & & (1 \text{ คะแนน}) \\
 \angle ACB = \angle ACE = 80 & & \\
 \text{ดังนั้น } \angle ACE \text{ มีขนาด } 80 \text{ องศา} & & (1 \text{ คะแนน})
 \end{array}$$

4. จากรูปที่กำหนด ถ้า $\overline{AB}$ ขนานกับ $\overline{CD}$ แล้ว นักเรียนคิดว่ามุมที่ใหญ่ที่สุดเป็นมุมใด และมีขนาดเท่าไร เพราะเหตุใด



แนวคำตอบ

จากรูป $\overline{DC} \parallel \overline{AB}$ มี $\overline{CB}$ เป็นเส้นตัด

$$(x+20) + (x+10) = 180 \text{ (มุมภายในอยู่ข้างเดียวกันของเส้นตัดเส้นคู่ขนาน รวมกันเป็น } 180^\circ)$$

(1 คะแนน)

$$2x + 30 = 180$$

$$x = \frac{180 - 30}{2}$$

$$x = 75$$

ดังนั้น

$$\angle A = 75$$

$$\angle B = 180 - 75$$

$$= 105$$

$$\angle B = 75 + 10$$

$$= 85$$

$$\angle D = 75 + 20$$

$$= 95$$

ดังนั้น มุมที่ใหญ่ที่สุดคือ $\angle B$ มีขนาด 105 องศา

(1 คะแนน)

(1 คะแนน)

(2 คะแนน)

5. จงหาคู่อันดับ (x, y) ที่เป็นคำตอบของสมการ $3x + 2y = 17$ และ $x - y = 4$ (ใช้วิธีวาดกราฟ)

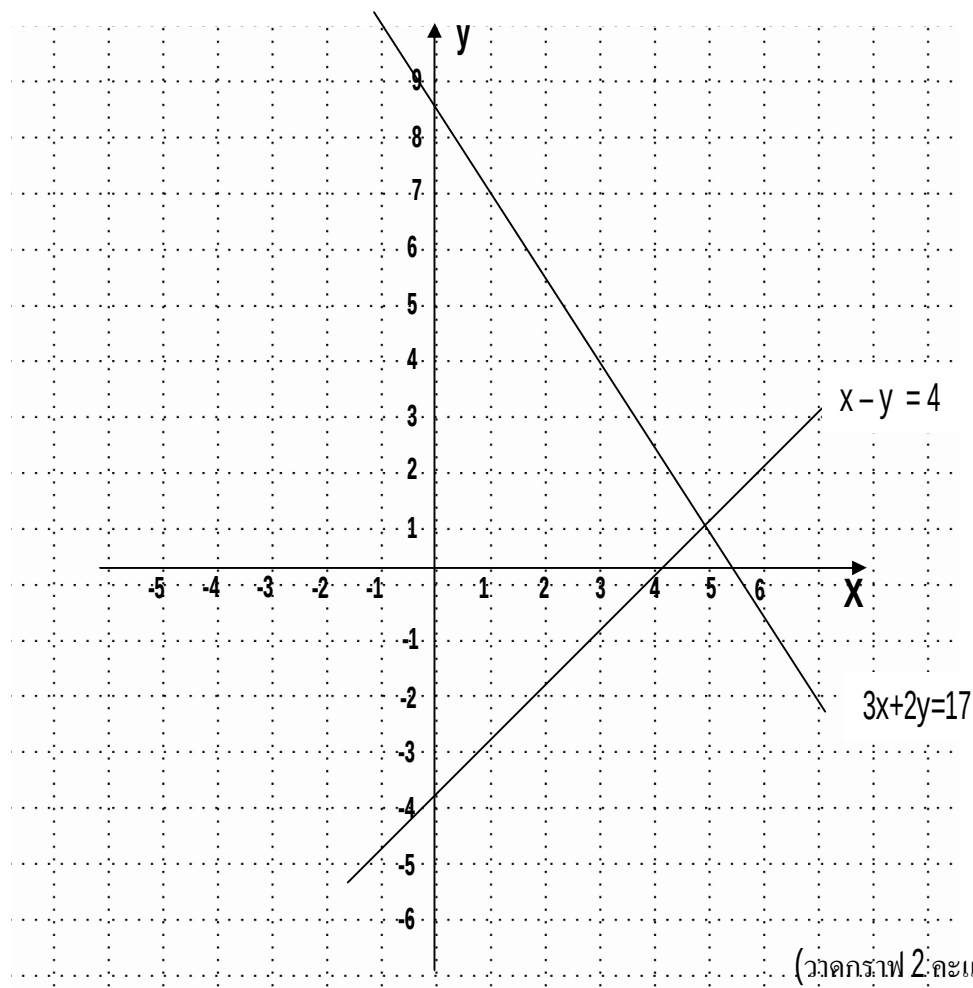
โจทย์กำหนด $3x + 2y = 17$ และ $x - y = 4$

