

ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนเตรียมทหาร

ปริญญานิพนธ์
ของ
เรืออากาศเอก ทินรัตน์ กาญจนบุญชร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
เมษายน 2550

ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนเตรียมทหาร

ปริญญานิพนธ์
ของ
เรืออากาศเอก ทินรัตน์ กาญจนบุญชร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
เมษายน 2550
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนเตรียมทหาร

บทคัดย่อ
ของ
เรืออากาศเอก ทินรัตน์ กาญจนบุญชร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
เมษายน 2550

เรืออากาศเอก ทินรัตน์ กาญจนบุญชู. (2550). ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนเตรียมทหาร. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม :
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” และหา
ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ให้มีคุณภาพ
โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ทักษะ/กระบวนการสื่อสารของนักเรียนเตรียมทหารหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก
“สุ จี ปุ ลิ”

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียน
เตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random
Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง
แคลคูลัสเบื้องต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะ/กระบวนการสื่อสาร
ทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัส
เบื้องต้น จำนวน 15 ชั่วโมง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Design และ
วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การทดสอบค่าสถิติ t-test one sample

ผลการศึกษาพบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ
80.88/82.57 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01
3. ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

EFFECTS OF DEVELOPED MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES UTILIZING
THE SU JI PU LI APPROACH ON “INTRODUCTION TO CALCULUS” UPON PRE-CADET
ACADEMIC ACHIEVEMENT AND COMMUNICATION SKILL

AN ABSTRACT

BY

FLIGHT LIEUTENANT THINNARAT KANCHANAKUNCHON

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

April 2007

Flight Lieutenant thinnarat Kanchanakunchon. (2007). **Effects of Developed Mathematics Learning Activities Utilizing the Su Ji Pu Li Approach on “Introduction to Calculus” Upon Pre-Cadet Academic Achievement and Communication Skill.** Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee : Asst. Prof. Chaisak Leelajaruskul, Assoc. Prof. Nipa Sripairot.

The purposes of this research were to effects of developed mathematics learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus” upon pre-cadet academic achievement and communication skill according to the 80/80 criterion and to study mathematics achievement after being taught mathematics learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus”

The subjects of this study were 30 pre-cadet III years students of Armed Force Academy Preparatory School, Banna, Nakhonayok in the second semester of the 2007 academic year by Custer Random Sampling. Research of Instrument are Lesson plan, Mathematics learning achievement test and Communication skill. The experimental group was taught mathematics learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus” with One Variable for 15 hours. The One Group Posttest Design was used for this study. The data were statistically analyzed by using t – test one sample.

The findings were as follows :

1. The mathematics learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus” were 80.88/82.57, which met the prescribed criterion 80/80 level.
2. The mathematics learning achievement of Pre-Cadet Academic after being taught mathematics learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus” was higher than the prescribed criterion at the .01 level of significance.
3. The communication skill of Pre-Cadet Academic after being taught mathematics Learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus” was higher than the prescribed criterion at the .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนเตรียมทหาร

ของ
เรืออากาศเอก ทินรัตน์ กาญจนบุญชู

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)
วันที่ เดือน เมษายน พ.ศ. 2550

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณวีรณณ เศวตมาลย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล ประธานกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ กรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. จวีวรรณ เศวตมาลย์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการทำวิจัยและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์ พันเอกสุจิต ทวีศักดิ์ และนายหาญ เทียนคำ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนเตรียมทหาร และคณะครูอาจารย์โรงเรียนเตรียมทหารทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวก เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนให้ผู้วิจัยทำการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จ และขอขอบใจนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมทหาร และนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ลัดดา กาญจนบุญชูร และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ผู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ และขอขอบใจเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำและให้กำลังใจตลอดเวลา ผู้วิจัยจะระลึกถึงพระคุณของทุกท่านตลอดไป

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

เรื่ออากาศเอก ทินรัตน์ กาญจนบุญชูร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
สมมติฐานทางการวิจัย	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับ สุ จี ปุ ลิ	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์	61
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะ/กระบวนการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์	71
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน....	85
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	93
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	93
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	94
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	100
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	100
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	106
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	109
ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย	109
สรุปผลการวิจัย	112
อภิปรายผล	112

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ (ต่อ)	
ข้อสังเกตจากการวิจัย	115
ข้อเสนอแนะ	115
บรรณานุกรม	117
ภาคผนวก	129
ภาคผนวก ก	130
ภาคผนวก ข	134
ภาคผนวก ค	164
ภาคผนวก ง	175
ภาคผนวก จ	180
ประวัติย่อผู้วิจัย	182

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลการสอบวัดผลของผู้เรียน 5 คน หลังทดลองโดยใช้ชุดการสอน	88
2 ผลการวัดระหว่างเรียนหับหลังเรียนและผลการหาค่าประสิทธิภาพ	90
3 แบบแผนการวิจัย	93
4 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น	106
5 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น	107
6 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ...	108
7 สรุปคะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3	108
8 ค่าความยาก (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น	131

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”	6
2 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
3 ขั้นตอนกระบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของบูรเนอร์	15
4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน	18
5 ขั้นตอนการวิธีการสอนแบบบรรยาย	31
6 ขั้นตอนการวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา	38
7 ขั้นตอนการสอนแบบการสร้างความรู้	45
8 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”	61
9 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	68

ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนเตรียมทหาร

บทคัดย่อ
ของ
เรืออากาศเอก ทินรัตน์ กาญจนบุญชู

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
เมษายน 2550

เรืออากาศเอก ทินรัตน์ กาญจนบุญชู. (2550). ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ที่มีต่อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ของนักเรียนเตรียมทหาร. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม :

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” และหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ให้มีคุณภาพโดยพิจารณาจากประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารของนักเรียนเตรียมทหารหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น จำนวน 15 ชั่วโมง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Design และวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การทดสอบค่าสถิติ t-test one sample

ผลการศึกษาพบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 80.88/82.57 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

EFFECTS OF DEVELOPED MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES UTILIZING
THE SU JI PU LI APPROACH ON “INTRODUCTION TO CALCULUS” UPON PRE-CADET
ACADEMIC ACHIEVEMENT AND COMMUNICATION SKILL

AN ABSTRACT

BY

FLIGHT LIEUTENANT THINNARAT KANCHANAKUNCHON

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

April 2007

Flight Lieutenant thinnarat Kanchanakunchon. (2007). **Effects of Developed**

**Mathematics Learning Activities Utilizing the Su Ji Pu Li Approach on
“Introduction to Calculus” Upon Pre-Cadet Academic Achievement
and Communication Skill.** Master thesis, M.Ed. (Secondary Education).

Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee :
Asst. Prof. Chaisak Leelajaruskul, Assoc. Prof. Nipa Sripairot.

The purposes of this research were to effects of developed mathematics learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus” upon pre-cadet academic achievement and communication skill according to the 80/80 criterion and to study mathematics achievement after being taught mathematics learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus”

The subjects of this study were 30 pre-cadet III years students of Armed Force Academy Preparatory School, Banna, Nakhonayok in the second semester of the 2007 academic year by Custer Random Sampling. Research of Instrument are Lesson plan, Mathematics learning achievement test and Communication skill. The experimental group was taught mathematics learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus” with One Variable for 15 hours. The One Group Posttest Design was used for this study. The data were statistically analyzed by using t – test one sample.

The findings were as follows :

1. The mathematics learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus” were 80.88/82.57, which met the prescribed criterion 80/80 level.
2. The mathematics learning achievement of Pre-Cadet Academic after being taught mathematics learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus” was higher than the prescribed criterion at the .01 level of significance.
3. The communication skill of Pre-Cadet Academic after being taught mathematics Learning activities utilizing the Su Ji Pu Li approach on “Introduction to Calculus” was higher than the prescribed criterion at the .01 level of significance.

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

หัวใจสำคัญของแนวทางในการปฏิรูปทางการศึกษาคือ การปฏิรูปการเรียนรู้เพื่อสร้างคนไทยให้เป็น คนดี คนเก่ง และมีความสุข ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดแนวทางในการปฏิรูปการศึกษา โดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นหลัก เพื่อรองรับกระแสการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี ให้ความสำคัญสูงสุดสำหรับกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาได้อย่างเต็มศักยภาพ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และรู้จักแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (วรรณ ชุนศรี. 2546 : 73) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากจะมุ่งปลูกฝังด้านปัญญา พัฒนาความคิดของผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณแล้วยังมุ่งพัฒนาความสามารถทางอารมณ์โดยการปลูกฝังให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของตนเอง เห็นอกเห็นใจผู้อื่น และสามารถแก้ปัญหาข้อขัดแย้งทางอารมณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (กรมวิชาการ. 2545 : 45)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในหลายๆ ด้านเนื่องจากความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญของการดำเนินชีวิตและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย และตอบสนองต่อความต้องการในสังคมโลก การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ จึงเป็นจุดหมายสำคัญประการหนึ่งของการศึกษาไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระแสการปฏิรูปการศึกษาในปัจจุบันที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของตนเอง การจัดการกิจกรรมคณิตศาสตร์จึงควรมีความหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีที่สุดไม่ว่าในบริบทใดๆ (อัมพร ม้าคอง. 2546 : คำนำ) แต่การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ส่งเสริมความสามารถในการคิด การให้เหตุผล ทักษะ/กระบวนการ และความคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2544 : 1) และเด็กนักเรียนจำนวนไม่น้อยเบื่อหน่ายการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะครูส่วนใหญ่มักเฉยๆ ปล่อยให้เด็กต้องท่องจำสูตรสมการนำเวียนหัวต่างๆ มากมาย ที่ไม่เห็นจะเกี่ยวข้องกับชีวิตของพวกเขา ด้วยวิธีการสอนเช่นนี้ทำให้เด็กที่อาจมีความสามารถด้านคณิตศาสตร์พาลเกลียดวิชาคณิตศาสตร์ไปเลยก็มี (กองบรรณาธิการ. 2545 : 33) ความสำเร็จทางด้านการศึกษาไม่เพียงขึ้นอยู่กับความสามารถทางด้านสติปัญญาเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมากขึ้น ในด้านการแบ่งเวลาในการเรียนและการทำกิจกรรมควรจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ครูควรจะรู้จักทักษะพื้นฐานที่ทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพหรือที่เรียกว่า “หัวใจนักปราชญ์” ได้แก่ สุ จิ ปุ ลิ (สมเกียรติ แสงอรุณเฉลิมสุข. 2547 : ออนไลน์)

ตั้งพระราชดำรัสของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี ตอนหนึ่งซึ่งพระองค์พระราชทานอรรถาธิบาย ส ข จิ ปุ ลิ ไว้ว่า “ส” คือ สุตมยปัญญา ปัญญาจากการฟัง ดีความว่าการฟัง คือ การรับสาร หรือสาระทั้งปวงจากสื่อต่างๆ มิใช่แต่เฉพาะการฟังทางหูอย่างเดียว “จิ” คือ จินตามยปัญญา ปัญญาจากการคิด คือรู้จักไตร่ตรองหัดใช้เหตุผลวิเคราะห์ช่วยให้เกิดจินตนาการ และการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ “สุ” มาก่อน จึงจะมี “จิ” ทำให้รู้ว่า “ส” ไหนถูก “ส” ไหนผิดด้วย “ปุ” คือ ปุจฉา แปลว่า ถาม จาก ส และ จิ ต้องมีความปรารถนาคำตอบเพิ่มเติมด้วยวิธีการต่างๆ ให้มีปัญหาออกเงยยั้งๆ ขึ้นแนวโน้มทศวรรษหน้า “ปุ” เป็นเรื่องสำคัญ “ลิ” คือ ลิขิต จดบันทึก ต่อมาคำว่า “จด” ก็ขยายเป็นการพิมพ์ การทำฐานข้อมูลของคอมพิวเตอร์ (สมณชา พรหมบุญ. 2547 : ออนไลน์) นอกจากนั้นในบทโคลงโลกนิติยังกล่าวไว้อีกด้วยว่า

เว้นวิจารณ์ว่างเว้น	สดับฟัง
เว้นที่ถามอันยัง	ไปรู้
เว้นเล่าลิขิตสั่ง	เกตว่าง เว้นนา
เว้นตั้งกล่าวผู้	ปราชญ์ได้ฤา

ซึ่งแปลได้ว่า คนที่จะเป็นปราชญ์นั้นต้องยึดถือหัวใจนักปราชญ์ คือ ส ข จิ ปุ ลิ ฟัง คิด ถาม เขียน (โคลงโลกนิติ. มปป : ออนไลน์) ซึ่งหลักการนี้เป็นหลักการเก่าแก่ของไทยที่ยังใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตราบปัจจุบันคือ ส ข จิ ปุ ลิ ได้แก่

ส ปัญญาที่เกิดจากการฟัง
 จิ ปัญญาที่เกิดจากการไตร่ตรอง (คิด)
 ปุ ปัญญาที่เกิดจากการถาม(พูด)
 ลิ ปัญญาที่เกิดจากการบันทึก จดจำ

ต้องฝึกฝนให้เกิดการเรียนรู้โดยกระบวนการ ส ข จิ ปุ ลิ ดังนี้

ส (ต) การฟังมีทักษะในสิ่งต่อไปนี้ จับความได้ (สรุปเนื้อหา) ดีความได้ (มีความเข้าใจ) ย่อความได้ (จับประเด็นสำคัญ) สรุปความได้ (รู้สาระครบถ้วน)

จิ (ต) การคิดมีทักษะในสิ่งต่อไปนี้ คิดเชิงวิเคราะห์ (จำแนกแยกแยะ) คิดเชิงสร้างสรรค์ (พันกรอบ คิดสิ่งใหม่) คิดเชิงบูรณาการ (เชื่อมโยงมุมมองหลักการ) คิดเชิงอนาคต (คาดการณ์โดยใช้ข้อมูล เหตุผลเชิงตรรกวิทยา)

ปุ (จนา) การพูดมีทักษะในสิ่งต่อไปนี้ ถามเป็น (ตรงประเด็น ชัดเจน) ตอบเป็น (ตรงคำถาม มีเหตุผล) พูดเป็น (มีเนื้อหา กระชับ ไม่คลุมเครือ) อภิปรายเป็น (มีความคิด มีความเห็น มีเหตุมีผล)

ลิ (ขิต) การเขียนมีทักษะในสิ่งต่อไปนี้ เขียนได้ (จด บันทึก สรุปความ) ค้นคว้าได้ (แสวงหาความรู้ หลากหลายวิธี) เรียงความได้ (เรียบเรียงได้ใจความกระชับ) บรรยายได้ (พรรณนา เชื่อมโยง เห็นภาพ)

สุ จิ ปุ ลิ ควรเกิดในตัวผู้เรียน โดยไม่แยกส่วน หลอมรวมทุกส่วนเข้าด้วยกันและประพุดิปฏิบัติจนเป็นนิสัย ผลของ สุ จิ ปุ ลิ จะทำให้เกิด ความรู้ ปัญญา วิสัยทัศน์ และคุณค่า (สมบัติ นพรัตน์. ม.ป.ป. : ออนไลน์) ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นที่ว่า สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ครูแต่ละคนต้องทำก็คือ หาวิธีที่ดีที่สุดที่จะทำให้ผู้เรียนได้คิด และให้เหตุผลในทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว อะไรที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ ทักษะ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยที่ครูส่วนมากสรุปว่า การที่นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องในวิธีที่ตนเองได้ทำ (Lee V. Stiff. 1999 : คำนำ)

ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 6 ซึ่งได้กำหนดทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในมาตรฐานที่ 3 ว่าให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ (กรมวิชาการ. 2544 :13) เนื่องจากทักษะ/กระบวนการสื่อสารเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในอนาคต จึงจำเป็นต้องฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะ/กระบวนการสื่อสาร ได้แก่ การสนทนา การซักถาม การอธิบายสิ่งต่างได้อย่างคล่องแคล่วมีความสามารถในการฟัง พูด อ่าน เขียน ทักษะในการนำเสนอ และมีความสามารถทั้งการพูดการเขียนให้ผู้อื่นเข้าใจ มีทักษะในการรับฟังข่าวสารข้อมูล และสามารถวิเคราะห์สารที่ได้รับอย่างมีเหตุผล สามารถสรุปความรู้ที่ได้อย่างรวดเร็วถูกต้องตรงประเด็น ขยายความ แปลความหมายสิ่งที่ตนเองรู้ได้โดยมีข้อสรุปอ้างอิงอย่างมีเหตุผล ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน จึงควรมีการปรับปรุง และพัฒนาให้เหมาะสมกับความเจริญในโลกปัจจุบัน เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (กรมวิชาการ. 2542 : 1)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” และหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนรู้ ตั้งแต่ทักษะการรับข้อมูล ทักษะการคิด ทักษะการใช้คำถามในการเรียนรู้ ตลอดจนทักษะการบันทึกและถ่ายทอดผลการเรียนรู้ และยังเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่นๆ เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ของโรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ทั้งหมด 18 ห้องเรียน จำนวน 540 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ของโรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ทั้งหมด 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ”
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ”
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.3 ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น

- | | | |
|-----------------------------|---|---------|
| 1. แนะนำบทเรียน | 1 | ชั่วโมง |
| 2. ลิมิตของฟังก์ชัน | 3 | ชั่วโมง |
| 3. ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน | 2 | ชั่วโมง |
| 4. อนุพันธ์ของฟังก์ชัน | 3 | ชั่วโมง |
| 5. อัตราการเปลี่ยนแปลง | 2 | ชั่วโมง |
| 6. การเคลื่อนที่ของวัตถุ | 2 | ชั่วโมง |
| 7. ความชันของเส้นโค้ง | 2 | ชั่วโมง |

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง 18 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง 30 นาที ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 15 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง 30 นาที โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สุ จิ ปุ ลิ หมายถึง ทักษะการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

สุ หมายถึง การรับข้อมูล จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หรือระหว่างครูกับนักเรียน ด้วยความเข้าใจ จนสามารถที่จะสรุปเนื้อหา จับประเด็นสำคัญ และรู้สาระสำคัญได้อย่างครบถ้วน

จิ หมายถึง การคิด คิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดสิ่งใหม่ และสามารถจะเชื่อมโยงข้อมูล/เหตุผลต่างๆ เพื่อค้นพบแนวทางต่างๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป

ปุ หมายถึง การใช้คำถาม โดยอาจจะเป็นการถามจากครูสู่นักเรียน จากนักเรียนสู่ครู จากนักเรียนสู่นักเรียน หรือจากตัวนักเรียนเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสรุปเนื้อหา ความคิดรวบยอด หรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

ลิ หมายถึง การบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล อาจเป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย หรือจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยอาจสรุปเป็นความคิดรวบยอด เป็นผังมโนทัศน์ หรือการใช้ตัวแทนต่างๆ เพื่อความเข้าใจของตนเองได้และถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจได้

2. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” หมายถึง กิจกรรมการเรียนสอนที่เน้นทักษะการรับข้อมูล ทักษะการคิด ทักษะการใช้คำถาม และทักษะการบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล โดยใช้วิธีการสอนและเทคนิคการเรียนการสอนที่หลากหลาย และนำหลักการของ “สุ จิ ปุ ลิ” แทรกลงในส่วนตอนของการจัดกิจกรรม โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ขั้นนำหรือทบทวนความรู้ ประกอบไปด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

- 1) กระตุ้นและสร้างความสนใจของผู้เรียน
- 2) ตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับหัวข้อที่จะเรียนรู้
- 3) ผู้เรียนทบทวนบทเรียนโดยการจับคู่สนทนาหรือออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

2.2 ขั้นสอน ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยอาศัยวิธีการสอนและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อตอบคำถามที่ได้ตั้งไว้ในขั้นนำ และเน้นการฝึกทักษะการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ดังนี้

สุ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้รับข้อมูล หรือความรู้ที่ครูเตรียมไว้ จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หรือระหว่างครูกับนักเรียน ด้วยความเข้าใจ จนสามารถที่จะสรุปเนื้อหา จับประเด็นสำคัญ และรู้สาระสำคัญได้อย่างครบถ้วน

จิ จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิด โดยอาจให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดสิ่งใหม่ๆ ที่ได้จากการจัดกิจกรรมที่ครูจัดขึ้น และสามารถจะเชื่อมโยงข้อมูล/เหตุผลต่างๆ เพื่อค้นพบแนวทางต่างๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป

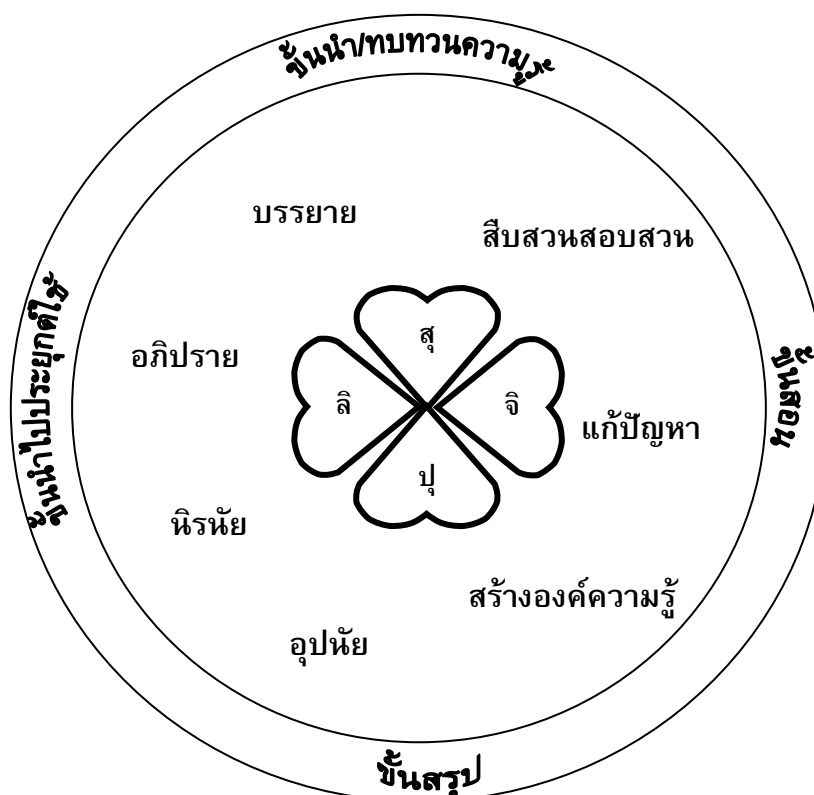
ปู จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้คำถาม โดยอาจจะเป็นการถามจากครูสู่ นักเรียน จากนักเรียนสู่ครู จากนักเรียนสู่นักเรียน หรือจากตัวนักเรียนเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสรุปเนื้อหา ความคิดรวบยอด หรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

ลิ จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนมีการบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล อาจเป็นการบันทึก ข้อมูลที่ได้จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย หรือจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยอาจสรุปเป็นความคิดรวบยอด เป็นผังมโนทัศน์ หรือการใช้ตัวแทนต่างๆ เพื่อความเข้าใจของตนเองได้ และถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจได้

2.3 ขั้นสรุป ผู้เรียนและครูผู้สอนร่วมกันสรุปประเด็นที่ได้เรียนโดยใช้ผังมโนทัศน์ เพื่อให้ได้คำตอบของคำถามที่ได้ตั้งไว้ในขั้นนำ และแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องที่เรียน แล้วให้ผู้เรียนฝึกการนำเสนอด้วยภาษาของตนเอง

2.4 ขั้นนำไปประยุกต์ใช้ ผู้เรียนนำหลักการที่ได้จากการสรุปไปประยุกต์ใช้ โดยทำแบบฝึกทักษะ

ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ได้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ”

3. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” หมายถึง การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” คิดเป็นร้อยละจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของการเรียนรู้หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อย

การยอมรับประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ถือค่าความแปรปรวน 2.5% คือ ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 2.5%

(ฉลองชัย สุวรรณบุรณ์. 2528 : 215)

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยจะทำการทดสอบหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลงแล้ว และวัดให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้ สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive domain) ตามที่ วิลสัน (Wilson. 1971 : 643-685) จำแนกไว้ 4 ระดับ ดังนี้

4.1 ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) ประกอบด้วย ความรู้ ความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และความสามารถในการคิดคำนวณ ตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

4.2 ความเข้าใจ (Comprehension) ประกอบด้วย ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิงและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามหาเหตุผล การอ่านและตีความโจทย์ปัญหา

4.3 การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่คล้ายคลึงกับที่เรียนมา ตลอดจนความสามารถในการเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน

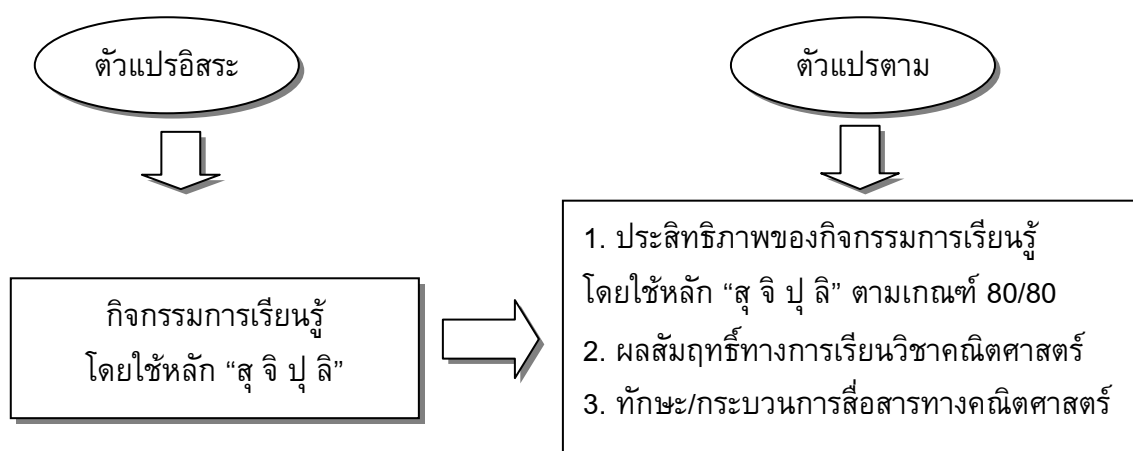
4.4 การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างแต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน และความสามารถในการค้นหา ความสัมพันธ์โดยการจัดการส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดเรื่องราวต่างๆ ที่อาจเป็นการพูด การเขียน การแสดงความคิดเห็น การจัดกิจกรรม หรือการร่วมกันอภิปราย อย่างมีวัตถุประสงค์

6. แบบวัดทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบวัดทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดมี 2 แบบ คือ แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยปรับปรุงมาจากแนวคิดจากเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้การสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ของ เลสเตอร์ และโครล (Lester and Kroll. 1991 : 278 – 282; อ้างอิงจาก พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล. 2549 : 79) เคนเนดี และทิป (Kennedy and Tipp. 1994 : 112; citing Vermont Department Education. n.d. : 14–15) และพรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2549 : 79) และแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยปรับปรุงมาจากแนวคิดจากเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้การสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ของสมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 334) และวัชร ชันเชื้อ (2545 : 111) โดยนำหลักการวัดและเกณฑ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับลักษณะงานของผู้วิจัย โดยให้ครอบคลุมในเรื่องการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

7. เกณฑ์ หมายถึง การนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยนำคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนในกลุ่มตัวอย่างนำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test one sample

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานทางการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับ สุ จิ ปุ ลิ
 - 1.1 ความหมายของ สุ จิ ปุ ลิ
 - 1.2 วิธีการสอนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ สุ จิ ปุ ลิ
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความสำคัญของการสื่อสาร
 - 3.3 องค์ประกอบของการสื่อสาร
 - 3.4 ประเภทของการสื่อสาร
 - 3.5 อุปสรรคในการสื่อสาร
 - 3.6 การส่งเสริมการสื่อสารในการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.7 ประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์โดยการสื่อสาร
 - 3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน
 - 4.1 ความจำเป็นที่ต้องทดสอบหาประสิทธิภาพ
 - 4.2 วิธีการหาประสิทธิภาพ

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ สุ จิ ปุ ลิ

1.1 ความหมายของ สุ จิ ปุ ลิ

วศิน อินทสระ (2535 : 17) กล่าวว่าผู้จะเป็นพหุสูตจึงต้องประกอบตัวด้วย สุ จิ ปุ ลิ คือ ฟัง คิด ถาม และจดบันทึก ถ้ายิ่งบันทึกความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยของตนเข้าใจด้วยก็จะมีประโยชน์มากขึ้น สมดังที่ท่านกล่าวว่า

“สุ จิ ปุ ลิ วินิมุตโต กถํ โส ปณฺทิตो ภเว
สุ จิ ปุ ลิ สุขสมปนฺโน ปณฺทิตोติ ปุจฺจติ”

แปลว่า บุคคลผู้ปราศจากการฟัง คิด ถาม และเขียน (จดบันทึก) จะเป็นบัณฑิตได้อย่างไร ส่วนผู้ถึงพร้อมด้วยคุณสมบัติคือ ฟัง คิด ถาม และเขียน นั้นแหละท่านเรียกว่าบัณฑิต

มนัส บุญประกอบ (2543 : 50) กล่าวถึง สุ จิ ปุ ลิ ไว้ดังนี้

1. สุ (หรือสุต) หมายถึง สารความรู้ที่ได้มาจากการฟังผู้รู้ หรือการอ่านเอกสารตำรา เรื่องราวต่างๆ ที่ง่ายหรือซับซ้อน ท่านอาจที่จะย่อลงมาเป็นแผนภูมิโน้ตสเก็ตได้ ในรูปแบบของ แผนภูมิหลัก และแผนภูมีย่อย ในแง่ที่เคยมีนักเรียนวิชาเคมีชั้นม.5 ตอบว่าจะช่วยให้มองเห็น ภาพรวมของทั้งเรื่องได้ และมีประโยชน์ต่อการทบทวนตลอดจนทราบว่ามีส่วนใดที่หายไป นอกจากนี้ท่านยังอาจใช้แผนภูมิโน้ตสเก็ตที่เขียนขึ้นมานั้นใช้เพื่อการสื่อสารกันและกันได้อีกด้วย เช่น การนำเสนอโครงการหรือรายงานต่อที่ประชุม เป็นต้น

2. จิ (หรือจินต) เกี่ยวกับการใช้ความคิด จินตนาการและการคิดวิเคราะห์ ผู้รู้ยอมรับว่าแผนภูมิโน้ตสเก็ตมีประโยชน์ในด้านการระดมความคิด (Brainstorming) เมื่อท่านคิดว่าเรื่องใด เรื่องหนึ่งหรือจงเขียนลงไปบนกระดาษโดยไม่วิพากษ์วิจารณ์ จากนั้นจึงพยายามมองหา ความสัมพันธ์ระหว่างโน้ตสเก็ตต่างๆ โดยอาจจัดเป็นกลุ่มเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ซึ่งอาจนำไปสู่การ เกิดแนวคิดใหม่ๆ แดกก็งอกไปได้อีก หรือว่าท่านอาจกำลังใช้ความคิดจินตนาการถึงงานหรือ กิจกรรมในอนาคต ภาวะเช่นนี้จึงลองใช้แผนภูมิโน้ตสเก็ตเป็นเครื่องมือช่วยท่านคิด ท่านอาจนั่งคิด และเขียนเพียงลำพัง หรือรวมกลุ่มกับเพื่อนก็อาจทำได้ และแม้กระทั่งการคิดวิเคราะห์แยกแยะ เกี่ยวกับ เรื่องใดเรื่องหนึ่งท่านสามารถใช้แผนภูมิโน้ตสเก็ตเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดระบบ ความคิดได้อย่างเดียว

3. ปุ (หรือปุจฉา) เกี่ยวกับการถามหรือการสัมภาษณ์บุคคลเพื่อให้ได้สารสนเทศที่เป็นความรู้อย่างใดอย่างหนึ่ง (ถ้ามองในแง่ข้อ 1) จะเป็นการฟังเพื่อจดบันทึกสาระโดยย่อในรูปของ แผนภูมิโน้ตสเก็ตหากมองในแง่ของการเตรียมการล่วงหน้าจะหมายถึงว่าท่านสามารถเขียนเป็น แผนภูมิโน้ตสเก็ตคร่าวๆ หรือโดยละเอียดไว้ก่อนว่าท่านควรจะซักถามหรือสัมภาษณ์ในประเด็น ไตบ้าง ก่อนหรือหลังมีลำดับอย่างไร และมีประเด็นใดบ้างที่จะเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกัน เป็นต้น

4. ลิ (หรือลิขิต) เป็นเรื่องของการเขียนที่อาจจะเป็นการเขียนโครงร่างความคิด เกี่ยวกับบทความหรือการสังเคราะห์แนวคิดการเขียนรายงานเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แม้กระทั่งการเขียน เรียงความ และการเขียนเนื้อหาความรู้เป็นบทเป็นเล่มท่านก็สามารถทำได้ ตัวอย่างที่เห็นได้เช่น

การเขียนแผนภูมิโนทัศน์เป็นส่วนนำของแต่ละบทในตำราภาษาอังกฤษหลายๆ เล่มก็พบว่ามีความนิยมมากขึ้น หรืองานวิจัยให้เด็กนักเรียนระดับประถมศึกษา และอุดมศึกษาเขียนเรียงความจากการระดมความคิดของตนในรูปแบบแผนภูมิโนทัศน์ก่อนแล้วจึงเขียนเป็นประโยคข้อความเป็นเรื่องเป็นราวอย่างละเอียดลออมากขึ้น ผลปรากฏว่าเด็กเขียนได้

สมเกียรติ แสงอรุณเฉลิมสุข (2547 : ออนไลน์) กล่าวว่า ความสำเร็จทางด้านการศึกษาไม่เพียงขึ้นอยู่กับความสามารถทางด้านสติปัญญาเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพ ผู้จะต้องศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมากขึ้น ในด้านการแบ่งเวลาในการเรียนและการทำกิจกรรมควรจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ครูควรจัดทักษะพื้นฐานที่ทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพ หรือที่เรียกว่า “หัวใจนักปราชญ์” ได้แก่ ส จิ ปุ ลิ ซึ่งมีคำอธิบายย่อๆ

ส มาจากคำว่า สุต แปลว่า ฟัง คือ ฟังมาก

จิ มาจากคำว่า จิตต แปลว่า คิด คือ การคิด

ปุ มาจากคำว่า ปุจฉา แปลว่า การถาม

ลิ มาจากคำว่า ลิขิต แปลว่า การเขียน

สมุทธา พรหมบุญ (2547 : ออนไลน์) ได้อัญเชิญพระราชดำรัสของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ตอนหนึ่ง และพระองค์พระราชทานอรรถาธิบาย ส จิ ปุ ลิ และการศึกษา 4 อย่างสรุปได้ดังนี้

1. ส คือ สุตมยปัญญา ปัญญาจากการฟัง ดีความว่า การฟังคือ การรับสาร หรือสาระทั้งปวงจากสื่อต่างๆ มิใช่แต่เฉพาะการฟังทางหูอย่างเดียว

2. จิ คือ จินตามยปัญญา ปัญญาจากการคิด คือรู้จักไตร่ตรองหัดใช้เหตุผลวิเคราะห์ ช่วยให้เกิดจินตนาการและการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ "ส" มาก่อน จึงจะมี "จิ" ทำให้รู้ว่า "ส" ไหนถูก "ส" ไหนผิดด้วย

3. ปุ คือ ปุจฉา แปลว่า ถาม จาก ส และ จิ ต้องมีความปรารถนาคำตอบเพิ่มเติมด้วยวิธีการต่างๆ ให้มีปัญหามากยิ่งขึ้น แนวโน้มทศวรรษหน้า "ปุ" เป็นเรื่องสำคัญ

4. ลิ คือ ลิขิต จดบันทึก ต่อมาคำว่า "จด" ก็ขยายเป็นการพิมพ์ การทำฐานข้อมูลของคอมพิวเตอร์

สมบัติ นพรัก (มปป. : ออนไลน์) กล่าวว่า กระบวนการ ส จิ ปุ ลิ มีดังนี้

ส(ต) การฟัง มีทักษะในสิ่งต่อไปนี้

- จับความได้ (สรุปเนื้อหา)
- ดีความได้ (มีความเข้าใจ)
- ย่อความได้ (จับประเด็นสำคัญ)
- สรุปความได้ (รู้สาระสำคัญครบถ้วน)

จิ(ต) การคิด มีทักษะในสิ่งต่อไปนี้

- คิดเชิงวิเคราะห์ (จำแนก แยกแยะ)
- คิดเชิงสร้างสรรค์ (พันกรอบ คิดสิ่งใหม่)
- คิดเชิงบูรณาการ (เชื่อมโยงมุมมอง หลักการ)
- คิดเชิงอนาคต (คาดการณ์โดยใช้ข้อมูล/เหตุผล ตรรกวิทยา)

ปุ(จณา) การพูด มีทักษะในสิ่งต่อไปนี้

- ถามเป็น (ตรงประเด็น ชัดเจน)
- ตอบเป็น (ตรงคำถาม มีเหตุผล)
- พูดเป็น (มีเนื้อหา กระชับ ไม่คลุมเครือ)
- อภิปรายเป็น (มีความคิด มีความเห็น มีเหตุ มีผล)

ลิ(ขิต) การเขียน มีทักษะในสิ่งต่อไปนี้

- เขียนได้ (จด บันทึก สรุปความ)
- ค้นคว้าได้ (แสวงหาความรู้ หลากหลายวิธี)
- เรียงความได้ (เรียบเรียง ได้ใจความ กระชับ)
- บรรยายได้ (พรรณนา เชื่อมโยง เห็นภาพ)

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบต่างๆ ของคำว่า “สุ จิ ปุ ลิ” ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปและให้คำจำกัดความของคำว่า “สุ จิ ปุ ลิ” ว่าหมายถึง ทักษะการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 ประการ ดังนี้

สุ หมายถึง การรับข้อมูล จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หรือระหว่างครูกับนักเรียน ด้วยความเข้าใจ จนสามารถที่จะสรุปเนื้อหา จับประเด็นสำคัญ และรู้สาระสำคัญได้อย่างครบถ้วน

จิ หมายถึง การคิด คิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดสิ่งใหม่ และสามารถจะเชื่อมโยงข้อมูล/เหตุผลต่างๆ เพื่อค้นพบแนวทางต่างๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป

ปุ หมายถึง การใช้คำถาม โดยอาจจะเป็นการถามจากครูสู่นักเรียน จากนักเรียนสู่ครู จากนักเรียนสู่นักเรียน หรือจากตัวนักเรียนเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสรุปเนื้อหา ความคิดรวบยอด หรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

ลิ หมายถึง การบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล อาจเป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย หรือจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยอาจสรุปเป็นความคิดรวบยอด เป็นผังมโนทัศน์ หรือการใช้ตัวแทนต่างๆ เพื่อความเข้าใจของตนเองได้และถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจได้

1.2 วิธีการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก สุ จี ปุ ลิ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำวิธีการสอนหลายวิธีมาใช้จัดการเรียนรู้ ได้แก่ การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบแก้ปัญหา การสอนแบบอุปนัย การสอนแบบนิรนัย การสอนแบบสร้างองค์ความรู้ และการสอนแบบบรรยาย โดยวิธีการสอนต่างๆ ที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนรู้นี้เป็นวิธีการสอนที่สัมพันธ์กับหลักการของ สุ จี ปุ ลิ ซึ่งผู้วิจัยสรุปเป็นวิธีการสอนต่างๆ ไว้ดังนี้

1.2.1 วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน

(1) ความหมายของวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน

กู๊ด (Good. 1973 : 303) ได้ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนว่ามีลักษณะเป็นแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา (Problem solving approach) โดยระบุลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น
2. นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรม

คาริน (Carin. 1993 : 86) กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นกระบวนการที่เมื่อพบปัญหาแล้วมีการตั้งสมมติฐานหรือหาคำตอบที่เป็นไปได้ ทดสอบสมมติฐานนั้น ด้วย ข้อมูลที่รวบรวมได้ แล้วพยายามที่จะประยุกต์ข้อสรุปนั้นมาเป็นความรู้ใหม่ โดยมีประเด็นหลักอยู่ที่กระบวนการ (Process) มากกว่าผลผลิต (Product)

มัวร์ และควินน์ (Moore and Quinn. 1994 : 212) กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งมั่นเพื่อจะแก้ปัญหา โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ

วิชิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 : 82) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง การสอนที่เน้นให้นักเรียนค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองโดยใช้การสังเกต สอบถาม และทดลองจนได้ข้อสรุป

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 16) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้น (Inquiry instruction) เป็นการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนดให้ เน้นการให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

กรมวิชาการ (2544 : 36) กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง การสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำ วิธีการแก้ปัญหานั้นมาแก้ปัญหาได้

ไสว พักขาว (2544 : 102) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) เป็นวิธีการสอนที่เน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหาโดยใช้คำถาม จัดเป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครูผู้สอนจะลดลง ผู้สอนจะเปิดโอกาสและชี้แนะให้ผู้เรียนได้ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมค้นคว้า และสรุปความรู้ด้วยตนเองจากการถามตอบหรือครูและผู้เรียนผลัดกันถามก็ได้ แต่รูปแบบที่ผู้เรียนเป็นผู้ถามจะสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุด

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 136) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนด้วยการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเองและสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นไปประยุกต์ใช้ได้

(2) ขั้นตอนของวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน

บรูเนอร์ (เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2538 : 178-179; อ้างอิงจาก Bruner. 1966 : 89) ได้เสนอกระบวนการสืบสวนสอบสวนไว้เป็น 4 ขั้นตอน ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อ OEPC Techniques ดังรายละเอียดต่อไปนี้

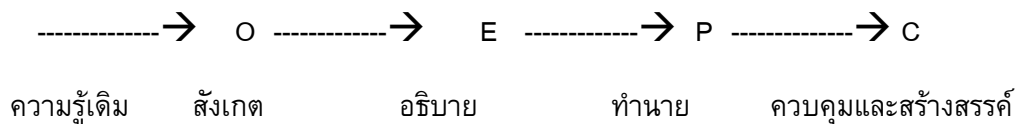
1. ขั้นสังเกต (Observation-O) เป็นขั้นที่สำคัญที่สุดอันดับแรกของกระบวนการแสวงหาความรู้ ขั้นสังเกตนี้ครูจัดสถานการณ์ กิจกรรมหรือสาธิตการทดลอง ให้ผู้เรียนสังเกต จะทำให้ผู้เรียนเกิดปัญหาคับข้องใจ (Conflict) ผู้เรียนจะถามเพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วจดบันทึกข้อมูลเหล่านั้นไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาตั้งสมมติฐานต่อไป

2. ขั้นอธิบาย (Explanation-E) เมื่อใช้การสังเกตการณ์เก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นแรกแล้วต่อไปพยายามอธิบายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์นั้นๆ ว่ามีอะไรเป็นสาเหตุ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้นโดยพยายามหาแนวทางในการอธิบายไว้หลายๆ ทางตามแบบของการตั้งสมมติฐาน

3. ขั้นทำนายหรือคาดคะเน (Prediction-P) เมื่อทดลองสมมติฐาน เพื่อหาทางอธิบายว่าปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุจากอะไรแล้วผู้เรียนก็พอจับเค้าโครงของปัญหาได้แน่ชัดขึ้น ฉะนั้นจะสามารถคาดคะเนได้ว่า ถ้ามีสาเหตุเช่นเดียวกันอีก จะเกิดอะไรตามมา แม้ว่าจะไม่มีสถานการณ์เช่นนั้นปรากฏให้เห็นจริงๆ

4. ขั้นนำไปใช้และสร้างสรรค์ (Control and creativity-C) คือ ขั้นที่สามารถนำแนวคิดที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง

สรุปขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของบรูเนอร์ได้ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของบรูเนอร์

ที่มา : เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2538). เทคโนโลยีทางการศึกษา. หน้า 180.

วิชิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 : 82) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ 4 ขั้นดังนี้

1. สังเกต เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือเรื่องราวหรือการทดลองที่น่าสนใจ ให้นักเรียนสังเกตและเกิดความสงสัยขึ้น หากนักเรียนสังเกตแล้วไม่เกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหขึ้น ครูผู้สอนอาจชี้แนะปัญหาให้นักเรียนก็ได้

2. ทำนาย เป็นขั้นตอนที่นักเรียนคาดเดาคำตอบของปัญหาที่สงสัย โดยก่อนที่จะทำนายนักเรียนจะทำการสืบสวนสอบสวน โดยใช้คำถามต่างๆ กับครูเพื่อให้ได้ข้อมูลมากที่สุด ครูจะตอบเพียงกว้างๆ ในหลักการ ไม่ตอบคำตอบโดยตรง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้คำถามอย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง จากนั้นนักเรียนจะทำนายคำตอบของปัญหาในขั้นตอนแรก

3. ทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินการพิสูจน์คำตอบที่คาดเดาหรือทำนายไว้ ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการทดลองตามแนวทางที่ครูผู้สอนเตรียมไว้ หรือหากเป็นปัญหาที่ไม่ต้องทดลองเพื่อหาคำตอบก็อาจใช้การศึกษาค้นคว้าหรือวิธีการอื่นใด เพื่อพิสูจน์คำทำนาย ดังกล่าว

4. สรุป เป็นขั้นตอนการสรุปผลการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าคำตอบที่ทำนายไว้ ถูกหรือผิดและสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ต่อไป

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 17) กล่าวถึง ขั้นตอนกระบวนการสืบค้น (Inquiry process) ไว้ 5 ขั้น ดังนี้

1. กำหนดปัญหา
 - จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน สังเกต สงสัย ในเหตุการณ์หรือเรื่องราว
 - กระตุ้นให้ผู้เรียนระบุปัญหาจากการสังเกตว่าอะไรคือปัญหา
2. กำหนดสมมติฐาน
 - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิด
 - ให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่คาดว่าจะป็นคำตอบของปัญหานั้น

3. รวบรวมข้อมูล

- มอบหมายให้ผู้เรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ
- ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และประเมินว่า ข้อมูลนั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงไร

4. ทดสอบสมมติฐาน

- ให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาร่วมกันอภิปราย เพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

5. สร้างข้อสรุป

- ให้ผู้เรียนสรุปว่า ปัญหานั้นมีคำตอบหรือข้อสรุปอย่างไร อาจสรุปในรูปของรายงานหรือเอกสาร

กรมวิชาการ (2544 : 36-37) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการสังเกตกับแนวหน้า คือ ขั้นที่ครูปูพื้นฐานความพร้อมในด้านความรู้ให้นักเรียน
2. ขั้นสังเกต คือ ครูสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือเป็นการแสดงละครปริศนาเพื่อให้นักเรียนสังเกตสภาพการณ์ หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหานั้นๆ ขั้นนี้ครูส่งเสริมให้นักเรียนฝึกคิด วิเคราะห์ ทำความเข้าใจ แปลความหมาย และจัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่จะแสวงหาความจริง
3. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือสาเหตุของปัญหาในรูปของเหตุผล ขั้นนี้นักเรียนฝึกการตั้งทฤษฎีหรือสมมติฐานเพื่ออธิบายที่มา สาเหตุของปัญหานั้น เป็นการฝึกวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุ
4. ขั้นทำนาย ให้นักเรียนรู้จักหาแนวทางหรือวิธีที่จะพิสูจน์ทำนายผลหรือพยากรณ์ได้ว่าผลจะเป็นอย่างไร จะเกิดอะไรขึ้น เป็นการทดสอบสมมติฐานหรือพิสูจน์ทฤษฎีที่ตั้งขึ้น
5. ขั้นควบคุมและสร้างสรรค์ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง ลักษณะพิเศษของวิธีสอนแบบนี้ คือ ก้าวไกลว่าการสอนแบบวิทยาศาสตร์ ในด้านที่คิดไปถึงการใช้ประโยชน์ต่อไปด้วย ไม่จำกัดเฉพาะแต่การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเท่านั้น

ไสว พักขาว (2544 : 102-104) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอสถานการณ์หรือสิ่งที่เป็นปัญหา โดยครูอาจเล่าเรื่องโดยใช้สื่อ/อุปกรณ์ ภาพประกอบหรือนำของจริงมาแสดงก็ได้
2. ขั้นสังเกต ครูให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรืออาจใช้เครื่องมือบางอย่างช่วยก็ได้

3. ขั้นอธิบาย ครูให้ผู้เรียนคิดสาเหตุของปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานั้น จากความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

4. ขั้นทดสอบ ครูให้ผู้เรียนช่วยกันตั้งคำถามเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้มากที่สุด เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยครูจะไม่พยายามตอบคำถามในลักษณะที่จะอธิบายคำตอบของปัญหา แต่อาจตอบเพียง “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” เท่านั้น นอกจากการถามแล้วครูอาจให้ผู้เรียนศึกษาหรือทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานด้วยก็ได้ ในกรณีที่เรื่องไม่ยุ่งยาก และใช้เวลาไม่มาก

5. ขั้นสรุป ครูให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้จากขั้นทดสอบเพื่ออธิบายคำตอบของปัญหา

6. ขั้นนำความรู้ไปใช้ ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 138-141) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนไว้ดังนี้

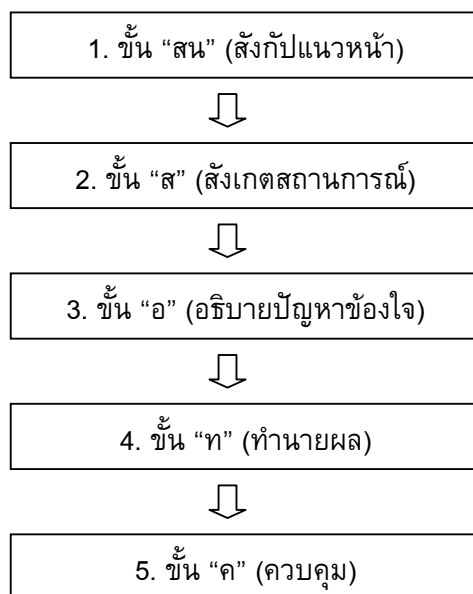
1. ขั้น “สน” คือ ขั้นของการให้สังเกตกับแนวทาง ซึ่งได้แก่ การเตรียมความพร้อมทางการเรียนให้กับผู้เรียน โดยการดึงเอาความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สอนมาให้สัมพันธ์กันรวมทั้งปูพื้นฐานความรู้ใหม่ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ เนื้อหาสาระใหม่ให้กับผู้เรียน

2. ขั้น “ส” คือ ขั้นของการสังเกตสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในขั้นนี้จะสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตและวิเคราะห์องค์ประกอบและธรรมชาติของปัญหาอย่างละเอียด การเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรู้สังเกตกับ ลักษณะร่วมของสถานการณ์ขององค์ประกอบต่างๆ ในสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

3. ขั้น “อ” คือขั้นของการอธิบายปัญหาข้อใจ โดยอาศัยความสามารถในการหาเหตุผลมาอธิบายถึงสาเหตุของปัญหา ส่วนมากการอธิบายมักจะอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลแบบฟังก์ชัน ขั้นนี้เป็นจุดเริ่มต้นของความสามารถในการสร้างทฤษฎีขึ้นมาสำหรับอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ การเรียนที่สำคัญที่สุดในขั้นนี้คือการเรียนรู้หลักว่า เมื่อปรากฏ ผลออกมาในรูปของปัญหาอย่างนี้ อะไรควรจะเป็นเหตุหรือสาเหตุของการเกิดผลอันนั้น

4. ขั้น “ท” คือ ขั้นของการทำนายผลเมื่อเราแปรเหตุเป็นขั้นตอนของการตั้งสมมติฐานเพื่อจะทดสอบดูว่าคำอธิบายขั้นที่ 3 ว่าถูกต้องมากน้อยเพียงใด และยังเป็นการคาดคะเนผลของสาเหตุต่างๆ ทั้งนี้เพื่อฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างรอบคอบ การเรียนที่สำคัญในขั้นนี้คือการเรียนรู้ วิธีแก้ปัญหาโดยนำหลักการที่เรียนรู้ในขั้นที่ 3 มาใช้

5. ขั้น “ค” คือ ขั้นของการควบคุมและสร้างสรรค์ทั้งสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายในเป็นขั้นที่นำผลของการแก้ปัญหาไปปฏิบัติในชีวิตจริง เพื่อให้เกิดการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายใน (ทางจิตใจ) ขั้นนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ฉะนั้นการเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้ คือ การเรียนรู้วิธีสร้างสรรค์ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนดังกล่าวอาจสรุปเป็นภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

ที่มา : สุวิทย์ มูลคำ และ อรรถชัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้. หน้า 141.

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ขั้นตอนของวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นเป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยการลงมือปฏิบัติจริงและสนุกสนานกับการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ และครูเป็นผู้ทำหน้าที่คอยตรวจสอบความถูกต้องของผู้เรียน รวมทั้งคอยใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนอาจที่จะเรียนรู้ และทำให้ผลการเรียนของผู้เรียนดีขึ้นตามลำดับ

(3) ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน

วิชิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 : 82) กล่าวถึง ข้อดีและข้อด้อยของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ฝึกการคิดหาเหตุผลให้แก่ผู้เรียน
2. บรรยายภาคพื้นต้น น่าสนใจ

ข้อด้อย

1. เตรียมสถานการณ์ที่จะก่อให้เกิดปัญหาแก่นักเรียนลำบาก เพราะต้องควบคุมให้นักเรียนเกิดความสงสัยในปัญหาที่กำหนดไว้แล้ว
2. ใช้เวลาเรียนมาก ครูผู้สอนต้องใช้ความอดทนเพื่อตะล่อมกล่อมเกลานักเรียน
3. ต้องใช้อุปกรณ์การสอนมาก สิ้นเปลือง

ไสว พักขาว (2544 : 102-103) กล่าวถึง ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมคิดหาเหตุผล และสรุปความรู้ด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา
3. ส่งเสริมการแสดงของของผู้เรียน
4. สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลาในการสอนมาก
2. เหมาะกับวิชาที่ต้องใช้เหตุผล

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 142) กล่าวถึง ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการค้นหาความรู้และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวา และสนุกสนานกับการเรียนรู้
4. ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนด
2. ถ้าปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เข้าใจหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่อยากจะเรียน
3. เป็นวิธีการที่มีการลงทุนสูง ซึ่งบางครั้งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
4. ผู้สอนต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีข้อดีตรงที่เป็นวิธีการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการคิด สนุกสนานกับการเรียนรู้ และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบนี้ คือ ต้องใช้เวลามากในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงตัวผู้สอนเองต้องใช้เวลามากในการเตรียมตัวและการวางแผนในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้สนองความต้องการของผู้เรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคล

(4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน

งานวิจัยต่างประเทศ

เมสัน (Mason. 1997 : 58-09A) ได้ศึกษาการเรียนรู้พีชคณิตด้วยตนเองโดยใช้การสืบสวนสอบสวนกลุ่มย่อยของนักเรียนเกรด 9 มีจุดมุ่งหมาย เพื่อแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้การสืบสวนสอบสวนกลุ่มย่อยและแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบเหล่านั้นมีผลต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 22 คนที่เรียนวิชาพีชคณิต ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสนทนาในกลุ่มผลงานของนักเรียน การเขียนและการบ้านที่ให้นักเรียนเขียนเกี่ยวกับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ในแต่ละวัน ผู้วิจัยได้สรุปและตีความหมายจากการเรียนรู้ดังกล่าว ผลจากการวิจัย พบว่า นักเรียนจะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดีจากการสอนโดยใช้การสืบสวนสอบสวนกลุ่มย่อย ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการสร้างสรรค์ความรู้ของนักเรียน นักเรียนสามารถเรียนรู้การดำเนินการที่ซับซ้อนและตีความหมายของลักษณะความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ของครูกับนักเรียนและความสัมพันธ์ของการทดสอบกับคะแนน การเรียนรู้ของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับการสร้างประสบการณ์และมุมมองของนักเรียนแต่ละคน การเรียนรู้ระหว่างบุคคลเกิดขึ้นได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนคนอื่นๆ และความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู นักเรียนแต่ละคนกับครูจะมีอิทธิพลต่อกันและกัน

ทอมสัน (Thomson. 2001 : 61-10B) ได้ศึกษาการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและการใช้ตัวแทนในการสืบสวนสอบสวนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย ศึกษาโดยการสังเกตจากครูและนักเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน ในขณะที่มีการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัสสำหรับคณิตศาสตร์ในชีวิต โดยดูจากสภาพทั่วๆ ไปของห้องเรียน และทักษะการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการบันทึก เทปและวิดีโอและสัมภาษณ์ครู 1 คนกับนักเรียน 6 คนและนักเรียน 6 คน และศึกษาจากการรายงานการทดลองของนักเรียน ผลจากการวิจัยพบว่า จุดมุ่งหมายของครูและเวลาเรียนมีผลต่อการพัฒนาการสืบสวนสอบสวน การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์และการใช้ภาษาของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง เมื่อมีเวลาทำการดำเนินการของห้องก็จะเป็นการใช้คำถามของนักเรียนในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจของนักเรียน และมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์บ่อยครั้ง นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มยังคงไว้ ซึ่งกระบวนการของความคิดรวบยอดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และสามารถประยุกต์วิธีการได้ แต่นักเรียนมีความเชื่อมั่นในการบอกครูในเรื่องของความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

มนมนัส สุตสิน (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วน ความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรมาภรณ์ อนุพันธ์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลัดดา เพียรประสพ (2545 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวนและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 120 คน แล้วแบ่งออกเป็น 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง อัตราส่วน ผลจากการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดองค์ความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนนี้มีผลต่อการพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียน และส่งผลไปในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนของนักเรียน โดยเฉพาะกับวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติจริง

1.2.2 วิธีสอนแบบอภิปราย (Discussion Method)

1) ความหมายของวิธีสอนแบบอภิปราย

กันเตอร์ และคนอื่นๆ (Gunter and other. 2003 : 197) กล่าวว่า การสอนแบบอภิปรายเป็นการสอนโดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีการหาคำตอบจากคำถามอันซับซ้อนและพยายามให้ผู้เรียนมองปัญหาในมุมที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ความคิดใหม่ ๆ มากขึ้นอย่างสมบูรณ์

ไสว พักขาว (2544 : 119) กล่าวว่า การสอนแบบอภิปราย เป็นการสอนที่ผู้เรียนมาประชุมกันเป็นกลุ่มเพื่อนร่วมแสดงความคิดเห็น หรือระดมความคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ตามที่ผู้สอนกำหนด

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 132) กล่าวว่า การอภิปราย เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันโดยนักเรียนร่วมกันระดมความคิดโดยใช้เหตุผลเพื่อแก้ปัญหา

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546 : 148) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบอภิปราย หมายถึง วิธีสอนมุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสัมมนาแลกเปลี่ยนหรือพิจารณาหัวข้อที่กลุ่มมีความสนใจร่วมกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาคำตอบแนวทางหรือเพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งร่วมกัน

ทิตนา เขมมณี (2547 : 347) กล่าวว่า วิธีการสอนโดยใช้อภิปรายกลุ่มย่อย คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์โดยการจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 4-8 คน และผู้เรียนในกลุ่มพูดคุยและแลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ในประเด็นที่กำหนดและสรุปผลการอภิปรายมาเป็นข้อสรุปของกลุ่ม

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับความหมายของ การสอนแบบอภิปราย อาจสรุปได้ว่า การสอนแบบอภิปราย หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และรู้จักใช้ความคิด ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้โดยตรง ผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้ความคิดเห็น สรุป หรือเสนอแนะในความคิดหลายๆ แนวความคิดของผู้เรียน

2) ขั้นตอนของวิธีสอนแบบอภิปราย

ไสว พักขาว (2544 : 119) กล่าวว่า การสอนแบบอภิปราย มี 2 ประเภท คือ อภิปรายทั้งชั้น และอภิปรายกลุ่มย่อย ซึ่งมีขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ขั้นตอนการสอนแบบอภิปรายทั้งชั้น

1.1 กำหนดประเด็นหรือเรื่องที่จะอภิปราย

1.2 ระบุมโนทัศน์และบทบาทของผู้เรียนในการอภิปราย

1.3 ร่วมกันอภิปรายโดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมแสดงความคิดเห็น

คิดเห็น

1.4 สรุปแนวคิดที่ได้จากการอภิปราย

2. ขั้นตอนการสอนแบบอภิปรายกลุ่มย่อย

2.1 กำหนดประเด็นหรือเรื่องที่จะอภิปราย

2.2 แบ่งกลุ่มนักเรียน : แต่ละกลุ่มเลือกประธานและเลขานุการ

2.3 ระบุวัตถุประสงค์ของการอภิปรายและบทบาทหน้าที่ของผู้เรียนและกำหนดเวลาในการอภิปราย

2.4 อภิปราย

2.5 นำเสนอผลการอภิปรายต่อกลุ่มใหญ่

2.6 สรุปผลการอภิปราย

ทิศนา แคมมณี (2547 : 337) กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนโดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อยไว้ดังนี้

1. ผู้สอนจัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละประมาณ 4-8 คน
2. ผู้สอนหรือผู้เรียนกำหนดประเด็นในการอภิปราย
3. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตามประเด็นที่อภิปราย
4. ผู้เรียนสรุปสาระที่สมาชิกกลุ่มได้อภิปรายร่วมกันเป็นข้อสรุปของกลุ่ม
5. ผู้สอนและผู้เรียนนำข้อสรุปของกลุ่มย่อยนำมาสรุปบทเรียน
6. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนแบบอภิปรายพอสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสอนแบบอภิปราย อาจแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมการ ขั้นอภิปราย และขั้นประเมินผล ในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด การแสดงความคิดเห็น การค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆ การทำงานร่วมกันของนักเรียน การเป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี ฝึกความกล้าและการทำงานร่วมกันของผู้เรียน เป็นต้น

3) ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบอภิปราย

สมชาย ชูชาติ (2538 : 352) กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบอภิปราย ดังนี้

ข้อดี

1. ส่งเสริมพัฒนาการทางสมอง
2. นักเรียนกล้าแสดงออกซึ่งความคิดเห็น
3. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
4. สร้างเจตคติที่ถูกต้อง
5. ขยายประสบการณ์ให้กว้างขึ้น
6. ทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง
7. ส่งเสริมทักษะในการอ่านและการพูด

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 352) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนโดยใช้การอภิปรายไว้ดังนี้

ข้อดี การสอนแบบอภิปรายช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็น ได้ฝึกทักษะการคิด ส่งเสริมการค้นคว้าหาความรู้ของนักเรียน ฝึกให้เป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี ส่งเสริมการเคารพในเหตุผลของผู้อื่น ฝึกความกล้าและการทำงานร่วมกันอย่างเป็นประชาธิปไตย ทำให้เชื่อมั่นในตนเอง ได้เพิ่มพูนทักษะภาษา ได้ฝึกทักษะความสามารถ ในการจับประเด็นมาอภิปราย การโต้แย้งและการซักถาม ความมีระเบียบวินัย มีความอดทน รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และใช้วิจารณ์อย่าง

ข้อจำกัด กลุ่มที่จะอภิปรายจะต้องไม่ใหญ่เกินไป ถ้านักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ไม่รู้จักคิด หรือครูเลือกเนื้อหาที่ไม่เหมาะสม นักเรียนจะไม่สามารถอภิปรายได้ หรือมีนักเรียนบางคนในกลุ่มเท่านั้นที่อภิปราย

ทิตนา แคมมณี (2547 : 352) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนโดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อยไว้ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนกลุ่มใหญ่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึง
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนและผู้สอนได้ข้อมูลและความคิดเห็นที่หลากหลายช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขวางขึ้น
3. เป็นวิธีสอนที่ช่วยส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างผู้เรียนช่วยผู้เรียนได้พัฒนาทักษะต่างๆ จำนวนมาก เช่น ทักษะการพูด การแสดงความคิดเห็น การโต้แย้ง การวิพากษ์วิจารณ์ และทักษะการคิด เป็นต้น

ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก
2. เป็นวิธีที่ต้องอาศัยสถานที่หรือบริเวณที่กว้างพอจะจัดกลุ่มให้อภิปรายกันได้โดยไม่รบกวนกัน
3. หากผู้เรียนไม่รู้หรือปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มที่ดีการอภิปรายอาจไม่ได้ผลดีหากสมาชิกกลุ่มและผู้สอนไม่สามารถควบคุมสถานการณ์ได้ดีอาจเกิดปัญหาการปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน สรุปได้ว่า วิธีสอนแบบอภิปรายเป็นการฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ฝึกให้เป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี และเคารพในเหตุผลของผู้อื่น

4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบอภิปราย

งานวิจัยในประเทศ

ศศวรรณ รื่นเรือง (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อจะพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอภิปรายกลุ่มสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยรังสิต ที่เรียนวิชาภาษาไทยพื้นฐาน (TH 1513) จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน ผลจากการวิจัยพบว่า การสอนโดยวิธีการอภิปรายกลุ่มและการสอนโดยวิธีปกติมีผลทำให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มีการพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ ทั้งประเภทการเขียนบรรยาย การเขียนแสดงความคิดเห็น และการเขียนคำขวัญสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการสอนโดยวิธีการอภิปรายกลุ่มมีผลทำให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์สูงกว่าการใช้การสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อเปรียบเทียบงานเขียนแต่ละประเภทแล้วพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของการเขียนแสดงความคิดเห็น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนผลสัมฤทธิ์ของการเขียนบรรยายมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ที่ระดับ .05 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และผลสัมฤทธิ์ของการเขียนคำขวัญ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญไม่ว่าที่ระดับ .01 หรือ .05

นัยนา พลสร (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์ระหว่างการใช้วิธีสอนแบบอภิปรายกลุ่มกับการใช้แบบฝึกหัดการเขียนเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนวัดป่า จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 3 ห้องเรียน แต่ละห้องมีนักเรียน 30 คนขึ้นไป ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์หลังการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบอภิปรายกลุ่มสูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนที่ใช้แบบฝึกหัดการเขียนเชิงสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์หลังการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบอภิปรายกลุ่มสูงกว่าการใช้วิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์หลังการเรียนของนักเรียน โดยใช้แบบฝึกหัดการเขียนเชิงสร้างสรรค์ สูงกว่าการใช้วิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบอภิปรายกลุ่มวิธีสอนที่ใช้แบบฝึกหัดการเขียนสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์ หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบอภิปรายช่วยส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น นอกจากการสอนแบบอภิปรายยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนที่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นได้อย่างสร้างสรรค์อีกด้วย

1.2.3 การสอนแบบบรรยาย (Lecture Method)

(1) ความหมายของการสอนแบบบรรยาย

เอกเกน และคาซาค (Eggen and Kauchak. 2001 : 327) กล่าวว่า การสอนแบบบรรยายเป็นการสอนโดยตรงของครูที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้อย่างเป็นระบบ เป็นวิธีการระบุเนื้อหา ซึ่งเฉพาะลงไปที่ความคิดรวบยอดของเนื้อหา และไม่ใช่มุ่งเฉพาะความคิดรวบยอดเท่านั้นแต่มุ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์เหล่านั้นด้วย

สมชาย ชูชาติ (2538 : 65) กล่าวว่า การสอนแบบบรรยาย เป็นการสอนที่ผู้สอนเป็นฝ่ายบอกเล่า อธิบาย หรือถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนในรูปของคำพูด ผู้สอนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน เป็นฝ่ายเตรียมเนื้อหา เป็นการสื่อสารความหมายทางเดียว นักเรียนเป็นผู้ฟังและจดบันทึก การเรียนการสอนแบบบรรยายนี้ จึงควรมีสื่อการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

กรรณิการ์ อัฐมโนลาด (2541 : 6) กล่าวว่า วิธีสอนแบบบรรยาย หมายถึง วิธีสอนในห้องเรียนตามปกติ โดยมีครูเป็นผู้บรรยายหรืออธิบายเนื้อหาวิชาเรียงตามลำดับ ตามแผนปฏิบัติงานการสอน พร้อมยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องโดยมีการเขียนหัวข้อ ข้อสำคัญบนกระดานดำ หรือแผ่นใส มีการทบทวน ตั้งคำถาม ทำแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนโดยการซักถามและตอบคำถาม

ไสว พักขาว (2544 : 90) กล่าวว่า การสอนแบบบรรยายเป็นวิธีการถ่ายทอดความรู้ที่ใช้กันมานานในการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก สามารถสอนหรือบรรยายให้ผู้ฟังได้ทีละมากๆ โดยทั่วไปจะใช้ในกรณีที่ต้องการนำเสนอความรู้ครั้งละมากๆ โดยใช้เวลาไม่นานนัก จึงจัดเป็นวิธีการสอนที่ประหยัดเวลาในการจัดการเรียนการสอน วิธีนี้จึงเหมาะสมมากหากผู้บรรยายมีความรู้มาก มีประสบการณ์ มีความรู้ในเนื้อหานั้นๆ ดีเป็นพิเศษ

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 119) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นวิธีการสอนที่ครู บอกเล่า อธิบายเนื้อหา หรือเรื่องราวต่างๆ ให้นักเรียนฟัง โดยเน้นลักษณะและความสำคัญของเนื้อหาที่ครูค้นคว้าหรือตระเตรียมมาในการสอน ทำให้นักเรียนเนื้อหาได้เร็ว เหมาะสมกับนักเรียนจำนวนมาก เช่น การเล่าประวัติของจำนวนและตัวเลข ประวัติตรีโกณ ประวัติตรีโกณมิติ ประวัติของจำนวนเชิงซ้อน ประวัติปีทาโกรัส เป็นต้น

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546 : 138) กล่าวว่า วิธีสอนแบบบรรยาย หมายถึง วิธีสอนที่ผู้สอนพูด บอกเล่า อธิบาย เนื้อหาหรือเรื่องราวต่างๆ ให้ผู้เรียน โดยที่ผู้สอนเป็นฝ่ายเตรียมการศึกษาค้นคว้าเนื้อเรื่องมาแล้วเป็นอย่างดีผู้เรียนเป็นฝ่ายรับผลการศึกษาค้นคว้านั้น โดยทั่วไปมักเป็นการสื่อความหมายทางเดียว คือ จากผู้สอนไปสู่ผู้เรียน โดยผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนน้อย เพียงแต่จดบันทึก หรือซักถามบางครั้ง วิธีสอนแบบนี้จะยึดบทบาทของผู้สอนเป็นหลักสำคัญ

ทิตนา แชมมณี (2547 : 327) กล่าวว่า วิธีการสอนโดยใช้การบรรยาย คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการเตรียมเนื้อหาสาระแล้วบรรยาย คือ พูด บอก เล่า อธิบาย เนื้อหาสาระหรือสิ่งที่ต้องการสอนแก่ผู้เรียน และ ประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง

จากที่กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ว่า การสอนแบบบรรยาย หมายถึง กระบวนการ จัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนเป็นหลัก ในการพูด การบอก การเล่า การอธิบาย สาธิต ให้ความรู้แก่และ สิ่งที่ต้องการสอนแก่ผู้เรียน ในบางครั้งผู้สอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามได้แต่มักทำกันในช่วง ท้ายของการบรรยายเท่านั้น ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ น้อยมาก

(2) ขั้นตอนการสอนแบบบรรยาย

สมชาย ชูชาติ (2538 : 65-67) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนการสอนแบบบรรยาย ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูควรสร้างความสนใจของนักเรียนให้มีต่อบทเรียน ด้วยวิธีการต่างๆ คือ

- 1.1 การทบทวนบทเรียนก่อน
- 1.2 การให้นักเรียนเล่าถึงประสบการณ์ของตน
- 1.3 การใช้อุปกรณ์การสอนประกอบการสนทนา
- 1.4 การซักถามให้นักเรียนตอบ
- 1.5 การใช้เหตุการณ์หรือสิ่งแวดล้อมในชุมชน
- 1.6 การจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน

2. ขั้นบรรยาย เมื่อนักเรียนสนใจเรียนแล้วครูก็เริ่มบรรยายหรืออธิบาย เกี่ยวกับเนื้อหาหรือรายละเอียดต่างๆ ให้นักเรียนฟัง และจดบันทึก เพื่อให้การอธิบายแจ่มแจ้งควร ดำเนินการดังนี้

- 2.1 แสดงอุปกรณ์การสอนประกอบเป็นตอนๆ ไป
- 2.2 ยกอุทาหรณ์ให้เหมาะสม พยายามยกอุทาหรณ์เรื่องที่สนุกและเรื่องจริงจูงใจ
- 2.3 เขียนหัวข้อ ข้อความสำคัญๆ หรือคำยากลงบนกระดานดำ
- 2.4 ใช้อารมณ์ขันประกอบการบรรยายเพื่อสร้างบรรยากาศที่รื่นรมย์
- 2.5 ให้นักเรียนเตรียมจัดอุปกรณ์ไว้ล่วงหน้า
- 2.6 มีการซักถามให้นักเรียนใช้ความคิด และหาเหตุผลตอบครูบ้าง

3. ขั้นซักถามและอภิปรายเมื่อครูบรรยายจบแล้วเหลือเวลาอีก 5-10 นาที ให้

- 3.1 นักเรียนซักถามข้อสงสัย
- 3.2 นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

4. ขั้นทำกิจกรรม เพื่อให้การสอนการเรียนรู้แบบบรรยายมีประสิทธิภาพมากขึ้น ควรให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมประกอบการสอนการเรียนรู้ เช่น

4.1ให้อ่านหนังสือเพิ่มเติม

4.2สรุปคำบรรยายปากเปล่า

4.3เขียนสรุปคำบรรยาย

4.4ให้ทำงาน เช่น แผนที่ แผนผัง แผนภูมิ แผนภาพ ฯลฯ ส่งครู

5. ขั้นวัดผล เพื่อตรวจสอบดูความรู้ความเข้าใจในบทเรียน ครูควรจัดให้มีการวัดผลโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น

5.1 การถามให้นักเรียนตอบ

5.2 การตรวจรายงานสรุปคำบรรยาย

5.3 การตรวจงานที่ทำ

5.4 การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนขณะอธิบายหรือบรรยาย เช่น ความสนใจ ความตั้งใจ และความเข้าใจ เป็นต้น

ไสว พักขาว (2544 : 90) กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบบรรยาย ไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม การเตรียมการเป็นสิ่งสำคัญมาก ถ้าผู้สอนเตรียมการไว้ดีก่อนสอนก็เท่ากับการสอนครั้งนั้นก็ประสบความสำเร็จไปแล้วขั้นหนึ่ง ในขั้นหนึ่งควรมีการวางแผนและเตรียมการสอนดังนี้

1.1 พิจารณาและกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนการสอนแต่ละครั้งให้ชัดเจน

1.2 ศึกษาภูมิหลังของผู้เรียน เกี่ยวกับ ความรู้ ความสามารถ ความต้องการ และความสนใจ

1.3 ศึกษา ค้นคว้าในเรื่องที่จะบรรยายให้กว้างขวาง จากตำรา วารสาร แหล่งวิทยาการที่เชื่อถือได้ รวมทั้งประสบการณ์ของตนเองมาผสมผสานกัน

1.4 พิจารณาเชื่อมโยงพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นของผู้เรียนที่ต้องรู้มาก่อนการฟังบรรยาย

1.5 กำหนดเค้าโครง จัดลำดับขั้นตอนของเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีที่สุด

1.6 เตรียมภาษา หรือคำอธิบายที่ใช้ในการบรรยายเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย

1.7 เตรียมหาสิ่งที่จะช่วยให้การบรรยายมีรสชาติ เช่น เกร็ดความรู้ที่เกี่ยวข้อง การอุปมาอุปไมย ข้อมูลสถิติที่สำคัญ

1.8 เตรียมสื่อต่างๆ ที่จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนในการบรรยาย

1.9 วางแผนการจัดแบ่งเวลากับเนื้อหาให้พอดีกัน

1.10 ทดลองหรือซักซ้อมก่อนทำจริงเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นและแก้ไข

ข้อบกพร่อง

1.11 เตรียมวิธีการประเมินผลที่จะใช้ เช่น การสังเกต การใช้คำถาม การใช้แบบทดสอบ ซึ่งต้องเตรียมไว้ล่วงหน้า

1.12 ก่อนเวลาบรรยายควรตรวจสอบความพร้อม สถานที่ อุปกรณ์ สื่อต่างๆ ว่าพร้อมใช้งานหรือไม่

2. ชั้นบรรยาย ในการบรรยายให้มีประสิทธิภาพ มีข้อเสนอแนะดังนี้

2.1 ทำตัวให้มีชีวิตชีวา แสดงถึงความเชื่อมั่น และความจริงจังของผู้สอน

2.2 ควบคุมอารมณ์ไม่ให้ตื่นเต้น ประหม่า หรือเครียด ควรแสดงความเป็นกันเอง ยิ้มแย้มแจ่มใสกับผู้เรียน

2.3 พูดด้วยน้ำเสียงธรรมชาติ โดยใช้เสียงที่ดังพอดีทุกคนจะฟังได้ยินอย่างชัดเจน

2.4 ใช้สายตาตามองผู้เรียนให้ทั่วขณะบรรยาย

2.5 ไม่ควรเริ่มต้นด้วยการบรรยายเนื้อหาทันที ควรเริ่มด้วยการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเข้ากับเรื่องที่จะสอน

2.6 ควรบอกเค้าโครงที่จะบรรยาย และบอกจุดประสงค์ของบทเรียน

2.7 ดำเนินการการบรรยายตามลำดับเนื้อหาที่เตรียมการไว้ล่วงหน้า

2.8 ควรหลีกเลี่ยงการบรรยายล้วนๆ ควรมีคำถามระหว่างการบรรยายด้วย

2.9 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถามเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียน

2.10 ควรใช้เทคนิคการสอนกลุ่มย่อยและเทคนิคอื่นๆ เช่น การระดมความคิด (Brainstorming) การอภิปรายกลุ่มย่อยที่เรียกว่า Buzz Group หรือการอภิปรายแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

3. ชั้นสรุปและประเมินผล ในการบรรยายในแต่ละครั้ง ผู้สอนควรมีการสรุปสาระสำคัญของสิ่งที่ได้สอนหรือบรรยายไป โดยอาจนำเสนอบทสรุปในรูปของข้อความสั้นๆ หรือการใช้ผังมโนทัศน์ (Concept Map) ของเรื่องนั้นก็ได้ นอกจากนี้ยังควรมีการประเมินผลการสอน โดยอาจดำเนินการดังนี้

3.1 ถามคำถามให้ผู้เรียนตอบระหว่างบรรยาย หรือเมื่อจบการบรรยาย

3.2 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ

3.3 ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

3.4 ให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนของครู

หลังจบการบรรยายแต่ละครั้งผู้สอนควรรวบรวมข้อมูลที่ได้จากผู้เรียนมาใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับ เพื่อปรับปรุงการบรรยายในครั้งต่อไป

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546 : 138) กล่าวว่า ขั้นตอนการสอนแบบบรรยาย มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการสอน ประกอบด้วย

1.1 วินิจฉัยผู้เรียน โดยพิจารณาถึงพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์เดิม ความสามารถของผู้เรียน

1.2 เตรียมเนื้อหา โดยพิจารณาถึงความละเอียด ลึกซึ้ง มากน้อย และลำดับของเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาและลักษณะของผู้เรียน

1.3 เตรียมคำถาม เพื่อใช้ถามผู้เรียนระหว่างการบรรยาย จะช่วยให้ผู้เรียนตื่นตัวและสนใจยิ่งขึ้น

1.4 เตรียมสื่อการเรียนการสอน โดยเตรียมสื่อให้พร้อมอยู่ในสภาพให้ใช้ได้ดี อาจเป็น สไลด์ แผ่นใส ภาพ ของจำลอง ของจริง ฯลฯ จะช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น

1.5 เตรียมการวัดและประเมินผล อาจเป็นการทดสอบหลังเรียน เป็นแบบฝึกหัด หรือการถามคำถามเพื่อวัดดูว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดให้หรือไม่ประการใด

2. ขั้นสอน ประกอบด้วย

2.1 ขั้นนำ

2.2 ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่สำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

2.3 ขั้นสรุป เป็นการปิดท้ายชั่วโมงการบรรยาย

3. ขั้นติดตามผล ประกอบด้วย

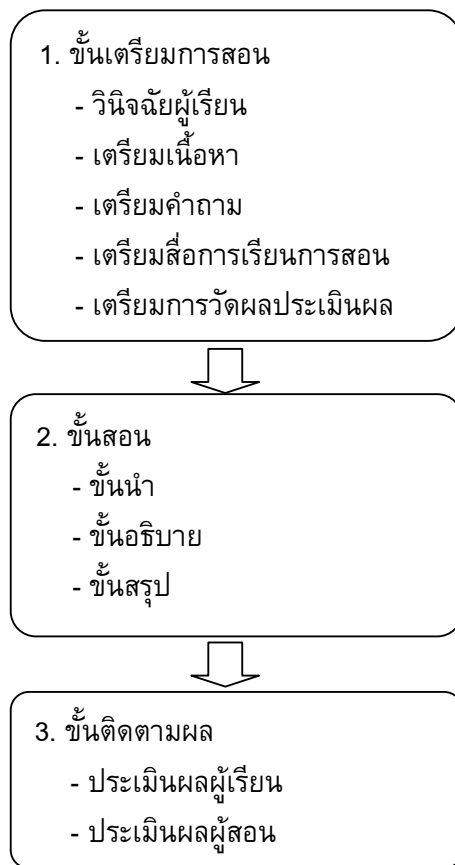
3.1 วัดผลประเมินผลผู้เรียน โดยอาจใช้วิธี

- 1) ตรวจสมุดบันทึกที่ผู้เรียนจดคำบรรยาย
- 2) ถามคำถามในเนื้อหาที่บรรยาย
- 3) ให้ทำข้อสอบ หรือทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

3.2 วัดผลประเมินผลผู้สอน

1) จัดทำแบบสอบถามให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการสอน การอธิบาย การใช้ภาษา เสียง บุคลิกท่าทาง ฯลฯ

2) ให้เพื่อนครูเข้าสังเกตการสอน แล้วให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์แก่การสอน ขั้นตอนวิธีการสอนแบบบรรยาย สรุปได้ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนวิธีสอนแบบบรรยาย

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). **หลักการสอน**. หน้า 140.

