

ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรูปแบบต่างกันในการเรียนแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา

มีนาคม 2543

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

176075

176076

ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรูปแบบต่างกันในการเรียนแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา
มีนาคม 2543

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการใช้มัลติมีเดียรูปแบบต่างในการเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ระดับสติปัญญาแตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านน้ำบ่อ สปอ. เขียวใหญ่ สปจ. นครศรีธรรมราช ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 135 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้นระดับสติปัญญาเก่ง ปานกลางและอ่อน เป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่ง 15 คน ปานกลาง 15 คน อ่อน 15 คน รวมกลุ่มละ 45 คน จากนั้นสุ่มอย่างง่ายเพื่อเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่

กลุ่มที่ 2 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ

กลุ่มที่ 3 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน 3 ระดับ ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียต่างกัน 3 รูปแบบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน 3 ระดับเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ที่.01

THE EFFECT ON DIFFERENT TYPES OF MATHEMATICS
PROBLEM - SOLVING MULTIMEDIA PROGRAM FOR PRATHOMSUKSA 5
STUDENTS WITH DIFFERENT LEVELS OF INTELLIGENCE



PRESENTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE
MASTER OF EDUCATION DEGREE IN EDUCATIONAL TECHNOLOGY
AT SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY
MARCH 2000

The purpose of this research was to study the effects of Prathomsuksa 5' students with different levels of intelligence learning through different types of multimedia on mathematics problem-solving. The 3x3 factorial design was used for this study

The samples were 135 Prathomsuksa 5 students from Ban Nam Boa school, Nakhonsrithammarat, in the second semester of 1998. They were stratified random sampling into 3 different levels of intelligence (high, moderate and low) and then simple random sampling into 3 experimental groups, each group consisted of 45 students : 15 high level students, 15 moderate level students and 15 low level students.

An experimental groups I learned through tutorial type of multimedia.

An experimental groups II learned through drill and practice type of multimedia.

An experimental groups III learned through simulation type of multimedia.

The result of two-way analysis of variance on the posttest were as follows:-

1. The different intelligent level students who learned from different types of multimedia were not significant difference.
2. The different intelligent level students who learned from different types of multimedia were significant difference at .01 level.

คณะกรรมการควบคุมและกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิตวิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์วิญญา วิชาลาภรณ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์วิญญา วิชาลาภรณ์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์สมหวัง คุรุรัตน์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์พันธุ์ ดร.บุญชู ใจเชื้อกุล)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตวิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษาของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์)

วันที่ ๐๐ เดือน มีนาคม พุทธศักราช ๒๕๔๓

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก กองทุน รศ.ชม ภูมิภาค



ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ปรากฏเป็นเล่มสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยต้องกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต ประธานกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ รศ.วิญญา วิชาลาภรณ์ กรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ รศ.ดร.สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยี การศึกษา รศ.สมหวัง คุรุรัตน์ พ.ต.ดร.บุญชู ใจซื่อกุล กรรมการสอบปริญญานิพนธ์และ คณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ทุกท่าน ที่กรุณาให้กำลังใจและให้คำปรึกษา

ขอขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญกรุณาตรวจเครื่องมือในการวิจัย ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์ รองคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช อาจารย์สมพร เรืองอ่อน ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช ดร.ประยูร ส่งสิริฤทธิกุล ศูนย์ชินโครตรอนแห่งชาติ มหาวิทยาลัยสุรนารี อาจารย์สวัสดิ์ ถาวรพล ศึกษา นิเทศก์ 7 สปอ.ร่อนพิบูลย์ สปจ.นครศรีธรรมราช อาจารย์อุทัย เพชรช่วย อาจารย์ 3 ระดับ 8 ร.ร.วัดทอง สปอ.ร่อนพิบูลย์ สปจ.นครศรีธรรมราช อาจารย์อดิศร แก้วเซ่ง นักวิชาการ 6 สำนักงานศึกษาธิการ อำเภอมะเมือง จังหวัดตรัง

ขอขอบพระคุณ ดร.ชนิษฐา รุจิโรจน์ ดร.มนต์ชัย เทียนทอง ผู้ริเริ่มประสิทธิ์ ประสาทความรู้คอมพิวเตอร์และการผลิตมัลติมีเดียแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณอาจารย์นิภา จิตสมบูรณ์ อาจารย์ประจำห้องปฏิบัติการและนักเรียน โรงเรียนบ้านน้ำบ่อ สปอ.เชียรใหญ่ สปจ.นครศรีธรรมราช เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และคณะครูโรงเรียนบ้านหนองมาก สปอ.ร่อนพิบูลย์ สปจ.นครศรีธรรมราช พี่ เพื่อน น้อง เทคโนโลยีการศึกษา ปี'38 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่ให้กำลังใจเสมอมา

คุณความดีอันพึงเกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณต่อผู้วิจัยทุกท่าน

สุภาภรณ์ สุดเอียด

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	7
	ความสำคัญของการวิจัย	8
	ขอบเขตของการวิจัย	8
	นิยามศัพท์เฉพาะ	9
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย	12
	ความหมายของมัลติมีเดีย	12
	องค์ประกอบของระบบมัลติมีเดีย	13
	อุปกรณ์สำหรับมัลติมีเดีย	14
	ประเภทของมัลติมีเดีย	18
	รูปแบบของการนำเสนอมัลติมีเดีย	20
	การพัฒนาโปรแกรมมัลติมีเดีย	26
	รูปแบบมัลติมีเดียที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้	28
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย	40
	ประโยชน์ของมัลติมีเดีย	42
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์	
	หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)	43
	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	46
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์	47
	ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์	48
	ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของกาเย่	49
	การสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	52
	ความหมายของสติปัญญา	64

ทฤษฎีทางสถิติปัญหา.....	65
งานวิจัยที่เกี่ยวกับมัลติมีเดียและความสามารถทางสถิติปัญหา	70
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	72
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	73
การสร้างเครื่องมือในการทดลอง	74
การดำเนินการทดลอง	90
การวิเคราะห์ข้อมูล	92
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	95
สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล	95
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	96
5. สรุปผลอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	103
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	103
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	103
การทดลอง	103
เครื่องมือในการทดลอง	104
วิธีดำเนินการทดลอง	105
สรุปผลการวิจัย	106
การอภิปรายผล	107
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้	108
ข้อเสนอแนะทั่วไป	109
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	110
บรรณานุกรม	111
ภาคผนวก	123
ประวัติผู้วิจัย	133

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แสดงกระบวนการออกแบบบทเรียนตามทฤษฎีการเรียนรู้.....	24
2	จำนวนกลุ่มทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ 3 x 3 Factorial Design.....	91
3	แบบแผนการทดลองแบบ 3 x 3 Factorial Design.....	92
4	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียทั้ง 3 รูปแบบ	97
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของคะแนนจากแบบทดสอบ.....	98
6	วิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่โดยการวิเคราะห์แบบนิวส์แมน-คูลส์ของนักเรียน ที่มีระดับสติปัญญาต่างกันที่ใช้มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่.....	99
8	วิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่โดยการวิเคราะห์แบบนิวส์แมน-คูลส์ของนักเรียน ที่มีระดับสติปัญญาต่างกันที่ใช้มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ.....	99
9	วิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่โดยการวิเคราะห์แบบนิวส์แมน-คูลส์ของนักเรียน ที่มีระดับสติปัญญาต่างกันที่ใช้มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง.....	100

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	รูปแบบเส้นตรง (Linear Progression)	20
2	รูปแบบอิสระ (Freeform, Hyper jumping)	21
3	รูปแบบวงกลม (Circular Path).....	21
4	แผนภูมิแสดงโครงสร้างหลักสูตรคณิตศาสตร์	45
5	แผนภูมิการสอนแบบวิเคราะห์.....	60
6	การเสนอชื่อเรื่อง ในชั้นเร้าความสนใจตามกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่	76
7	การแสดงวัตถุประสงค์บทเรียน ในชั้นบอกรัตถุประสงค์การเรียนรู้ตาม กระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่	76
8	ตัวอย่างแสดงการทบทวนความรู้ ในชั้นทบทวนตามกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่.....	77
9	ตัวอย่างการเสนอเนื้อหาใหม่ในชั้นการเสนอเนื้อหาใหม่ตามกระบวนการเรียน การสอน 9 ขั้นของกาเย่.....	78
10	ตัวอย่างการชี้แนวทางการเรียนรู้ ในชั้นชี้แนวทางการเรียนรู้ตาม กระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่	79
11	ตัวอย่างการกระตุ้นการตอบสนอง ในชั้นการกระตุ้นการตอบสนองตาม กระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่.....	80
12	ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับ ในชั้นการให้ข้อมูลย้อนกลับตามกระบวนการ เรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่	81
13	รูปแบบการนำเสนอ 멀티มีเดียแบบวงกลม ในมัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่	81
14	ตัวอย่างการเสนอเนื้อหาใหม่ด้วยข้อความ ในมัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ	83
15	ตัวอย่างการใช้ปุ่มควบคุมการโต้ตอบบทเรียนแบบกดปุ่ม ในแบบฝึกทักษะ แบบจำแนกโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	84