จากสมการ $3x + 2y = 17$ แทน x ด้วย 0 จะได้ $y = 8\frac{1}{2}$

แทน y ด้วย 0 จะได้ $x = 5\frac{2}{3}$ (1 คะแนน)

จากสมการ $x - y = 4$ แทน x ด้วย 0 จะได้ $y = -4$

แทน y ด้วย 0 จะได้ $x = 4$ (1 คะแนน)



ดังนั้น คู่อันดับที่ตรงการ คือ $(5, 1)$

(1 คะแนน)

6. หมู่บ้านแห่งหนึ่งสำรวจว่าในแต่ละครอบครัวมีผู้ชายกี่คน ในหมู่บ้านมีทั้งหมด 16 ครอบครัว แต่ละครอบครัวมีสมาชิก 4 คน เท่ากันทุกครอบครัว ในการบันทึกครั้งนี้ใช้

ช แทน สมาชิกผู้ชาย

ญ แทน สมาชิกผู้หญิง

ปรากฏผลสำรวจดังนี้

ชชญญ	ญชญช	ชชชญ	ชชญญ	ชญชช	
ชญชช	ชญญญ	ชชชช	ญญญญ	ชชญช	
ชญชญ	ญญญช	ชชญญ	ชญญญ	ญญญช	ญญชช

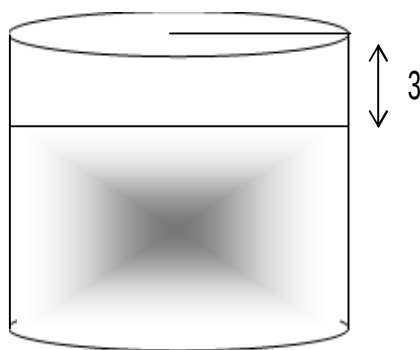
จงเขียนตารางแสดงจำนวนครอบครัวจำแนกตามจำนวนสมาชิกในครอบครัวที่เป็นผู้ชาย

นำมาเขียนใส่ตารางได้ดังนี้

จำนวนผู้ชาย (ครอบครัว)	รอยขีด	ความถี่ (ครอบครัว)
0		1
1		4
2	<del> </del>	6
3		4
4		1
รวม		16

(5 คะแนน เมื่อแสดงตารางได้ถูกต้อง)

7. ถังน้ำทรงกระบอกมีปริมาตร 462 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าทำให้ระดับน้ำลดลง 3 เซนติเมตร ถังน้ำทรงกระบอกมีรัศมียาวกี่เซนติเมตร (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)



(วาดภาพแสดง 1 คะแนน)

ถังน้ำทรงกระบอกมีปริมาตร 462 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ต้องการทราบรัศมีของทรงกระบอก

$$\text{จาก ปริมาตรทรงกระบอก} = \pi r^2 h \quad (1 \text{ คะแนน})$$

$$426 = \frac{22}{7} \times 3 \times r^2 \quad (1 \text{ คะแนน})$$

$$r^2 = 49$$

$$r = \pm 7 \quad (1 \text{ คะแนน})$$

เนื่องจาก r เป็นความยาวของรัศมีจึงมีค่าเป็นบวก

ดังนั้น ถังทรงกระบอกมีรัศมีของฐานยาว 7 เซนติเมตร (1 คะแนน)