ทิตนา แคมมณี (2547 : 327) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบบรรยาย ดังนี้

1. ผู้สอนเตรียมเนื้อหาสาระที่จะบรรยาย
2. ผู้สอนบรรยาย (พูด บอก เล่า อธิบาย) เนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนได้

เรียนรู้

3. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนแบบบรรยาย สรุปได้ว่า ขั้นตอนการสอนแบบบรรยาย มีดังนี้คือ ขั้นเตรียมการสอน ขั้นสอน และขั้นสรุปและประเมินผล ซึ่งในแต่ละขั้นตอนผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บ้าง ส่วนผู้สอนจะมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ในขั้นตอนเตรียมการสอน ผู้สอนมีหน้าที่จัดเตรียมความพร้อมทุกอย่างสำหรับผู้เรียน เช่น เตรียมเนื้อหาที่จะสอน เตรียมสื่อการเรียนรู้ต่างๆ เตรียมการวัดประเมินผล เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

(3) ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบบรรยาย

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 54-55) กล่าวถึง ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบบรรยายดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการอภิปราย นำเอาสาระความรู้ไปใช้อย่างมีความหมาย
2. ช่วยให้ผู้เรียนใช้ความคิดวิเคราะห์วิพากษ์วิจารณ์ ผสมผสานความรู้ ประยุกต์ความรู้ และเสนอแนวคิดนั้นเพื่อให้คนอื่นเข้าใจ จึงเกิดการพัฒนาด้านพุทธิพิสัยในระดับสูง และพัฒนาทักษะในการพูดแสดงความคิดเห็น
3. เทคนิคของการอภิปรายจะช่วยให้การพัฒนาเจตคติ กล่าวคือ ในการอภิปรายผู้เรียนจะได้คิดต่างๆ มาทบทวนค่านิยมและเจตคติที่ตนมีอยู่เดิม ซึ่งอาจสามารถพัฒนาให้เหมาะสมขึ้นมาได้
4. ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะการใช้คำถาม คิดหาคำตอบอย่างเป็นระบบ จึงเป็นการคิดและจัดระบบความคิดที่เป็นของตนเอง
5. ช่วยให้มีการพัฒนาทักษะในระดับสูง ไม่เฉื่อยชาเหมือนการสอนบางวิธี

ข้อจำกัดหรือจุดด้อย

1. ถ้าเทียบกับวิธีการสอนโดยตรง วิธีการสอนโดยการอภิปรายนับว่ากินเวลามากกว่า
2. อาจมีผู้เรียน 2-3 คนผูกขาดอภิปราย โดยที่ผู้เรียนบางคนไม่ได้แสดงความคิดเห็น
3. ในการอภิปรายอาจมีช่วงที่อยู่ในความเงียบบ่อยครั้ง และในบางครั้งอาจเงียบนานทำให้ผู้สอนเปลี่ยนใจมาใช้วิธีการบรรยายหัวข้อนั้นต่อ
4. ผู้สอนมักเกิดความคับข้องใจ เนื่องจากการอภิปรายครั้งนั้นไม่สามารถนำไปสู่การสรุปหรือไม่สามารถสรุปในรูปที่ผู้สอนปรารถนาได้
5. ผู้สอนมักขาดพื้นฐาน หรือขาดคุณวุฒิภาวะที่จะช่วยให้การอภิปรายนั้นมีความหมาย

ไสว พักขาว (2544 : 93) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบบรรยายดังนี้

ข้อดี

1. ประหยัดเวลา เพราะสามารถใช้กับผู้เรียนได้จำนวนมาก
2. ผู้สอนสามารถนำความรู้ที่เป็นจุดเด่นจากตำราหลายๆ เล่มมาประมวล บูรณาการไว้ด้วยกันในการบรรยาย
3. สำหรับเนื้อหาที่ยุ้งยากและซับซ้อนผู้เรียนได้ฟังบรรยายแล้วจะเข้าใจง่ายกว่าการไปศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งต้องใช้เวลานานมาก และอาจไม่เข้าใจ

4. ผู้เรียนได้ฟังความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะจากผู้สอนที่มีความรู้และประสบการณ์มากกว่า ทำให้เกิดแรงจูงใจที่จะเรียนดีขึ้น

ข้อจำกัด

1. ถ้าใช้บ่อยๆ โดยไม่พิจารณาความเหมาะสม อาจทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย เพราะผู้เรียนเบื่อหน่าย เพราะผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วย
2. ไม่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์ซึ่งเป็นความสามารถชั้นสูง
3. ไม่ค่อยเกิดการพัฒนาด้านเจตคติและทักษะพิสัย
4. เป็นการสอนที่เน้นครูหรือผู้สอนเป็นศูนย์กลาง

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 119) กล่าวถึงข้อดีและข้อเสียของวิธีการสอนแบบ

บรรยาย

ข้อดี สอนได้ครอบคลุมเนื้อหา ครูมีความมั่นใจในการสอน เตรียมมาแค่ไหนก็บรรยายแค่นั้นสอนรวดเร็ว สอนนักเรียนได้ไม่จำกัดจำนวน ครูสามารถเน้นเนื้อหาที่สำคัญๆ ได้เหมาะสมประหยัดเวลา เพราะสามารถใช้กับนักเรียนได้จำนวนมากสำหรับการสอนเนื้อหาที่นักเรียนทำความเข้าใจได้ยาก

ข้อจำกัด เป็นการสื่อสารทางเดียว โดยครูเป็นศูนย์กลางการสอนทำให้ไม่ถูกต้องตามหลักการเรียนรู้ที่นักเรียนควรจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อการเรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้รับเพียงอย่างเดียว ได้แต่ติดตาม ขาดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ขาดทักษะในการแสวงหาความรู้ ใช้แหล่งการเรียนรู้ต่างๆ การนั่งฟังแต่เพียงผู้เดียว ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ง่วงนอนได้และลืมเรื่องที่เรียนไปได้ง่าย นอกจากอาจทำให้เกิดความแตกต่างในความสามารถของนักเรียนแต่ละคนมากขึ้น เพราะนักเรียนที่ฟังการบรรยายและติดตามไม่ทันมีโอกาสซักถาม

ทิตนา แคมมณี (2547 : 329) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบ

บรรยายไว้ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาน้อยเมื่อเทียบกับวิธีการสอนอื่นๆ
2. เป็นวิธีสอนที่ใช้กับนักเรียนจำนวนมากได้
3. เป็นวิธีสอนที่สะดวก ไม่ยุ่งยาก
4. เป็นวิธีสอนที่ถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้มาก

ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีบทบาทน้อย จึงอาจทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจในการบรรยาย

2. เป็นวิธีสอนที่อาศัยความสามารถของผู้บรรยาย ถ้าผู้บรรยายไม่มีศิลปะในการบรรยายที่ดึงดูดใจผู้เรียน ผู้เรียนอาจขาดความสนใจ และถ้าผู้สอนขาดการเรียบเรียงเนื้อหาสาระอย่างเหมาะสมผู้เรียนอาจไม่เข้าใจ และไม่สามารถซักถามได้ (ถ้าผู้บรรยายไม่เปิดโอกาส)

3. เป็นวิธีสอนที่ไม่สามารถสนองต่อความต้องการและความแตกต่าง
ระหว่างบุคคล

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546 : 138) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบ
บรรยาย

ข้อดี

1. สามารถสอนกับผู้เรียนได้จำนวนมาก
2. สะดวกในการให้เนื้อหาทางทฤษฎีแก่ผู้เรียน
3. ผู้สอนสามารถดำเนินการคนเดียวได้
4. โอกาสที่จะปรับปรุงเนื้อหาและวิธีการให้เหมาะสมกับผู้ฟัง
5. สามารถสรุปเนื้อหาจากที่ต่างๆ เข้าเป็นกลุ่มก้อนได้ง่าย
6. ผู้เรียนไม่ต้องทำงานมาก และรับรู้เรื่องที่เรียนกันจริง และพร้อมกัน
7. ให้ความรู้ผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ ได้เนื้อหามาก กว้างขวาง และเที่ยงตรง

ข้อจำกัด

1. การบรรยายไม่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน เพราะต้องรับข้อมูลและ
รู้เรื่องเดียวกันเวลาเดียวกัน
2. ผู้เรียนไม่มีโอกาสแสดงความคิดเห็น
3. การบรรยายที่ดีต้องอาศัยทักษะและเทคนิคการพูดที่สร้างความสนใจ ซึ่ง
สามารถทำได้ทุกๆ ด้าน
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียน ท่องจำ มากกว่าการศึกษาด้วยตนเอง
5. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนน้อย ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย หมดความ
สนใจได้ง่าย

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ข้อดีของวิธีสอนแบบบรรยาย คือ สามารถ
ใช้ได้กับผู้เรียนจำนวนมากได้ สอนได้เนื้อหาสาระมาก ประหยัดเวลาและไม่ยุ่งยากจนเกินไป แต่ก็มี
ข้อจำกัด คือ ผู้เรียนมีบทบาทน้อยมากในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้เรียนอาจเกิดความ
เบื่อหน่าย เป็นการสอนที่เน้นครูเป็นสำคัญไม่ได้เน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญและยังเป็นวิธีการสอนที่
ไม่ได้ตอบสนองความต้องการและความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน ครูผู้สอนจึงควรพิจารณาใช้
วิธีการสอนดังกล่าวในเนื้อหาที่มีความเหมาะสม และสามารถพัฒนาผู้เรียนได้เต็มศักยภาพได้
อย่างแท้จริง

1.2.4 วิธีการสอนแบบแก้ปัญหา (Problem Solving Method)

(1) ความหมายของวิธีสอนแบบแก้ปัญหา

แรทส์ และคนอื่นๆ (Raths and other. 1967 : 5-22) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ครูควรเป็นผู้จัดกิจกรรมเพื่อให้ นักเรียนได้ปฏิบัติในชั้นเรียน 14 ประการ คือ การเปรียบเทียบ การสรุปเรื่องราว การสังเกต การจัดจำแนกประเภท การตีความหมาย การวิพากษ์วิจารณ์ การค้นหาข้อตกลงเบื้องต้น การใช้จินตนาการ การตั้งสมมติฐาน การประยุกต์หลักการมาใช้สถานการณ์ใหม่ การตัดสินใจ การสร้างโครงการหรือวางแผนศึกษาค้นคว้า การรวบรวมและจัดประเภทข้อมูล การเข้ารหัส วิธีการดังกล่าวนี้เป็นลักษณะของวิธีการแก้ปัญหของคนที่ตัดสินใจอย่างหนึ่งอย่างใดลงไป และแรทส์ได้กล่าวเน้นอีกว่า ถ้าหากนักเรียนได้ทำกิจกรรมดังกล่าวทุกๆ วันนักเรียนจะเกิดประสบการณ์ในการคิดเป็น

ไฮนิก (Heinig. 1981 : 61) มีความเห็นว่า การแก้ปัญหของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้โดยครูต้องจัดกิจกรรมให้เด็กทำ กิจกรรมที่จัดควรเป็นกิจกรรมปลายเปิด นั่นคือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตน เพื่อสังเคราะห์เรื่องราวเป็นเรื่องใหม่ สิ่งใหม่ สถานการณ์หรือกิจกรรมที่จัดขึ้นสำหรับเด็กควรจะให้เด็กได้แก้ปัญหา ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนได้คาดคะเน ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน และบางครั้งนักเรียนต้องค้นหาทางเลือก ต้องใช้ความคิดใหม่ ต้องใช้จินตนาการสังเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ ไฮนิกเน้นกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นเป็นสำคัญ

แชฟเทล และจอร์จ (Shafel and George. 1982 : 31) ได้ให้ความเห็นว่า การแก้ปัญหเป็นกระบวนการค้นพบและตัวปัญหาก็คือ สถานการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับบุคคลใดบุคคลหนึ่งเป็นสถานการณ์ที่เป็นอุปสรรค คนที่จะแก้ปัญหาแต่ละปัญหาได้จะต้องมีความคิดใหม่ๆ มีพฤติกรรมใหม่ๆ แชฟเทลได้ย้ำถึงวิธีการฝึกการแก้ปัญหว่า ในการเรียนการสอนจะต้องใช้สถานการณ์ที่มีความหมายเป็นปัญหาและมีความสำคัญต่อทุกคน ครูคณิตศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ ครูสังคมศึกษา จะต้องช่วยให้นักเรียนช่วยกันคิดตั้งสมมติฐาน เก็บข้อมูลด้วยตนเอง ตั้งหลักการเองทุกอย่าง การกระทำดังกล่าวนี้เป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อการแสวงหาความรู้ ได้ใช้ข้อคิดหลายๆ ทางช่วยให้คนฉลาดขึ้น

เอกเกน และคูซาค (Eggen and Kauchak. 2001 : 143) กล่าวว่า การสอนแบบแก้ปัญหา เป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนติดตามปัญหา เพื่อแก้ปัญหาย่างเป็นระบบ เพื่อพัฒนาตัวผู้เรียนเอง เป็นวิธีการสอนเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของดิวอี้ โดยจะเริ่มต้นที่การตั้งปัญหาให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการอันหลากหลาย

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 67) กล่าวว่า การสอนแบบแก้ปัญหา (Problem Solving) คือ วิธีสอนที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทั้งการแก้ปัญหของดิวอี้ อันได้แก่ 1. ให้นิยามปัญหา 2. ตั้งสมมติฐาน 3. รวบรวม ประเมิน จัดระบบและตีความหมายข้อมูล 4. สรุปผล และ 5. ตรวจสอบผลสรุป

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ (2543 : 13) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหา เป็นวิธีการที่เน้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการ โดยใช้แนวคิดแก้ปัญหาด้วยการนำเอาวิธีการสอนแบบนิรนัย ซึ่งเป็นการสอนจากกฎเกณฑ์ไปหาความจริงย่อยมาผสมผสานกับวิธีการสอนแบบอุปนัย ซึ่งเป็นการสอนจากตัวอย่างส่วนย่อยมาหากฎเกณฑ์ การรวมกระบวนการคิดทั้ง 2 แบบ เข้าด้วยกันทำให้เกิดรูปแบบการสอนแบบแก้ปัญหา

ไสว พักขาว (2544 : 107-109) กล่าวถึง วิธีการสอนแบบแก้ปัญหาไว้ ดังนี้
วิธีการสอนแบบแก้ปัญหา เป็นวิธีสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งเสนอโดย จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ดังนั้น บางคนจึงเรียกวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546 : 153) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบแก้ปัญหา เป็นวิธีการสอนที่ให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ซึ่งเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่มีขั้นตอน มีเหตุผล มีการรวบรวมข้อมูล มีการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และสรุป ดังนั้น จึงอาจเรียกวิธีการสอนแบบนี้ว่า วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ว่า การสอนแบบแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ตามแนวความคิดของ จอห์น ดิวอี้ ซึ่งการสอนแบบนี้จะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ที่มีไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งในการแก้ปัญหของผู้เรียนนั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ความรู้ความสามารถ ภาวะทางสมองของผู้เรียนแต่ละคน เป็นต้น

(2) ขั้นตอนของวิธีสอนแบบแก้ปัญหา

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ (2543 : 13) กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ศึกษาและสรุปว่า “ปัญหา” คืออะไร
2. กำหนดขอบเขตของการแก้ปัญหา
3. วิเคราะห์งานเพื่อแบ่งปัญหาเป็นเรื่องย่อยๆ สำหรับศึกษาค้นคว้า
4. รวบรวมข้อมูลสำหรับแต่ละเรื่อง
5. ประเมินข้อมูลเพื่อจัดความลำเอียง และข้อผิดพลาด
6. สังเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่มีความหมาย
7. หาข้อสรุปและข้อเสนอแนะทางเลือกเพื่อการแก้ปัญหา
8. นำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าหรือปัญหา

ไสว พักขาว (2544 : 107-109) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบแก้ปัญหา ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา ครูจะนำเสนอวัตถุ สิ่งของ สถานการณ์บางอย่างที่เป็นปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนบ่งชี้ปัญหารวมทั้งกำหนดนิยามปัญหาให้ชัดเจน

2. ขั้นกำหนดสมมติฐาน ครูจะให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาจากความรู้และประสบการณ์เดิม รวมทั้งให้ผู้เรียนวางแผนในการที่จะหาข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐานอันนำไปสู่คำตอบของปัญหาดังกล่าว โดยครูคอยช่วยแนะนำ

3. ขั้นรวบรวมข้อมูล ครูให้นักเรียนทำการค้นคว้าเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่วางแผนไว้ ซึ่งอาจเป็นการอ่าน การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ หรือทำการทดลอง แล้วจัดบันทึกข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนและเที่ยงตรง

4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล ครูให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า และควรให้มีการนำเสนอข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

5. ข้อสรุป ครูให้ผู้เรียนสังเคราะห์ผลการศึกษาค้นคว้าแล้วสรุปในรูปของหลักการที่จะนำไปอธิบายเป็นคำตอบของปัญหาที่กำหนดไว้ในข้อ 1

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2545 : 153-154) กล่าวว่าขั้นตอนการสอนแบบแก้ปัญหา มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 ผู้สอนศึกษาแผนการสอน เนื้อหา และจุดประสงค์การสอนอย่างละเอียด

1.2 ผู้สอนวางแผนกำหนดกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติเป็นขั้นตอนตามลำดับ

2. ขั้นดำเนินการสอน

2.1 ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา และกำหนดขอบเขตของปัญหา ผู้สอนอาจใช้วิธีเล่าเรื่อง สถานการณ์จำลอง อภิปราย ศึกษากรณีเฉพาะราย ฯลฯ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นปัญหานั้น ถ้ามีหลายปัญหา อาจแยกเป็นหัวข้อต่างๆ ได้ดังนี้

- 1) นำทางให้ผู้เรียนเห็นปัญหา
- 2) จัดสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหา
- 3) ช่วยตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาให้ทุกคนเข้าใจได้ตรงกัน

2.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นวางแผนทางที่จะหาคำตอบของปัญหา โดยให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานว่า ปัญหานั้นน่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร หรือวิธีการแก้ปัญหานั้นน่าจะแก้ไขได้ด้วยวิธีใดบ้าง บทบาทของผู้สอนในขั้นนี้คือ

- 1) ช่วยผู้เรียนวางแผนจะแก้ปัญหาได้โดยวิธีใดบ้าง
- 2) แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มรับผิดชอบตามความสามารถและความสนใจ

2.3 ขั้นรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้เรียนศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา โดยอาจค้นคว้าจากตำรา เอกสารต่างๆ จากการสัมภาษณ์ ชักถามผู้เชี่ยวชาญ ฯลฯ แล้วจัดบันทึกข้อมูลไว้ บทบาทของผู้สอนในขั้นนี้คือ

- 1) แนะนำแหล่งความรู้เพื่อค้นคว้าหาข้อมูล

2) ติดต่อบุคคลที่เป็นผู้เชี่ยวชาญล่วงหน้าเพื่อให้สัมภาษณ์แก่ผู้เรียน

2.4 ขั้นทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลมาพิจารณา โดยเริ่มจากการทดลองปฏิบัติ และนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์ว่าวิธีใดได้ผลในการแก้ปัญหา อาจใช้ได้หลายวิธีแตกต่างกันไป บทบาทของผู้สอนในขั้นนี้คือ

1) สังเกตการทดลองหรือวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียน และให้คำแนะนำเมื่อจำเป็น

2) อำนวยความสะดวกด้านวัสดุอุปกรณ์และสิ่งจำเป็นต่างๆ ที่ผู้เรียนต้องการใช้ในการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

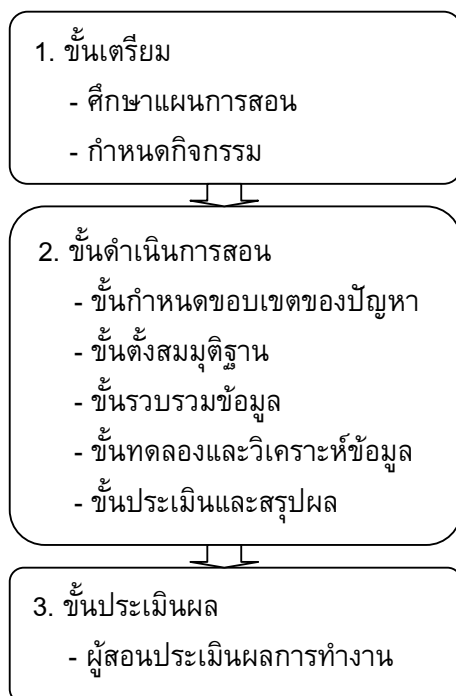
2.5 ขั้นประเมินและสรุปผล เป็นขั้นสุดท้ายของลำดับขั้นตอน เมื่อผู้เรียนได้ทำการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 2.4 แล้ว ผู้เรียนย่อมสามารถประเมินผลวิธีการแก้ปัญหาและสรุปได้ว่า วิธีการใดได้ผลดีที่สุดในการแก้ปัญหานั้น บทบาทของผู้สอนในขั้นนี้คือ

1) ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรายงานวิธีการปัญหาตั้งแต่ขั้นที่ 1-5

2) ผู้สอนอภิปรายซักถามผู้เรียน ช่วยเสริมและสรุปประเด็นสำคัญของการเรียนการสอนครั้งนี้

3. ขั้นประเมินผล ผู้สอนประเมินผลการทำงานของผู้เรียนแล้วแจ้งให้ผู้เรียนทราบข้อดีและข้อเสีย เพื่อปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ขั้นตอนของวิธีสอนแบบแก้ปัญหา สรุปได้ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนวิธีสอนแบบแก้ปัญหา

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). หลักการสอน. หน้า 155.

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับขั้นตอนการสอบแบบแก้ปัญหา อาจสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการสอนแบบแก้ปัญหา มี 5 ขั้นตอน คือ 1) กำหนดปัญหา 2) ตั้งสมมติฐาน 3) รวบรวมข้อมูล 4) วิเคราะห์ข้อมูล 5) สรุปผล ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันตามลำดับ และผู้เรียนก็มีส่วนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้โดยตรง

(3) ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบแก้ปัญหา

สมชาย ชูชาติ (2538 : 79-80) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบแก้ปัญหา ดังนี้

ข้อดี

1. การเสนอปัญหาให้ผู้เรียนสนใจจะทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน ทำให้บทเรียนหรือการเรียนในช่วงเวลานั้นๆ มีความหมายและมีคุณค่าต่อผู้เรียน
2. การเสนอปัญหาให้ผู้เรียนขบคิดเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีระบบระเบียบ มีความคิดเชิงสร้างสรรค์และมีการตัดสินใจที่ดี
3. การเรียนโดยวิธีการแก้ปัญหา จะเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถจำบทเรียนได้ดีขึ้น
4. การนำวิธีการแก้ปัญหามาใช้กับการสอนแบบกลุ่ม จะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกันในบรรยากาศแบบประชาธิปไตย
5. ทักษะที่ได้จากการแก้ปัญหา เช่น การเผชิญปัญหา การหาแนวทางในการแก้ปัญหา การตัดสินใจ ฯลฯ จะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในชีวิตจริงทั้งในปัจจุบันและในอนาคต

ข้อจำกัด

1. ผู้เรียนจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ถ้าผิดไปก็จะทำให้ได้ผลสรุปที่คาดเคลื่อนหรือผิดความจริงไป
2. ผู้เรียนจะต้องมีทักษะในการค้นคว้าหาข้อมูล ซึ่งถ้าขาดทักษะนี้แล้วก็จะทำให้ไม่ได้ข้อมูลเพียงพอที่จะสรุป
3. ผู้สอนบางท่านอาจไม่คุ้นเคยกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อดำเนินการสอนก็อาจนำไปผิดทางได้
4. การกำหนดปัญหาที่จะนำมาสอนนั้นมีความยากลำบากมาก ถ้าเลือกปัญหาไม่ดี ก็จะทำให้การเรียนการสอนน่าเบื่อได้

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 67-68) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดหรือจุดด้อยของวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนอย่างจริงจัง จึงเกิดความเข้าใจและจดจำได้นาน

2. การแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้ทั้งด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัย
3. ช่วยพัฒนาความรับผิดชอบของผู้เรียน
4. ช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียนและแรงจูงใจ
5. ผู้เรียนได้ใช้สื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ นอกเหนือจากตำราเรียน
6. ผู้เรียนได้เรียนรู้การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
7. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีระบบ
8. เป็นรูปแบบที่สามารถใช้ได้กับการแก้ปัญหาที่อาจเผชิญในอนาคต

ข้อจำกัดหรือจุดด้อย

1. วิธีนี้อาจใช้เวลามาก
2. ประเด็นปัญหาที่โดยธรรมชาติจะมีลักษณะโต้แย้งกันอาจสร้างปัญหา

ให้กับผู้บริหาร ผู้ปกครอง หรือกลุ่มคนในสังคม

ไสว พักขาว (2544 : 109) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบ

แก้ปัญหา ไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ฝึกให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหอย่างเป็นระบบ
2. ส่งเสริมการเรียนรู้และการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
3. ช่วยพัฒนาด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัยของผู้เรียน
4. ผู้เรียนได้คิดเอง ทำเอง และแก้ปัญหาเอง

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามาก
2. ปัญหาที่ให้นักเรียนแก้ ถ้ายากเกินไปอาจไม่ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน แต่ถ้ายากเกินไป ผู้เรียนอาจเบื่อหน่ายและทอดถอย
3. ผู้เรียนต้องมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับปัญหานั้นมาพอสมควรจึงจะสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546 : 155-156) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนได้ฝึกวิธีการแก้ปัญหามีเหตุผล ฝึกการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจ
2. ผู้เรียนได้ฝึกการค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
3. ช่วยพัฒนาด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัยของผู้เรียน
4. ผู้เรียนได้คิดเอง ทำเอง และแก้ปัญหาเอง

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามาก
2. ปัญหาที่ให้นักเรียนแก้ ถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน แต่ถ้ายากเกินไป ผู้เรียนอาจเบื่อหน่ายและท้อถอย
3. ผู้เรียนต้องมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับปัญหานั้นมาพอสมควรจึงจะสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบแก้ปัญหา อาจสรุปได้ว่า ข้อดีของการสอนแบบแก้ปัญหา มีดังนี้คือ ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนมีความเข้าใจและจดจำบทเรียน และยังเป็นส่งเสริมการเรียนรู้และการค้นพบด้วยตนเองของผู้เรียน เป็นต้น ส่วนข้อจำกัดของการสอนแบบแก้ปัญหา ก็คือ ใช้เวลามากทั้งการเตรียมการ รวมไปถึงขั้นตอนของการสอนด้วย ผู้เรียนอาจเกิดความท้อแท้เมื่อพบกับปัญหาที่ยากและไม่ได้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน เป็นต้น

(4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบแก้ปัญหา

งานวิจัยต่างประเทศ

แมททิงลี่ (Mattingly. 1992 : 434-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบนักเรียนที่ได้รับการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีและไม่ใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาโดยตรง ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่ธรรมดาสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทูกอร์ (Tougaw. 1994 : 2934-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง ในการสอนคณิตศาสตร์ โดยศึกษาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาและเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ การแก้ปัญหาแบบเปิดกว้างหมายถึง การสร้างข้อคาดเดา การสืบค้น การอภิปราย การพิสูจน์ และการหารูปแบบทั่วไป ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการคิด และเจตคติทางบวกเป็นพื้นฐาน ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สอบผ่านโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดกว้างมีเจตคติทางบวกต่อการเรียนกับเพศไม่มีความแตกต่างต่อพฤติกรรมในการแก้ปัญหา

เบิร์ก (Burk. 1994 : 4019-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการใช้การเขียนในการสอนกระบวนการดำเนินการและข้อชี้แนะยุทธวิธีในการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ออกแบบตามความต้องการของครูในการช่วยเหลือนักเรียนให้สามารถเป็นนักแก้ปัญหาที่มีสมรรถภาพ ครู 5 คน นำแผนไปสอนกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 371 คน ผลจากการวิจัยพบว่า การใช้การเขียนแสดงยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาคือพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เมื่อขยายความของการพัฒนาความก้าวหน้า นักเรียนที่มีความสามารถต่ำจะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคือว่านักเรียนที่มีความสามารถสูงและพบว่านักเรียนต้องการใช้กระบวนการดำเนินการ และข้อชี้แนะ

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ส่วนในด้านเจตคติต่อการแก้ปัญหา นักเรียนเกือบทั้งหมดมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ดีนัก กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงในทางลบน้อยกว่ากลุ่มควบคุม โดยภาพรวมของการวิจัยทั้งนักเรียนและครูที่สอนเห็นตรงกันว่า กิจกรรมการเรียนการสอนทำให้นักเรียนได้สื่อสารความคิดด้านกระบวนการและยุทธวิธีที่จะช่วยให้นักเรียนพัฒนา การนำเสนอการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

งานวิจัยในประเทศ

วิมล พงษ์पालิต (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

พรรณนัย โกวิทยากร (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเพื่อเปรียบเทียบ ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรก ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ก่อนและหลังจากการใช้รูปแบบการสอนของโพลยา และเพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษต่อการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรก จากการใช้รูปแบบการสอนของโพลยา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านใดด้านหนึ่ง คือ คณิตศาสตร์ ภาษาไทยหรือวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 54 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรกของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษหลังใช้รูปแบบการสอนของโพลยา สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีความเห็นด้วยอย่างมากต่อการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรก จากการใช้รูปแบบการสอนของโพลยา ทั้งในด้านรูปแบบการสอนของโพลยา การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรก กิจกรรมการเรียนการสอนและประโยชน์ที่ได้รับ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยฝึกให้นักเรียนได้มีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ และมีความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น

1.2.5 วิธีสอนแบบการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

(1) ความหมายของวิธีสอนแบบการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

คอบบ์ (Cobb. 1994 : 13-20) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรคณนิยม เกี่ยวกับธรรมชาติของเบลว่า การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนคติ เป็นการสร้างการยอมรับความคิดเห็นใหม่ๆ หรือเป็นการจัดโครงสร้างของแนวคิดเดิมที่มีอยู่แล้วใหม่ ซึ่งตระหนักว่าเด็กเป็นผู้สร้างความคิดมากกว่าการดูดซึมความคิดใหม่ๆ และเด็กเป็นผู้สร้างความหมายจากประสบการณ์ด้วยตนเอง

ฟอสโนต (Fosnot. 1996 : 9) กล่าวว่า ทฤษฎีสรคณนิยม เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับ ความรู้และการเรียนรู้ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนาไม่เป็นปรนัยและ ถูกสร้างขึ้นภายในตัวตน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรมในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้น ระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการสร้างตัวแทนใหม่ และสร้างโมเดลของจริง โดยคนเป็นผู้สร้างความหมายทางสังคม ผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยน ความคิดทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

กรมวิชาการ (2544 : 90) กล่าวว่า การสอนแบบสร้างความรู้ หมายถึง การสอนที่ ครูจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้คิดหรือปฏิบัติ ซึ่งเรียก กระบวนการสอนแบบสร้างความรู้ว่า กระบวนการสอนแบบนิรมิตวิทยา (constructivism process) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยเชื่อมความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ การดำเนินกิจกรรมการสอนอาจจะให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาไปความรู้และอื่นๆ ครูจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือการตรวจสอบความรู้ใหม่ กระทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเองระหว่างกลุ่ม หรือครูช่วยเหลือในการตรวจสอบความรู้ใหม่

กระทรวงศึกษาธิการ (2544 : 12) กล่าวถึง การเรียนรู้แบบสรคสร้างความรู้ (Constructivism) ว่าเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ และทำความเข้าใจโดยนำความรู้ เดิมที่มีอยู่มาเชื่อมโยง ตรวจสอบกับสิ่งที่พบใหม่และสร้างเป็นความรู้ด้วยตนเอง

สุชิน เพ็ชรภักดิ์ (2544 : 2-4) กล่าวว่า ทฤษฎี Constructivism ยอมรับในหลักการ ที่ว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง หลักการส่งเสริมการเรียนรู้คือ การเชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่กำลังเรียน ให้โอกาสผู้เรียนเป็นผู้เริ่มทำโครงการที่ตนเองสนใจและ มีการสนับสนุนอย่างเพียงพอและเหมาะสม

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การสอนแบบการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ระดมความคิด ด้วย ตนเอง โดยการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม แล้วผู้เรียน เสริมสร้างความรู้ผ่านกระบวนการต่างๆ ด้วยตนเอง

(2) ขั้นตอนการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ไพจิตร สดวกการ (2538 : 32) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์แนวคิด ของคอนสตรัคติวิสต์ว่าประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างความขัดแย้งทางปัญญา

1.1 ครูเสนอปัญหา A ให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยที่ปัญหา A เป็นปัญหาที่มีความยากในระดับที่นักเรียนต้องปรับโครงสร้างทางปัญญามีอยู่เดิมหรือต้องสร้าง โครงสร้างทางปัญญาขึ้นใหม่ จึงสามารถแก้ปัญหาได้

1.2 จัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 –6 คน นักเรียนแต่ละคนเสนอคำตอบ และวิธีหาคำตอบของปัญหา A ต่อกลุ่มตนเอง

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการไตร่ตรอง

2.1 นักเรียนกลุ่มย่อยตรวจสอบและวิธีการหาคำตอบของสมาชิกในกลุ่มตามเกณฑ์การตรวจสอบความเชื่อ ซึ่งได้แก่ความสอดคล้องของความเชื่อ

- (1) ระหว่างบุคคล
- (2) ระหว่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกัน
- (3) ระหว่างความเชื่อกับการสังเกตในเชิงประจักษ์

2.2 สุ่มตัวแทนกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มมานำเสนอวิธีการหาคำตอบของปัญหา A ต่อกลุ่มใหญ่และกลุ่มอื่นๆ เสนอตัวอย่างค้านหรือเหตุผลมาค้านวิธีการหาคำตอบที่ยังค้านได้ ถ้าไม่มีนักเรียนกลุ่มใดสามารถเสนอตัวอย่างค้านหรือเหตุผลมาค้านวิธีการหาคำตอบได้ครูจึงจะเป็นผู้นำเสนอเองวิธีที่ถูกค้านจะตกไป ส่วนวิธีที่ไม่ถูกค้านจะเป็นที่ยอมรับของกลุ่มใหญ่กว่าสามารถที่จะแก้ปัญหาได้

2.3 ครูเสนอวิธีการหาคำตอบของปัญหา A ที่ครูเตรียมไว้ต่อกลุ่มใหญ่เมื่อพบว่าไม่มีกลุ่มใดเสนอในแบบที่ตรงกันกับที่ครูเตรียมไว้ ถ้ามีครูไม่ต้องเสนอ

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างปัญหา C ซึ่งมีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนปัญหา A ตามกฎเกณฑ์การสร้างอุปมาอุปไมย เลือกวิธีการหาคำตอบจากวิธีที่เป็นที่ยอมรับของกลุ่มใหญ่แล้วมาหาคำตอบปัญหา C

2.5 นักเรียนแต่ละคนเขียนโจทย์ปัญหา C ที่ตนสร้างขึ้นลงในกระดาษพร้อมชื่อผู้สร้างปัญหาส่งครู ครูนำแผ่นโจทย์ปัญหานักเรียนมาละกันแล้วแจกให้นักเรียนทั้งห้องคนละ 1 แผ่น

2.6 นักเรียนทุกคนหาคำตอบของปัญหาที่ได้รับแจกด้วยวิธีการหาคำตอบที่เลือกมาจากวิธีที่เป็นที่ยอมรับของกลุ่มใหญ่แล้วตรวจสอบคำตอบกับเจ้าของปัญหา ถ้าคำตอบขัดแย้งกัน ผู้แก้ปัญหาและเจ้าของปัญหาจะต้องช่วยกันค้นหาจุดที่เป็นต้นเหตุแห่งความขัดแย้ง และช่วยกันขจัดความขัดแย้งนั้น นำปัญหา C และวิธีการหาคำตอบทั้งก่อนการแก้ไขและหลังการแก้ไขของทั้งผู้สร้างและผู้แก้ไขส่งครู ครูจะเข้าร่วมการตรวจสอบเฉพาะคู่ที่ไม่สามารถขจัดความขัดแย้งได้

ขั้นตอนที่ 3 สรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

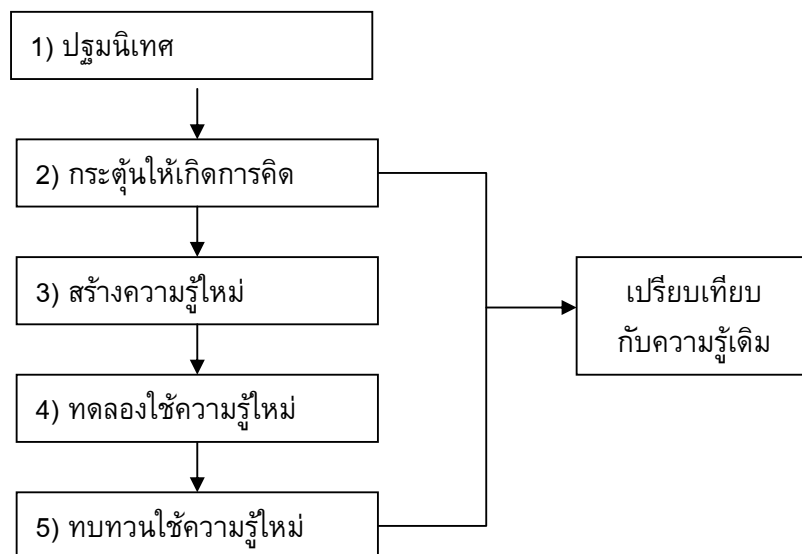
ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียน กระบวนการคิดคำนวณหรือกระบวนการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนได้ช่วยกันสร้างขึ้นจากกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกข้อสรุปไว้

กรมวิชาการ (2544 : 13) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สรรค์สร้างความรู้ ประกอบด้วย

1. สร้างจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ ผู้เรียนสร้างจุดมุ่งหมาย และแรงจูงใจในเรื่องที่เรียน
2. ทำความเข้าใจ ผู้เรียนทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียนให้ชัดเจน โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย

3. จัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ ผู้เรียนศึกษาเพื่อร่วมกันสร้างแนวคิดใหม่
4. นำแนวคิดไปใช้ ผู้เรียนนำแนวคิดของตนเองไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ
5. ทบทวน ผู้เรียนทบทวนตรวจสอบว่า แนวคิดของตนเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

กองวิจัยทางการศึกษา (2544 : 90) กล่าวถึง ลำดับขั้นตอนการสอนแบบการสร้างความรู้อามี 5 ขั้นตอน ตามภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการสอนแบบการสร้างความรู้

ที่มา : กองวิจัยทางการศึกษา. (2544). รายงานการวิจัย เรื่อง การสังเคราะห์วิธีสอนวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. หน้า 90.

ชนาธิป พรกุล (2544 : 18) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้ดตั้งข้อมูลหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน จุดประสงค์ให้ผู้เรียนย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนและเป็นโอกาสให้ผู้สอนได้ทราบพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน

วิธีการ ให้ผู้เรียนวางแผนเล่าหรือเขียนข้อมูลหรือประสบการณ์ที่ได้รับเกี่ยวกับเรื่องที่คุณสอนกำลังจะสอน เช่น เรื่องอาหารชีวิต ผู้สอนควรถามคำถามดังนี้

- * ท่านมีความรู้สึกระหว่างเกี่ยวกับร่างกายและจิตใจ
- * อาหาร ร่างกายและจิตใจมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

2. ขั้ดแสวงหาความรู้ใหม่ จุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลใหม่ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการจะศึกษาจากแหล่งความรู้ต่างๆ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

วิธีการ ให้ผู้เรียนวางแผนแสวงหาความรู้ โดยกำหนดวิธีการศึกษาข้อมูล แหล่งข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการจัดกระทำข้อมูล และการมอบหมายหน้าที่สมาชิกในกลุ่มวิธีนี้อาจจะแบ่งเป็นกิจกรรมย่อยๆ ให้ผู้เรียนปฏิบัติดังนี้

* ศึกษาเอกสารที่ผู้สอนเตรียมมาให้เฉพาะที่จำเป็นหรือมีข้อความเป็นบางส่วน

* ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งต่างๆ เช่น สัมภาษณ์ผู้รู้ สืบหาความคิด เห็นด้วยแบบสอบถาม ทดลอง อ่านเอกสารตำรา

3. ชี้นำข้อมูลเดิมมาสัมพันธ์กับข้อมูลใหม่ จุดประสงค์เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลเดิมกับข้อมูลใหม่แล้วจัดข้อมูลทั้งหมดให้เป็นระบบ

วิธีการ ให้ผู้เรียนนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยทำกิจกรรมต่อไปนี้

- * สืบหาข้อมูลทั้งหมดทั้งข้อมูลเดิมและข้อมูลใหม่แล้วบันทึกรายการข้อมูล
- * ตั้งเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูลตามความรู้หรือประสบการณ์ที่เคยมี
- * จัดหมวดหมู่ข้อมูลเป็นประเภทตามเกณฑ์
- * ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลทุกประเภท
- * สรุปข้อมูลทั้งหมดเป็นเรื่องเดียวกัน

เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมมาถึงตรงนี้ ผู้เรียนจะได้ความรู้มาชุดหนึ่ง ซึ่งผู้เรียนบันทึกไว้ในสมุดเป็นข้อความที่เรียบเรียงมาแล้ว และผู้สอนมักจะขอให้ผู้เรียนเล่าให้ผู้ฟัง หรือที่เรียกว่า การทำรายงานหน้าชั้น

นิยม ไชยวงศ์ (2544 : 30) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) ว่ามีขั้นตอนดังนี้

ขั้นปฐมนิเทศ นักเรียนจะมีโอกาสที่จะพัฒนาการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียนรู้เนื้อหาที่กำหนดให้

ขั้นทำความเข้าใจ นักเรียนต้องปรับแนวคิดในปัจจุบันที่เกี่ยวกับหัวข้อในบทเรียนให้ชัดเจน ซึ่งทำให้สำเร็จดี โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายในกลุ่มเล็ก การออกแบบ แผ่นโปสเตอร์และการเขียน

ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ ขั้นนี้เป็นหัวใจสำคัญซึ่งประกอบด้วยทำแนวคิดให้กระจ่างชัดและแลกเปลี่ยนกัน สร้างแนวคิดใหม่ และประเมินแนวคิดใหม่

การนำความคิดใหม่ไปใช้ ขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนนำแนวความคิดของตนเองที่สร้างขึ้นในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลายกับที่คุ้นเคยและแปลกใหม่

การทบทวน ขั้นสุดท้ายเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนตัวเองว่าแนวความคิดของตนได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยการวาดภาพเปรียบเทียบระหว่างความคิดของตนเริ่มเรียนในบทเรียนนั้นกับตอนสิ้นสุดการเรียนในบทเรียนนั้น

ระพีพันธ์ ครามมี (2544 : 20) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มว่ามี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสังเกต ครูเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนสังเกตสภาพปัญหาที่ครูระบุ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้ ผู้เรียนสร้างความรู้ จากการศึกษาเอกสารประกอบการเรียนการสอนที่ครูจัดให้ เช่น ใบความรู้ สื่อที่เป็นของจริง ผู้เรียนในกลุ่มอธิบายความรู้ที่ค้นพบด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นขยายความรู้ ผู้เรียนช่วยกันหาสาเหตุของปัญหา คิดหาเหตุผลที่เกิดขึ้นร่วมกัน โดยการสนทนาอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันจากประสบการณ์ของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบประเมิน ผู้เรียนตรวจสอบประเมินความรู้ที่ได้รับโดยส่งตัวแทนมานำเสนอและตรวจสอบความรู้ด้วยการแสดงผลงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างองค์ความรู้ สามารถที่จะพัฒนาตนเองและเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางความรู้ ความคิด และยังทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะสร้างความรู้ ความคิด เกิดความเข้าใจ สามารถอธิบายเหตุผลถึงความรู้ที่มีในตนเองและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

(4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

งานวิจัยต่างประเทศ

ซิมมอน (Simmon. 1993 : 331- A) ได้ใช้แนวทางคอนสตรัคติวิสต์ทำการอบรมครูประจำการวิชาคณิตศาสตร์ในระดับอนุบาลถึงเกรด 12 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ในภาคฤดูร้อนและติดตามผลการนำมาประยุกต์ในชั้นเรียนเป็นรายสัปดาห์ ผลจากการเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์ ผลจากการวิจัยพบว่า ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์เปลี่ยนไปและครูระดับประถมศึกษาที่มีเจตคติที่ดีขึ้น ครูเปลี่ยนจุดเน้นของการสอนมาเป็นความเข้าใจในมโนคติมากขึ้นและลดทักษะการคำนวณลงลงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากแบบทดสอบมาตรฐานยังคงเหมือนเดิม

คุก (Cook. 1995 : 3124- A) ได้ศึกษาผลการเรียนและการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Pedagogy) ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พีชคณิตเบื้องต้น (Elementary Algebra) ผลจากการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เนื้อหาที่สอนและมีผลต่อการสอนของครู

อัลซิป (Alsup. 1996 : 3038- A) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ของนักศึกษาฝึกสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยการใช้พื้นฐานการเรียนรู้แบบการแก้ปัญหาภายใต้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลจากการวิจัยพบว่า ผลของการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์กับนักศึกษาฝึกสอนสามารถในการเรียนการสอน เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละของนักศึกษาฝึกสอนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

วิโชติ พงษ์ศิริ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมแบบคอนสตรัคติวิสต์ดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครู

สมพร แผลงภู (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนารูปแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาแห่งชาติโดยเน้นการจัดการเรียนการสอนเชิงกระบวนการตามหลักการของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จรรยา ภูอุดม (2544 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้และศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลและทักษะการรู้จักคิด ความเข้าใจในแนวคิดและการนำความรู้ไปใช้และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ผลจากการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลและทักษะการรู้จักคิด ความเข้าใจในแนวคิดและการนำความรู้ไปใช้ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

ศจี คำภู (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้กับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนดาราคาม เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติตามแนวการสอนตามคู่มือครู

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองทั้งในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ นั้นส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนได้รู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยการนำความรู้ที่มีอยู่เดิมไปเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี

1.2.6 วิธีสอนแบบนิรนัย (Deduction Method)

(1) ความหมายของวิธีสอนแบบนิรนัย

กู๊ด (Good. 1973 : 168) ได้ให้ความหมายของวิธีการสอนแบบนิรนัยว่า เป็นวิธีการเรียนการสอนหรือการโต้แย้ง ซึ่งอาศัยหลักกว้างๆ หรือหลักทั่วๆ ไป เป็นการประยุกต์จากกฎไปหาส่วนย่อย เป็นวิธีที่แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องของข้อสรุป

เอกเกน และคูซาค (Eggen and Kauchak. 1979 : 129) ได้ให้ความหมายของวิธีการสอนแบบนิรนัยว่า เป็นการสอนที่มีลักษณะคล้ายกับวิธีการสอนแบบอุปนัย ในด้านของเนื้อหาซึ่งใช้เป็นตัวอย่างในการสอน แต่แตกต่างกันในด้านวิธีการที่จะนำไปสู่ เป้าหมาย เพราะวิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมาย เพราะวิธีการสอนแบบนิรนัยนั้นเริ่มด้วยการให้ความหมายของมโนทัศน์ หรือหลักการก่อน แล้วจึงแสดงตัวอย่าง

สุบิน ซาโต (2538 : 28) กล่าวว่า วิธีสอนแบบนิรนัย เป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากกฎเกณฑ์หรือหลักการก่อน แล้วนำไปสู่ตัวอย่างหรือรายละเอียดปลีกย่อยภายหลัง โดยการพิจารณาจากตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง เพื่อนำข้อเท็จจริงไปทดสอบหลักการนั้น

อรรถพล คำภู (2543 : 18-19) กล่าวว่า การสอนแบบนิรนัยหรือการสอนแบบอนุমান หมายถึง วิธีการสอนที่ยึดหลักให้นักเรียนเรียนรู้กฎ หรือหลักความจริง โดยทั่วไปเสียก่อน แล้วจึงค้นคว้าส่วนปลีกย่อยเกี่ยวกับหลักหรือกฎนั้นๆ อย่างละเอียดภายหลัง หรืออีกนัยหนึ่งวิธีการสอนแบบนิรนัยเป็นวิธีการสอนจากกฎไปหาตัวอย่าง หรือนำกฎมาอธิบายข้อปลีกย่อย โดยแยกแยะให้เข้าใจละเอียดยิ่งขึ้น

ไสว พักขาว (2544 : .69) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบอนุมาน เป็นการสอนที่เริ่มจากกฎเกณฑ์หรือหลักการต่างๆ แล้วหาเหตุผลมาพิสูจน์ยืนยัน วิธีสอนแบบนี้จะช่วยฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนที่มีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่ายๆ จนกว่าจะสามารถพิสูจน์กฎเกณฑ์หรือหลักการที่ได้เรียนรู้เสียก่อน

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 148) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบนิรนัย เป็นวิธีสอนที่เริ่มต้นจากการนำมายั่วทั่วไป กฎ หรือสูตรที่ทราบอยู่แล้วมาตรวจสอบข้อเท็จจริง แล้วนำมาใช้ในการแก้ปัญหาใหม่และเกิดข้อสรุปขึ้นใหม่

ทิตนา แชมมณี (2547 : 337) กล่าวว่า วิธีการสอนโดยใช้นินัย คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างการใช้ทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปนั้นหลายๆ ตัวอย่าง หรืออาจให้ผู้เรียนฝึกนำทฤษฎี หลักการ กฎ หรือข้อสรุปนั้นไปในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งขึ้น หรือกล่าวสั้นๆ ได้ว่าเป็นการสอนจากหลักการไปสู่ตัวอย่างย่อยๆ

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหลายๆ ท่าน สรุปได้ว่า วิธีการสอนแบบนินัย เป็นวิธีการสอนที่เริ่มจากหลักหรือกฎเกณฑ์ทั่วๆ ไปก่อนแล้วจึงนำไปสู่ตัวอย่างหรือรายละเอียดปลีกย่อยภายหลัง โดยอาจนำเสนอเป็นตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่างเพื่อยืนยันหลักหรือกฎเกณฑ์เหล่านั้น

(2) ขั้นตอนของวิธีสอนแบบนินัย

เอกเกน และคูซาค (Eggen and Kauchak. 1979 : 115-128) ได้เสนอขั้นตอนของวิธีการสอนแบบนินัยไว้ 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนและการจัดเตรียมตัวอย่างที่จะนำไปใช้ในการประกอบการสอน

2. ขั้นตอนการสอน แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ครูเสนอปัญหาและหลักการในการแก้ปัญหา

2.2 ครูอภิปรายปัญหาต่างๆ ร่วมกับนักเรียน

2.3 ครูแสดงตัวอย่างหลายตัวอย่างซึ่งไม่ใช่หลักการและตัวอย่างเพื่ออภิปรายและวิเคราะห์ในห้องเรียน

2.4 ครูให้นักเรียนหาตัวอย่างหลายตัวอย่างและเสนอตัวอย่างเหล่านั้นในห้องเรียน

3. ขั้นประเมินผล ถ้าเรื่องที่เรียนเป็นหลักการ (Generalization) การประเมินผลทำได้ดังนี้

3.1 จัดแบ่งตัวอย่างให้นักเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนบอกการนำตัวอย่างที่เป็นหลักการไปใช้

3.2 ชักถามนักเรียนเกี่ยวกับการนำหลักการไปใช้พยากรณ์หรืออ้างอิง

3.3 ให้นักเรียนยกตัวอย่างซึ่งเป็นหลักการและบอกวิธีการนำหลักการไปใช้

ไสว พักขาว (2544 : 97) กล่าวว่า การสอนแบบอนุमान สามารถแบ่งขั้นตอนการสอนออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นอธิบายปัญหา เป็นขั้นที่ครูระบุสิ่งที่สอนในรูปของปัญหา เพื่อยั่วให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบ ปัญหานั้นควรเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2. ชั้นอ้างหลักการ เป็นชั้นที่ครูนำหลักการ กฎ หรือทฤษฎีต่างๆ มาอ้างเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

3. ชั้นอธิบาย เป็นชั้นที่ครูอธิบายความเป็นมาของหลักการ กฎ หรือทฤษฎีต่างๆ และขั้นตอนการนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

4. ชั้นตรวจสอบ เป็นชั้นที่ครูให้ผู้เรียนตรวจสอบว่า หลักการที่นำมาอ้างนั้น สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยอาจให้ผู้เรียนทดลอง ค้นคว้าจากตำราต่างๆ หรือขอคำแนะนำจากครู

ณยศ สงวนสิน (2547 : 31) กล่าวว่า ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบนिरनัย หรือวิธีการสอนแบบอนุमान แบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นเตรียม เป็นการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียน รวมถึงจัดเตรียมอุปกรณ์ในการเรียนการสอน

2. ชั้นดำเนินการสอน เป็นการดำเนินการสอนให้ตรงกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยครูเป็นผู้เสนอหลักการ หรือกฎเกณฑ์ที่มีอยู่แล้วมาแสดงให้นักเรียนรู้ และให้นักเรียนได้เลือกใช้กับปัญหาให้เหมาะสมกับที่นักเรียนพบ

3. ชั้นสรุปกฎเกณฑ์ ครูอธิบายความเป็นมาของสูตรให้นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจ สามารถสรุปกฎเกณฑ์ สูตร และเข้าใจหลักการและตัดสินใจเลือกหลักการเพื่อนำไปใช้ได้ถูกต้องคำจำกัดความจากตัวอย่างที่ได้สังเกตมา

4. ชั้นประเมินผล เป็นการทดสอบหลักการอีกครั้ง เพื่อดูความสมเหตุสมผล โดยการทำแบบฝึกหัด ค้นคว้าจากตำรา และทดลอง

ทศนา แวมมณี (2547 : 337) กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนโดยใช้การนिरनัย ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนถ่ายทอดความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆตามความเหมาะสม

2. ผู้สอนให้ตัวอย่างสถานการณ์หลากหลาย ที่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้

3. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัตินำความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

4. ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

5. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนแบบนिरनัย อาจสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสอนแบบนिरนัย มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ 1) ชั้นอธิบายปัญหา 2) ชั้นอ้างหลักการ 3) ชั้นอธิบาย และ 4) ชั้นสรุป ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนต่างก็มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด นำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาปฏิบัติ รวมทั้งผู้เรียนยังได้ฝึกการวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นร่วมกันอีกด้วย

(3) ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบนิรนัย

เพ็ญพิมล คุศิริวิเชียร (2538 : 83) กล่าวถึง ข้อดีและข้อบกพร่องของวิธีสอนแบบ
อนุมาน ไว้ดังนี้

ข้อดี ฝึกให้นักเรียนมีความละเอียดรอบคอบในการคิด รู้จักหาเหตุผลจาก
กฎเกณฑ์หรือหลักการ

ข้อบกพร่อง การทราบผลก่อนแล้วจึงสาวไปหาเหตุขัดต่อหลักจิตวิทยาทำให้
ให้ผู้เรียนไม่ค่อยสนใจบทเรียน เมื่อที่จะหาเหตุเพราะทราบผลแล้วก็แล้วไป

ไสว พักขาว (2544 : 98) กล่าวถึง ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบอนุมาน
ไว้ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นวิธีที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่มีกฎเกณฑ์ จะทำให้สามารถอธิบายให้
ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายและใช้เวลา
2. เป็นวิธีที่ช่วยฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน

ข้อจำกัด

1. ใช้สอนได้เฉพาะบางเนื้อหา
2. ไม่ส่งเสริมการแสวงหาความรู้
3. ผู้เรียนไม่ได้เป็นผู้สร้างมโนทัศน์ (Concept) ในหลักการที่นำมาอ้างด้วย
ตนเอง เพราะครูจะเป็นผู้กำหนดให้

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 148) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัย
ดังนี้

ข้อดี วิธีสอนแบบอุปนัย ช่วยทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด มีความเข้าใจอย่าง
ต่อเนื่อง มีความสนใจในการติดตาม ค้นหาเหตุผล และค้นพบข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ทำให้มีความ
เข้าใจ อย่างชัดเจนและจดจำได้นาน และสามารถนำวิธีการในการเรียนรู้นี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ใน
ชีวิตประจำวัน

ข้อจำกัด วิธีสอนแบบอุปนัย ครูจะต้องเตรียมการสอนอย่างดีจึงต้องใช้เวลาใน
การเตรียมมาก ครูจะต้องเข้าใจวิธีการสอนแบบนี้อย่างดีและชัดเจน สามารถยกตัวอย่างได้มาก
พอที่จะทำให้นักเรียนได้สังเกต คิด พิจารณาหาเหตุผลและสรุปเป็นนัยทั่วไปได้ แต่ถ้าครูเตรียมตัว
ในการสอนไม่ดีก็จะทำให้เสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ นักเรียนจะไม่เข้าใจบทเรียนที่กำลังเรียนรู้
และทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้

ทศนา แคมมณี (2547 : 338) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนโดยใช้
การนิรนัยไว้ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้อย่างรวดเร็วและไม่ยุ่งยาก
2. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีโอกาสดูฝึกฝนการนำทฤษฎี หลักการไปใช้ใน

สถานการณ์ใหม่

3. เป็นวิธีสอนที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถหรือเรียนรู้ได้เร็ว
สามารถพัฒนา โดยไม่ต้องรอผู้เรียนรู้ได้ช้ากว่า

ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหาที่
หลากหลายมาให้ผู้เรียนได้ฝึกทำ
2. เป็นวิธีสอนที่ขึ้นกับความเข้าใจและความสามารถของผู้สอนในการนำเสนอ
ทฤษฎี หลักการ
3. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนเรียนรู้ได้ช้า อาจจะตามไม่ทันเพื่อน และเกิดปัญหาใน
การเรียนรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบนิรนัย จะเห็นได้
ว่า ข้อดีแบบนิรนัย ก็คือ เป็นวิธีการสอนนี้เหมาะกับเนื้อหาวิชาที่ไม่ยากเกินไป สามารถอธิบายให้
เข้าใจได้ง่ายผู้เรียนจึงเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ฝึกให้คนเป็นคนมีเหตุผล และข้อจำกัดของการสอนแบบ
นิรนัย คือ ใช้กับบางเนื้อหา ใช้เวลานานเพราะครูต้องเตรียมตัวในการสอนเป็นอย่างดี แต่ถ้าครู
เตรียมตัวในการสอนไม่ดีก็จะทำให้เสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ เป็นต้น

1.2.7 วิธีสอนแบบอุปนัย (Induction Method)

(1) ความหมายของวิธีสอนแบบอุปนัย

เอ็กเกน และคาซัค (Eggen and Kauchak. 1979 : 115-128) ได้ให้ความหมาย
ของวิธีการสอนแบบอุปนัยว่า เป็นการสอนที่ครูจะเป็นผู้บรรยายข้อมูลต่างๆ ของข้อมูลเหล่านั้น
เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลอื่นๆ ซึ่งจะนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลอื่นๆ ซึ่งจะนำไปสรุปเป็น
มโนทัศน์

รัฐกรณ์ คิดการ (2534 : 18) กล่าวว่าวิธีการสอนแบบอุปมาน หมายถึง การสอน
ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากส่วนย่อยหรือจากตัวอย่างแล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง โดยอาศัย
การเปรียบเทียบหาเหตุผลจากลักษณะเด่นของหลายๆ ตัวอย่างที่สังเกตเห็นนำมาสรุปเป็น
กฎเกณฑ์

อรรถพล คำภู (2543 : 10) กล่าวว่า การสอนแบบอุปนัยหรือการสอนแบบอุปมาน หมายถึง การสอนที่นำผู้เรียนไปสู่ข้อเท็จจริง หลักการและสรุปกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยการให้ตัวอย่างต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบ สรุปความคล้ายคลึงขององค์ประกอบในตัวอย่าง ดังนั้นจึงเป็นการสอนรายละเอียดปลีกย่อยไปหากฎเกณฑ์เพื่อที่จะได้นำลักษณะเด่นมาสรุปเป็นความคิดรวบยอด

ไสว พักขาว (2544 : .69) กล่าวว่า วิธีสอนแบบอุปนัย เป็นการสอนส่วยย่อยไปหาข้อสรุปซึ่งเป็นส่วนรวม หรือสอนจากตัวอย่างไปหากฎเกณฑ์ โดยการให้ผู้เรียนทำการศึกษา สังเกต ทดลอง เปรียบเทียบ พิจารณาค้นหาองค์ประกอบ หรือลักษณะส่วนที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันจากตัวอย่างต่างๆ เพื่อนำมาเป็นข้อสรุป

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 148) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบอุปนัยนี้ใช้กันมาช้านาน ตั้งแต่สมัยอริสโตเติลและได้รับการปรับปรุงพัฒนาเรื่อยๆ มา วิธีสอนแบบอุปนัยนี้เริ่มจากที่ครูยกตัวอย่างหลายๆ อย่างให้นักเรียนสังเกต คิด พิจารณาตัวอย่างเหล่านั้นอย่างมีเหตุผล ค้นหาแบบรูป แล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือนัยทั่วไป

ณยศ สงวนสิน (2547 : 27) กล่าวว่า การสอนแบบอุปนัยหรือการสอนแบบอุปมาน หมายถึง วิธีการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยการสังเกต การเปรียบเทียบ ซึ่งครูผู้สอนต้องเตรียมตัวอย่างต่างๆ ที่มีความคล้ายคลึงขององค์ประกอบของตัวอย่างที่ต้องการให้นักเรียนค้นพบมากพอ เพื่อนักเรียนจะสามารถนำไปสรุปเป็นมโนทัศน์ของตนเองได้

ทิศนา แคมมณี (2547 : 340) กล่าวว่า วิธีการสอนโดยใช้อุปนัย คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการ แนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียน มาให้ผู้เรียน ศึกษาวิเคราะห์ จนสามารถดึงหลักการ แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป กล่าวอย่างสั้นๆ ได้ว่า เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนสรุปหลักการจากตัวอย่างต่างๆ ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า วิธีสอนแบบอุปนัย คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสังเกต เปรียบเทียบ พิจารณา ค้นองค์ประกอบ ความเหมือน ความแตกต่างจากตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง แล้วสรุปเป็นหลักการ แนวคิด หรือกฎเกณฑ์

(2) ขั้นตอนของวิธีสอนแบบอุปนัย

เอกเกน และคูซาค (Eggen and Kauchak. 1979 : 115-128) ได้เสนอขั้นตอนของวิธีการสอนแบบอุปนัยไว้ดังนี้

1. ขั้นวางแผน ขั้นนี้เป็นขั้นของการกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนหรือกำหนดแนวทางในการเรียน ตลอดจนจนถึงการจัดเตรียมตัวอย่างและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเรียนการสอน

2. ขั้นตอนการการสอน ในขั้นการสอนนี้ยังได้จัดแบ่งกระบวนการสอน และการจัดกิจกรรมการสอนออกเป็น 3 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

2.1 ขั้นเสนอตัวอย่าง ครูเสนอตัวอย่างที่หนึ่งให้นักเรียนดูพร้อมกับตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตลักษณะและคุณสมบัติของตัวอย่างที่แสดงให้ดู เมื่อนักเรียนได้สังเกตพบลักษณะและคุณสมบัติของตัวอย่างแล้ว ครูเสนอตัวอย่างที่สองพร้อมทั้งตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้สังเกตลักษณะและคุณสมบัติที่สอง และเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่หนึ่ง ว่ามีสิ่งใดเหมือนกันบ้าง เมื่อนักเรียนค้นพบลักษณะที่เหมือนกันได้แล้ว ครูแสดงตัวอย่างที่สามและสี่ต่อไป เพื่อให้นักเรียนได้เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่หนึ่งและตัวอย่างที่สอง จนนักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้

2.2 ขั้นสรุป ในขั้นนี้นักเรียนจะนำเอาลักษณะร่วมของแต่ละตัวอย่างมาสรุปเป็นความหมายของมโนทัศน์ด้วยตัวของนักเรียนเอง

2.3 ขั้นเสริมตัวอย่าง ในขั้นนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะในการสร้างมโนทัศน์ ครูอาจแสดงตัวอย่างอีกสองหรือสามตัวอย่าง เพื่อฝึกหัดจัดกลุ่มตัวอย่างพร้อมทั้งให้เหตุผลในการจัดนั้นไว้ด้วย

3. ขั้นประเมินผล ในขั้นนี้ครูอาจจะให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่เตรียมไว้ เพื่อประเมินว่านักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

อรรถพล คำภู (2543 : 10) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนแบบอุปนัยไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) เป็นการใช้ทักษะเตรียมตัวผู้เรียนให้พร้อม โดยทบทวนความรู้เดิมในบทเรียน และบอกจุดประสงค์ที่ชัดเจน

2. ขั้นแสดง (Presentation) คือ การยกตัวอย่าง และแสดงวิธีทำให้แก่ผู้เรียนอย่างน้อย 3 ตัวอย่างเพื่อให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบ

3. ขั้นเปรียบเทียบและค้นหา (Comparison and Abstraction) เป็นการให้ผู้เรียนพิจารณาเปรียบเทียบองค์ประกอบของตัวอย่าง เพื่อเตรียมมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ แต่ครูผู้สอนไม่ควรเร่งรัดผู้เรียนมากเกินไป เพราะผู้เรียนยังขาดประสบการณ์ไม่เหมือนครูผู้สอน

4. ขั้นสรุปกฎเกณฑ์ (Generalization) เป็นการนำข้อสังเกตต่างๆ จากตัวอย่างมาสรุปด้วยหลักการของผู้เรียนเอง

5. ขั้นนำไปใช้ (Application) เป็นขั้นตอนทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนเพื่อผู้เรียนนำไปใช้แก้ปัญหา หรือแบบฝึกหัดอื่นๆ ได้

ไสว พักขาว (2544 : .69) กล่าวถึง ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ
อุปนัย ไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการเตรียมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียน โดยการทบทวนความรู้เดิมให้พร้อมที่จะใช้ในการเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ บอกจุดประสงค์และอธิบายจุดประสงค์ในการเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง
2. ขั้นนำเสนอ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอตัวอย่างหรือกรณีต่างๆ ให้ผู้เรียนได้พิจารณา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบลักษณะร่วมที่สำคัญเป็นกฎเกณฑ์ได้ สำหรับการนำเสนอตัวอย่างนั้นควรเสนอหลายๆ ตัวอย่าง ให้มากพอที่จะทำให้ผู้เรียนสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง
3. ขั้นเปรียบเทียบและค้นหาลักษณะร่วม เป็นการให้ผู้เรียนพิจารณาองค์ประกอบร่วมที่คล้ายคลึงกันในตัวอย่างที่ครูนำเสนอ เพื่อเตรียมไว้เป็นข้อมูลในการสรุปเป็นกฎเกณฑ์ต่อไป
4. ขั้นสรุปกฎเกณฑ์ เป็นการนำผลการเปรียบเทียบและค้นหาลักษณะร่วมที่ได้ดำเนินการไว้ มาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตรด้วยตัวผู้เรียนเอง
5. ขั้นนำไปใช้ เป็นการทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตร ที่ผู้เรียนสรุปได้ว่าสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ โดยการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด

ณยศ สงวนสิน (2547 : 27) กล่าวว่า ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัย หรือการสอนแบบอุปมาน แบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียน รวมถึงจัดเตรียมอุปกรณ์ในการเรียนการสอน
2. ขั้นดำเนินการสอน เป็นการดำเนินการสอนให้ตรงกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยเริ่มจากยกตัวอย่างต่างๆ ให้สอดคล้องกัน เพื่อสามารถทำให้นักเรียนสังเกต เปรียบเทียบจนสามารถสร้างเป็นมโนทัศน์ได้
3. ขั้นสรุปกฎเกณฑ์ เป็นการให้นักเรียนช่วยกันสรุปกฎเกณฑ์จากตัวอย่างที่ได้สังเกตมา โดยครูเป็นผู้ช่วยในการสรุปด้วย
4. ขั้นประเมินผล ครูอาจให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่เตรียมไว้เพื่อประเมินว่านักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่

ทิตนา แคมมณี (2547 : 340) กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนโดยใช้การอุปนัย
ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนและ/หรือ ผู้เรียน ยกตัวอย่าง ข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ความคิดที่เป็นลักษณะย่อยของสิ่งที่จะเรียนรู้
2. ผู้เรียนศึกษาและวิเคราะห์หาหลักการที่แฝงอยู่ในตัวอย่างนั้น

3. ผู้เรียนสรุปหลักการ แนวคิด ที่ได้จากตัวอย่างนั้น

4. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนแบบอุปนัย อาจสรุปได้ว่า ขั้นตอนวิธีสอนแบบอุปนัยมีดังนี้คือ

- 1) ชี้นำเสนอ ผู้เรียนและผู้สอนยกตัวอย่างข้อมูลหรือสถานการณ์
- 2) ชี้นำวิเคราะห์เปรียบเทียบ ผู้เรียนศึกษา วิเคราะห์ เปรียบเทียบ หลักการที่แฝง

อยู่ในตัวอย่าง

3) ชี้นำสรุปหลักการ ผู้เรียนสรุปหลักการ แนวคิด กฎเกณฑ์ ที่ได้จากขั้นที่ 2

4) ชี้นำไปใช้ ผู้เรียนนำเอาหลักการที่ได้ไปทดลองใช้กับสถานการณ์อื่นๆ

(3) ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบอุปนัย

เพ็ญพิมล คูศิริวิเชียร (2538 : 82) กล่าวถึง ข้อดีและข้อบกพร่องของวิธีสอนแบบอุปนัย ไว้ดังนี้

ข้อดี ฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตอย่างละเอียดรอบคอบ รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล แล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการ

ข้อบกพร่อง เสียเวลามาก

ไสว พักขาว (2544 : 69) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบอุปนัยไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนจะได้ฝึกความรอบคอบในการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ลักษณะของสิ่งต่างๆ

2. ผู้เรียนได้ฝึกการสรุปความรู้เป็นกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง

3. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนอย่างแจ่มแจ้งและจำได้เพราะเป็นสิ่งที่คิดเองจนเกิดความเข้าใจและสรุปได้ด้วยตนเอง

ข้อจำกัด

1. ไม่เหมาะกับวิชาทางด้านศิลปะที่เน้นด้านสุนทรียภาพ

2. ใช้เวลามาก

3. ไม่เหมาะกับเนื้อหาที่เข้าใจยาก เพราะผู้เรียนอาจสรุปกฎเกณฑ์เองไม่ได้

4. ครูต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเทคนิคที่จะมาเสริมให้ผู้เรียนสรุปความรู้เองได้เป็นอย่างดี ไม่เช่นนั้นการสอนจะไม่ได้ผล ครูจะต้องเป็นฝ่ายบอกความรู้เอง

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 148-149) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบ
นिरนนัย ดังนี้

ข้อดี

สำหรับวิธีสอนแบบนี้คือ ใช้เวลาน้อย เพราะนักเรียนสามารถนำกฎหรือสูตรที่เคยเรียนมาแล้วใช้ได้ ทำให้นักเรียนจำกฎหรือสูตรได้อย่างแม่นยำ ช่วยฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่ายๆ โดยไม่มีการตรวจสอบหรือพิสูจน์หรือพิสูจน์ให้เห็นจริง ช่วยทำให้การแก้ปัญหานักเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ข้อจำกัด

ข้อจำกัดของวิธีสอนแบบนี้ คือ สามารถนำมาใช้สอนได้เฉพาะบางเนื้อหา และเป็นการยากที่จะทำให้ให้นักเรียนที่เริ่มเรียนเข้าใจ กฎ หรือสูตรที่เป็นนามธรรม ถ้านักเรียนจำสูตรไม่ได้ นักเรียนลืมกฎหรือสูตรนั้น นักเรียนก็จะไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้

ทิตนา แคมมณี (2547 : 342) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนโดยใช้การอุปนัยไว้ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนสามารถค้นพบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำได้ดี
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ทักษะการคิดวิเคราะห์ อันเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้
3. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้ (ได้แก่ หลักการ แนวคิด ฯลฯ) และกระบวนการ (ได้แก่ กระบวนการคิด) ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ได้

ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก
2. เป็นวิธีสอนที่อาศัยตัวอย่างที่ดี หากผู้สอนขาดความเข้าใจในการจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญๆ ของหลักการ แนวคิดที่สอน การสอนจะไม่ประสบผลสำเร็จ
3. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิด และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอาจไม่เกิดผลที่ต้องการ

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของการสอนอาจสรุปได้ว่า ข้อดีของการสอนแบบอุปนัย คือ ผู้เรียนสามารถค้นพบ หลักการ ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัย คือ ใช้เวลาในการสอนมาก สำหรับผู้เรียนที่ขาดทักษะในการคิดอาจมีอุปสรรคในการเรียนการสอน เป็นต้น

(4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบอุปนัยและนिरนัย

งานวิจัยต่างประเทศ

กินเนธ (Gwyneth. 1969 : 2141-A) ได้ทำการวิจัยโดยเปรียบเทียบการสอนระบบเสียงภาษาอังกฤษในเด็กระดับเกรด 2 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยกับแบบนिरนัย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เฮอเบิร์ท (Herbert. 1970 : 747-A) ได้ทำวิจัยโดยการเปรียบเทียบการสอนรูปแบบการสร้างประโยคภาษาอังกฤษกับนักเรียนที่เรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่ 2 โดยวิธีการสอนแบบอุปนัยและนिरนัย ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โทมัส (Thomas. 1970 : 2269-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอนภาษาอังกฤษ โดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัยและนिरนัยแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 23 คน ผลจากการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัยได้คะแนนความเข้าใจศัพท์ และการอ่านเอาเรื่องสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบนिरนัยและนักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบนिरนัยได้คะแนนความรู้ด้านไวยากรณ์และกฎเกณฑ์ของภาษาไม่แตกต่างกันกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบนिरนัย

มารีน (Marine. 1977 : 6326-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบวิธีสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัยและแบบนिरนัยที่มีการให้ตัวอย่างแตกต่างกัน 4 วิธี คือ การสอนแบบนिरนัยโดยให้เฉพาะตัวอย่างทางบวก การสอนแบบนिरนัยโดยให้ทั้งตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบ การสอนแบบอุปนัยโดยให้เฉพาะตัวอย่างทางบวก และการสอนแบบอุปนัยโดยให้ทั้งตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบ ผู้รับการทดลองจะได้รับการสอนมโนทัศน์ในวิชาเรขาคณิต 8 มโนทัศน์ คือ มโนทัศน์เกี่ยวกับรูปหลายเหลี่ยม สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน มัธยฐานของรูปสามเหลี่ยม จุดสัมผัสร่วมภายนอกวงกลมสองวง มุมภายในวงกลม มุมประชิด รูปหลายเหลี่ยมคล้าย ผลจากการวิจัยพบว่า มโนทัศน์เกี่ยวกับรูปหลายเหลี่ยมคล้าย จุดสัมผัสภายนอกวงกลมสองวง มุมภายในวงกลมและสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน กลุ่มที่ได้รับตัวอย่างทางบวกเพียงอย่างเดียว มีความสามารถในการเรียนรู้มโนทัศน์ได้ดีกว่า กลุ่มที่ได้รับทั้งตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบ และยังพบว่าวิธีสอนแบบนिरนัยส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้มโนทัศน์ได้ดีกว่าวิธีสอนแบบอุปนัย

ฟานเดรเยอร์ (Fandreyer. 1984 : 1061-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการสร้างมโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สัดส่วนและความคล้าย โดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัยและแบบนिरนัยที่มีโครงสร้างที่มีลำดับขั้นตอนของการสอนที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ 1) วิธีสอนแบบนिरนัย-ให้คำจำกัดความ ทดลอง ผูกพัน 2) วิธีสอนแบบอุปนัย-ทดลอง ให้คำจำกัดความ และผูกพัน 3) วิธีสอนแบบอุปนัย-ทดลอง ผูกพัน และให้คำจำกัดความ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 ผลจากการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบนिरนัยที่มีโครงสร้างดังนี้ ให้คำจำกัดความ ทดลอง และผูกพัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีการสอนอีกสองแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

.05 นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีสอนแบบนิรนัยที่มีโครงสร้างดังกล่าวทำให้นักเรียนเข้าใจคำจำกัดความ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าวิธีสอนอีก 2 แบบ

งานวิจัยในประเทศ

ธนรัตน์ ธนากิจเจริญสุข (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกันที่เรียนจากรายการวิดิทัศน์ที่มีเนื้อหาแบบอุปนัยและนิรนัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกุนนทรีรุทธารามวิทยาคม กรุงเทพฯ ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 90 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มประชากรที่มีแรงจูงใจใฝ่ สัมฤทธิ์สูง ปานกลางและต่ำ มากกลุ่มละ 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติความแปรปรวนแบบมี สองตัวประกอบ (Two-way Analysis of Variance) ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากรายการวิดิทัศน์ที่มีการเสนอเนื้อหาแบบอุปนัยและนิรนัย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์กับวิธีการสอน เนื้อหา ในรายการวิดิทัศน์ที่ส่งผลร่วมกันต่อผลสัมฤทธิ์ และนักเรียนที่เรียนจากรายการวิดิทัศน์ที่มีการเสนอเนื้อหาแบบอุปนัยและแบบนิรนัย มีความคงทนในการจำวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ วิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย ช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นพบ หลักการ ความรู้ และฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ได้ด้วยตนเองอีกด้วย

จากการศึกษาวิธีการสอนที่ได้กล่าวมาแล้ว พอจะสรุปขั้นตอนในการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ได้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนสอนที่เน้นทักษะการรับข้อมูล ทักษะการ คิด ทักษะการใช้คำถาม และทักษะการบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล โดยใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย และนำหลักการของ “สุ จิ ปุ ลิ” แทรกลงในขั้นตอนของการจัดกิจกรรม โดยมีขั้นตอนในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. ชี้นำหรือทบทวนความรู้ ประกอบไปด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้
 - 1) กระตุ้นและเร้าความสนใจของผู้เรียน
 - 2) ตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับหัวข้อที่จะเรียนรู้
 - 3) ผู้เรียนทบทวนบทเรียนโดยการจับคู่สนทนาหรือออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน
2. ชื่นสอน ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยอาศัยวิธีการสอนและเทคนิคการ จัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อตอบคำถามที่ได้ตั้งไว้ในชี้นำ และเน้นการฝึกทักษะการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ดังนี้

สุ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้รับข้อมูล หรือความรู้ที่ครูเตรียมไว้ จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หรือระหว่างครูกับนักเรียน ด้วยความเข้าใจ จนสามารถที่จะสรุปเนื้อหา จับประเด็นสำคัญ และรู้สาระสำคัญได้อย่างครบถ้วน

จ จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิด โดยอาจให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดสิ่งใหม่ๆ ที่ได้จากกิจกรรมที่ครูจัดขึ้น และสามารถจะเชื่อมโยงข้อมูล/เหตุผลต่างๆ เพื่อค้นพบแนวทางต่างๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป

ปู จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้คำถาม โดยอาจจะเป็นการถามจากครูสู่ นักเรียน จากนักเรียนสู่ครู จากนักเรียนสู่นักเรียน หรือจากตัวนักเรียนเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสรุปเนื้อหา ความคิดรวบยอด หรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

ลิ จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนมีการบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล อาจเป็นการบันทึกข้อมูลที่ ได้จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย หรือจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยอาจสรุปเป็นความคิดรวบยอด เป็นผังมโนทัศน์ หรือการใช้ตัวแทนต่างๆ เพื่อความเข้าใจของตนเองได้และถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจได้

3. ขั้นสรุป ผู้เรียนและครูผู้สอนร่วมกันสรุปประเด็นที่ได้เรียนโดยใช้ผังมโนทัศน์ เพื่อให้ได้คำตอบของคำถามที่ได้ตั้งไว้ในขั้นนำ และแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องที่เรียน แล้วให้ผู้เรียนฝึกการนำเสนอด้วยภาษาของตนเอง

4. ขั้นนำไปประยุกต์ใช้ ผู้เรียนนำหลักการที่ได้จากการสรุปไปประยุกต์ใช้ โดยทำแบบฝึกทักษะ

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” แสดงได้ดังภาพประกอบ 1

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson. 1971 : 643-696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จากแนวคิดของวิลสันพอจะกล่าวได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก็คือ ผลสำเร็จของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ประเมินเป็นระดับความสามารถนั่นเอง และยังได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาโดยอ้างอิงลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) คำถามที่วัดระดับความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจจะเป็นถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณ ตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ที่ง่ายคล้ายคลึงกับตัวอย่างนักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principles rules and generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem element from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงโดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน คือ แบบฝึกหัดที่นักเรียนจะต้องเลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยากพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหานี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญห่อื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกมาพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize patterns isomorphisms and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve non-routine problem) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจโมโนติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาด

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) เป็นความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการพิจารณาเป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจาก มโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and validate generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยใช้ความสัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือการถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จัดได้ว่าเป็นเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการสอนอย่างกว้างขวาง ซึ่งผู้วิจัยสนใจที่จะทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สุ จิ ปุ ลิ และผู้วิจัยได้ให้นิยามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยจะทำการทดสอบหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลงแล้ว และวัดให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น แบบทดสอบนี้สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive domain) ตามที่ วิลสัน (Wilson. 1971 : 643-685) จำแนกไว้ 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) ประกอบด้วย ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยามและความสามารถในการคิดคำนวณ ตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

2. ความเข้าใจ (Comprehension) ประกอบด้วยความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิงและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามหาเหตุผล การอ่านและตีความโจทย์ปัญหา

3. การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่คล้ายคลึงกับที่เรียนมา ตลอดจนความสามารถในการเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน

4. การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน และความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์โดยการจัดการส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961 : 14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ขอบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกภาพ

2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน

5. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ แครร์รอล (Carrol. 1963 : 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

จากการศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้น มีองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะองค์ประกอบ ที่เกี่ยวกับตัวนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียนรวมถึงองค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคมของนักเรียน และที่ทำให้เกิดผลโดยตรง นั่นคือ การสอนของครู นั่นเอง

2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สาเหตุของการสอบตกและการออกจากโรงเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งเรวัต และ คุปตะ (Rawat and Cupta. 1970 : 7-9) ได้กล่าวว่าอาจมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือมากกว่านั้น โดยมีด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกร่วมกับโรงเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาของบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
7. การสอบตกซ้ำชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
8. อายุน้อยเกินไป
9. สาเหตุอื่นๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก

ขนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542 : 145) กล่าวถึง สาเหตุหรือที่มาที่ทำให้นักเรียนเรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ขอบกพร่องทางร่างกาย
2. ระดับสติปัญญาต่ำ
3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีมาก่อน ทำให้ฝังใจ เกิดการต่อต้านไม่ยอมรับ ปิดกั้นตัวเอง ทั้งแบบรู้ตัวและแบบไม่รู้ตัว
4. สิ่งแวดล้อมทางบ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียน ตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่างๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม กล้าแสดงออก ความอดทน ความเพียรพยายาม การรู้จักแบ่งเวลา ความมีระเบียบวินัยในตนเอง ความรับผิดชอบ การมีสมาธิ
5. วุฒิภาวะต่ำ
6. พื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้เรียนตามเพื่อไม่ทัน ไม่เข้าใจบทเรียนใหม่

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และรู้สึกรับผิดชอบต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูที่จะจัดหาวิธีที่มีความเหมาะสม มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น ดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ส จี ปุ ลิ โดยมีกิจกรรมต่างๆ ที่น่าสนใจและใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากที่สุด ซึ่งอาจจะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

2.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

มณฑิณี กุฎาคาร (2542 : 80-93) พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2544 : 99-101) และพร้อมพรรณ อุดมสิน (2545 : 29-33) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกันพอสรุปได้ดังนี้

2.4.1 วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นการระบุจำนวนข้อสอบและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

2.4.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดกับ ผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.4.3 กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะใช้แบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้น ให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

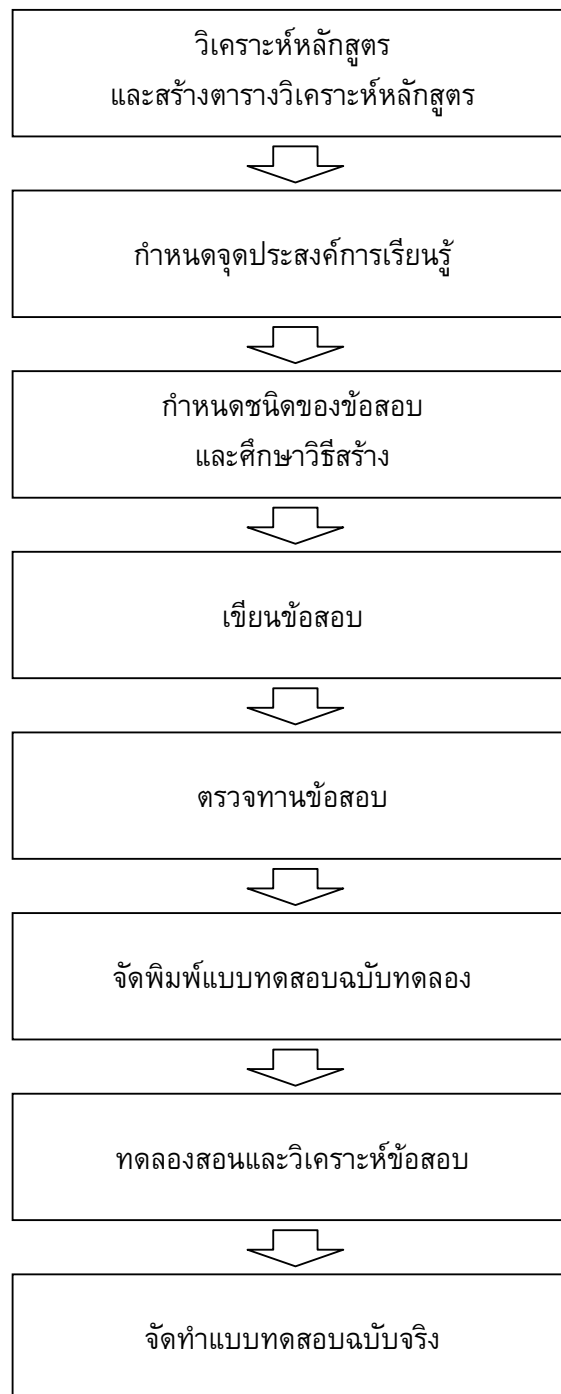
2.4.4 เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 4.3

2.4.5 ตรวจทานข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4.4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณา ทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

2.4.6 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทางข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ ให้เหมาะสม

2.4.7 ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจคุณภาพของแบบทดสอบก่อน นำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

2.4.8 จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีอาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ที่มา : พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. หน้า 101.