8. แม่ค้าซื้อฝรั่งผลใหญ่มาราคากิโลกรัมละ 12 บาท และผลขนาดกลางมาราคากิโลกรัมละ 8 บาท นำมาซึ่งรวมกันได้ 20 กิโลกรัม ขายไปในราคาเดียวกัน คือ กิโลกรัมละ 15 บาท ปรากฏว่าได้กำไร 100 บาทพอดี แม่ค้าซื้อฝรั่งผลใหญ่มาก็กี่โลกรัม

แนวคำตอบ

สมมติ ซื้อ ฝรั่งผลใหญ่ มา x กิโลกรัม

ฝรั่งผลกลางมา y กิโลกรัม

นำฝรั่งทั้งสองขนาดมาคละรวมกันได้ 20 กิโลกรัม จะได้ $x + y = 20$ ----- ① (1 คะแนน)

แม่ค้าซื้อฝรั่งผลใหญ่มาราคากิโลกรัมละ 12 บาท

และ ผลขนาดกลางมาราคากิโลกรัมละ 8 บาท

แม่ค้าซื้อฝรั่งทั้งสองขนาดเป็นเงิน $12x + 8y$ บาท

แม่ค้านำไปขายกิโลกรัมละ 15 บาท ได้เงิน $15(x + y)$ บาท

แม่ค้าได้กำไร 100 บาทพอดี

นั่นคือ $15(x + y) - (12x + 8y) = 100$

$$15x + 15y - 12x - 8y = 100$$

$$3x + 7y = 100 \text{ ----- ②}$$

$$\text{①} \times 3;$$

$$3x + 3y = 60 \text{ ----- ③}$$

$$\text{②} - \text{③};$$

$$4y = 40$$

$$y = 10$$

แทนค่า y ใน สมการ ① ด้วย 10 จะได้ $x + 10 = 20$

$$x = 10$$

ดังนั้นแม่ค้าซื้อฝรั่งผลใหญ่มา 10 กิโลกรัม

(1 คะแนน)

ภาคผนวก จ

-ตัวอย่างการตูนเล่มเล็กจากกิจกรรมทักษะ/กระบวนการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

หักทวนเรื่องหิ้งงูหลามให้รู้ๆ เรื่อยไปตลอดคืน

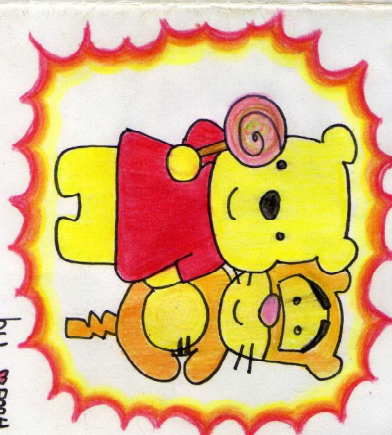
∴ นพ.รังวิทย์ปลื้มสุข 20 กันยายน / ชั่วโง่ง

ออกทางบ้านพี่ ใช้รถเข็นมาช่วยเป็นเกาอี้
อันหนึ่ง พี่จึงดัดล้อเข็น x ถังแดง/หัวทอง
วิ่งออกจากรั้วพี่ ๑๓.๐๐ ถึง 11.๐๐ น. คิดเป็นเวลา 4 ชม.
จึงได้รับยก ๕๐ กิโลเมต

1. ๑.๒๖. ภูเขาเมฆ	ผู้ตั้ง	๓
2. ๑.๒๖. ภูเขาเมฆ	ผู้ตั้ง	๓
3. ๑.๒๖. ภูเขาเมฆ	ผู้ตั้ง	๓
4. ๑.๒๖. ภูเขาเมฆ	ผู้ตั้ง	๓