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

วิลสัน (Winson. 1999 : 40-62) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลการใช้ชุดการสอนของครู เพื่อแก้ปัญหาในการเรียนของเด็กเรียนวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ การบวก การลบ ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนยอมรับว่าการใช้ชุดการสอนมีผลดีมากกว่าการสอนปกติ อันเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ครูสามารถแก้ปัญหาการสอนที่อยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กนักเรียนเรียนช้า

ริโอแดน และนอยซ์ (Riordan and Noyce. 2001: 368-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ผลกระทบของหลักสูตรมาตรฐานหลักวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 ถึงเกรด 8 ศึกษาโดยการเปรียบกับนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรเดิม กลุ่มที่ 2 เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลัก ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิม

ทอมสัน (Thomson. 2001 : 58-A) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบเกี่ยวกับหลักสูตร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนพีชคณิตปีที่ 2 ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 16 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนเป็นตัวชี้วัด แล้วให้นักเรียนกลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรปกติ และนักเรียนอีกกลุ่มเรียนหลักสูตรพีชคณิตขั้นสูง แล้วทำการทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบและการตอบแบบอิสระ ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนตามหลักสูตรปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่านักเรียนที่เรียนหลักสูตรพีชคณิตขั้นสูง

เรย์ และคนอื่นๆ (Reys and other. 2003 : 74-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตร มาตรฐานหลักและหลักสูตรเดิมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้เรียนโดยใช้หลักสูตร มาตรฐานหลักอย่างน้อย 2 ปี และอีกกลุ่มเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

รจนา รัตนานิคม (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการ เปรียบเทียบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนที่ระดับ นัยสำคัญ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถทาง การเรียนแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

พงศ์ศรีมี เฟื่องฟู (2545 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนเรื่องการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ตามบทเรียนที่ผู้วิจัยเรียบเรียงมา กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนรู้และประยุกต์ เรื่อง การอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ปริยทิพย์ บุญคง (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และหาค่าน้ำหนักของความสำคัญของปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ผลจากการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณระหว่างปัจจัยด้านการกำกับตนเอง ด้านการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านความเชื่อมั่นภายในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.561 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และด้านการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองด้านการศึกษา ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปัจจัยด้านการกำกับตนเอง ความเชื่อมั่นอำนาจภายในตน และความมีวินัยในตนเอง ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ผลจากการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดๆ ก็ตาม สิ่งที่ไม่ควรที่จะละเลยคือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนั้นๆ เพราะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวชี้วัดตัวหนึ่งที่บ่งชี้ถึงความสำเร็จจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆ ถึงแม้จะไม่มีวิธีการสอนใดวิธีการสอนหนึ่งที่ดีสำหรับในทุกๆ เนื้อหา แต่ในฐานะที่ครูผู้สอนเราควรเลือกใช้วิธีการสอนที่มีความหลากหลาย และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริงของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถได้อย่างเต็มที่

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสารหรือการสื่อความหมาย (Communication) เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “communius” หมายถึง “พร้อมกัน” หรือ “ร่วมกัน” (Common) หมายความว่าเมื่อมีการสื่อสารกันเกิดขึ้นคนเราพยายามที่จะสร้าง “ความพร้อมกันหรือความร่วมมือ” ทางด้านความคิด เรื่องราวเหตุการณ์ ทัศนคติ ฯลฯ กับบุคคลที่เรากำลังสื่อสารด้วยนั้น (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 21)

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสื่อสาร ไว้ดังนี้

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976 : 513) ได้กล่าวว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ในกิจกรรมการเขียนหรือการพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งจะมีผลการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อผู้เรียนได้ฝึกหัดเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ผู้เรียนมีพลังในการคิดด้วยตนเอง

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and tips. 1994 : 181) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

บุญศรี ปรานณศักดิ์ และศิริพร จิรวัฒน์กุล (2538 : 9) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการแลกเปลี่ยน และร่วมกันรับรู้เรื่องราวข่าวสารต่างๆ โดยมีความเข้าใจร่วมกันต่อสัญลักษณ์ที่แสดงเรื่องราวข่าวสารนั้น ๆ

ทัศนีย์ กระต่ายอินทร์ และสุกิตร์ อนุศาสตร์ (2542 : 3) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดสารผ่านสื่อต่างๆ ที่อาจเป็นการพูด การเขียน การแสดง การจัดกิจกรรม ฯลฯ ไปยังผู้รับสารอย่างมีวัตถุประสงค์ ทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกัน มีปฏิริยาตอบสนองกัน สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสมกับบริบททางการสื่อสาร เพื่อให้การสื่อสารสัมฤทธิ์ผล

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2542 : 6) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างมนุษย์ภายใต้สภาพแวดล้อมซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ตามสภาวะการณ์

จากแนวคิดของนักการศึกษาหลายๆ ท่านสามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดเรื่องราวต่างๆ ที่อาจเป็นการพูด การเขียน การแสดงความคิดเห็น การจัดกิจกรรม หรือการร่วมกันอภิปราย อย่างมีวัตถุประสงค์

3.2 ความสำคัญของการสื่อสาร

การสื่อสารนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการที่คนเราจะอยู่ร่วมกันหรือต้องมีความเกี่ยวข้องกับบุคคลอื่นหรือว่าต้องกระทำกิจกรรมการงานต่างๆ ร่วมกัน แม้แต่บุคคลที่อยู่ในครอบครัวเดียวกัน ชุมชนเดียวกัน สังคมเดียวกัน ประเทศเดียวกัน และโลกเดียวกัน นอกจากนี้การ

สื่อสารยังมีความสำคัญในการกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน เนื่องจากกระบวนการศึกษาต้องมีการถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ การบอกกล่าวต่อกันโดยอาศัยการสื่อสารเป็นสื่อเพื่อให้ทุกคนมีความเข้าใจ หรือการรับรู้ที่เหมือนกัน

มณฑล โบบัว(2536: 3-4) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารว่า มีความสำคัญต่อมนุษย์ 5 ประการ คือ

1. ความสำคัญต่อความเป็นสังคม มนุษย์รวมตัวกันเป็นกลุ่มสังคมได้ตั้งแต่สังคมเล็ก ระดับครอบครัว จนกระทั่งถึงสังคมที่ใหญ่ระดับประเทศก็ได้ เพราะอาศัยการสื่อสารเป็นพื้นฐานเมื่อมนุษย์รวมกันอยู่ดำเนินชีวิตร่วมกัน ก็ย่อมตกลงในระเบียบ กติกา เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ต่าง ๆ ของสังคม เพื่อให้สังคมนั้น ๆ ดำรงอยู่ได้ และมนุษย์ใช้การสื่อสารซึ่งกันและกันเพื่อจะทำความเข้าใจ การที่สังคมมนุษย์ได้รับการพัฒนามาโดยตลอดไม่มีการขาดตอนก็เพราะใช้การสื่อสารเป็นสายใยแห่งการถ่ายทอดประเพณี วัฒนธรรม ความรู้สึกนึกคิดของคนคนหนึ่งไปสู่คนอีกคนหนึ่ง

2. ความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน การสื่อสารมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อชีวิตประจำวัน ในวันหนึ่ง ๆ ตลอดเวลาที่เราตื่น เราสื่อสารตลอดเวลา อาจจะสื่อสารกับตัวเอง สื่อสารกับผู้อื่น ทั้งนี้ อาจเป็นคนในครอบครัว ผู้ร่วมงานกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตต่างก็ต้องอาศัยการสื่อสารเป็นเครื่องมือทั้งนั้น

3. ความสำคัญต่ออุตสาหกรรมและธุรกิจ การดำเนินอุตสาหกรรมและธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนในการผลิต การจัดจำหน่ายต่างก็ต้องอาศัยการสื่อสารทุกขั้นตอน นับตั้งแต่การสื่อสารกันระหว่างบุคคล จนกระทั่งถึงการสื่อสารกับมวลชน เช่น การโฆษณา การประชาสัมพันธ์ ทั้งนี้ จะต้องอาศัยวิธีการสื่อสารโดยเฉพาะในปัจจุบันก็ได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการสื่อสารมากมาย

4. ความสำคัญต่อการปกครอง ในการปกครองไม่ว่าจะเป็นปกครองระดับใดหรือการปกครองระบอบใด ทั้งผู้ปกครองและผู้ถูกปกครอง จะต้องมีการตกลงร่วมกันในกฎเกณฑ์หรือระเบียบต่างๆ ผู้ปกครองต้องเผยแพร่ข่าวสารเหล่านี้ ให้ผู้ถูกปกครองทราบทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งประชาชนหรือผู้ถูกปกครองก็ต้องสื่อสารเรื่องต่างๆ ไปยังผู้ปกครองด้วย ซึ่งเป็นการสื่อสารทั้งแบบจากบนสู่ล่าง และแบบล่างขึ้นสู่บน

5. ความสำคัญต่อการเมืองระหว่างประเทศ ประเทศต่างๆ ต้องมีการติดต่อสื่อสารกันทั้งทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ การทหารปัจจุบันเรามีทั้งองค์การในการที่จะทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารข่าวสารการเมืองระหว่างประเทศและการสื่อสารมวลชนเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตของเรามาก

บุญศรี ปราภณศักดิ์ และศิริพร จิรวรรณกุล (2538 :13) ได้เสนอทรรศนะเกี่ยวกับความสำคัญของการสื่อสารดังนี้ การสื่อสารมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต ซึ่งหมายถึงระดับสภาพการดำรงชีพของมนุษย์ ตามองค์ประกอบแห่งชีวิตได้แก่ ร่างกาย อารมณ์ สังคม ความคิด และจิตใจ สถาบันทางสังคมที่มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ได้แก่ ครอบครัว เศรษฐกิจ การสาธารณสุข นันทนาการ วัฒนธรรม การปกครอง การศึกษา และศาสนา สังคมโลกโดยองค์การ

ระหว่างประเทศต่างๆ ได้พยายามเผยแพร่แนวคิดเพื่อให้ทุกๆ ประเทศเห็นความสำคัญของการยกระดับคุณภาพชีวิตให้ได้มาตรฐาน

ทัศนีย์ กระต่ายอินทร์ และสุกิตร์ อนุศาสตร์ (2542 : 3-4) ได้กล่าวว่า มนุษย์จำเป็นต้องใช้การสื่อสารตลอดชีวิต เริ่มจากการสื่อสารภายในตนเอง คิดว่าจะทำอะไร เมื่อไร จะต้องสัมพันธ์กับผู้อื่นและจะเกิดผลอย่างไร การสื่อสารจะขยายความกว้างขึ้น และมนุษย์จะใช้การสื่อสารเพื่อทำกิจกรรมร่วมกันตลอดเวลา การสื่อสารจึงมีความสำคัญ ดังนี้

1. การสื่อสารเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต ไม่มีใครที่จะดำรงชีวิตได้โดยปราศจากการสื่อสาร โดยเฉพาะสังคมมนุษย์ที่มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาตลอดเวลา พัฒนาการทางสังคมจึงดำเนินไปพร้อมๆ กับพัฒนาการทางการสื่อสาร

2. การสื่อสารช่วยธำรงสังคมให้อยู่ร่วมกันเป็นปกติสุข เพื่อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับระเบียบ ประเพณี กฎเกณฑ์ทางสังคมและความรู้ต่างๆ จำเป็นต้องรับการถ่ายทอดเพื่อให้เป็นมรดกทางสังคม ตกลงใช้ร่วมกันเพื่อให้อยู่ร่วมกันอย่างสันติ

3. การสื่อสารเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนา การพัฒนาทางสังคมในด้านคุณธรรม จริยธรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฯลฯ รวมทั้งศาสตร์ในการสื่อสาร จำเป็นต้องพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้งและต้องใช้การสื่อสารเป็นเครื่องมือในการพัฒนาด้านต่างๆ เช่น การใช้สื่อดิจิทัลหรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในงานสาธารณสุข เป็นต้น

จากการศึกษาความสำคัญของการสื่อสารจะเห็นได้ว่าการสื่อสารนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับคนเราไม่ว่าจะเป็นด้านสังคม การดำรงชีวิต ความเป็นอยู่ หรือการพัฒนาประเทศ รวมถึงการจัดการเรียนการสอนด้วย เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะให้ได้ประสิทธิภาพนั้นครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน หรือควรที่จะให้นักเรียนนั้นสะท้อนความคิดของนักเรียนเองมายังครูด้วย

3.3 องค์ประกอบของการสื่อสาร

วาสนา จันทร์สว่าง และทัศนีย์ อินทรสุขศรี (2532 : 9-10) ซึ่งสอดคล้องกับ มณฑล ไบบัว (2536 :33) และบุญศรี ปราภณศักดิ์ และศิริพร จิรวรรณกุล (2538 : 17-23) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบพื้นฐานของการสื่อสาร ประกอบด้วย

1. ผู้ส่งสารและผู้รับสาร พฤติกรรมการสื่อสารนี้จะต้องมีผู้รับสารหรือผู้ส่งสารจะโดยตั้งใจหรือไม่ก็ตาม การโต้ตอบสื่อสารกันทั้งสองฝ่ายจะดำเนินไปด้วยดี เมื่อทั้งสองฝ่ายอยู่ในสภาพแวดล้อมทางสังคมร่วมกัน มีประสบการณ์บางส่วนร่วมกันหรือมีความรู้ความเข้าใจซึ่งกันและกัน

2. สาร หมายถึง สิ่งที่ผู้ส่งสารส่งไปให้ผู้รับสารเป็นเรื่องราวต่างๆ ในรูปของข้อมูล ความรู้สึก ความคิดเห็น ที่จะแสดงให้อีกฝ่ายหนึ่งเข้าใจวัตถุประสงค์ของตน สาร (Message) นั้นโดยทั่วไปเราหมายถึงสิ่งเร้า สาระ หรือเรื่องราวที่ผู้ส่งสารออกไป ส่วนสารสนเทศหรือข่าวสาร (Information) มุ่งถึงเนื้อหาของสาร ซึ่งสำคัญและจำเป็นมากสำหรับการติดต่อเรื่องสื่อสาร

ในสังคม เพราะยิ่งสารสนเทศมากเพียงใดยิ่งจะทำให้การตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ถูกต้องและเหมาะสมมากขึ้น

3. สื่อหรือช่องทางการสื่อสารคือ ตัวกลางนำสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับ โดยสื่อเหล่านั้นต้องครอบคลุมถึง

3.1 กลไกการรับรู้สารได้แก่ การเข้ารหัส (Encode) ซึ่งหมายถึงผู้ส่งสาร นำสารแปลงเป็นสัญญาณ (Signal) สัญลักษณ์ (Symbol) ส่งไปยังผู้รับ ส่วนการถอดรหัส (Decode) หมายถึงการที่ผู้รับสารถอดความหมายของสัญญาณ สัญลักษณ์ที่ส่งมานั้น

3.2 พาหนะที่นำสารนั้นให้เคลื่อนไป เช่น อากาศ คลื่นแสง เสียง

3.3 ตัวที่จะพยุพพาหนะที่นำสาร กลไกการรับรู้สารของเราจะได้รับโดยมีช่องทางสำหรับนำสาร นำไปสู่ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ การเห็น ได้ยิน ได้กลิ่น สัมผัส และการลิ้มรส นอกจากนี้สื่อหรือช่องทางยังมีความหมายอย่างกว้างๆ รวมถึงช่องทางที่เป็นตัวกลางนำสารจากผู้ส่งไปถึงผู้รับ เช่น คลื่นเสียง โทรเลข ฯลฯ

วรพล พรหมมิกบุตร (2534 : 20) ได้แบ่งองค์ประกอบของการสื่อสารไว้ดังนี้

1. องค์ประกอบที่เป็นบุคคลในกระบวนการสื่อสารยังอาจแยกได้เป็น 2 ฝ่ายที่สำคัญได้แก่ ผู้ส่งสาร (Transmitter) และผู้รับสาร (Receiver)

2. องค์ประกอบที่เป็นผลผลิตเชิงวัฒนธรรม ก็อาจแยกออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข่าวสาร (Message) และเทคนิควิธีสื่อสาร (Communication Technique)

ทัศนีย์ กระต่ายอินทร์ และสุภิตรา อนุศาสตร์ (2542 : 4 – 10) ได้จัดองค์ประกอบของการสื่อสาร ดังนี้

1. ผู้ส่งสาร (Sender) คือ บุคคลที่เริ่มต้นสร้างสารและส่งสารไปยังผู้อื่นโดยใช้ภาษาเป็นเครื่องมือ ผู้ส่งสารในฐานะผู้เริ่มต้นการสื่อสารจะส่งสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาตนเองให้มีคุณสมบัติ ดังนี้

1.1 เป็นผู้ที่มีเจตนาแน่วแน่ที่จะให้ผู้อื่นรับรู้ความประสงค์ของตน

1.2 เป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่จะสื่อสารเพียงพอ ผู้สื่อสารอาจสำรวจระดับความรู้ความเข้าใจของตนเองตามลำดับขั้น คือ

1.2.1 บอกได้ว่าเคยผ่านพบหรือได้ยินได้ฟังเรื่องนั้น ๆ มา

1.2.2 นำมาบอกกล่าวด้วยถ้อยคำของตนเองได้

1.2.3 ใช้ความรู้ ความชำนาญ แกไขสถานการณ์ต่างๆ ได้

1.2.4 วิเคราะห์ปัญหาได้

1.2.5 ประเมินค่าได้

1.3 เป็นผู้ที่มีความเชื่อถือ ความเชื่อถือของผู้ส่งสารเป็นผลรวมของความรู้ความสามารถ บุคลิกลักษณะ การเป็นคนที่สังคมยอมรับการเป็นคนคล่องแคล่วเปิดเผยในการติดต่อสื่อสาร

1.4 เป็นผู้ที่มีความพยายามจะเข้าใจความสามารถและความพร้อมของผู้รับสาร

1.5 เป็นผู้รู้จักใช้กลวิธีที่เหมาะสม ในการนำเสนอสาร อาศัยการเตรียมการทักษะทางภาษา การใช้อุปกรณ์ ตลอดจนเทคโนโลยีในการสื่อสารอย่างเหมาะสม

2. สาร (Message) คือ เรื่องราวอันมีความหมายและแสดงออกโดยอาศัยภาษาหรือสัญลักษณ์ที่สามารถทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันได้ สารประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

2.1 รหัสของสาร คือ ภาษาสัญลักษณ์ หรือสัญญาณที่มนุษย์คิดขึ้นเพื่อแทนความคิด

2.2 เนื้อหาของสารจะครอบคลุมความรู้ ความคิดและประสบการณ์ที่มนุษย์ต้องการถ่ายทอด แลกเปลี่ยนเพื่อความเข้าใจร่วมกัน โดยเนื้อหาของสารดังกล่าวแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ เนื้อหาสารที่แสดงข้อเท็จจริง เนื้อหาสารที่แสดงข้อคิดเห็นหรือทรรศนะ และเนื้อหาสารที่แสดงความรู้สึก

2.3 การจัดสาร หมายถึง รูปแบบวิธีการในการนำรหัสสารมาเรียบเรียง เพื่อให้ได้ใจความตามเนื้อหาที่ต้องการ สารที่ได้รับการจัดอย่างดีทั้งในด้านการเรียบเรียง การลำดับความ การลำดับความยากง่ายตลอดจนรูปแบบและการใช้ภาษาที่ดี

3. สื่อหรือช่องทาง (Media or Channel) สื่อหรือช่องทางเป็นองค์ประกอบสำคัญอีกประการหนึ่งในการสื่อสาร ผู้ส่งสารต้องอาศัยสื่อหรือช่องทาง ทำหน้าที่นำสารไปสู่ผู้รับสาร โดยทั่วไปสารจะถ่ายทอดเข้าสู่ระบบการรับรู้

4. ผู้รับสาร (Receiver) ผู้รับสารเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสื่อสาร มีบทบาทในการกำหนดความรู้เรื่องราวที่ผู้ส่งสาร ส่งผ่านสื่อมาถึงตนและมีปฏิกิริยาตอบสนอง ผู้รับสารที่ดีควรทำหน้าที่ตามบทบาทของตนเอง และควรพัฒนาตนเองให้มีคุณสมบัติ ดังนี้

1.1 เป็นผู้ที่มีความเจตนาแจ่มชัดและกระตือรือร้นที่จะรับสาร

1.2 เป็นผู้พยายามรับรู้ข่าวสารต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ

1.3 เป็นผู้ที่มีความไวรู้สึกรวดเร็วและถูกต้อง

1.4 เป็นผู้ที่มีสมาธิ สามารถบังคับใจให้อยู่ที่เรื่องราวที่กำลังสื่อสาร

5. ปฏิกริยาตอบกลับ (Feedback) ในการสื่อสารแต่ละครั้งผู้ส่งสารและผู้รับสาร ซึ่งเราเรียนว่าคู่สื่อสารต่างมีวัตถุประสงค์ในการสื่อสารของตนเองและจะแสดงปฏิกริยาตอบกลับ เพื่อให้อีกฝ่ายหนึ่งรับรู้ความรู้สึกนึกคิดของตน ต่างต้องประเมินผลและบรรยากาศในการสื่อสารตลอดเวลา การสื่อสารอาจเกิดผลตรงตามเป้าหมาย ปฏิกริยาตอบกลับจะช่วยให้ผู้ส่งสารสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูล ท่าที หรือวิธีการสื่อสารเพื่อให้การสื่อสารบรรลุวัตถุประสงค์

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 23 – 24) กล่าวว่า การถ่ายทอดข่าวสารหรือการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือข้อมูลในการสื่อสาร จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีต้นทางของการถ่ายทอดหรือเรียกว่า “ผู้ส่ง” ได้รับทราบข่าวสารต่างๆ ในการผ่านสื่อไปยังจุดหมายปลายทาง หรือเรียกว่า “ผู้รับ” ได้รับทราบข่าวสารต่างๆ ในการผ่านสื่อไปยังจะหมายปลายทาง หรือเรียกว่า “ผู้รับ” ได้รับทราบข่าวสารนั้นร่วมกัน จากหลักการนี้จึงมีองค์ประกอบต่างๆ เพื่อให้การสื่อสารเกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

1. ผู้ส่ง ผู้สื่อสาร หรือต้นแหล่งของการส่ง (Sender, Communicator or Source) เป็นแหล่งหรือผู้ที่นำข่าวสารเรื่องราว แนวความคิด ความรู้ ตลอดจนเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อส่งไปยังผู้รับ ซึ่งอาจเป็นบุคคลเดียว เป็นกลุ่มบุคคล หรือสถาบัน โดยอยู่ในลักษณะต่างๆ ได้หลายอย่าง เช่น ผู้อ่านข่าว ครู นักร้อง นักเขียน จิตรกร ฯลฯ เป็นผู้นำเนื้อหาเรื่องราวของข่าว บทความ ภาพ มาเสนอแก่ผู้รับ เรียกว่า “การเข้ารหัส”

2. เนื้อหาเรื่องราว ได้แก่ เนื้อหาของสารหรือเรื่องราวที่ส่งออกมา เช่น ความรู้ ความคิด ข่าวสาร บทเพลง ข้อเขียน เพื่อให้ผู้รับรับข้อมูลเหล่านั้น

3. สื่อหรือช่องทางในการนำสาร หมายถึง ตัวกลางที่ถ่ายทอดแนวความคิด เหตุการณ์ เรื่องราวต่างๆ ที่ผู้ส่งต้องการให้ไปถึงผู้รับ สื่อที่ใช้กันมากที่สุดคือ ภาษาพูด ซึ่งใช้เสียงเป็นสื่อ เวลาเขียนหรืออ่านหนังสือสื่อที่ใช้ก็คือ ภาษาเขียน หรือถ้ามีการสื่อความหมายกับคนไปก็ใช้สื่อที่เป็นภาษามือ กริยาท่าทางหรือการแสดงออกทางท่าทางหน้าตา

4. ผู้รับหรือกลุ่มเป้าหมาย (Receiver or Target Audience) ได้แก่ ผู้รับเนื้อหาเรื่องราวจากแหล่งหรือที่ผู้ส่งส่งมา ผู้รับนี้อาจเป็นบุคคล กลุ่มชนหรือสถาบันก็ได้ เมื่อรับเรื่องราวแล้วผู้รับก็ต้องมีการถอดรหัส (Decode) คือ การแปลข่าวสารนั้นให้เข้าใจ

5. ผล (Effect) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้ส่งสารส่งเรื่องราวไปยังผู้รับ ผลที่เกิดขึ้นก็คือ การที่ผู้รับอาจมีความเข้าใจหรือไม่รู้เรื่อง ยอมรับหรือปฏิเสธ พอใจหรือไม่พอใจ สิ่งเหล่านี้เป็นผลของการสื่อสาร และจะเป็นผลสืบเนื่องต่อไปว่าการสื่อสารนั้นจะสามารถบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทัศนคติของผู้รับ สื่อที่ใช้ และสถานการณ์ในการสื่อสารเป็นสำคัญด้วย

6. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องจากผลซึ่งผู้รับส่งกลับมายังผู้ส่งโดยผู้รับอาจแสดงอาการให้เห็น เช่น ง่วงนอน ประหม่อ ยิ้ม พยักหน้า สายหน้า การพูดโต้ตอบ หรือการแสดงความคิดเห็น เพื่อเป็นข้อมูลที่ทำให้ผู้ส่งทราบว่า ผู้รับมีความพอใจหรือมีความเข้าใจในความหมายที่ส่งไปหรือไม่ ผลป้อนกลับนี้คือข้อมูลย้อนกลับอันเกิดจากการตอบสนองของผู้รับที่ส่งกลับไปยังผู้ส่งคนอื่นนั่นเอง

องค์ประกอบของการสื่อสารไม่ว่าจะเป็น ผู้ส่งสาร ผู้รับสาร สาร สื่อ ผล และผลป้อนกลับ ต่างก็เป็นส่วนที่มีความสำคัญเท่าๆ กัน ไม่ได้มีสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่จะมีความสำคัญไปมากกว่ากัน ถ้าหากมีองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งบกพร่องไปก็จะทำให้การสื่อสารระหว่างคู่สื่อสารจะไม่เกิดประสิทธิภาพในการสื่อสารได้เลย

3.4 ประเภทของการสื่อสาร

ปรมะ สตะเวทิน (2527 : 24 – 26) ซึ่งสอดคล้องกับ วาสนา จันทรสว่าง และ ทัศนีย์ อินทรสุขศรี (2532 : 15 –18) และสอดคล้องกับมณฑล ไบบัว (2536 : 14 – 22) ได้กล่าวว่า ในการแบ่งประเภทของการสื่อสาร มีเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของการสื่อสาร ดังต่อไปนี้

1. การจำแนกประเภทโดยถือเกณฑ์จำนวนผู้สื่อสาร แบ่งเป็น

1.1 การสื่อสารภายในตัวบุคคล (Intrapersonal Communication) คือบุคคลเดียวกันที่ทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ส่งสารและรับสาร เช่น การคิด การพูดกับตัวเอง การร้องเพลงคนเดียว การบันทึกประจำวันสำหรับตนเอง

1.2 การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal Communication) คือการที่บุคคล 2 คนขึ้นไปสื่อสารกันเป็นทั้งผู้ส่งสารและผู้สื่อสารสลับกันไป ประกอบด้วย การสื่อสารวัจนภาษาโดยใช้ภาษา ถ้อยคำและการสื่อสารอวัจนภาษาโดยใช้ภาษาที่ไม่ใช่ถ้อยคำ

1.3 การสื่อสารกลุ่ม (Group Communication) เป็นการสื่อสารกับคนจำนวนมาก ซึ่งอยู่ในที่เดียวกันหรือใกล้เคียงกัน เช่น การบรรยายในที่ประชุม การสอนในห้องเรียน การปราศรัย การหาเสียงเลือกตั้ง ฯลฯ

1.4 การสื่อสารองค์การ (Organizational Communication) คือการสื่อสารระหว่างสมาชิกขององค์การหรือหน่วยงาน เช่น การสื่อสารในบริษัท ในหน่วยงานราชการ เป็นต้น

1.5 การสื่อสารมวลชน (Mass Communication) เป็นการสื่อสารไปยังประชาชนจำนวนมากพร้อมกันหรือในเวลาใกล้เคียงกันโดยประชาชนเป้าหมาย อาจอยู่ห่างไกลกัน อยู่กระจัดกระจายในที่ต่างๆ สื่อมวลชนแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ หนังสือพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ และภาพยนตร์

2. การจำแนกประเภทการสื่อสารโดยถือเกณฑ์การใช้ภาษา แบ่งเป็น

2.1 การสื่อสารโดยภาษาที่ใช้ถ้อยคำ (Verbal Communication) เป็นการสื่อสารโดยใช้ภาษาพูด ภาษาเขียน เรียกว่า วัจนภาษา

2.2 การสื่อสารโดยภาษาที่ไม่ใช่ถ้อยคำ (Non-Verbal Communication) เรียกว่า อวัจนภาษา คือ การสื่อสารด้วยอากัปกริยาท่าทางหรือสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น เวลา เนื้อที่หรือระยะทาง กิริยา สิ่งของ ร่างกายและปรีภาษา ซึ่งหมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นแนบเนื่องกับภาษา เช่น เมื่อพูดปรีภาษา คือ ระดับเสียงสูงต่ำ น้ำเสียง การหัวเราะ

3. การจำแนกประเภทการสื่อสารโดยถือเกณฑ์การเห็นหน้าค่าตากัน

3.1 การสื่อสารแบบเผชิญหน้า (Face to Face Communication) คือผู้ส่งสารและผู้รับสารเผชิญหน้ากัน สามารถโต้ตอบซักถาม สังเกตอากัปกริยาท่าทางซึ่งกันและกันได้ เช่น การสนทนา การประชุมสัมมนา การเรียนในห้องเรียน

3.2 การสื่อสารแบบไม่เห็นหน้าค่าตากัน (Interposed Communication) คือ ผู้ส่งสารทั้ง 2 ฝ่ายอยู่ห่างไกลกัน ไม่สามารถสังเกตกิริยาท่าทางของฝ่ายตรงข้ามได้ ต้องใช้เครื่องมือช่วยในการสื่อสาร เช่น สื่อโทรคมนาคม สื่อมวลชนต่าง ๆ

4. การจำแนกประเภทของการสื่อสาร โดยถือเกณฑ์ความแตกต่างระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร เช่น

4.1 การสื่อสารระหว่างเชื้อชาติ (Interracial Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างชาติซึ่งมีความแตกต่างกันด้านความเป็นอยู่ ความคิด ประเพณีต่าง ๆ

4.2 การสื่อสารระหว่างวัฒนธรรม (Cross-Cultural Communication) เป็นการสื่อสารของคนต่างวัฒนธรรมกันแม้ในประเทศเดียวกัน ก็อาจต่างวัฒนธรรมได้ เช่น ประเทศไทยมีวัฒนธรรมภาคเหนือ กลาง อีสาน ได้ ซึ่งแตกต่างกันไป

4.3 การสื่อสารระหว่างประเทศ (International Communication) เป็นการสื่อสารระดับชาติ ระหว่างประชาชนของประเทศต่าง ๆ มักเป็นการสื่อสารที่เป็นทางการ

5. การจำแนกประเภทของการสื่อสาร โดยถือเกณฑ์ลักษณะทางด้านวิชาการ การกำหนดประเภทของการสื่อสารนี้ ถือเป็นเรื่องวิชาการเป็นสิ่งสำคัญ เช่น การสื่อสารการเมือง การสื่อสารการสอน และการสื่อสารสาธารณสุข เป็นต้น

การสื่อสารนั้นสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภทด้วยกันขึ้นอยู่กับขนาด และวัตถุประสงค์ของการสื่อสารนั้นๆ แต่ในการจัดการเรียนการสอน การสื่อสารมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพื่อเป็นสื่อที่จะทำให้ทั้งครูและนักเรียนมีความเข้าใจได้ตรงกัน

3.5 อุปสรรคในการสื่อสาร

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 41 – 42) ได้กล่าวว่า ในบางครั้งการสื่อสารหรือการสื่อความหมายและการเรียนรู้อาจจะไม่ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ทั้งนี้เพราะอาจเกิดอุปสรรคระหว่างผู้ส่งและผู้รับ หรือผู้สอนหรือผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่น

1. คำพูด (Verbalism) การใช้ภาษาหรือคำพูดยากเกินไปในการทำความเข้าใจ
2. ผันกลางวัน (Day Dreaming) ผู้รับมีจิตใจเลือนลอย ไม่มีสมาธิทำให้ไม่รับรู้ได้
3. ข้ออ้างถึงที่ขัดแย้ง (Referent confusion) ข่าวนสารหรือบทเรียนที่ส่งมานั้นอาจขัดแย้งกับประสบการณ์เดิมของผู้รับ ทำให้เกิดความขัดแย้งได้

4. การรับรู้ที่จำกัด (Limited perception) ผู้รับอาจมีขีดจำกัดของการรับรู้ซึ่งเกี่ยวกับประสาทสัมผัสเฉพาะแต่ละบุคคล

5. สภาพแวดล้อมทางกายภาพไม่เอื้ออำนวย (Physical discomfort)

6. การไม่ยอมรับ (Interception) ผู้ส่งอาจเป็นที่ไม่ยอมรับของผู้รับทำให้เกิดการต่อต้านหรือไม่สนใจที่จะรับข้อมูลที่ส่งมา

บุญศรี ปรานณศักดิ์ และศิริพร จิรวรรณกุล (2538 : 52 – 62) ได้แยกประเภท หรือสิ่งที่เป็นอุปสรรคขัดขวางการสื่อสาร หลายประการ ดังนี้

1. กรอบแห่งการอ้างอิง (Frame of reference) กล่าวคือ เมื่อได้รับสารอย่างใดอย่างหนึ่งเราจะเอาประสบการณ์ของตนเองเป็นเครื่องช่วยสร้างภาพ สร้างความนึกคิด ตีความและตัดสินใจกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. กระบวนการเลือกทางจิตวิทยา (Selective Process) ลักษณะการเลือกที่มีผลต่อการสื่อสาร จำแนกเป็น 4 ระดับ คือ

2.1 การเลือกเปิดรับ (Selective exposure)

2.2 การเลือกให้ความสนใจ (Selective attention)

2.3 การเลือกรับรู้และเลือกตีความ (Selective perception and interpretation)

2.4 การเลือกจดจำ (Selective retention)

3. ลักษณะความหมายของภาษา ความหมายคือ ผลที่เกิดขึ้นในการรับรู้จากการที่คนเรามีปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อม ความหมายเป็นผลจากองค์ประกอบของคนกับองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ คือ สมอของเร้าสัมผัสสิ่งเร้าอย่างเป็นรูปธรรม ลักษณะของความหมายในภาษาที่เราใช้สื่อสารกันมีผลกระทบต่อการสื่อสาร บางครั้งอาจทำให้เกิดความเข้าใจไม่ตรงกันได้ ลักษณะความหมายของภาษาแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ คือ

3.1 ความหมายนัยตรง (Denotative meaning) คือความหมายที่ปรากฏในพจนานุกรม เป็นความหมายเชิงวัตถุวิสัยสามารถผูกโยงเข้ากับปรากฏการณ์วัตถุสิ่งของที่ปรากฏมีจริงได้

3.2 ความหมายนัยประหวัด (Connotative meaning) คือความหมายที่มีได้ปรากฏในพจนานุกรม เป็นความหมายในเชิงอัตวิสัยเกิดขึ้นในความรู้สึกหรืออารมณ์สะท้อนในของแต่ละบุคคล จึงมีจำเป็นต้องเหมือนกัน

3.3 ความหมายเชิงโครงสร้าง (Structural meaning) ภาษาพูด ภาษาเขียนของคนชาติต่างๆ จะมีรูปแบบการจัดเรียงประโยค เป็นข้อความรูปแบบดังกล่าวกำหนดโดยหลักไวยากรณ์ของภาษานั้นๆ เช่น ประโยคจะต้องประกอบด้วยประธาน กริยา กรรม มีคำวิเศษณ์ สันธาน บุพบท ฉะนั้นบ่อยครั้งที่เราไม่ต้องทราบความหมายของคำทุกคำ

3.4 ความหมายเชิงอรรถาธิบาย (Contextual meaning) เป็นความหมายที่เกิดจากการพรรณนาหรืออธิบายเนื้อหาของเรื่องราวที่ทำการสื่อสาร

4. การมีความหมายไม่ตรงกัน

4.1 ความหมายเปลี่ยนไปตามกาลเวลา

4.2 ความหมายเปลี่ยนไปตามท้องถิ่น

4.3 ความหมายทั่วไปกับความหมายทางเทคนิค

4.4 ความหมายในความรู้สึกกับความเป็นจริง

5. การไม่เปลี่ยนแปลงความคิดเห็น เป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งในการสื่อสาร เพราะในความเป็นจริงแล้วชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อมต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงไป การที่บุคคลไม่ยอมเปลี่ยนแปลงความคิดก็เป็นปัญหาในการสื่อสารได้

6. การมองข้ามความแตกต่าง คนเรานิยมที่จะจำแนกสิ่งต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกในการจำ ทำให้เราเน้นความเหมือนกันจนมองข้ามความแตกต่างซึ่งมีผลต่อเจตคติ อคติ ค่านิยม และความเชื่อซึ่งมีผลกระทบต่อการสื่อสาร

7. การมีความคิดแบบทวินาม หมายถึง การพิจารณาหรือตัดสินสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างเด็ดขาดไม่มีประนีประนอม

อุปสรรคของการสื่อสารนั้นมีหลายประการด้วยกัน ซึ่งแต่ละอย่างล้วนแล้วแต่มาจากองค์ประกอบของการสื่อสาร ดังนั้น เมื่อต้องการที่จะทำให้การสื่อสารเป็นไปได้อย่างดี จึงต้องมีการให้ความร่วมมือกันและมีการเตรียมการมาอย่างดี

3.6 การส่งเสริมการสื่อสารในการเรียนคณิตศาสตร์

โรวาน และมอร์โรว์ (Rowan and Morrow, 1993 : 9 – 11) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร ดังนี้

1. นำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาถึงสิ่งที่พบ
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราวหรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ชิดของนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมการสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน จะทำให้การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิดจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิดอย่างสร้างสรรค์ การส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสนใจ
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด การเขียนสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน
5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน การให้นักเรียนนั่งเรียนเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เป็นการให้โอกาสนักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะทางอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000 : 270–272) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6–8 ว่า ครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู การให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยครูจะต้องกำหนดชิ้นงาน ที่ประกอบด้วย

1. ความสัมพันธ์เกี่ยวกับความสำคัญของแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. มีแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี
3. อนุญาตให้นักเรียนแสดงแนวคิดได้อย่างหลากหลาย
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย แสดงเหตุผล การคาดเดาในการแก้ปัญหา

การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูจะมีบทบาทในการให้คำแนะนำ โดยที่ครูเดินไปตามกลุ่ม และรับฟังคำตอบที่แตกต่างกันของนักเรียน

การพูดและการเขียนเป็นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียน

1. คิดวิธีการแก้ปัญหา
2. มีกฎเกณฑ์ในการอธิบาย
3. ทดสอบความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้คำศัพท์ และสัญลักษณ์ใหม่ ๆ
4. ตรวจสอบการใช้รูปแบบของการให้เหตุผล
5. การให้เหตุผลของการคาดเดา
6. การวิเคราะห์ข้อแก้ตัว

กรมวิชาการ (2544 : 197–199) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ในวิชาเรขาคณิตมีเนื้อหาที่ต้องการฝึกวิเคราะห์ การให้เหตุผลและการพิสูจน์ ผู้เรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่างๆ เพื่อสื่อความหมาย แล้วนำความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยมีแนวทางในการดำเนินการ ดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะ

แนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

การฝึกทักษะ/กระบวนการนี้ต้องทำอย่างต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหอย่างไร เขียนรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตารางหรือกราฟใดช่วยในการสื่อสารความหมาย

การส่งเสริมทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถทำได้อย่างหลากหลายวิธี แต่โดยส่วนใหญ่แล้วการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นจะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและคิดวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ด้วยตนเอง จึงจะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนอย่างแท้จริง

3.7 ประโยชน์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการสื่อสาร

มัมมี และเชฟเพอร์ต (Mumme and Shepherd. 1993 : 7-11) ได้เสนอประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการส่งเสริมการสื่อสาร ดังนี้

1. การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยให้นักเรียนได้อธิบายความคิดของเขา มีความสนใจในสิ่งที่จะได้อภิปราย และการฟังก็จะช่วยให้นักเรียนคนอื่นเข้าใจได้อย่างลึกซึ้งด้วย การฟังจะช่วยให้นักเรียนได้พิจารณาความคิดของคนอื่นจะเป็นการช่วยให้นักเรียนให้เห็นคุณค่าของความคิดที่แตกต่างกันออกไปของนักเรียน แม้จะอยู่ในสถานการณ์เดียวกันก็ตาม นักเรียนจะสร้างความเข้าใจจากรากฐานของประสบการณ์เดิมของนักเรียนนั่นเอง การสื่อสารจะสนับสนุนการสร้างความรู้แก่นักเรียน โดยการสื่อสารจะช่วยขยายความคิดของนักเรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แต่ในบางครั้งการสื่อสารอาจสร้างความไม่สมดุลให้เกิดขึ้นได้จนกลายเป็นอคติไป

2. การสื่อสารจะช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน นักเรียนส่วนมากมักจะล้มเหลวในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้นำเสนอกฎเกณฑ์และกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยการจำมากกว่าการคิดแบบค้นพบด้วยตนเอง และการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ครูจำเป็นต้องให้เกิดการสื่อสารมากขึ้น เพื่อให้บุคคลหนึ่งได้เชื่อมต่อกับความคิดทางคณิตศาสตร์ไปยังอีกบุคคลหนึ่ง โดยการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดกัน ครูต้องให้นักเรียนมีการพัฒนาทางภาษาคณิตศาสตร์ ในการทำความเข้าใจในบทบาทและคำนิยามและกระบวนการในการอภิปรายและขยายสมมติฐานให้ชัดเจนขึ้น

3. การสื่อสารจะช่วยสร้างให้นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ เมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนความคิดของนักเรียนเอง ครูควรที่จะบอกนักเรียนว่าจะประเมินอะไรจากการพูดของนักเรียน เพื่อให้ครูแน่ใจในความสามารถทางการสื่อสารความคิดของนักเรียนอย่างแท้จริง นักเรียนควรฝึกการใช้ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ของพวกเขาให้มาก เพื่อที่นักเรียนจะได้กลายเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง

4. การสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การพูด และการฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เป็นวิธีการที่จะทำให้เราหลุดพ้นจากความวิตกกังวลในการที่จะแสดงความคิด การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนจะเป็นการให้ความ สนุกสนานในการเรียนแก่นักเรียน การอำนวยความสะดวกและสังคมจะมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะพูดเพื่อเป็นการและเปลี่ยนความคิดของนักเรียน

5. การสื่อสารจะช่วยให้ครูผู้สอนได้รับประโยชน์ในการหยั่งรู้ถึงความคิดของนักเรียน ครูจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการคิดของนักเรียนเป็นอย่างมากโดยการฟังการอธิบาย และการให้ เหตุผลของนักเรียน ความสามารถที่เป็นทักษะการสื่อสารจะเป็นการอธิบายโดยใช้ภาษา คณิตศาสตร์ทั้งหมดอย่างคล่องแคล่วโดยนักเรียนจะต้องนำไปใช้และมีการฝึกปฏิบัติบ่อย ๆ

จะเห็นได้ว่าการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนนั้นได้รู้จัก การคิดวิเคราะห์ และให้เหตุผล และยังช่วยให้ครูสามารถที่จะทราบได้ว่านักเรียนนั้นมีความรู้ความ เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์มากเพียงไร ทำให้ครูสามารถที่จะส่งเสริมและแก้ไขให้นักเรียนได้เรียนรู้ คณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจอย่างแท้จริง

3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

โจฮันนิง (Johanning. 2000 : 151–160) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์การเขียนและ การทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียนมัธยมศึกษาในการศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิรูปโดย การส่งเสริมการให้นักเรียนอ่าน เขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับการพัฒนาความคิด ทางคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญกับการเขียนซึ่งจะช่วยให้เด็กนักเรียนคิดไปพร้อมๆ กันโดยการพิจารณาจากผลงานของนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความเข้าใจของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับเกรด 7 และ 8 จำนวน 48 คน การดำเนินการโดยการเขียนและการ ทำงานกลุ่มในการเรียนพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลาทดลอง 1 ปี โดยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม 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 การเก็บรวบรวม ข้อมูลโดยบันทึกภาพการมีส่วนร่วมและการอภิปรายกลุ่ม และการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษา พบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้ สื่อสารความคิดของตนลงบนกระดาษและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปราย กลุ่มทำให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูและเพื่อนๆ การเขียนทำ ให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่มโดยการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่ง บรรยายกาศเช่นนี้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ด้วย

โรดิเฮฟเวอร์ (Rodeheaver. 2000 : 61-03A) ได้ทำการศึกษากรณีศึกษาระหว่างนักเรียนครูและความร่วมมือของครูที่สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อศึกษาว่าการสื่อสารอะไรบ้างที่จะมีผลต่อการเรียนการสอน และทำการประเมินข้อมูลย้อนกลับจากนักศึกษาครู ผลปรากฏว่า ข้อมูลย้อนกลับของนักศึกษานี้แสดงถึงครูทำการได้ให้ความสำคัญกับการสื่อสารเป็นอย่างมากโดยมีการจัดการสื่อสารเข้าไปในกระบวนการเรียนการสอนแต่ว่าคุณภาพของการสื่อสารนั้นจะเป็นการเน้นเพียงให้บรรลุจุดมุ่งหมายเท่านั้น ไม่ได้เน้นในด้านการปฏิบัติ ซึ่งในการใช้การสื่อสารในการทดลองนี้ไม่ได้รับความเป็นอิสระจากครูเลย

โควิงตัน (Covington. 2001 : 61-12A) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในโครงการ Connected Mathematics Project (CMP) ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา จุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อพิจารณาผลของโครงการ CMP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งโรงเรียนตั้งอยู่ในตัวเมือง โดยมีจุดมุ่งหมายอยู่ข้อหนึ่งคือ การเปรียบเทียบรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์และการสื่อสารในห้องเรียนของทั้งสองกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือห้องเรียนที่เรียนจากโครงการ CMP และห้องเรียนที่เรียนจากห้องเรียนหลักสูตรปกติ รูปแบบของการวิจัยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลทั้งด้านเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การวิจัยเชิงปริมาณจะทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 8 จำนวน 700 คน ที่เรียนอยู่ในปีการศึกษา 1999-2000 โดยใช้คะแนนมาตรฐานของรัฐเป็นเกณฑ์ (State Basic Standards : BST) ส่วนด้านการวิจัยเชิงคุณภาพ ทำโดยการสำรวจจากประสบการณ์ของผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้นครูและนักเรียน ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม คือ นักเรียนในโครงการ CMP และนักเรียนที่เรียนในหลักสูตรปกติมีความแตกต่างกันมาก เพราะห้องเรียนโครงการ CMP จะให้โอกาสนักเรียนทางการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าห้องเรียนหลักสูตรปกติ นอกจากนี้ นักเรียนในโครงการ CMP ได้แสดงถึงการใช้ทักษะการให้เหตุผลทางพีชคณิตอยู่ในระดับเดียวกับนักเรียนในหลักสูตรปกติ แต่แสดงถึงความเข้าใจแนวคิดโดยมีการใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายกว่านักเรียนในหลักสูตรปกติ สรุปนักเรียนในโครงการ CMP จะมีผลการปฏิบัติเป็นที่น่าพอใจและได้รับประสบการณ์ทางบวกจากห้องเรียนมากกว่านักเรียนที่เรียนจาก หลักสูตรปกติ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

วัชร ชันเชื้อ (2545 : 119) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 80 คน ผลการศึกษาพบว่า ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้

สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารแนวความคิดโดยใช้ทักษะการพูด และการเขียนของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 70

ศิริพร มาวรณา (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการนำเสนอข้อมูล โรงเรียนสระโบสถ์วิทยาการ จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 37 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยแทรกกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริงสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษการพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนวัดสุทธิวาราม เขตสาทร กรุงเทพมหานคร จำนวน 44 คน ผลการศึกษาพบว่า ชุดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้ชุดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนใช้ชุดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ภายหลังใช้ชุดการเรียนรู้ ปรากฏว่านักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยร้อยละ 79.94

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะพบว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นอีกทักษะหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และยังช่วยให้เกิดการเรียนรู้สัมพันธที่ดีระหว่างครูกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นอกจากนี้การสื่อสารยังช่วยให้นักเรียนนั้นได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้จากกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นอย่างแท้จริง

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน

4.1 ความจำเป็นที่ต้องทดสอบหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 490-491) กล่าวว่า ในการผลิตระบบการดำเนินงานทุกประเภทจำเป็นต้องมีการตรวจสอบระบบนั้น เพื่อเป็นประกันว่าจะมีประสิทธิภาพตามที่มุ่งหวัง การทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมมีความจำเป็นด้วยเหตุผลหลายประการ คือ

(1) สำหรับหน่วยการผลิตชุดกิจกรรม เป็นการประกันคุณภาพว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

(2) สำหรับผู้ใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมจะทำหน้าที่สอนโดยที่ช่วยสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู (อาทิ ในโรงเรียนครูคนเดียว) ดังนั้น ก่อนนำชุดกิจกรรมไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่า ชุดกิจกรรมนั้นมี

ประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้ชุดกิจกรรมที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

(3) สำหรับผู้ผลิตชุดกิจกรรม การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในชุดกิจกรรมเหมาะสมต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ (2528 : 213) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมที่ผลิตได้นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพเพื่อเป็นหลักประกันได้ว่า เป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิผลในการเรียนการสอน การทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมตรงกับภาษาอังกฤษว่า “ Developmental Testing” (การตรวจสอบพัฒนาการ เพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ) หมายถึง การนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุง แล้วนำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดลองใช้ หมายถึง การนำชุดกิจกรรมที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมให้เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การทดลองสอนจริง หมายถึง การนำชุดกิจกรรมที่ได้ทดลองใช้และปรับปรุงทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียน หรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงเป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา เป็นอย่างน้อย

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านสรุปได้ว่าที่ต้องทดสอบหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นเครื่องยืนยันว่ากิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้กับนักเรียนนั้นมีคุณค่ากับนักเรียน ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นอย่างแท้จริง

4.2 วิธีการหาประสิทธิภาพ

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

(1) ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ การประเมินชุดกิจกรรมนั้น เป็นการตรวจสอบหรือประเมินประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมที่นำมาประเมิน จะเป็นชุดการสอนสำหรับกลุ่มกิจกรรม หรือชุดการสอนที่ใช้ในศูนย์การเรียน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เป็นเกณฑ์การประเมินสำหรับเนื้อหาประเภทความรู้ ความจำ และใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะ ความหมายของตัวเลข เกณฑ์มาตรฐานมีความหมาย ดังนี้ 80 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละของประสิทธิภาพในด้านกระบวนการของชุดการสอน ซึ่งประกอบด้วยผลของการปฏิบัติการกิจต่างๆ เช่น งานและแบบฝึกของผู้เรียน โดยนำคะแนนที่ได้จากการวัดผลภารกิจทั้งหลายทั้งรายบุคคล และกลุ่มย่อยทุกชั้นมารวมกัน แล้วคำนวณค่าร้อยละเฉลี่ย ส่วน 80 ตัวหลังนั้น หมายถึง คะแนนจาก

การทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ของผู้เรียนทุกคนนำมาคำนวณหาค่าร้อยละเฉลี่ยก็จะได้ค่าทั้งสองเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานต่อไป

(2) ประเมินโดยไม่ต้องตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อด้วยการเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เรียน ภายหลังจากที่เรียนจากสื่อชิ้นนั้นแล้ว (Post-Test) ว่าสูงกว่าผลการสอบก่อนเรียน (Pre-Test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผลการเปรียบเทียบพบว่า ผู้เรียนได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าสื่อชิ้นนั้นมีประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 494) กล่าวว่า การทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อจะต้องนำสื่อไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วจึงดำเนินการผลิตเป็นจำนวนมาก หรือใช้สอนในชั้นเรียนปกติได้ ซึ่งการทดลองมีขั้นตอนดังนี้

(1) สำหรับทดลองแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดลอง ครู 1 คน ต่อเด็ก 1 คน ให้ทดลองกับเด็กก่อนเสียก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลาง และนำไปทดลองกับเด็กเก่ง อย่างไรก็ตาม หากเวลาไม่อำนวย และสภาพการณ์ไม่เหมาะสมให้ทดลองกับเด็กอ่อนหรือปานกลาง

(2) สำหรับทดลองแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดลอง ครู 1 คน ต่อเด็ก 6 -12 คน โดยให้เด็กคลุกกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน ห้ามทดลองกับเด็กอ่อนล้วน หรือเด็กเก่งล้วน เวลาทดลองจะต้องจับเวลาด้วยว่า กิจกรรมแต่ละกลุ่มใช้เวลาเท่าไร

(3) สำหรับทดลองแบบกลุ่ม (1:100) เป็นการทดลอง ครู 1 คน กับเด็กทั้งชั้น 30-40 คน (หรือ 100 คน สำหรับชุดการสอนรายบุคคล) ชั้นที่เลือกมาทดลอง จะต้องมียกเรียนคลุกกันทั้งเก่งและอ่อน ไม่ควรเลือกห้องเรียนที่มีเด็กเก่งหรืออ่อนล้วน

หลังการทดลอง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะได้ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5 %

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อ วิธีสอนหรือนวัตกรรม

วิธีการหรือนวัตกรรมที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ เช่น ชุดการสอน แบบฝึก แผนการสอน แบบเรียนสำเร็จรูป หรือกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ๆ ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้น ควรมีความถูกต้องด้านเนื้อหาเที่ยงตรง และครอบคลุมเนื้อหาตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ตลอดจนภาษา ถ้อยคำ รูปภาพ และขั้นตอนที่กำหนดขึ้นควรเหมาะสมกับนักเรียนด้วย (กองวิจัยทางการศึกษา. 2545 : 81) ซึ่งผู้สอนสามารถหาประสิทธิภาพของเครื่องมือได้โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ หรือใช้การวิเคราะห์คะแนน หรือจะใช้ทั้งสองวิธีก็ได้เช่นกัน ดังนี้

1. ตรวจสอบด้านเนื้อหาและรูปแบบของเครื่องมือ โดยผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ เช่น ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนมีความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ จึงสร้างชุดฝึกทักษะการคิดคำนวณขึ้น ผู้สอนควรนำชุดฝึกไปให้ผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 คน ตรวจสอบ ถ้ามีความเห็นสอดคล้องกัน 2 หรือ 3 คนแสดงว่าเนื้อหาและรูปแบบมีความถูกต้องเที่ยงตรง และครอบคลุม

2. หาเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อหรือวัตกรรมการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์ คะแนน ใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E_1 = \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนนักเรียนที่ได้จากการวัดระหว่างเรียน
 A คือ คะแนนเต็มของแบบวัด
 N คือ จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\sum Y}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E_2 = \frac{\bar{X}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด
 $\sum Y$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
 B คือ คะแนนเต็มของแบบวัด
 N คือ จำนวนผู้เรียน

การกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับว่าสื่อหรือวัตกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ คือ ด้านความรู้ ความจำ E_1/E_2 มีค่า 80/80 ขึ้นไป ด้านทักษะปฏิบัติ E_1/E_2 มีค่า 70/70 ขึ้นไป โดยที่ค่า E_1/E_2 ต้องไม่แตกต่างกันเกินกว่าร้อยละ 5

บุญชม ศรีสะอาด (2546 : 153) กล่าวว่า เมื่อครูทำการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน หรือวิธีสอน หรือนวัตกรรม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการทดลองใช้ และหาประสิทธิภาพของ สิ่งที่พัฒนา เพื่อที่จะมั่นใจในการที่จะนำไปใช้ต่อไป การหาประสิทธิภาพนิยมใช้เกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีวิธีการ 2 แนวทาง ดังนี้

แนวที่ 1 พิจารณาจากผู้เรียนจำนวนมาก (ร้อยละ 80) สามารถบรรลุผลในระดับสูง (ร้อยละ 80) กรณีนี้เป็นนวัตกรรมสั้นๆ ใช้นเวลาน้อย เนื้อหาที่สอนมีเรื่องเดียว เช่น ชุดการสอน 1 บท 1 ชั่วโมง เป็นต้น เกณฑ์ 80/80 หมายถึง มีไม่ต่ำกว่า 80% ของผู้เรียนที่ทำได้ไม่ต่ำกว่า 80% ของคะแนนเต็ม ดังตัวอย่างในตาราง 1 ซึ่งเป็นผลของการสอนวัดหลังจากทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอนที่ครูได้สร้างขึ้น

ตาราง 1 ผลการสอบวัดของผู้เรียน 5 คน หลังการทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอน

ผู้เรียน	คะแนนที่ได้
ก	8
ข	10
ค	9
ง	9
จ	7

ที่มา : บุญชม ศรีสะอาด (2546). การวิจัยสำหรับครู. หน้า 153.

จากตาราง 1 จะเห็นว่า จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ผู้ที่สอบได้ 8 คะแนนจนถึง 10 คะแนน เป็นผู้ที่ได้คะแนนได้ไม่ต่ำกว่า 80% ซึ่งจะเห็นว่ามี 4 คน คือ ก ข ค และ ง จาก ทั้งหมด 5 คน นั่นคือ มีถึง 80% ของผู้เรียนทั้งหมดที่สอบได้ไม่ต่ำกว่า 80% แสดงว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เหตุผลเบื้องหลังการกำหนดเกณฑ์ 80/80 ก็คือ การที่สิ่งที่ครูผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถช่วยให้ผู้เรียนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไปบรรลุผลได้ถึงระดับร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ย่อมชี้ถึงการมีประสิทธิภาพสูง

แนวที่ 2 พิจารณาจากผลระหว่างดำเนินการและผลเมื่อสิ้นสุดการดำเนินการโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (เช่น ร้อยละ 80) กรณีใช้การสอนหลายครั้ง มีเนื้อหาสาระมาก (เช่น 3 บทขึ้นไป) มีการวัดผลระหว่างเรียน (Formative) หลายครั้งเกณฑ์ 80/80 มีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

80 ตัวหลัง เป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม (E_2)

การหาประสิทธิภาพใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนที่สอบได้ของทุกคน}}{\text{ผลรวมของคะแนนเต็มจากทุกคน}} \times 100$$

ประสิทธิภาพจึงเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ย เมื่อเทียบกับคะแนนเต็มซึ่งต้องมีค่าสูง จึงจะชี้ถึงประสิทธิภาพได้ กรณีนี้ใช้ร้อยละ 80

80 ตัวแรก ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ เกิดจากการนำคะแนนที่สอบได้ระหว่างดำเนินการ (นั่นคือระหว่างเรียน หรือระหว่างการทดลอง) มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

80 ตัวหลัง ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม เกิดจากการนำคะแนนจาก การวัดโดยรวม เมื่อสิ้นสุดการสอนหรือสิ้นสุดการทดลอง มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ตัวอย่างการวิเคราะห์

ตัวอย่าง ครูผู้วิจัยสร้างชุดการสอนตามกระบวนการ ชุดการสอนประกอบด้วยบทเรียน 3 บท ทำการทดลองใช้กับผู้เรียน หลังจากเรียนจบแต่ละบทเรียนได้ทำการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนในบทนั้นๆ แต่ละบทมีข้อสอบ 10 ข้อ และหลังจากเรียนจบทุกบท ทำการวัดด้วยแบบทดสอบซึ่งวัดครอบคลุมทุกเรื่องที่เรียนมีจำนวน 40 ข้อ ผลการวัดปรากฏในตาราง 2

หมายเหตุ ตัวอย่างนี้ สมมติขึ้นเพื่อให้เข้าใจง่าย ในทางปฏิบัติก็มีจำนวนผู้เรียนเท่าชั้นเรียนปกติ คือ 20-40 คน

ตาราง 2 ผลการวัดระหว่างเรียนกับหลังเรียนและผลการหาค่าประสิทธิภาพ

ผู้เรียน	ผลการวัดระหว่างเรียน				ผลการวัดหลังเรียน (40)
	ครั้งที่ 1 (10)	ครั้งที่ 2 (10)	ครั้งที่ 3 (10)	รวม (30)	
1	5	10	9	24	30
2	6	8	9	23	36
3	10	9	9	28	40
4	9	7	8	24	32
5	5	6	10	21	22
รวม	35	40	45	120	160
เฉลี่ย	7	8	9	24	32
ประสิทธิภาพ (E)	70	80	90	80	80

ที่มา : บุญชม ศรีสะอาด (2546). การวิจัยสำหรับครู. หน้า 155.

ตาราง 2 แสดงคะแนนผลการวัดที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้ในการวัดระหว่างเรียนแต่ละครั้ง และผลรวมของคะแนนทั้ง 3 ครั้ง และแสดงคะแนนผลการวัดหลังเรียนหรือหลังทดลองซึ่งมีทั้งหมด 40 ข้อ

วิเคราะห์หาประสิทธิภาพจากสูตรต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ประสิทธิภาพ} &= \frac{\text{ผลรวมของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนของทุกคน}}{\text{ผลรวมของคะแนนเต็มจากทุกคนระหว่างเรียน}} \times 100 \\
 &= \frac{120}{150} \times 100 = 80
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ประสิทธิภาพ} &= \frac{\text{ผลรวมของคะแนนที่ได้หลังเรียนของทุกคน}}{\text{ผลรวมของคะแนนเต็มจากทุกคนหลังเรียน}} \times 100 \\ &= \frac{160}{200} \times 100 = 80\end{aligned}$$

หมายเหตุ 1) 150 มาจาก 30×5 และ 200 มาจาก 40×5

2) จากตาราง 2 ครูผู้วิจัยสามารถทราบประสิทธิภาพจากการวัดแต่ละครั้งระหว่างเรียนอีกด้วย เช่น ครั้งที่ 1 70 ครั้งที่ 2 80 ครั้งที่ 3 90 แสดงว่าในครั้งที่ 1 ยังไม่ถึงเกณฑ์ ครูผู้วิจัยอาจพิจารณาปรับปรุงชุดการสอนในหน่วยแรกเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

แง่คิดเกี่ยวกับการกำหนดเกณฑ์

1. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ สามารถกำหนดได้หลากหลายขึ้นกับครูผู้วิจัยจะกำหนด ถ้าต้องการประสิทธิภาพสูง ก็กำหนดค่าไว้สูง เช่น 90/90 แต่การกำหนดเกณฑ์ไว้สูงอาจพบปัญหาว่าไม่สามารถบรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ การที่จะทำให้ผู้เรียนส่วนมากทำคะแนนได้จนเต็ม มีค่าเฉลี่ยจนเต็ม คือ ร้อยละ 90 ขึ้นไปไม่ใช่เรื่องง่าย ดังนั้นจึงไม่ค่อยพบที่มีการตั้งเกณฑ์ 90/90 ในงานวิจัยบางเรื่อง ตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่า 80 ทั้งด้านกระบวนการและผลโดยรวม เช่น ตั้งเกณฑ์ 70/70 ทั้งนี้เนื่องจากเห็นว่าเรื่องนั้นโดยธรรมชาติแล้วเป็นเรื่องที่ยาก เช่น วิชาเรขาคณิต เป็นต้น การตั้งเกณฑ์ไว้สูงจะพบว่าไม่อาจบรรลุผลได้ อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไม่ต่ำเกินไป เช่น ต่ำกว่า 70/70 ทั้งนี้เพราะถ้าสิ่งที่ครูพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพจริงแล้วจะต้องสามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุผลระดับสูงเป็นส่วนใหญ่ได้ การตั้งเกณฑ์ 50/50 หรือ 60/60 แสดงถึงว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนได้โดยเฉลี่ยครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มหรือมากกว่าครึ่งหนึ่งเล็กน้อย (60%) ซึ่งไม่น่าจะเพียงพอ ควรพัฒนาได้มากกว่านั้น

2. การเขียนเกณฑ์ 80/80 ไม่ได้หมายถึงอัตราส่วน หรือสัดส่วนระหว่าง 2 ส่วนนี้ โดยทั่วไปไม่ได้แปลความหมายโดยนำมาเปรียบเทียบ ดังนั้นครูผู้วิจัยอาจไม่เขียนในรูป 80/80 แต่เขียนในรูปอื่น เช่น 80, 80 หรือแม้กระทั่งเขียนว่าใช้เกณฑ์ 80% ทั้งกระบวนการและผลโดยรวม ก็ได้การเขียน 80/80 เป็นเพียงการแยกส่วนของประสิทธิภาพของกระบวนการซึ่งเป็นเลข 80 ตัวหน้ากับประสิทธิภาพของผลโดยรวม ซึ่งเป็นเลข 80 ตัวหลัง

3. ครูผู้วิจัยอาจตั้งเกณฑ์ 2 ส่วนไม่เท่ากันก็ได้ เช่น ตั้งเกณฑ์เป็น 70/80 ซึ่งหมายถึงว่าประสิทธิภาพของกระบวนการใช้ 70% ส่วนประสิทธิภาพของผลโดยรวมใช้ 80% ซึ่งไม่นิยมกำหนดในลักษณะดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นที่จะต้องทำอะไรให้สอดคล้องกับความนิยมข้อสำคัญ คือ เหตุผลเบื้องหลังของการตั้งเกณฑ์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าตั้งเกณฑ์แบบนั้นมีความเหมาะสมมีเหตุผลที่ดีกว่า

จากที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของการหาประสิทธิภาพดังกล่าวมาใช้เพื่อเป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นในครั้งนี้ เพื่อให้ได้กิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” คิดเป็นร้อยละจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของการเรียนรู้หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อย

การยอมรับประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ถือค่าความแปรปรวน 2.5% คือ ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 2.5% (ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ. 2528 : 215)

โดยมีสูตรในการคำนวณหาประสิทธิภาพ ดังนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N} \right)}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก สุ จี ปุ ลิ
คิดเป็นร้อยละจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของการทำกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\left(\frac{\sum Y}{N} \right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของการเรียนรู้หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก สุ จี ปุ ลิ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อย

$\sum Y$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบย่อย

N แทน จำนวนนักเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ทั้งหมด 18 ห้องเรียน จำนวน 540 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ทั้งหมด 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Posttest Design (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 249)

ตาราง 3 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดลอง	สอบหลัง
E	X	T ₁

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- E แทน กลุ่มทดลอง
- X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”
- T₁ แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Posttest)

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
3. แบบวัดทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สำหรับเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมเอกสารด้านวิชาการ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าสิ่งที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” คือ

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ
2. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ช่วงชั้นที่ 4) ในมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน
3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”

1. จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
ให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งแผนการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ประกอบด้วย

- 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.2 สาระการเรียนรู้
- 1.3 กิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.3.1 ชี้นำหรือทบทวนความรู้
 - 1.3.2 ชี้นำสอน
 - 1.3.3 ชี้นำสรุป
 - 1.3.4 ชี้นำไปประยุกต์ใช้
- 1.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
- 1.5 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
- 1.6 บันทึกหลังสอน
- 1.7 ข้อเสนอแนะ

2. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาท สอนวงศ์ พันเอกสุจิต ทีวีศักดิ์ และนายหาญ เทียนคำ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรม การเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปเสนอประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก สุ จี ปุ ลิ ไปทดสอบเพื่อไปหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ขั้นที่ 3 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่มย่อย (1 : 4)

ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ไปทดลองกลุ่มย่อยกับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 คน โดยมีอัตราส่วนนักเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 2 : 1 รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง เพื่อพิจารณาเกี่ยวกับภาษาและกิจกรรมที่จัดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ โดยสังเกตอย่างใกล้ชิด สัมภาษณ์ ผู้เรียน ตลอดจนดูผลงานจากการทำแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน และการปฏิบัติระหว่างเรียน แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

2. การหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่มใหญ่ (1 : 12)

ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อ 1) ไปทดลองใช้กับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน โดยมีอัตราส่วนนักเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 2 : 1 รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง และสังเกตพฤติกรรมอย่างใกล้ชิด เพื่อดูข้อบกพร่องเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรม การปฏิบัติ กิจกรรมและเวลา ว่าเป็นไปตามที่กำหนดไว้หรือไม่ จากนั้นนำข้อบกพร่องทั้งหมดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” มาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

3. การหาประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 30)

ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อ 1) และข้อ 2) ไปทดลองใช้กับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยมีอัตราส่วนนักเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 2 : 1 รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของการเรียนรู้หลังจากการจัดกิจกรรม คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อย

4. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ที่ได้รับการแก้ไขปรับปรุงจากการหาประสิทธิภาพแล้วมาทดลองกับนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มาตรฐานและสาระการเรียนรู้กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 20 ข้อ โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 คน คือ อาจารย์ประสาท สอานวงศ์ พันเอกสุจิต ทวีศักดิ์ และนายหาญ เทียนคำ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

+1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหา

-1 หมายถึง แน่ใจว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนี (IOC) $\geq .50$ พบว่ามีค่าดัชนีเท่ากับ 1.0

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ปรับปรุงมาแล้ว เสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดสอบกับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า อำเภอมือง จังหวัดนครนายก ที่เรียน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น มาแล้ว จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.6 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของ วิทนี และ ซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 199-201; อ้างอิงจาก Whitney and Sabers. 1970)

2.7 เลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก (P_E) ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยาก (P_E) อยู่ระหว่าง .33-.65 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง .30-.47 จำนวน 10 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 10 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ 3 โรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 218) ได้ค่าความเชื่อมั่น .79 แล้วนำเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบวัดทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

แบบวัดทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดมี 2 แบบ คือ แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยปรับปรุงมาจากแนวคิดจาก เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้การสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ของ เลสเตอร์ และโครล (Lester and Kroll. 1991 : 278 – 282; อ้างอิงจาก พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล. 2549 : 79) เคนเนดี และทีป (Kennedy and Tipp. 1994 : 112; citing Vermont Department Education. n.d. : 14–15) และพรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2549 : 79) และแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยปรับปรุงมาจากแนวคิดจากเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้การสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ของสมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 334) และวัชร ชันเชื้อ (2545 : 111) โดยนำหลักการวัดและเกณฑ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับลักษณะงานของผู้วิจัย โดยให้ครอบคลุมในเรื่องการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารคณิตศาสตร์ด้านการพูดดังนี้

3.1 ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร/ตำราที่เกี่ยวข้อง

3.2 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรม โดยนำไปสังเกตพฤติกรรมและบันทึกคะแนน ที่แสดงถึงความสามารถทางการสื่อสารคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน และสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จะเป็นเกณฑ์ในการวัดเกี่ยวกับระดับการปฏิบัติกิจกรรมทางการสื่อสารจากการปฏิบัติและผลงานการเขียน ขั้นตอนการทำงานของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการสื่อสาร

3.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถทางการสื่อสารคณิตศาสตร์ด้านการพูด และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นไปให้ประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาท สอนวงศ์ พันเอกสุจิต ทวีศักดิ์ และนายหาญ เทียนคำ ได้ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงในการประเมิน และความครอบคลุมในเกณฑ์ที่ผู้วิจัยจะนำมาวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

3.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถทางการสื่อสารคณิตศาสตร์ด้านการพูด และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ประเมินความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในขณะที่ทำการทดลองหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”

ตัวอย่าง แบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารคณิตศาสตร์ด้านการพูด

พฤติกรรมที่สังเกต	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2				ครั้งที่ 3				หมายเหตุ
	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	
1. บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้ครบถ้วน													
2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหาได้													

เกณฑ์การวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

1. บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้ครบถ้วน

- | | |
|--|---------|
| 1.1 บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาไม่ได้ | 0 คะแนน |
| 1.2 บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้บางส่วน | 1 คะแนน |
| 1.3 บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้เกือบครบ | 2 คะแนน |
| 1.4 บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้ครบถ้วน | 3 คะแนน |

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหา

- | | |
|---|---------|
| 2.1 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหาไม่ได้ | 0 คะแนน |
| 2.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหาได้เป็นบางส่วน | 1 คะแนน |
| 2.3 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหาเกือบครบ | 2 คะแนน |
| 2.4 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหาได้ครบถ้วน | 3 คะแนน |

ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

พฤติกรรมที่สังเกต	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2				ครั้งที่ 3				หมายเหตุ
	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	
1. เขียนรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหา													
2. เขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบการแก้ปัญหา													

เกณฑ์การวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

1. การเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหา

- | | |
|---|---------|
| 1.1 ไม่มีการเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหา | 0 คะแนน |
| 1.2 มีการเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง | 1 คะแนน |
| 1.3 มีการเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้ถูกต้องเกือบทุกครั้ง | 2 คะแนน |
| 1.4 มีการเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้ถูกต้องทุกครั้ง | 3 คะแนน |

2. การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

- | | |
|--|---------|
| 2.1 ไม่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ | 0 คะแนน |
| 2.2 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องเป็นบางครั้ง | 1 คะแนน |
| 2.3 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องเกือบทุกครั้ง | 2 คะแนน |
| 2.4 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องเหมาะสมทุกครั้ง | 3 คะแนน |

จากนั้นนำคะแนนดิบ (ผลรวมคะแนนด้านการพูดและการเขียน) ของนักเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test one sample และแปลผลคะแนนของนักเรียนแต่ละคนโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยร้อยละ ตามเกณฑ์การประเมินทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยปรับปรุงมาจากเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกรมวิชาการ ดังนี้

คะแนนร้อยละ 80–100 ถือว่า ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

คะแนนร้อยละ 70–79 ถือว่า ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

คะแนนร้อยละ 60–69 ถือว่า ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนร้อยละ 50–59 ถือว่า ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ

ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

คะแนนร้อยละ 0 – 49 ถือว่า ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนที่จะทำการศึกษาทดลองหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทำการทดลองกับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 คน โดยมีอัตราส่วนนักเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 2 : 1 รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับภาษาและเวลาที่ใช้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข
3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทำการทดลองกับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน โดยมีอัตราส่วนนักเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 2 : 1 รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับภาษาและเวลาที่ใช้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง
4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทำการทดลองกับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยมีอัตราส่วนนักเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 2 : 1 รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน
5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทำการทดสอบกับเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน รวมระยะเวลา 18 ชั่วโมง เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปตรวจสอบสมมติฐาน
6. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” แต่ละกิจกรรม โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรม โดยคิดเป็นร้อยละจากการนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบ โดยใช้สูตร E_1/E_2 เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. วิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test one sample
3. วิเคราะห์คะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test one sample

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สถิติพื้นฐาน

4.1.1 หาคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 306)

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

4.1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของแบบทดสอบ (Standard Deviation) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 308)

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

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

N-1 แทน จำนวนตัวแปรอิสระ (degrees of freedom)

4.2 สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

4.2.1 หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 248-249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4.2.2 หาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 199-201; อ้างอิงจาก Whitney & Sabers. 1970)

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

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

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

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

4.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 218) คำนวณจากสูตร

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

4.3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

4.3.1 ใช้สูตร E_1/E_2 (เสาวนีย์ สิกขานันท์. 2538 : 295) เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ดังนี้

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N} \right)}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” คิดเป็นร้อยละจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดและหรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและหรือกิจกรรมการเรียนรู้
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N} \right)}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อย
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและหรือการประกอบกิจกรรมหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียนและหรือกิจกรรมหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

4.3.2 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test one sample เพื่อวิเคราะห์คะแนน
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยคำนวณจากสูตร
(ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2540 : 240)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t-Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ ($\mu_0 \geq$ ร้อยละ 70)
	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมาย ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็ม
$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” คิดเป็นร้อยละจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อย
t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t – Distribution
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับสมมติฐาน ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
2. ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
3. ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ตามเกณฑ์ 80/80

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น	เกณฑ์ 80/80	
	E_1	E_2
1. ลิมิตของฟังก์ชัน	80.29	83.33
2. ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน	81.34	81.65
3. อนุพันธ์ของฟังก์ชัน	80.25	82.25
4. อัตราการเปลี่ยนแปลง	80.78	81.45
5. การเคลื่อนที่ของวัตถุ	81.95	83.71
6. ความชันของเส้นโค้ง	80.65	83.05
เฉลี่ย	80.88	82.57

จากตาราง 4 พบว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 80.88/82.57 และเมื่อพิจารณาตามแผนการจัดการเรียนรู้ ก็ปรากฏผลเช่นเดียวกัน แสดงว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	$\bar{x}$	μ_0	S	t
หลังเรียน	30	73.86	70	5.77	3.67**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.86

3. ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

คะแนน ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์	N	$\bar{X}$	μ_0	S	t
หลังเรียน	30	83.69	70	4.12	18.19**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 พบว่า คะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.69

ตาราง 7 สรุปคะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ซึ่งจัดระดับความสามารถออกเป็น 5 ระดับ

ช่วงคะแนนร้อยละ	ระดับคะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
80 - 100	ดีมาก	26	86.67
70 - 79	ดี	4	13.33
60 - 69	ปานกลาง	0	0.00
50 - 59	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	0	0.00
0 - 49	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	0	0.00

จากตาราง 7 พบว่า คะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ 3 เมื่อได้รับการสอนด้วยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งนักเรียนมีคะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67 และระดับดี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” และหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้นหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนรู้ ตั้งแต่ทักษะการรับข้อมูล ทักษะการคิด ทักษะการใช้คำถามในการเรียนรู้ ตลอดจนทักษะการบันทึกและถ่ายทอดผลการเรียนรู้ และยังเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่นๆ เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สมมติฐานทางการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ของโรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ทั้งหมด 18 ห้องเรียน จำนวน 540 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ของโรงเรียนเตรียมทหาร อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ทั้งหมด 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.3 ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น

1. แนะนำบทเรียน	1	ชั่วโมง
2. ลิมิตของฟังก์ชัน	3	ชั่วโมง
3. ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน	2	ชั่วโมง
4. อนุพันธ์ของฟังก์ชัน	3	ชั่วโมง
5. อัตราการเปลี่ยนแปลง	2	ชั่วโมง
6. การเคลื่อนที่ของวัตถุ	2	ชั่วโมง
7. ความชันของเส้นโค้ง	2	ชั่วโมง

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง 18 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง 30 นาที ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 15 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง 30 นาที โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ นำไปหาค่าความยาก (P_E) ได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง .33-.65 ค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .30-.47 และมีค่าความเชื่อมั่น .79
3. แบบวัดทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนที่จะทำการศึกษาดูหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทำการทดลองกับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 คน โดยมีอัตราส่วนนักเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 2 : 1 รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง เก็บข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับภาษาและเวลาที่ใช้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทำการทดลองกับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน โดยมีอัตราส่วนนักเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 2 : 1 รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง เก็บข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับภาษาและเวลาที่ใช้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทำการทดลองกับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยมีอัตราส่วนนักเรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 2 : 1 รวมระยะเวลา 15 ชั่วโมง เก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทำการทดสอบกับเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน รวมระยะเวลา 18 ชั่วโมง เก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปตรวจสอบสมมติฐาน

6. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ใช้สูตร E_1/E_2 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

2. ใช้ค่าสถิติ t - test เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ใช้ค่าสถิติ t - test เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สรุปผลการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 80.88/85.42 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ อภิปรายผลได้ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 80.88/82.57 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร แก้วรักษา (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนแบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการรับข้อมูล ทักษะการคิด ทักษะการใช้คำถาม และทักษะการบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล โดยใช้วิธีการสอนและเทคนิคการเรียนการสอนที่หลากหลาย และนำหลักการของ “สุ จิ ปุ ลิ” คือ การฟัง การพูด การถาม และการเขียน แทรกลงในขั้นตอนของกิจกรรม เน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างทั่วถึง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและวิธีการในการแก้ปัญหา มีการนำเสนอผลงาน ตลอดจนฝึกให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ และวิจารณ์ผลงานอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพของตนเองในทุกด้านไปพร้อมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลอย่างยิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสมเกียรติ แสงอรุณเฉลิมสุข (2547 : ออนไลน์) และสุมนหา พรหมบุญ (2547 : ออนไลน์) นอกจากนี้ในทุกกิจกรรมยังมีใบกิจกรรม และแบบฝึกทักษะที่เป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบอย่างมีลำดับขั้นตอน ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนรู้จักแก้ปัญหา ให้เหตุผล และเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับ และที่สำคัญใบกิจกรรม “สุ จิ ปุ ลิ” ยังเป็นการสรุปความรู้ที่ผู้เรียนได้รับในหลายด้าน ทั้งด้านการฟัง การพูด การถาม และการเขียน ออกมาเป็นความคิดรวบยอดในแต่ละเรื่อง ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาสาระของบทเรียนมากยิ่งขึ้น

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เพื่อส่งเสริมทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยได้ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญในด้านการสอน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น และได้ปรับปรุงแก้ไขทั้งในด้านของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีการจัดลำดับเนื้อหาให้มีความต่อเนื่องจากง่ายไปยาก ภาษาที่ใช้ในการอธิบายระยะเวลาที่ใช้มีความเหมาะสมก่อนที่ผู้วิจัยจะนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพทั้งรายบุคคล รายกลุ่ม และนำข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ ซึ่งได้จากการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” มาปรับปรุงก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพภาคสนาม ซึ่งจากการหาประสิทธิภาพภาคสนาม กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยเฉลี่ย คือ 80.88/82.57 ซึ่งทำให้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” มีประสิทธิภาพ สามารถที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชร ชันเชื้อ (2545 : บทคัดย่อ) ศศิธร แก้วรักษา (2547 : บทคัดย่อ) และพรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยกุล (2547 : บทคัดย่อ)

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร ชั้นปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 73.86 ซึ่งอาจเนื่องมาจาก