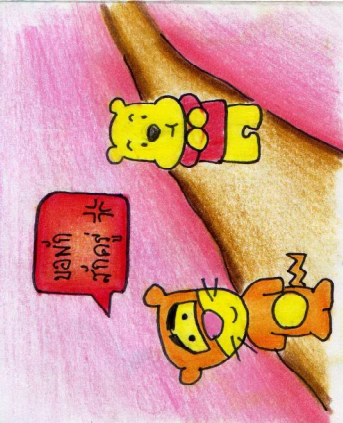
แฉะมีกลิ่นเหม็นขึ้นพร้อมกับอากาศที่สกปรก ฝุ่นผง
จึงไม่เหมาะจะสูดดมได้เสีย รพ.นครพิงค์ได้ปรับพื้นที่
ทางตัวเข้าฯ และเปิดรับรางวัลจากภายนอกขึ้น

2. การแข่งขันกีฬา



by..♥PooH

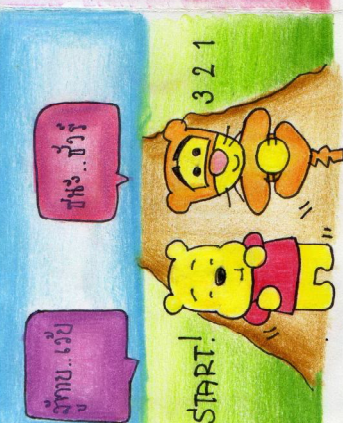
และจดบันทึกกำหนดกิจอันมีกิจอันหนึ่งซึ่งมีประโยชน์
และประมาณ ๓๐ ปีเศษแล้วจึงจะเลิกเขียนเวลา ๒๐.๐๐ น.
เมื่อถึงปีใดสักวันหนึ่งก็ให้มาฟังสวดมนต์กัน สวดมนต์
ทุก เวรหนึ่งถึงกับหัวเราะเมื่อมาฟังสวดมนต์ก็เกิดใจจะขาดทุกปี



ทาสลิดทั้งห้าที่กล่าวมา แล้ว ถึง ปางแห่งสิ่งมีชีวิต หนึ่ง
และสัตว์ต่างๆ อีกมากมาย อยู่ทั่วกันหมด แล้ว ได้ทำ
ทัฬหะนี้ ให้เรียบร้อย มีหนึ่ง เพราะยังได้มีสิ่งที่คิดว่า
มีหน้าที่อย่างหนึ่งอยู่



เข้าหัวผู้บิณฑบาตตั้ง ๆ มากมายอยู่ หนา ก็ทำมฤตยูแห่ง
ขั้วพระจันทร์และดวงดาว ก็ประสิทธิ์ มี บั้ง ร้อย บั้ง เมื่ออุปถัมภ์
ก็มาจำ เลือกว่าจะหัวหน้าไหม โป่งขั้วก็รักโดยเวลานั้น เป็น
เวลาประมาณ ๑๖.๐๐ น.



ว่าต่อมานั้นหากันมีได้ดังแบบกับมัน ตลอดแนว
หนึ่งชั้นฉนวนกันน้ำ แต่ไปๆ หนึ่งก็ไกลออกไป
ว่าจู่จู่แบ่งกับผิว



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะ/
กระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ประสาท สอนวงศ์

ข้าราชการบำนาญ

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

2. ดร.สุพร เข้มเฮง

ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. อาจารย์บำเพ็ญ วังเงิน

อาจารย์ 3 ระดับ 8

โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสนฤดี ศรีสวัสดิ์
วันเดือนปีเกิด	24 เมษายน 2517
สถานที่เกิด	อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	60 ตำบลชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2536	มัธยมศึกษาตอนปลาย
	จากโรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี
พ.ศ. 2540	ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์
	จากสถาบันราชภัฏเพชรบุรี
พ.ศ. 2551	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