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในแต่ละชั่วโมงผู้ได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไข และตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านคณิตศาสตร์ ด้านการวัดและประเมินผล และผ่านการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผู้เรียนทำกิจกรรมจากใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ ระหว่างเรียน และเมื่อเรียนจบเนื้อหาในแต่ละสาระการเรียนรู้ ผู้เรียนจะได้ทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน ทำให้ผู้เรียนได้ทราบความก้าวหน้าหรือข้อบกพร่องของตนเอง ทำให้สามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้ทันที ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร แก้วรักษา (2547 : บทคัดย่อ) พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยกุล (2547 : บทคัดย่อ) และจิตราภรณ์ ภูแก้ว (2547 : บทคัดย่อ)

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิคและวิธีการสอนที่หลากหลาย เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านกระบวนการฟัง การพูด การถาม และการเขียน อย่างเป็นระบบมีลำดับขั้นตอน ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้ ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. ทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.69 ซึ่งสรุปได้ว่าทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานข้อ 3 ผลจากการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของพรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยกุล (2547 : บทคัดย่อ) ซึ่งได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.97 และวัชร ชันเชื้อ (2545 : บทคัดย่อ) ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.65 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เพื่อส่งเสริมทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องศึกษาความรู้ และอภิปรายความรู้ร่วมกัน ซึ่งต้องใช้ทักษะการสื่อสาร เพื่อถ่ายทอดเรื่องราวต่างๆ ที่เป็นข้อเท็จจริง ข้อคิดเห็น หรือความรู้สึกผ่านการพูด การอ่าน การฟัง การเขียน การร่วมกันอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น เป็นการฝึกทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมชาย วรภิเกษมสกุล (2540 : 155) ซึ่งกล่าวไว้ว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนจากรูปแบบการสื่อสารแนวความคิด (การพูด/การเขียน) โดยเน้นให้ผู้เรียนได้พูดและเขียน และให้ความช่วยเหลือเพื่อน โดยการอธิบาย หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และให้ครูผู้สอนตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการคิดผ่านสื่อประสม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เพื่อส่งเสริมทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สามารถแก้ปัญหาให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ ให้กล้าแสดงออก มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และระดับความสามารถสูงขึ้น โดยนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงอธิบาย และให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน ทำให้นักเรียนทุกคนกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 91-92) พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยกุล (2547 : บทคัดย่อ) และวัชร ชันเชื้อ (2545 : บทคัดย่อ)

3.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เพื่อส่งเสริมทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สรุปองค์ความรู้ที่ได้รับผ่านใบกิจกรรม “สุ จิ ปุ ลิ” ในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ครูทราบผลจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับ ปัญหาที่นักเรียนสงสัย สิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมจากที่ได้เรียน เมื่อครูทราบข้อมูลดังกล่าวครูสามารถอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนฟังอีกครั้ง และครูสามารถนำการสะท้อนความคิดของนักเรียนเพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างเป็นระบบและครบถ้วน หรือเป็นลดความกังวลใจของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโรติเฮฟเวอร์

(Rodeheaver. 2000 : 61—03A) ได้ทำการศึกษาแบบกรณีศึกษาระหว่างนักศึกษาฝึกสอนกับครูปฏิบัติการ เพื่อศึกษาว่าการสื่อสารมีผลต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์หรือไม่ ผลปรากฏว่า นักศึกษาฝึกสอนได้ให้ข้อมูลย้อนกลับมาว่า ครูผู้สอนได้ให้ความสำคัญกับเรื่องการสื่อสารคดีมาก โดยมีการกระบวนกรสื่อสารไปใช้ในการนำกระบวนกรสื่อสารไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นการสะท้อนแนวคิดกลับของนักเรียนจะเป็นการส่งเสริมให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อสังเกตจากการวิจัย

1. การที่ครูชี้แจงขั้นตอนกระบวนกรเรียนรู้อย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และสนใจเรียนมากขึ้น สังเกตจากการซักถามกันเองในระหว่างเรียน การซักถามครู การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี
2. แบบฝึกกิจกรรมควรครอบคลุมเนื้อหาสาระที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ไม่ควรมีจำนวนมากเกินไป เพราะนักเรียนอาจทำไม่เสร็จตามกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ ซึ่งในกรณีที่นักเรียนทำไม่เสร็จตามกำหนดก็ให้ทำเป็นการบ้านและนำมาส่งในชั่วโมงถัดไป
3. ครูควรจัดห้องเรียนและสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ มีการจัดแสดงผลงานของนักเรียนที่มีผลงานดีเด่น เพื่อเป็นการชมเชยและเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความพยายาม ด้านเนื้อหาหรือตัวอย่างที่นำเสนอประกอบการอธิบายควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการยกตัวอย่าง โดยยกประเด็นตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนจะได้ให้เหตุผลประกอบการอธิบายได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด
4. การที่ครูผู้สอน ตรวจเอกสารฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบย่อยประจำเนื้อหาด้วยตนเอง ทำให้ทราบข้อบกพร่องต่างๆ ของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งจะช่วยให้ครูสามารถแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของผู้เรียนแต่ละคนได้ถูกต้อง
5. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรมีครูผู้ช่วยสอนอีก 1 คน เพื่อช่วยในการควบคุมชั้นเรียน แนะนำและให้คำปรึกษาในการเรียนและทำแบบฝึกกิจกรรม รวมทั้งสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากครูผู้สอนเพียงคนเดียวอาจไม่สามารถสังเกตและดูแลนักเรียนได้ไม่ทั่วถึงเท่าที่ควรจะเป็น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป
 - 1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ควรมีการชี้แจงการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด และแจ้งจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจน
 - 1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรใช้สื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ”

1.3 ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมากขึ้น เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ฝึกความเป็นผู้นำ-ผู้ตามที่ดี สร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีแก่นักเรียน

1.4 ควรมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการทำกิจกรรม รวมทั้งการเฉลยแบบฝึกทักษะใบกิจกรรมต่างๆ ของนักเรียน โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เพื่อการพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ว่าส่งผลต่อทักษะกระบวนการคิดต่างๆ เช่น การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดอย่างไตร่ตรอง เป็นต้น

2.3 ควรมีการพัฒนาทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้วิธีอื่นๆ เช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ฯลฯ และเน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ กระบวนการเพื่อให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กชกร รุ่งหัวไผ่. (2547). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3). ปรินซ์นิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ. (2542). การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment). กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- (2544). คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- (2544). รายงานการวิจัยเรื่อง การสังเคราะห์วิธีสอนวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมฯ.
- (2544, มิถุนายน). “การเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องใช้ทักษะการจัด การให้เด็กได้ลงมือเรียนรู้ด้วยตนเอง,” มติชนรายวัน. 24(8494) : 42.
- (2545). การวิจัยเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- กรรณิการ์ อัฐมโนลาด. (2544). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนใน การเรียนคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ระหว่างวิธีสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนแบบบรรยาย. ปรินซ์นิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่เห็นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงฯ.
- (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กองวิจัยทางการศึกษา. (2545). รายงานการวิจัยเรื่อง การสังเคราะห์วิธีสอนวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กองบรรณาธิการ. (2545, กันยายน). “คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง”, สารปฏิรูป. 5(51) : 33.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2531). เทคโนโลยีร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.
- โคลงโลกนิติ. (มปป.). โคลงโลกนิติ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
<http://www.st.ac.th/bhatips/loganit.html>. วันที่สืบค้น 6 สิงหาคม 2547.
- จรรยา ภูอุดม. (2544). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้. ปรินญาณิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิตรารณณ์ ภูแก้ว. (2547). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติและการนำไปใช้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉลองชัย สุวรรณบุรณ์. (2528). การเลือกและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ชนาธิป พรกุล. (2544, ตุลาคม). การจัดการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. วารสารวิชาการ. 4(10) : 15 – 18.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษากับการสอนระดับอนุบาล. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). หลักการและเทคโนโลยีทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- ณยศ สงวนสิน. (2547). การสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย-นิรนัย เรื่อง พหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทรงศนัย โกวิทยากร. (2546). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรกของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการใช้รูปแบบการสอนของโพลยา. ปรินญาณิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทัศนีย์ กระต่ายอินทร์ และสุกิต อนุศาสตร์. (2542). “หน่วยที่ 1 การสื่อสาร” เอกสารประกอบการเรียนวิชาภาษาไทยเพื่อการสื่อสารและการสืบค้น. ลพบุรี : ภาควิชาภาษาไทยและบรรณารักษศาสตร์ ศูนย์การพิมพ์สถาบันราชภัฏเทพสตรี.

- ทศนา แหมมณี. (2547). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนะรัตน์ ธนาภิจเจริญสุข. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำ วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน ที่เรียนจากรายการวิดีโอทัศน์ ที่มีวิธีการเสนอเนื้อหาแบบอุปนัยและแบบนิรนัย. ปรินูญานินพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นัยนา พลตร. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์ระหว่างการใช่วิธีสอนแบบอภิปรายกลุ่มกับ การใช้แบบฝึกหัดการเขียนเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนวัดป่า จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- นิยม ไชยวงศ์. (2544). “ร่วมปฏิรูปการเรียนรู้กับครูต้นแบบ” การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : การสอนแบบรูปแบบการเรียนการสอนและการประเมินผลจากสภาพจริงวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ดับบลิว.เจ.พร็อพเพอร์ตี้.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- บุญศรี ปราภณศักดิ์ และศิริพร จิรวัดน์กุล. (2538). การสื่อสารเพื่อคุณภาพการพยาบาล. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรมาภรณ์ อนุพันธ์. (2544). การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น. ปรินูญานินพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปริญทิพย์ บุญคง. (2546). การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานินพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พงศ์ศรีมณี เฟื่องฟู. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง การอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินูญานินพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล. (2547). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานินพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2545). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2544). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- ไพจิตร สดวกการ. (2538). ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์ ดุษฎีบัณฑิต. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- เพ็ญพิมล คูศิริวิเชียร. (2538). วิธีสอนทั่วไป เอกสารประกอบการสอน. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- มณฑล ไบบัว. (2536). หลักการและทฤษฎีการสื่อสาร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- มนมนัส สุดสิ้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนแผนผังมโนคติ. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนัส บุญประกอบ. (2543, มีนาคม). “ผังมโนทัศน์กับสุจิตปฐพี”. วารสารศึกษาศาสตร์. 5(18) : 54.
- มณฑนี กุฎาคาร. (2542). เอกสารคำสอนวิชา วม 401 การวัดผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช. (2542). เอกสารชุดวิชาการสื่อสาร หน่วยที่ 1 – 8. พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี : สำนักพิมพ์สุโขทัยธรรมราช.
- รจนา รัตนานิคม. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ระพีพันธ์ คร้ามมี. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนแบบแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- รัฐกรณ์ คิดการ. (2544). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันจาก
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเนื้อหาแบบอุปมานและอนุमान. ปรินิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ลัดดา เพียรประสพ. (2545). ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง อัตราส่วน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 5.
กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วรรณ ขุนศรี. (2546, มีนาคม). การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. วารสารวิชาการ.
6(3) : 73-75.
- วรพล พรหมมิบุตร. (2534). การสื่อสารสัญลักษณ์ ธรรมชาติ พัฒนาการ ผลกระทบ.
กรุงเทพฯ: อาร์ตไลน์.
- วาสนา จันทร์สว่าง และทัศนีย์ อินทรสุขศรี. (2532). การสื่อสารเพื่อชีวิต. กรุงเทพฯ:
เจ้าพระยาการพิมพ์.
- วศิน อินทสระ. (2535). ภาวะผู้นำ. กรุงเทพฯ: เคล็ดไทย.
- วัชร ชันเชื้อ. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น
โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4. ปรินิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนาพร ระเบียบทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ:
แอล.ที. เฟลส.
- วิมล พงษ์पालิต. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียน
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบการแก้ปัญหา
กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิจิต สุรัตน์เรืองชัย. (2540). เอกสารประกอบการสอนวิชา 404361 วิธีสอนทั่วไป. ชลบุรี:
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

- ศจี คำภู. (2545). การเปรียบเทียบการสอนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้กับ
การสอนปกติ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- ศศวรรณ รื่นเรือง. (2538). การพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์โดยใช้วิธีการสอนแบบ
อภิปรายกลุ่ม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยรังสิต.
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัย
ธรรมมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิธร แก้วรักษา. (2547). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบซีปปา
(CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มหาวิทยาลัยรังสิต. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต.
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร มาวรณา. (2546). ผลการใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริงที่มี
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการนำเสนอ
ข้อมูล. สารนิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ. (2543). การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมเกียรติ แสงอรุณเฉลิมสุข. (2541). วิธีการเรียน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
http://ftt.spu.ac.th/hum111/main1_/lesson4_files/way%of%20study.stm.
วันที่สืบค้น 6 สิงหาคม 2547.
- สมชาย ชูชาติ. (2538). เอกสารคำสอนวิชา ศษ 361 วิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ :
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมชาย วรภิเษมสกุล. (2540). การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยการสื่อสาร
แนวความคิดเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต.
(การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต.
(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.

สมบัติ นพรัก. (มปป.). **เรียนบัณฑิตศึกษาอย่างไร. (ออนไลน์).** แหล่งที่มา:

<http://www.edu.nu.ac.th/2004/story/edu-sombat.pdf>. วันที่สืบค้น 6 สิงหาคม 2547.

สมพร แผลงภู. (2541). **การพัฒนารูปแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. ปรินทิพจน์ การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์. (คณิตศาสตร์ศึกษา).**

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)**

สุชิน เพ็ชรรัช. (2544). **รายงานการวิจัยเรื่องการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาแห่งชาติ (สทศ).**

สุบิน ชาโต. (2538). **ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์จากหนังสือการ์ตูนเรื่องที่เสนอเนื้อหาแบบอุปนัยและนิรนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน. ปรินทิพจน์ การศึกษามหาบัณฑิต. (เทคโนโลยีทางการศึกษา).**

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุมณฑา พรหมบุญ. (2547). **นักเรียนเป็นศูนย์กลางความเข้าใจผิดที่ต้องรีบแก้ไข.**

(ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.ipst.ac.th/psd/the_story_05.html. วันที่สืบค้น 5 สิงหาคม 2547.

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2545). **21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการ.**

กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

ไสว พักขาว. (2544). **หลักการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เอมพันธ์.**

เสาวนีย์ ลีขาบัณฑิต. (2538). **เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.**

อรรถพล คำภู. (2543). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัย วิธีการสอนแบบนิรนัย และวิธีสอนตามคู่มือครู. ปรินทิพจน์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.**

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). **หลักการสอน. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พรินติ้ง เฮาส์.**

อัมพร ม้าคนอง. (2546). **คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**

- Alsup, John Keough. (1996, February). The Effect of Mathematics Instruction Based on Constructivism on Prospective Teachers' Conceptual Understanding, Axiety, and Confidence. **Dissertation Abstracts International**. 56(8) : 3038 - A.
- Burks, Linda C. (1994, May). "The Use of Writing As a Means of Teaching Eight-Grade Students to Use Executive Processes and Heuristic Strategies to Solve Mathematics Problems (Problem-Solving)", **Dissertation Abstracts International**. 54(11) : 4019-A.
- Carin, Arthur. (1993). **Teaching Science Through Discovery**. 7th ed. U.S.A.: Macmillan.
- Carroll, John. and Howieson, Noel. (1991, December). Recognizing Creative Thinking Talent in Classroom. **Roper Review**. 14(2) : 68-71.
- Cobb, P. (1994). "Where is mind Constructivism and Social Cultural Perspectives on mathematical development". **Education Researcher**. 23(7) : 13-20
- Cook, Alen Peter. (1995). On the Creation of Constructivist Instructional Process for Selected Topics in Algebra. **Dissertation Abstracts International**. 55(10) : 3124-A.
- Covington, C. L.M. (2001). "The Effect of Connected Mathematics Project on Middle School Mathematics Achievement,". **Dissertation Abstracts International**. 61 - 12A.
- Eggen, Paul D. and Kauchak, Donald P. (1979). **Secondary Instructional Method**. New York : McGraw-Hill.
- Eggen, Paul D. and other. (1979). **Strategies for Teacher : Information Processing Models in The Classroom**. U.S.A. : Prentice – Hall.
- Eggen, Paul D. and Kauchak, Donald P. (2001). **Strategies for Teacher : Teaching content and thinking skills**. Massachusetts : A Pearson Education Company.
- Fandregger, Ernest E. (1984, October). "Concept Format Mathematics Using Definition," **Dissertation Abstracts International**. 45(4) : 1061-A.
- Fosnot, C.T. (1993). **Constructivism : Theory Perspectives and Practice**. New york : Teacher collage press.
- Good, C.V. (1973). **Dictionary of Education**. New York : McGraw-Hill, Book Company.
- Gunter, Marry Alice. & et.al. (2003). **Instruction A Models Approach**. 4th ed. U.S.A. : Pearson Education.
- Gwyneth, Elaine B. (1969, January). "A Comparison of the Inductive and Deductive Group Approaches in Teaching Selected Phonic Generalization to Second Grade Children," **Dissertation Abstracts International**. 29(1) : 2441-A.

- Heinig, Ruth Beall. (1981). **Creative Dramatics for the Classroom Teacher**. Englewood Cliffs. New Jersey : Prentice-Hall.
- Herbert, William. (1970, August). "A Comparison of Method with a Modified Deductive Method of English as a Foreign Language," **Dissertation Abstracts International**. 31(3) : 747-A.
- Johanning, I. Debra. (2000, March). "An Analysis of Writing and Postwriting Group Collaboration in Middle School Pre – Algebra," **School Science and Mathematics**. 100(3) : 151 – 160.
- Lee, V. Stiff. (1999). **Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12**. Virginia : NCTM, Inc.
- Kennedy, Leonard M. ; & Tipp, Syeve. (1994). **Guiding Children' Learning of Mathematics**. 1994. 7th ed. Belmont, California : Wadsworth Publishing Company.
- Marine, James A. (1977, April). "An Experimental Comparison of Example-only VS Example-and-Nonexample Strategies and Inductive VS Deductive Strategies of Presenting Concepts from School Geometry," **Dissertation Abstracts International**. 37(10) : 6326-A.
- Mason, Ralph T. (1997). Learning Algebra Personally (Ninth-Grade), Small Group Inquiry. **Dissertation Abstracts International**. (Online), p.58-09 A.
- Matingly, Donna K. (1992, August). "A Comparison of Students Taught How to Use Heuristic in Problem Solving with Students who have not had Explicit Instruction in the use of Heuristics (Heuristics Instruction). **Dissertation Abstracts International**. (Online), 53(02):434-A.
- Moore, Kenneth D; & Quinn, Cheri. (1994). **Secondary Instructional Method**. Wm.C.Brown: Communications.
- Mumme, Judith ; & Nancy, Shepherd. (1993). **Implementing K-8 Curriculum and Evaluation Standards Resding from the Arithmetic Teacher**. Reston Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). **Principles and Standards For School Mathematics**. Reston, Va : NCTM.
- Prescott, Banial A. (1961). Report of Conference on Child Student. **Education Bulletin**. Bangkok : Faculty of Education. Chulalongkorn University.

Raywat, D.S.; and Gupta, S.L. (1970). Educational Wastage at the Primary Level.

A Handbook For Teachers. New Delhi: S.K.Kitchula at Nalanda.

Raths, Louis E; and other. (1967). **Teacher for Thinking : Theory and Application.**

Columbus : Charles E. Merrill.

Rey, Robert and other. (2003). Assessing the Impact of Standard-Based Middle Grades

Mathematics Curriculum Materials on Student Achievement. **Journal for**

Research of Education. 34(1) : 74-A.

Riordan, Jurie E; and Noyce, Pendred E. (2001). The Impacts of Standards-Based

Mathematics Curricula on Student Achievement of Massachusetts. **Journal for**

Research in Mathematics Education. 32(4) : 368-A.

Rodeheaver, L.R. (2000, January). "A Case Study of Communication between

Secondary Mathematics Student Teacher and the Cooperative Teacher,"

Dissertation Abstracts International. 57(1) : 61 - 03A.

Rowan, Thomas E; and Morrow, Lorma J. (1993). **Implementing K-8 Curriculum and**

Evaluation Standards Resding from the Arithmetic Teacher. Reston

Virginia : the National Council of Teachers of Mathematics, Inc.

Shafel, Fannid R.; and George Straftel. (1982). **Role Playing in the Curriculum.** 2nd ed.

Englewood Cliffs. New Jersey : Prentice-Hall.

Simmon, Martin A. (1993, December). Toward a Constructivist Perspective : The Impact

of Mathematics Teacher Inservice Program on Student. **Educational Studies in**

Mathematic. 25(4) : 331 - 340.

Simpson, Diana. (1999, May). A Constructivist Approach to Mathematics Teaching and

Learning by a Grade 5 Teacher. **Dissertation Abstracts International.** 56(11) :

106-A.

The National Council of Teachers of Mathematics. (2000). **Principle and Standard**

for School Mathematics. U.S.A. : The National Council of Teachers of

Mathematics, Inc.

Thomas, Earl W. (1970, August). "A Comparison of Inductive and Deductive Teaching

Method in College Fresmen Remedial English," **Dissertation Abstracts**

International. 31(3): 2269-A.

Thomson, Denisse R. (2001). The Effects of Curriculum on Achievement in Second-Year

Algebra : The Example of Chicago School Mathematics. **Journal for Research in**

Mathematics Education. 32(1) : 58-A.

- Thomson, Heather Ann. (2000, August). Investigating and Representing Inquiry in a College Mathematics Course. **Dissertation Abstracts International**. 57(3) : 61-10 B.
- Tougaw, Paul W. (1994, February). "A Story of the Effect of Using an Open Approach to Teaching Mathematics upon the Mathematical Problem-Solving Behaviors of Secondary School Student", **Dissertation Abstracts International**. 54(8) : 2934-A.
- Thurber, Walter A. (1976). **Teaching Science in Today's Secondary School**. Boston: Allyn and Bacon.
- Wilson, James W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. in **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. p. 643-696. Bloom, Benjamin S. (eds.). New York: McGraw-Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ค่าความยาก (P_E) อำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (α - Coefficient) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” จำนวน 30 คน
3. คะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จี ปุ ลิ” จำนวน 30 คน

ตาราง 8 ค่าความยาก (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

ข้อที่	P_E	D	ข้อที่	P_E	D
1	0.38	0.43	6	0.61	0.30
2	0.40	0.47	7	0.58	0.37
3	0.60	0.33	8	0.56	0.33
4	0.61	0.37	9	0.65	0.37
5	0.50	0.33	10	0.33	0.33

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.79

ตัวอย่าง การคำนวณการหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

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

$$P_E = \frac{63 + 50 - (2(15)(3))}{2(15)(5 - 3)}$$

$$P_E = \frac{113 - 90}{60}$$

$$P_E = \frac{23}{60}$$

$$P_E = 0.38$$

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

$$D = \frac{63 - 50}{15 (5 - 3)}$$

$$D = \frac{13}{30}$$

$$D = 0.43$$

ตาราง 9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลัก
 “สุ จี ปุ ลิ” เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน

ที่	คะแนนหลังเรียน (50 คะแนน)	ร้อยละ	ที่	คะแนนหลังเรียน (50 คะแนน)	ร้อยละ
1	31	62.00	16	30	60.00
2	32	64.00	17	38	76.00
3	37	74.00	18	41	82.00
4	37	74.00	19	34	68.00
5	35	70.00	20	38	76.00
6	36	72.00	21	37	74.00
7	31	62.00	22	41	82.00
8	38	76.00	23	37	74.00
9	38	76.00	24	39	78.00
10	38	76.00	25	38	76.00
11	37	74.00	26	39	78.00
12	40	80.00	27	39	78.00
13	37	74.00	28	38	76.00
14	41	82.00	29	36	72.00
15	39	78.00	30	36	72.00
เฉลี่ย					73.86

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{73.86 - 70}{\frac{5.77}{\sqrt{30}}}$$

$$t = \frac{3.86}{1.05}$$

$$t = 3.67$$

(เปิดตาราง t จะได้ ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.462 ที่ระดับนัยสำคัญ
 ที่ .01 เมื่อ $df = 30 - 1 = 29$)

ตาราง 10 คะแนนทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
หลัก “สุ จี ปุ ลิ” ของนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน

ที่	ด้าน การเขียน (90)	ด้าน การพูด (90)	รวม (180)	ร้อยละ	ที่	ด้าน การเขียน (90)	ด้าน การพูด (90)	รวม (180)	ร้อยละ
1	72	75	147	81.67	16	78	81	159	88.38
2	75	79	154	85.56	17	72	75	147	81.67
3	73	75	148	82.22	18	80	83	163	90.56
4	79	80	159	88.33	19	74	75	149	82.78
5	72	75	147	81.67	20	70	74	144	80.00
6	70	74	144	80.00	21	76	78	154	85.56
7	78	82	160	88.89	22	78	80	158	87.78
8	71	76	147	81.67	23	77	79	156	86.67
9	79	81	160	88.89	24	71	74	145	80.56
10	68	72	140	77.78	25	69	70	139	77.22
11	72	74	146	81.11	26	78	80	158	87.78
12	73	76	149	82.78	27	79	82	161	89.40
13	69	72	141	78.33	28	72	75	147	81.67
14	68	70	138	76.67	29	73	76	149	83.78
15	72	76	148	82.22	30	79	83	162	90.00
								เฉลี่ย	83.69

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานทดสอบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{83.69 - 70}{\frac{4.12}{\sqrt{30}}}$$

$$t = \frac{13.69}{0.75}$$

$$t = 18.19$$

(เปิดตาราง t จะได้ ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.462 ที่ระดับนัยสำคัญ
ที่ .01 เมื่อ $df = 30 - 1 = 29$)

ภาคผนวก ข

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น



โดย
เรืออากาศเอกทินรัตน์ กาญจนบุญชร

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน
ช่วงชั้นที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา คณิตศาสตร์

ระดับ ชั้นปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2549

เรื่อง แนะนำการเรียนรู้

จำนวน 1 ชั่วโมง

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1.1.1 อธิบายวิธีการเรียนรู้โดยใช้หลัก ส จี ปู ลิ ได้

1.2 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1.3.1 ความรับผิดชอบ

1.3.2 ความมีระเบียบวินัย

1.3.3 ทำงานอย่างเป็นระบบรอบคอบ

2. สาระการเรียนรู้

ส จี ปู ลิ หมายถึง ทักษะการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

ส หมายถึง การรับข้อมูล จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หรือระหว่างครูกับนักเรียน ด้วยความเข้าใจ จนสามารถที่จะสรุปเนื้อหาจับประเด็นสำคัญ และรู้สาระสำคัญได้อย่างครบถ้วน

จ หมายถึง การคิด คิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดสิ่งใหม่ และสามารถจะเชื่อมโยงข้อมูล/เหตุผลต่างๆ เพื่อค้นพบแนวทางต่างๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป

ปู หมายถึง การใช้คำถาม โดยอาจจะเป็นการถามจากครูสู่นักเรียน จากนักเรียนสู่ครู จากนักเรียนสู่นักเรียน หรือจากตัวนักเรียนเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสรุปเนื้อหา ความคิดรวบยอด หรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

ลิ หมายถึง การบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล อาจเป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย หรือจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยอาจสรุปเป็นความคิดรวบยอด เป็นผังมโนทัศน์ หรือการใช้ตัวแทนต่างๆ เพื่อความเข้าใจของตนเองและถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจได้

ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยอาศัยวิธีการสอนและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อตอบคำถามที่ได้ตั้งไว้ในขั้นนำ และเน้นการฝึกทักษะการเรียนรู้ โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ”

สุ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้รับข้อมูล หรือความรู้ที่ครูเตรียมไว้ จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน หรือระหว่างครูกับนักเรียน ด้วยความเข้าใจจนสามารถที่จะสรุปเนื้อหา จับประเด็นสำคัญและรู้สาระสำคัญได้อย่างครบถ้วน

จิ จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิด โดยอาจให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดสิ่งใหม่ๆ ที่ได้จากกิจกรรมที่ครูจัดขึ้น และสามารถจะเชื่อมโยงข้อมูล/เหตุผลต่างๆ เพื่อค้นพบแนวทางต่างๆ ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป

ปุ จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้คำถาม โดยอาจจะเป็นการถามจากครูสู่ นักเรียน จากนักเรียนสู่ครู จากนักเรียนสู่นักเรียน หรือจากตัวนักเรียนเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสรุปเนื้อหา ความคิดรวบยอด หรือแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

ลิ จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนมีการบันทึกและถ่ายทอดข้อมูล อาจเป็นการบันทึกข้อมูล ที่ได้จากการสนทนา การบรรยาย การอภิปราย หรือจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยอาจสรุป เป็นความคิดรวบยอด เป็นผังมโนทัศน์ หรือการใช้ตัวแทนต่างๆ เพื่อความเข้าใจของตนเองได้และ ถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจได้

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

ครูและนักเรียนร่วมสนทนาซักถามเกี่ยวกับวิธีการเรียนของนักเรียน โดยตั้งคำถามกับนักเรียน เช่น นักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันมีวิธีการเรียนอย่างไร เป็นต้น แล้วสรุปบนกระดานดำ

ขั้นสอน

1. ครูนำเสนอการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หลัก สุ จิ ปุ ลิ ด้วย Power point
2. ครูกล่าวถึงความเป็นมา และความหมาย และวิธีการสอนโดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ”
3. ยกตัวอย่างวิธีการสอนโดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” โดยใช้แถบบันทึกเสียง เรื่อง

“เด็กไทยในทศวรรษหน้า” ของพระพรหมคุณาภร

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับข้อคิดที่ได้จากการทำกิจกรรม

ขั้นนำไปประยุกต์ใช้

ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม “สุ จิ ปุ ลิ”

4. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

- 4.1 แถบบันทึกลำเสียง เรื่อง “เด็กไทยในทศวรรษหน้า” ของพระพรหมคุณาภกร
- 4.2 ใบกิจกรรม “สุ จิ ปุ ลิ”
- 4.3 Power point สรุปหลักการเรียนการสอนโดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ”

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม	คะแนนรวม 80% ขึ้นไป	-แบบประเมินคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์

6. บันทึกหลังสอน

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ใบกิจกรรม “สุ จิ ปุ ลิ”

สุ

❶ นักเรียนได้รับความรู้ผ่านทางใดบ้าง และมีความรู้สึกอย่างไรกับรูปแบบของการรับข้อมูลแบบนี้

แนวการตอบ

ได้รับข้อมูลผ่านทางเทปบันทึกเสียง โดยการฟัง การฟังแล้วได้คิดตามรู้สึกดีกว่าการดู เพราะการดูทำให้เราไม่สามารถจินตนาการได้เอง แต่ถ้าเป็นการฟังเราสามารถจินตนาการได้ตามที่เราต้องการ และจดจำได้ง่ายเพราะเป็นแบบฉบับของเราเอง

❷ สรุปประเด็นความรู้ที่นักเรียนได้รับ

แนวการตอบ

เยาวชนไทยทุกวันนี้มีความสุขกับการบริโภคเพียงอย่างเดียว โดยไม่คิดที่จะสร้างสรรค์ผลงาน ซึ่งแตกต่างจากชาติตะวันตกที่เจริญได้ด้วยวัฒนธรรม 3 แบบ ได้แก่

1. วัฒนธรรมบันเทิง
2. วัฒนธรรมการผลิต
3. วัฒนธรรมในการแสวงหาความรู้ (วัฒนธรรมวิทยาศาสตร์)

ดังนั้น เราในฐานะเยาวชนคนไทยรุ่นใหม่สมควรที่จะนำความรู้ที่ชาวตะวันตกคิดได้มาต่อยอดทำให้ความรู้นั้นพัฒนาได้มากขึ้นกว่าเดิม

จิ

❸ นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรบ้างกับความรู้ที่ได้รับ (ประโยชน์ที่ได้รับ ข้อดี ข้อบกพร่อง)

แนวการตอบ

ประโยชน์ที่ได้รับ คือ เป็นแนวทางในการประพฤติปฏิบัติตน รู้จักปฏิบัติตนให้ถูกต้องตามข้อคิดที่ได้ฟัง และการศึกษาเรื่องใดๆ ก็ตาม ควรจะมุ่งเน้นไปที่การผลิตนวัตกรรมแทนที่จะเป็นการเรียนรู้แบบบอกเล่าโดยทั่วไป

❹ สามารถนำความรู้ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

แนวการตอบ

เวลาศึกษาเรื่องใดก็ตามควรที่จะศึกษาลงไปให้ลึกถึงแก่นแท้ของมัน ว่ามันคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร และนำไปใช้ได้อย่างไร สามารถพัฒนาและปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าเดิมได้หรือไม่

ป

๕ นักเรียนมีข้อคำถามสงสัยเกี่ยวกับเรื่องนี้หรือไม่ อย่างไร

- ข้อคำถามที่ได้รับคำตอบแล้วคำตอบดังกล่าวได้มาอย่างไร

แนวการตอบ

ทำไมชาติตะวันตกถึงเจริญก้าวหน้า เพราะมีวัฒนธรรมทั้ง 3 แบบ ดังที่กล่าวมาโดยเน้นที่การแสวงหาความรู้อย่างแท้จริง คำตอบดังกล่าวได้มาจากการฟัง

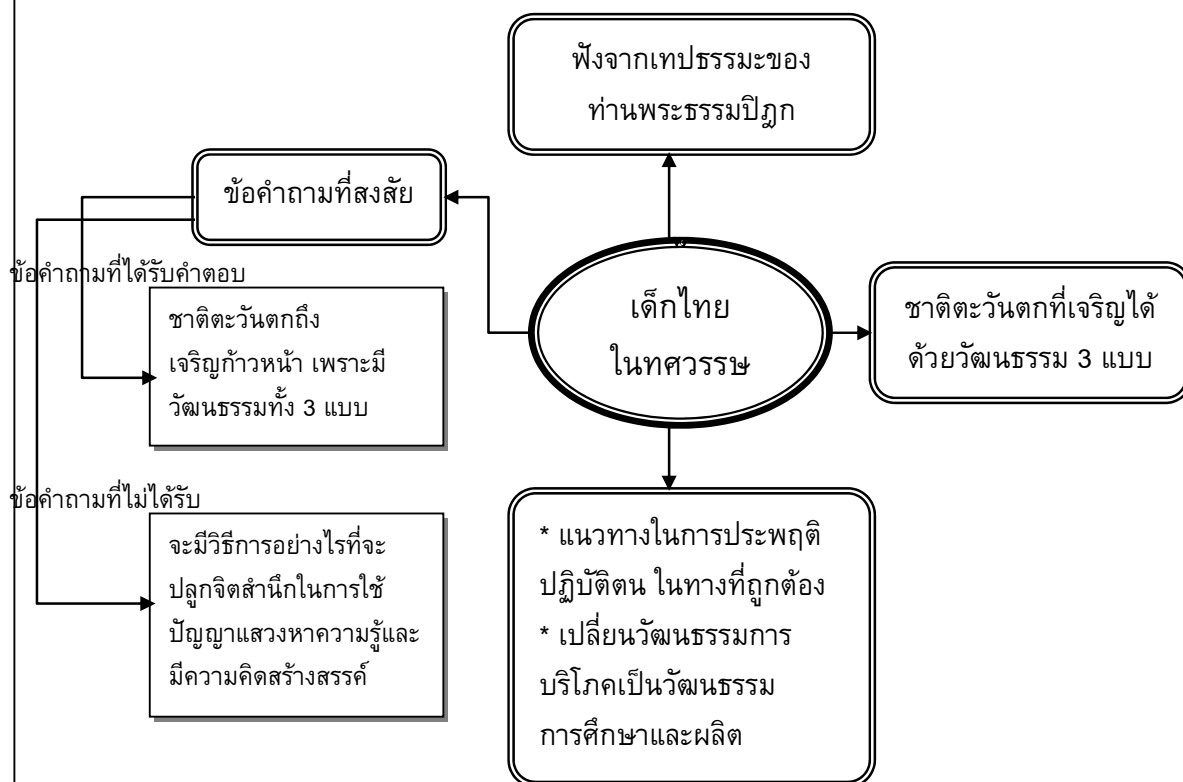
- ข้อคำถามที่ยังไม่ได้รับคำตอบ

แนวการตอบ

จะมีวิธีการอย่างไรที่จะปลูกจิตสำนึกในการใช้ปัญญาแสวงหาความรู้และมีความคิดสร้างสรรค์

ล

๖ สรุปความรู้ทั้งหมดจากข้อ 1- 5 โดยใช้ผังความคิด แล้วตกแต่งให้สวยงาม



กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน
ช่วงชั้นที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชา คณิตศาสตร์
 ภาคเรียนที่ 2
 เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน

ระดับ ชั้นปีที่ 3
 ปีการศึกษา 2549
 จำนวน 2 ชั่วโมง

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1.1.1 เขียนและใช้สัญลักษณ์ของลิมิตได้อย่างถูกต้อง

1.1.2 ระบุได้ว่าฟังก์ชันที่กำหนดให้มีลิมิตหรือไม่ ถ้ามีสามารถหาลิมิตของฟังก์ชันได้

1.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1.2.1 แก้ปัญหา

1.2.2 ให้เหตุผล

1.2.3 สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

1.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1.3.1 ความรับผิดชอบ

1.3.2 ความมีระเบียบวินัย

1.3.3 ทำงานอย่างเป็นระบบรอบคอบ

2. สาระการเรียนรู้

นิยามลิมิตของฟังก์ชัน

สำหรับฟังก์ชัน f ใดๆ ที่มีโดเมนและเรนจ์เป็นสับเซตของเซตของจำนวนจริง $[f : R \rightarrow R]$ ถ้าค่าของ $f(x)$ เข้าใกล้จำนวนจริง L_1 เมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ a ทางด้านซ้าย $[x$ เปลี่ยนจากค่าน้อยไปค่ามาก] เรียก L_1 ว่า ลิมิตซ้ายของที่เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = L_1$$

ถ้าค่าของ $f(x)$ เข้าใกล้จำนวนจริง L_2 เมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ a ทางด้านขวา $[x$ เปลี่ยนจากค่ามากไปค่าน้อย] เรียก L_2 ว่า ลิมิตขวาของ f ที่ a เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = L_2$$

ถ้า $L_1 = L_2 = L$ จะกล่าวว่าฟังก์ชัน f มีลิมิตที่ a เท่ากับ L เขียนด้วยสัญลักษณ์

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$$

ถ้า $L_1 \neq L_2$ จะกล่าวว่าฟังก์ชัน f ไม่มีลิมิตที่ a

ตัวอย่างที่ 1 กำหนด $f(x) = 2x$ จงพิจารณาค่าของ $f(x)$ เมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ 2

ตารางที่ 1 x มีค่าเข้าใกล้ 2 ทางด้านซ้าย ($x < 2$)

X	1.9	1.99	1.999	1.9999	1.99999	1.999999	1.9999999
f(x)	3.8	3.98	3.998	3.9998	3.99998	3.999998	3.9999998

ตารางที่ 2 x มีค่าเข้าใกล้ 2 ทางด้านขวา ($x > 2$)

X	2.1	2.01	2.001	2.0001	2.00001	2.000001	2.0000001
f(x)	4.2	4.02	4.002	4.0002	4.00002	4.000002	4.0000002

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าเมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ 2 ทางซ้าย $f(x)$ จะมีค่าเข้าใกล้ 4 หรือ

$$\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = 4$$

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าเมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ 2 ทางขวา $f(x)$ จะมีค่าเข้าใกล้ 4 หรือ

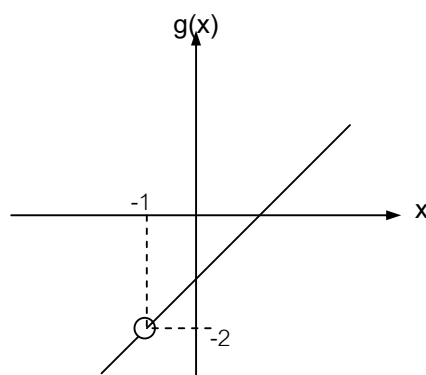
$$\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = 4$$

$$\text{ดังนั้น } \lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = 4$$

$$\text{นั่นคือ } \lim_{x \rightarrow 2} f(x) = 4$$

ตัวอย่างที่ 2 กำหนด $g(x) = \frac{x^2 - 1}{x + 1}$ จงหา $\lim_{x \rightarrow -1} g(x)$

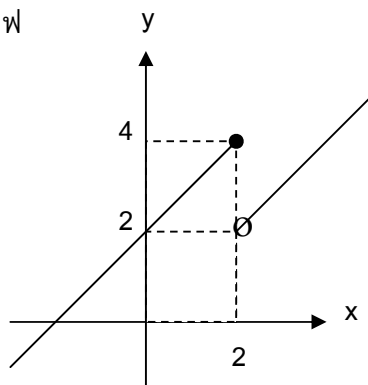
วิธีทำ พิจารณากราฟ



จะเห็นว่า $g(x)$ มีค่าเข้าใกล้ -2 เมื่อ x มีค่าเข้าใกล้ -1 ไม่ว่าทางซ้ายหรือทางขวา

$$\text{ดังนั้น } \lim_{x \rightarrow -1} g(x) = -2$$

ตัวอย่างที่ 3 กำหนด $h(x) = \begin{cases} x+2 & ; x \leq 2 \\ x & ; x > 2 \end{cases}$; จงหา $\lim_{x \rightarrow 2} h(x)$
วิธีทำ พิจารณาจากกราฟ



จะเห็นว่า $\lim_{x \rightarrow 2^-} h(x) = 4$ และ $\lim_{x \rightarrow 2^+} h(x) = 2$
 ดังนั้น $h(x)$ ไม่มีลิมิตที่ 2

ทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิต

เมื่อ $a \in \mathbb{R}$ และ f, g เป็นฟังก์ชัน

1. $\lim_{x \rightarrow a} C = C$ เมื่อ C เป็นค่าคงตัว
2. $\lim_{x \rightarrow a} x = a$
3. $\lim_{x \rightarrow a} x^n = a^n$ เมื่อ $n \in \mathbb{I}^+$
4. $\lim_{x \rightarrow a} c \cdot f(x) = c \lim_{x \rightarrow a} f(x)$ เมื่อ c เป็นค่าคงตัวใดๆ
5. $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \pm g(x)] = \lim_{x \rightarrow a} f(x) \pm \lim_{x \rightarrow a} g(x)$
6. $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \cdot g(x)] = \lim_{x \rightarrow a} f(x) \cdot \lim_{x \rightarrow a} g(x)$
7. $\lim_{x \rightarrow a} \left[\frac{f(x)}{g(x)} \right] = \frac{\lim_{x \rightarrow a} f(x)}{\lim_{x \rightarrow a} g(x)}$ เมื่อ $\lim_{x \rightarrow a} g(x) \neq 0$
8. $\lim_{x \rightarrow a} [f(x)]^n = [\lim_{x \rightarrow a} f(x)]^n$ เมื่อ $n \in \mathbb{I}^+$
9. $\lim_{x \rightarrow a} \sqrt[n]{f(x)} = \sqrt[n]{\lim_{x \rightarrow a} f(x)}$
 เมื่อ $n \in \mathbb{I}^+ - \{1\}$ และ $\sqrt[n]{\lim_{x \rightarrow a} f(x)} \in \mathbb{R}$

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

ครูและนักเรียนร่วมสนทนาและซักถามเกี่ยวกับเทคโนโลยี ความเจริญก้าวหน้า เช่น การเคลื่อนที่ของจรวด การเดินทางโดยเครื่องบิน เป็นต้น ว่าเกี่ยวข้องกับสาขาวิชา Calculus อย่างไร

ขั้นสอน

1. ครูแสดงหัวข้อย่อยๆ ในวิชา Calculus และร่วมพูดคุยกับนักเรียนในหัวข้อต่างๆ ว่ามีอะไรบ้าง ด้วย Power point
2. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4-5 คน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่อง Calculus ให้ได้มากที่สุด
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคัดเลือกคำถามที่น่าสนใจที่สุดของกลุ่ม 4-5 คำถาม แล้วนำมาเขียนบนกระดานดำ
4. ครูนำอภิปราย และจัดคำถามทั้งหมดออกเป็นหมวดหมู่ตามลำดับหัวข้อที่จะศึกษา
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาไปความรู้ เรื่อง “ใครคิดแคลคูลัส”
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปอภิปรายเกี่ยวกับประวัติ หัวข้อและคำถามของนักเรียนที่น่าสนใจเกี่ยวกับ Calculus

ขั้นนำไปประยุกต์ใช้

1. นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับประวัติของ Calculus ใน Internet หรือแหล่งความรู้อื่นๆ แล้วสรุปมาส่งครูในชั่วโมงต่อไป
2. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม “สุ จิ ปุ ลิ” แล้วนำมาส่งครูชั่วโมงถัดไป

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นนำ

ครูและนักเรียนร่วมสนทนาซักถามเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่จะต้องศึกษาในเรื่อง Calculus เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เดิม

ขั้นสอน

1. ครูนำอภิปรายความหมายของลิมิต และวิธีการหาลิมิตโดยใช้กราฟ โดยใช้สื่อจาก Internet ประกอบการอภิปราย
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการหาลิมิตโดยวิธีอื่น โดยอาจสังเกตจากกราฟที่ได้จากข้อ 1

3. ครูและนักเรียนร่วมสรุปเกี่ยวกับการหาขีดจำกัดได้ว่ามีวิธีการหาขีดจำกัดโดยใช้กราฟและการใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับขีดจำกัด

4. ครูยกตัวอย่างการหาขีดจำกัดโดยวิธีการใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับขีดจำกัด 1-2 ตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนร่วมกันหาขีดจำกัดจากตัวอย่างดังกล่าว

ตัวอย่างที่ 1 กำหนด $f(x) = 2x$ จงหา $\lim_{x \rightarrow 2} f(x)$

วิธีทำ

$$\text{จาก } f(x) = 2x$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = \lim_{x \rightarrow 2} 2(x)$$

$$= 2(2)$$

$$= 4$$

ดังนั้น $\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = 4$

ตัวอย่างที่ 2 กำหนด $g(x) = \frac{x^2 - 1}{x + 1}$ จงหา $\lim_{x \rightarrow 1} g(x)$

วิธีทำ

$$\text{จาก } g(x) = \frac{x^2 - 1}{x + 1}$$

$$\lim_{x \rightarrow 1} g(x) = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{x + 1}$$

$$= \frac{1^2 - 1}{1 + 1}$$

$$= 0$$

ดังนั้น $\lim_{x \rightarrow 1} g(x) = 0$

5. ครูแจกใบความรู้ เรื่อง “ขีดจำกัด” ให้นักเรียนไปศึกษาเพิ่มเติม

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการหาขีดจำกัดโดยใช้กราฟและทฤษฎีเกี่ยวกับขีดจำกัด

ขั้นนำไปประยุกต์ใช้

1. นักเรียนทำแบบฝึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “ขีดจำกัด” ข้อ 1-4 และข้อ 7 (7.1-7.5)
2. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม “สุ จิ ปุ ลิ” แล้วนำมาส่งครูชั่วโมงถัดไป

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นนำ

ครูและนักเรียนร่วมสนทนาซักถามเกี่ยวกับวิธีการหาลิมิตโดยใช้กราฟและและทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิต เพื่อทบทวนความรู้เดิม

ขั้นสอน

1. ครูยกตัวอย่างในกรณีที่แทนค่าแล้วเกิดปัญหา indeterminate form $\left(\frac{0}{0}\right)$ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

ตัวอย่าง กำหนด $g(x) = \frac{x^2-1}{x+1}$ จงหา $\lim_{x \rightarrow -1} g(x)$

วิธีทำ $\lim_{x \rightarrow -1} g(x) = \lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^2-1}{x+1}$
 $= \frac{0}{0}$ ซึ่งอยู่ในรูป indeterminate form

ดังนั้นจึงต้องจัดรูปใหม่

จะได้ว่า $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^2-1}{x+1} = \lim_{x \rightarrow -1} \frac{(x-1)(x+1)}{x+1}$
 $= \lim_{x \rightarrow -1} (x-1)$
 $= -1 - 1$
 $= -2$

ดังนั้น $\lim_{x \rightarrow -1} g(x) = -2$

2. แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม และชี้แจงขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าฐานเพื่อศึกษาใบความรู้แต่ละฐานให้ครบทุกฐาน ดังต่อไปนี้

- 1) ฐาน “แยกตัวประกอบ”
- 2) ฐาน “สังยุค”
- 3) ฐาน “การบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วนของพหุนาม”
- 4) ฐาน “การปลดค่าสัมบูรณ์”

แล้วให้ร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม

3. ครูสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละแบบ แล้วให้เพื่อนกลุ่มอื่นๆ ร่วมอภิปรายซักถาม

4. ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิธีการหาลิมิตบนกระดาน 2-3 ข้อ แล้วให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบ

5. ครูและเพื่อนนักเรียนร่วมอภิปรายซักถาม และตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง
ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการหาลิมิตโดยใช้กราฟ และโดยวิธีการแทนค่า

ขั้นนำไปประยุกต์ใช้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถามเกี่ยวกับโจทย์จากแบบฝึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “ลิมิต” ข้อ 5-6 และข้อ 7 (7.6-7.14)

2. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม “สุ จิ ปุ ลิ” แล้วนำมาส่งครูชั่วโมงถัดไป

3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน

4. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

4.1 Power point แสดงหัวข้อย่อยๆ ในเรื่อง Calculus

4.2 ใบความรู้ เรื่อง “ใครคิดแคลคูลัส”

4.3 ใบความรู้ เรื่อง “ลิมิต”

4.4 ตัวอย่างการหาลิมิตใน Internet

4.5 แผ่นชาร์ตที่ 1 ตัวอย่างการหาลิมิตโดยวิธีการแทนค่า

4.6 ใบกิจกรรม “สุ จิ ปุ ลิ”

4.7 แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “ลิมิต”

4.8 ใบความรู้ ฐานที่ 1 “แยกตัวประกอบ”

4.9 ใบความรู้ ฐานที่ 2 “สังยุค”

4.10 ใบความรู้ ฐานที่ 3 “บวกลบเศษส่วนพหุนาม”

4.11 ใบความรู้ ฐานที่ 4 “ปลดค่าสัมบูรณ์”

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “ลิมิต”	ถูกต้อง 80% ขึ้นไป	- แบบฝึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “ลิมิต”
2. แบบทดสอบย่อย เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน	ถูกต้อง 80% ขึ้นไป	แบบทดสอบย่อย เรื่อง ลิมิต ของฟังก์ชัน
3. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม	คะแนนรวม 80% ขึ้นไป	- แบบประเมินคุณลักษณะที่พึง ประสงค์ - แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
	คะแนนรวม 70% ขึ้นไป	- แบบวัดความสามารถในการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการ เขียน - แบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดง ถึงความสามารถในการสื่อสาร คณิตศาสตร์ด้านการพูด

6. บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ใบความรู้
ฐานที่ 1 “แยกตัวประกอบ”

การแยกตัวประกอบของพหุนาม คือ การเขียนพหุนามนั้นในรูปการคูณกันของพหุนามประกอบย่อยๆ

เช่น

1. ผลต่างกำลังสอง $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$

2. ผลบวกกำลังสาม/ผลต่างกำลังสาม

$$a^3 + b^3 = (a + b)(a^2 - ab + b^2)$$

$$a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$$

3. การดึงตัวร่วม $ab + ac = a(b + c)$

4. $x^2 - 5x + 6 = (x - 3)(x - 2)$

ตัวอย่าง กำหนด $f(x) = \frac{x^3 - 1}{x - 1}$ จงหา $\lim_{x \rightarrow 1} f(x)$

วิธีทำ ใช้วิธีการแทนค่าจะได้ว่า $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - 1}{x - 1}$

$$= \frac{1^3 - 1}{1 - 1}$$

$$= \frac{0}{0} \text{ ซึ่งอยู่ในรูป Intermediate form}$$

ดังนั้นจึงต้องจัดรูปใหม่

จะได้ว่า $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - 1}{x - 1}$

$$= \lim_{x \rightarrow 1} \frac{(x - 1)(x^2 + x + 1)}{x - 1}$$

$$= \lim_{x \rightarrow 1} x^2 + x + 1$$

$$= 1^2 + 1 + 1$$

$$= 3$$

การแยกตัวประกอบ
โดยใช้ผลต่างกำลังสาม
 $a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$

ดังนั้น $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = 3$

**ใบความรู้
ฐานที่ 2 “สังยุค”**

สังยุค หรือ Conjugate คือ การทำให้จำนวนในรูปกรณฑ์ไม่ติดกรณฑ์ ถ้านำมาคูณกันระหว่างกรณฑ์และสังยุคของมัน

เช่น $\sqrt{2}$ สังยุค คือ $\sqrt{2}$ เพราะ $\sqrt{2} \times \sqrt{2} = 2$

$\sqrt{3} - \sqrt{2}$ สังยุค คือ $\sqrt{3} + \sqrt{2}$ เพราะ $(\sqrt{3} - \sqrt{2})(\sqrt{3} + \sqrt{2}) = \sqrt{3}^2 - \sqrt{2}^2 = 3 - 2 = 1$ เป็นต้น

ตัวอย่าง กำหนด $f(x) = \frac{\sqrt{x+4} - 2}{x}$ จงหา $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$ ใช้วิธีการแทนค่า

วิธีทำ

$$\begin{aligned}\lim_{x \rightarrow 0} f(x) &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{x+4} - 2}{x} \\ &= \frac{\sqrt{0+4} - 2}{0} \\ &= \frac{0}{0} \quad \text{ซึ่งอยู่ในรูป Intermediate form}\end{aligned}$$

ดังนั้นจึงต้องจัดรูปใหม่

$$\begin{aligned}\text{จะได้ } \lim_{x \rightarrow 0} f(x) &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{x+4} - 2}{x} \\ &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{x+4} - 2}{x} \times \frac{\sqrt{x+4} + 2}{\sqrt{x+4} + 2} \\ &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(x+4) - 2}{x(\sqrt{x+4} + 2)} \\ &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{x(\sqrt{x+4} + 2)} \\ &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{\sqrt{x+4} + 2} \\ &= \frac{1}{\sqrt{0+4} + 2} \\ &= \frac{1}{2+2} \\ \text{ดังนั้น } \lim_{x \rightarrow 0} f(x) &= \frac{1}{4}\end{aligned}$$

ใบความรู้

ฐานที่ 3 “การบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วนของพหุนาม”

การบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วนของพหุนาม ทำเหมือนกับการบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วนของจำนวน

$$\begin{aligned}\text{เช่น } \frac{3}{x-2} \left[\frac{1}{x} - \frac{1}{2} \right] &= \frac{3}{x-2} \times \frac{2-x}{2x} \\ &= \frac{3}{x-2} \times \frac{-(x-2)}{2x} \\ &= \frac{-3}{2x}\end{aligned}$$

ตัวอย่าง กำหนด $f(x) = \frac{3}{x-2} \left[\frac{1}{x} - \frac{1}{2} \right]$ จงหา $\lim_{x \rightarrow 2} f(x)$

วิธีทำ ใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับลิมิตจะได้

$$\begin{aligned}\lim_{x \rightarrow 2} f(x) &= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{3}{x-2} \left[\frac{1}{x} - \frac{1}{2} \right] \\ &= \frac{3}{2-2} \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right] \\ &= \frac{0}{0} \quad \text{ซึ่งอยู่ในรูป Intermediate form}\end{aligned}$$

ดังนั้นจึงต้องจัดรูปใหม่

$$\begin{aligned}\text{จะได้ว่า } \lim_{x \rightarrow 2} f(x) &= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{3}{x-2} \left[\frac{1}{x} - \frac{1}{2} \right] \\ &= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{3}{x-2} \left[\frac{2-x}{2x} \right] \\ &= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{-3}{2x} \\ &= \frac{-3}{2(2)} \\ &= \frac{-3}{4}\end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } \lim_{x \rightarrow 2} f(x) = \frac{-3}{4}$$

ใบความรู้
ฐานที่ 4 “การปลดค่าสัมบูรณ์”

$|x|$ คือ ค่าสัมบูรณ์ของ x

$$\text{หมายถึง } |x| = \begin{cases} x & ; x \geq 0 \\ -x & ; x < 0 \end{cases}$$

$$\text{หมายถึง } |x-2| = \begin{cases} x-2 & ; x-2 \geq 0 \\ -(x-2) & ; x-2 < 0 \end{cases}$$

$$= \begin{cases} x-2 & ; x \geq 2 \\ -(x-2) & ; x < 2 \end{cases}$$

ตัวอย่าง กำหนด $f(x) = \frac{|x-2|}{x-2}$ จงหา $\lim_{x \rightarrow 2} f(x)$

วิธีทำ ใช้วิธีการแทนค่าจะได้

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 2} f(x) &= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{|x-2|}{x-2} \\ &= \frac{|2-2|}{2-2} \\ &= \frac{0}{0} \quad \text{ซึ่งอยู่ในรูป Intermediate form} \end{aligned}$$

ดังนั้นจึงต้องจัดรูปใหม่

$$\begin{aligned} \text{จะได้ว่า } f(x) &= \begin{cases} \frac{x-2}{x-2} & ; x \geq 2 \\ \frac{-(x-2)}{x-2} & ; x < 2 \end{cases} \\ &= \begin{cases} 1 & ; x \geq 2 \\ -1 & ; x < 2 \end{cases} \end{aligned}$$

จะเห็นได้ว่า $\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = -1$ และ $\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = 1$

ดังนั้น $\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) \neq \lim_{x \rightarrow 2^+} f(x)$ จึงไม่มีลิมิตของ $f(x)$ ที่ 2

ใบกิจกรรม “สุ จิ ปุ ลิ”

สุ

❶ นักเรียนได้รับความรู้ผ่านทางใดบ้าง และมีความรู้สึกอย่างไรกับรูปแบบของการรับข้อมูลแบบนี้

แนวการตอบ

- ได้รับความรู้ผ่านทางการอ่านใบความรู้ในแต่ละฐาน
- ,ความสนุกสนาน เร้าความสนใจ

❷ สรุปประเด็นความรู้ที่นักเรียนได้รับ

แนวการตอบ

สามารถแก้ปัญหาโจทย์ลิมิตที่อยู่ในรูป Indeterminate Form โดยใช้วิธีการต่างๆ ดังนี้ คือ การแยกตัวประกอบ การใช้สังยุค การใช้วิธีการบวกลบเศษส่วนพหุนาม และการ

จิ

ำสมบูรณ์

❸ นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรบ้างกับความรู้ที่ได้รับ (ประโยชน์ที่ได้รับ ข้อดี ข้อบกพร่อง)

แนวการตอบ

ป/

ข้อดี มีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละแบบได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว
ข้อเสีย เพื่อนบางคนอธิบายไม่ค่อยชัดเจน

❹ นักเรียนมีข้อคำถามสงสัยเกี่ยวกับเรื่องนี้หรือไม่ อย่างไร

- ข้อคำถามที่ได้รับคำตอบแล้วคำตอบดังกล่าวได้มาอย่างไร

แนวการตอบ

- * การแก้ปัญหาโจทย์ลิมิตที่อยู่ในรูป Indeterminate Form มีวิธีการอย่างไร
- * จากการศึกษาของตนเองและเพื่อนในแต่ละฐาน
- ข้อคำถามที่ยังไม่ได้รับคำตอบ

แนวการตอบ

- * มีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาลิมิตที่อยู่ในรูป Indeterminate Form แบบอื่นๆ อีกหรือไม่

ล

๕ สรุปความรู้ทั้งหมดจากข้อ 1-4 โดยใช้ผังความคิด แล้วตกแต่งให้สวยงาม

การหาขีดจำกัดของฟังก์ชัน

1. การใช้กราฟ

2. การใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับขีดจำกัด

หาค่าไม่ได้ ไม่มีขีดจำกัด $\underline{\text{Ex}} \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 + 1}{x - 1} = \frac{1^3 + 1}{1 - 1} = \frac{2}{0}$

หาค่าได้ เป็นค่าขีดจำกัด $\underline{\text{Ex}} \lim_{x \rightarrow 1} (x^3 + 1) = (2^3 + 1) = 9$

ได้ $\frac{0}{0} \Rightarrow$ อยู่ในรูป Indeterminate Form

→ การแยกตัวประกอบ

→ การใช้การสังยุค

→ การใช้การบวกลบเศษส่วนพหุนาม

→ การปัดค่าสัมบูรณ์

2. ให้ $f(x) = \sqrt{25 - x^2}$ จงหา $\lim_{x \rightarrow 3} f(x)$

$$\begin{aligned} \text{แนวความคิด} \quad \lim_{x \rightarrow 3} f(x) &= \lim_{x \rightarrow 3} \sqrt{25 - x^2} \\ &= \sqrt{25 - 9} \\ &= \sqrt{16} \\ &= 4 \end{aligned}$$

ดังนั้น $\lim_{x \rightarrow 3} f(x) = 4$

3. กำหนดให้ $f(x) = |x^2 - 1|$ จงหา

3.1 $\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x)$

$$\begin{aligned} \text{แนวความคิด} \quad \lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) &= \lim_{x \rightarrow 2^-} |x^2 - 1| \\ &= |2^2 - 1| \\ &= |4 - 1| \\ &= 3 \end{aligned}$$

3.2 $\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x)$

$$\begin{aligned} \text{แนวความคิด} \quad \lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) &= \lim_{x \rightarrow 2^+} |x^2 - 1| \\ &= |2^2 - 1| \\ &= |4 - 1| \\ &= 3 \end{aligned}$$

3.3 $\lim_{x \rightarrow 2} f(x)$

$$\begin{aligned} \text{แนวความคิด} \quad \lim_{x \rightarrow 2} f(x) &= \lim_{x \rightarrow 2} |x^2 - 1| \\ &= 0 \end{aligned}$$

4. ให้ $f(x) = \frac{|x|}{x}$ จงหา $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$

แนวความคิด $\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = \frac{|0|}{0} = \frac{0}{0}$ อยู่ในรูป Indeterminate form

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 0} f(x) &= \lim_{x \rightarrow 0} f(x) \begin{cases} \frac{x}{x} & ; \quad x \geq 0 \\ \frac{-x}{x} & ; \quad x < 0 \end{cases} \\ &= \lim_{x \rightarrow 0} f(x) \begin{cases} 1 & ; \quad x \geq 0 \\ -1 & ; \quad x < 0 \end{cases} \end{aligned}$$

$$\therefore \lim_{x \rightarrow 0^-} -1 = -1 \neq \lim_{x \rightarrow 0^+} 1 = 1$$

5. กำหนดให้ $f(x) = \frac{|x+2|}{x+2}$ มีลิมิตที่ -2 หรือไม่

แนวความคิด $\lim_{x \rightarrow -2} f(x) = \frac{|-2+2|}{-2+2} = \frac{0}{0}$ อยู่ในรูป Indeterminate form

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow -2} f(x) &= \lim_{x \rightarrow -2} f(x) \begin{cases} \frac{x+2}{x+2} & ; \quad x+2 \geq 0 \\ \frac{-(x+2)}{x+2} & ; \quad x+2 < 0 \end{cases} \\ &= \lim_{x \rightarrow -2} f(x) \begin{cases} 1 & ; \quad x \geq -2 \\ -1 & ; \quad x < -2 \end{cases} \end{aligned}$$

$$\text{จะได้ } \lim_{x \rightarrow -2^-} f(x) = -1 \neq \lim_{x \rightarrow -2^+} f(x) = 1$$

$\therefore$ ไม่มีลิมิตที่ -2

6. จงหา

$$\begin{aligned}
 6.1 \lim_{x \rightarrow 2} x^3 + 2x^2 + 3x + 8 &= 2^3 + 2(2)^2 + 3(2) + 8 \\
 &= 8 + 8 + 6 + 8 \\
 &= 30
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6.2 \lim_{x \rightarrow 3} (5 + \sqrt{x^2 - 5}) &= 5 + \sqrt{3^2 - 5} \\
 &= 5 + \sqrt{9 - 5} \\
 &= 5 + \sqrt{4} \\
 &= 5 + 2 \\
 &= 7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6.3 \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 + 1}{x^3 + 1} &= \frac{0^2 + 1}{0^3 + 1} \\
 &= \frac{1}{1} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6.4 \lim_{x \rightarrow -2} (x^2 - 1)^2 &= [(-2)^2 - 1]^2 \\
 &= [4 - 1]^2 \\
 &= 3^2 \\
 &= 9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6.5 \lim_{x \rightarrow 2} \frac{s^2 - 4}{s^3 - 8} &= \frac{2^2 - 4}{2^3 - 8} \\
 &= \frac{0}{0} \quad \text{อยู่ในรูป Indeterminate form}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น} \lim_{x \rightarrow 2} \frac{s^2 - 4}{s^3 - 8} &= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(s - 2)(s + 2)}{(s - 2)(s^2 + 2s + 4)} \\
 &= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(s + 2)}{(s^2 + 2s + 4)} \\
 &= \frac{2 + 2}{2^2 + 2(2) + 4} \\
 &= \frac{4}{12} \\
 &= \frac{1}{3}
 \end{aligned}$$

แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ชื่อ-นามสกุล	คุณลักษณะที่พึงประสงค์								
	ความรับผิดชอบ			ความมีระเบียบวินัย			ทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
7.									
8.									
9.									
10.									
11.									
12.									
13.									
14.									
15.									
16.									
17.									
18.									
19.									
20.									
รวม									

ผู้ประเมิน
 / /

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความรับผิดชอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-ส่งงานก่อนหรือตรงเวลานัดหมาย -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย และแนะนำชักชวน ผู้อื่นปฏิบัติได้
2 ดี	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่มีการติดต่อชี้แจงกับครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด -ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ดักเตือนหรือให้กำลังใจ

2. ความมีระเบียบวินัย

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

3. การทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน
2 ดี	-มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน แต่ผิดพลาดบ้าง
1 พอใช้	-ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข

แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ครั้งที่

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															รวม
		การแก้ปัญหา			การให้เหตุผล			การสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอ			การเชื่อมโยง			ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์			
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	

ผู้ประเมิน
 / /

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ทฤษฎีดำเนินการแก้ปัญหาและการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าว

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ทฤษฎีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
1	ใช้ทฤษฎีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
0 ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

2. การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างอิง การเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

คะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
2	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
1	มีการอ้างเหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีการอ้างเหตุผลหรือแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

3. การสื่อสาร การสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง การใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบ

คะแนน	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน เป็นได้ระบบ กระชับ ชัดเจน
1	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องบางส่วนและพยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน
0	ไม่นำเสนอเลย

4. การเชื่อมโยง หมายถึง การนำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
1	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
0	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง แนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่สามารถนำไปปฏิบัติ

คะแนน	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ปรากฏให้เห็น
2	มีแนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่และสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
1	มีแนวคิด/วิธีการที่ไม่แปลกใหม่แต่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
0	ไม่มีผลงาน

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน 8 – 10 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 6 – 7 หมายถึง ดี

คะแนน 4 – 5 หมายถึง ปานกลาง

คะแนน 0 – 3 หมายถึง ควรปรับปรุง

ภาคผนวก ค

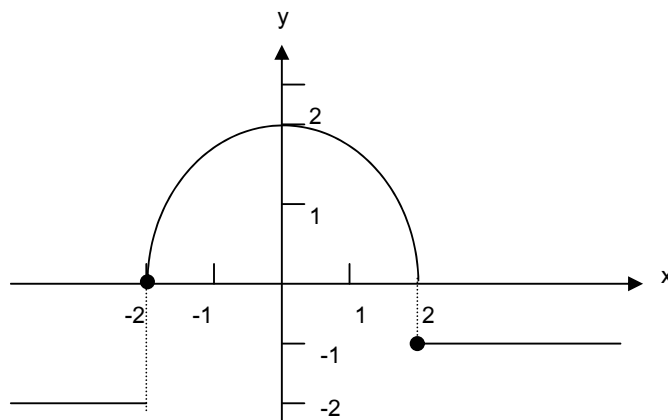
1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น
2. แบบทดสอบย่อย เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำ

1. กำหนด $f(x) = \frac{x-1}{\sqrt{5-x^2}-2}$ จงหาค่าของ $\lim_{x \rightarrow 1} f(x)$

2. จากกราฟของฟังก์ชัน g จงตอบคำถามต่อไปนี้



2.1 $g(x)$ ต่อเนื่องที่ $x = -2$ หรือไม่ ตอบ

2.2 $g(x)$ ต่อเนื่องที่ $x = 0$ หรือไม่ ตอบ

2.3 $g(x)$ ต่อเนื่องที่ $x = 2$ หรือไม่ ตอบ

2.4 $g(x)$ ต่อเนื่องบน $(-2, 2)$ หรือไม่ ตอบ

2.5 $g(x)$ ต่อเนื่องบน $[-2, 2]$ หรือไม่ ตอบ

3. จงหาคำตอบของแต่ละข้อต่อไปนี้

3.1 กำหนด $y = x^3 - 5x^2 + 7$ จงหา $\frac{dy}{dx}$

ตอบ

3.2 กำหนด $f(x) = x\sqrt{x} - \frac{2}{\sqrt{x}}$ จงหา $f'(x)$

ตอบ

3.3 กำหนด $f(x) = \frac{x^2 + 1}{2 - x}$ จงหา $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

ตอบ

3.4 กำหนด $g(x) = 3x - x^{\frac{3}{2}}$ จงหา $g'(1)$

ตอบ

3.5 กำหนด $y = 3x^{\frac{1}{2}} - \frac{2}{x}$ จงหา $\frac{d^2y}{dx^2}$

ตอบ

4. จงหา $\frac{dy}{dx}$ จากสมการ $x^2 - 3xy + y^2 = 5$

.....

5. กำหนด $y = \sin^3(3x^2 - 1)$ จงหา $\frac{dy}{dx}$

.....

6. กำหนดให้ $y = \ln(x^3 - 1)$ จงหา $\frac{dy}{dx}$

.....

7. จงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของปริมาตรทรงกระบอก (V) เทียบกับรัศมี (r) เมื่อ r เปลี่ยนจาก 5 ซม. เป็น 5.20 ซม. เมื่อทรงกระบอกมีความสูง 10 ซม.

.....

.....

.....

.....

.....

8. อัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ของวงกลมเทียบกับความยาวเส้นรอบวงของวงกลม เมื่อรัศมีของวงกลมมีค่าเท่ากับ 5 เซนติเมตร เป็นกี่ตารางเซนติเมตรต่อเซนติเมตร

.....

.....

.....

.....

.....

9. จงหาสมการเส้นสัมผัสเส้นโค้งและสมการเส้นปกติของเส้นโค้ง $y = x^2 - 2x + 3$ ณ จุด $(-1, 6)$

.....

.....

.....

.....

.....

10. ยิงปืนขึ้นไปในแนวตั้งจากพื้นราบได้สมการการเคลื่อนที่เป็น $s = 128t - 16t^2$; $t \geq 0$

โดย t แทน เวลา มีหน่วยเป็นวินาที

s แทน ความสูงของลูกปืน เมื่อเวลาผ่านไป t วินาที มีหน่วยเป็นเมตร

จงหาความเร่งของลูกปืนเมื่อ $t = 3$ วินาที

.....

.....

.....

.....

.....

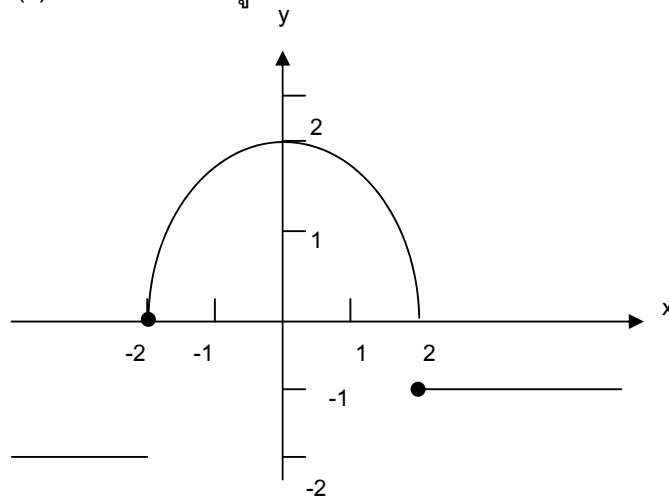
แบบทดสอบย่อย เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น

1. ลิมิตของฟังก์ชัน
2. ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน
3. อนุพันธ์ของฟังก์ชัน
4. อัตราการเปลี่ยนแปลง
5. การเคลื่อนที่ของวัตถุ
6. ความชันของเส้นโค้ง

แบบทดสอบย่อย เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมทั้งแสดงแนวความคิด

1. กำหนด $y = f(x)$ เขียนกราฟได้ดังรูป



จงหาคำตอบของแต่ละข้อต่อไปนี้

1.1 $\lim_{x \rightarrow 2^-} f(x) = \dots\dots\dots$

1.2 $\lim_{x \rightarrow -2^-} f(x) = \dots\dots\dots$

1.3 $\lim_{x \rightarrow 2^+} f(x) = \dots\dots\dots$

1.4 $\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = \dots\dots\dots$

1.5 $\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = \dots\dots\dots$

2. กำหนด $g(x) = \begin{cases} 2x; & 0 \leq x \leq 1 \\ 4; & x = 1 \\ 5 - 3x; & 1 < x \leq 2 \end{cases}$ จงหาค่า $\lim_{x \rightarrow 1} g(x)$

.....

.....

.....

.....

.....

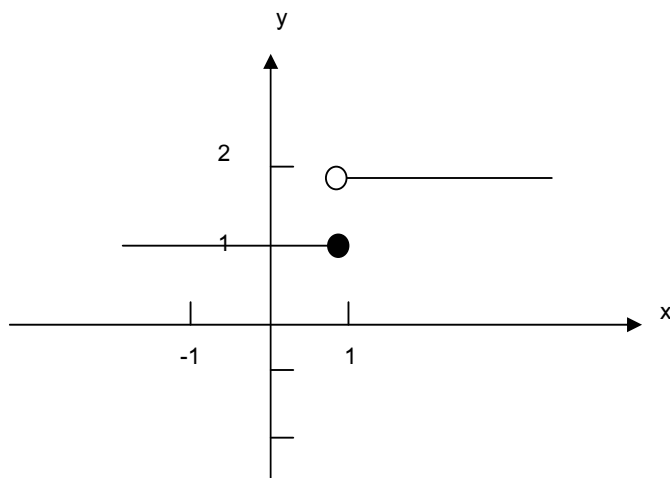
.....

.....

แบบทดสอบย่อย เรื่อง ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมทั้งแสดงแนวความคิด

1. จากกราฟของฟังก์ชัน $f(x)$ จงตอบคำถามต่อไปนี้



1.1 $f(x)$ ต่อเนื่องที่ $x = 1$ หรือไม่

1.2 $f(x)$ ต่อเนื่องที่ $x = 0$ หรือไม่

1.3 $f(x)$ ต่อเนื่องที่ $(-2, 2)$ หรือไม่

1.4 $f(x)$ ต่อเนื่องที่ $[-1, 1]$ หรือไม่

1.5 $f(x)$ ต่อเนื่องที่ $[1, 5]$ หรือไม่

2. กำหนดให้ $f(x) = \begin{cases} -x + 3 ; x < 3 \\ -x + 4 ; x \geq 3 \end{cases}$ จงพิจารณาว่า f ต่อเนื่องที่จุด $x = 3$ หรือไม่

พร้อมทั้งเขียนกราฟประกอบ

แบบทดสอบย่อย เรื่อง อัตราการเปลี่ยนแปลง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมทั้งแสดงแนวความคิด

1. ให้ $f(x) = 2x^2 - 3$

1.1 จงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ y เมื่อเทียบกับ x เมื่อ x เปลี่ยนจาก 2 ไปเป็น

2.05

.....

.....

.....

.....

.....

1.2) จงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ y เทียบกับ x ในกรณีที่ $x = 1$

.....

.....

.....

.....

.....

2. สุนัขออกจากสระ หลังจากสุนัขไป t นาที เหลือน้ำอยู่ในสระ v ลูกบาศก์เมตร ถ้า $v = 250(40 - t^2)$ แล้วจงหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำเทียบกับเวลาในขณะ $t = 20$ นาที

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบย่อย เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมทั้งแสดงแนวความคิด

1. กำหนด s มีหน่วยเป็นเมตร, t มีหน่วยเป็นวินาที และ $s = t^3 - 6t^2 + 9t + 2$ เป็นสมการของการเคลื่อนที่ จงหา

1. วัตถุอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นเท่าใด เมื่อเคลื่อนที่ไปได้ 2 วินาที

.....

.....

.....

.....

2. ระยะทางและความเร่งในขณะที่มีความเร็วเป็นศูนย์

.....

.....

.....

.....

3. ระยะทางและความเร็วในขณะที่มีความเร่งเป็นศูนย์

.....

.....

.....

.....

2. บันไดยาว 10 ฟุต พาดกำแพง ปลายบันไดที่จรดพื้นนั้นเลื่อนออกจากกำแพงด้วยความเร็ว 60 ฟุต/วินาที จงหาว่า ปลายบันไดบนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไร ขณะที่ปลายบนห่างจากพื้น 6 ฟุต

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบย่อย เรื่อง ความชันของเส้นโค้ง

คำชี้แจงให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมทั้งแสดงแนวความคิด

1. จงหาสมการเส้นสัมผัส และเส้นที่ตั้งฉากกับเส้นสัมผัสเส้นโค้ง $y = f(x)$ ณ จุดที่กำหนด ค่า x ให้ออกไปนี้

1.1 $y = x^3 + 3x$ ที่ $x = -1$

[illegible]

1.2) $y = -x^3 + 3x + 1$ ที่จุด $x = 2$

[illegible]

2. กำหนดให้ $y = 2x^3 - 5x^2$ เป็นสมการเส้นโค้ง จงหาสมการเส้นสัมผัสและสมการเส้นปกติ ณ จุด $(2, -4)$

[illegible]

ภาคผนวก ง

แบบวัดความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น

1. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
2. แบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารคณิตศาสตร์ด้านการพูด

เกณฑ์การวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

1. การเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหา
 - 1.1 ไม่มีการเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหา 0 คะแนน
 - 1.2 มีการเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง 1 คะแนน
 - 1.3 มีการเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้ถูกต้องเกือบทุกครั้ง 2 คะแนน
 - 1.4 มีการเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้ถูกต้องทุกครั้ง 3 คะแนน
2. การเขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบการแก้ปัญหา
 - 2.1 ไม่มีการเขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบการแก้ปัญหา 0 คะแนน
 - 2.2 มีการเขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบการแก้ปัญหาเป็นบางครั้ง 1 คะแนน
 - 2.3 มีการเขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเกือบทุกครั้ง 2 คะแนน
 - 2.4 มีการเขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องทุกครั้ง 3 คะแนน
3. การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ไม่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน
 - 3.2 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องเป็นบางครั้ง 1 คะแนน
 - 3.3 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องเกือบทุกครั้ง 2 คะแนน
 - 3.4 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องเหมาะสมทุกครั้ง 3 คะแนน
4. การนำเสนอการแก้ปัญหา
 - 4.1 ไม่มีการนำเสนอการแก้ปัญหา 0 คะแนน
 - 4.2 มีการนำเสนอการแก้ปัญหาได้แต่เป็นส่วนน้อย 1 คะแนน
 - 4.3 มีการนำเสนอการแก้ปัญหาได้ชัดเจนเกือบสมบูรณ์ 2 คะแนน
 - 4.4 มีการนำเสนอการแก้ปัญหาได้ชัดเจนดีมาก 3 คะแนน
5. สรุปแนวความคิดในการแก้ปัญหา
 - 5.1 ไม่มีการสรุปแนวความคิดในการแก้ปัญหา 0 คะแนน
 - 5.2 มีการสรุปแนวความคิดในการแก้ปัญหาได้แต่เป็นส่วนน้อย 1 คะแนน
 - 5.3 มีการสรุปแนวความคิดในการแก้ปัญหาได้ชัดเจนเกือบสมบูรณ์ 2 คะแนน
 - 5.4 มีการสรุปแนวความคิดในการแก้ปัญหาได้ชัดเจนดีมาก 3 คะแนน

[illegible]

เกณฑ์การวัดทักษะที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารคณิตศาสตร์ด้านการพูด

- 1.การบอกรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหา
 - 1.1 ไม่มีการบอกรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหา 0 คะแนน
 - 1.2 มีการบอกรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้บางส่วน 1 คะแนน
 - 1.3 มีการบอกรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้เกือบครบ 2 คะแนน
 - 1.4 มีการบอกรายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาได้อย่างครบถ้วน 3 คะแนน
2. การอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหา
 - 2.1 ไม่มีการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหา 0 คะแนน
 - 2.2 มีการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหาได้เป็นบางส่วน 1 คะแนน
 - 2.3 มีการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหาเกือบครบ 2 คะแนน
 - 2.4 มีการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วน 3 คะแนน
- 3.การอธิบายหรือบอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ หรือข้อความที่กำหนดให้
 - 3.1 ไม่มีการอธิบายหรือบอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ หรือข้อความที่กำหนดให้ 0 คะแนน
 - 3.2 มีการอธิบายหรือบอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ หรือข้อความที่กำหนดให้
ได้บางส่วน 1 คะแนน
 - 3.3 มีการอธิบายหรือบอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ หรือข้อความที่กำหนดให้
ได้เกือบครบ 2 คะแนน
 - 3.4 มีการอธิบายหรือบอกความหมาย ศัพท์เฉพาะ หรือข้อความที่กำหนดให้
ได้อย่างครบถ้วน 3 คะแนน
- 4.การนำเสนอข้อสรุปจากการแก้ปัญหา
 - 4.1 ไม่มีการนำเสนอข้อสรุปจากการแก้ปัญหา 0 คะแนน
 - 4.2 มีการนำเสนอข้อสรุปจากการแก้ปัญหาได้บางส่วน 1 คะแนน
 - 4.3 มีการนำเสนอข้อสรุปจากการแก้ปัญหาได้เกือบครบ 2 คะแนน
 - 4.4 มีการนำเสนอข้อสรุปจากการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วน 3 คะแนน
5. การนำเสนอสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นฟัง
 - 5.1 ไม่มีการนำเสนอสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นฟัง 0 คะแนน
 - 5.2 มีการนำเสนอสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นฟังได้
เป็นบางส่วน 1 คะแนน
 - 5.3 มีการนำเสนอสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นฟังได้
เกือบครบ 2 คะแนน
 - 5.4 มีการนำเสนอสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นฟังได้
อย่างครบถ้วน 3 คะแนน

ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้

1. อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์
ข้าราชการบำนาญ อดีตรองอธิบดีกรมวิชาการ
2. พันเอกสุจิต ทวีศักดิ์
ผู้อำนวยการกองวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหาร
3. นายหาญ เทียนคำ
ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรี เขต 2

ผู้เชี่ยวชาญด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์
ข้าราชการบำนาญ อดีตรองอธิบดีกรมวิชาการ
2. พันเอกสุจิต ทวีศักดิ์
ผู้อำนวยการกองวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหาร
3. นายหาญ เทียนคำ
ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรี เขต 2

ผู้เชี่ยวชาญด้านแบบวัดความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์
ข้าราชการบำนาญ อดีตรองอธิบดีกรมวิชาการ
2. พันเอกสุจิต ทวีศักดิ์
ผู้อำนวยการกองวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนเตรียมทหาร
3. นายหาญ เทียนคำ
ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรี เขต 2

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	เรืออากาศเอก ทินรัตน์ กาญจนบุญชูร
วัน เดือน ปีเกิด	22 เมษายน 2516
สถานที่เกิด	เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1/26 ม.5 แขวงหลักสอง เขตบางแค กรุงเทพมหานคร 10160
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	รักษาราชการอาจารย์กองวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนเตรียมทหาร
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเตรียมทหาร ตำบลศรีกะอาง อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก 26110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2533	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดราชบพิธ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2537	ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2550	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