16	ตัวอย่างการใช้ปุ่มควบคุมการโต้ตอบบทเรียนแบบเลือกตอบ ในแบบฝึกทักษะวิเคราะห์ห้องค์ประกอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	84
17	ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนตามกระบวนการเรียนรู้ 9 ขั้นของกาเย่	84
18	รูปแบบการนำเสนอของมัลติมีเดียแบบวงกลม ในแบบฝึกทักษะ	85
19	รูปแบบการนำเสนอของมัลติมีเดียแบบวงกลม ในแบบสถานการณ์จำลอง.....	86
20	กราฟค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มระดับสติปัญญา.....	97



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การนำสื่อประสม (Multimedia Approach) ใช้ในการจัดการเรียนการสอน หมายถึง การนำเอาสื่อการสอนหลายชนิดมาใช้ร่วมกันอย่างมีระบบ เพื่อมุ่งหมายให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนจากยึดครูผู้สอนเป็นแหล่งความรู้มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เรียนจากแหล่งความรู้จากสื่อประเภทต่าง ๆ โดยอาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และได้ตรวจสอบผลการเรียนของตนเอง มีการเสริมแรงให้ผู้เรียนได้เกิดความภาคภูมิใจที่ตนเองทำได้ถูกต้อง เสริมสร้างกำลังใจที่จะเรียนต่อไปเพื่อปรับปรุงผลการเรียนให้ดีขึ้น การสอนโดยใช้สื่อประสมจึงเป็นการใช้ยุทธศาสตร์พื้นฐานที่ใช้สื่อหลาย ๆ ชนิด เพื่อให้ประสบการณ์การเรียนรู้หลายแบบ เป็นการเสริมแรงจิตใจในการเรียนรู้ การใช้สื่อเพื่อเป็นการเสริมแรงในการเรียนรู้เป็นเรื่องสำคัญและมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้มาก ยิ่งผู้เรียนได้แสดงตอบต่อสิ่งเร้าได้อย่างถูกต้อง ได้รับรู้ด้วยประสาทสัมผัสมาทุกเท่าใดยิ่งทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2528 : 292-293 , กรมวิชาการ.2534 :4)

ปัจจุบันสื่อการสอนและเทคโนโลยีการศึกษาได้พัฒนามากขึ้น มีการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนที่เรียกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน(Computer Assisted Instruction) ซึ่งความสามารถของคอมพิวเตอร์ ได้รวมคุณสมบัติเด่นและข้อดีของสื่อต่าง ๆ ไว้ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวเท่านั้น เช่น สามารถให้ทั้งภาพและเสียง สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนรู้ลึกซึ้งขึ้น เรียนรู้อย่างสนุกสนาน ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง รู้จักรับผิดชอบ เพราะเป็นการเรียนรู้อย่างอิสระไม่มีการบังคับเป็นการเรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคลและผู้เรียนสามารถจะทราบผลข้อมูลย้อนกลับหลังเรียนได้ทันที จึงเป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม (กิดานันท์ มลิทอง. 2536:187,นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531:41-42, ขนิษฐา ชานนท์. 2532 :8, Alessi and Trollip. 1991:5)

คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (Computer Assisted Instruction) ได้รับการพัฒนาความสามารถในการนำเสนอให้มีความน่าสนใจเพิ่มมากขึ้น รูปแบบการนำเสนอที่เหมือนจริง เช่น ตัวอักษร ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวมีสีสันสวยงาม เสียงดนตรี เสียงบรรยายประกอบ การนำเสนอที่เข้าใจ การพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นนี้เรียกว่า มัลติมีเดีย ซึ่งระบบนี้ทำให้การเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนได้รับความสนใจมากขึ้น เหมาะสมกับการเรียนการสอนรายบุคคลที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาตามความสามารถ ความถนัดและโอกาสของแต่ละบุคคล การเรียนรู้จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐานและความสามารถของผู้เรียน (Stolurow. 1971) มัลติมีเดียมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนหลายประการ (Kozma.1991 : 201, Park and Hanafin.1993) ดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหาจับใจ แทนที่ผู้เรียนจะเปิดหนังสือบทเรียนที่ละหน้าก็ดัดเป็นพิมพ์คอมพิวเตอร์เพื่อเลือกบทเรียนแทน
2. คอมพิวเตอร์สามารถเสนอรูปภาพเคลื่อนไหว ซึ่งมีประโยชน์มากต่อบทเรียนที่มีภาพสลับซับซ้อนหรือเหตุการณ์ที่ควรเน้น
3. สามารถเก็บข้อมูลเนื้อหาได้มากกว่าหนังสือหลายเท่า เช่น CD-ROM 1 แผ่น เก็บข้อมูลได้ 6800 ล้านตัวอักษร ส่วนหนังสือ 1 เล่ม จำนวน 300 หน้า มีตัวหนังสือประมาณสามแสนถึงสี่แสนตัว ดังนั้น CD-ROM 1 แผ่น จะเก็บหนังสือได้ประมาณ 200 เล่ม
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ สามารถบันทึกผลการเรียนประเมินผลการเรียนซ้ำ ๆ หลายครั้งโดยไม่จำกัด
5. สามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่าง ๆ ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา ทำให้เกิดการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
6. เสียง (Sound) เป็นการนำเสียงประกอบในการนำเสนอ เช่น เสียงบรรยาย เสียงดนตรี เสียงจากธรรมชาติ เพื่อประกอบการนำเสนอที่เหมือนจริง
7. การปฏิสัมพันธ์ (Interactive) เป็นคุณสมบัติที่มีความโดดเด่นกว่าสื่ออื่นที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับสื่อได้ด้วยตัวเอง และมีโอกาสเลือกที่จะเข้าสู่ส่วนใดส่วนหนึ่งของการนำเสนอเพื่อศึกษาได้ตามความพอใจ

โปรแกรมมัลติมีเดียเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้นและนำมาใช้ในการฝึกอบรม (Computer Based Training) ต่อมาได้มีการนำมาใช้ในระบบการเรียนการสอน เช่น โปรแกรมพัฒนาภาษา โปรแกรมการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โปรแกรมทบทวนสำหรับเด็ก ฯลฯ แบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ 3 รูปแบบ (Frater and Paulissen.1994 : 5-16; Linda. 1995.:6-8) ดังนี้

1. มัลติมีเดียเพื่อฝึกอบรมตนเอง (Self Training) เป็นโปรแกรมการศึกษาที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาตัวเองในด้านทักษะต่าง ๆ มีการนำเสนอ (Presentation) หลายรูปแบบ เช่น การฝึกหัด (Drill and Practice) แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นต้น เน้นการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นสื่อที่สมบูรณ์ทั้งการสอน การฝึกและการประเมินผล ผู้ใช้สามารถศึกษาได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องมีครูผู้สอน

2. มัลติมีเดียช่วยการสอน (Assisted Instruction) โปรแกรมการศึกษาที่สร้างขึ้น เพื่อช่วยการให้ข้อมูลหรือใช้ประกอบการสอนเนื้อหาต่าง ๆ เป็นต้น หรือใช้เป็นสื่อในการศึกษาเพิ่มเติม เป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน ในโปรแกรมอาจจะสร้างเป็นรูปแบบไฮเปอร์เท็กซ์ ให้สามารถโยงเข้าสู่รายละเอียดที่นำเสนอไว้ ช่วยในการค้นคว้าง่ายขึ้น

3. มัลติมีเดียแบบบันเทิง (Edutainment) โปรแกรมการศึกษาที่ประยุกต์ความบันเทิงเข้ากับความรู้รูปแบบเกม (Games) หรือ การเสนอความรู้ในลักษณะเกมสถานการณ์จำลอง (Games Simulation) หรือการนำเสนอเป็นเรื่องสั้น (Mini Series) เป็นต้น

ผลการวิจัยพัฒนาและศึกษาการใช้มัลติมีเดียในรูปแบบต่าง ๆ กับกลุ่มตัวอย่างหลายระดับของนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่น่าสนใจ เช่น

งานวิจัยของบราวน์ (Brown. 1993) ที่ออกแบบและพัฒนาบทเรียนแบบสอนเนื้อหาใหม่สอนฟังก์ชันพื้นฐานต่าง ๆ ในการเรียนแคลคูลัส พบว่า การให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนแบบสอนเนื้อหาใหม่ ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะพื้นฐานการเรียนฟังก์ชันต่าง ๆ ในแคลคูลัสได้ดีและนักเรียนนำความรู้ที่ได้เรื่องพื้นฐานแคลคูลัสประยุกต์สู่การเรียนรู้คณิตศาสตร์ขั้นสูงและวิชาวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย

การวิจัยของโรโย (Royo.1995) ศึกษาผลการใช้บทเรียนแบบมัลติมีเดียสอนเนื้อหาใหม่เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพื่อศึกษาการสรุปความคิดรวบยอดและความเชื่อมโยงความสัมพันธ์สู่การเรียนรู้เรขาคณิตอื่น ๆ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า บทเรียนมัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ช่วยให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดได้ดีขึ้นและส่งผลให้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

ผลการวิจัยแบบฝึกทักษะพื้นฐานคณิตศาสตร์ที่ต่างกัน 2 รูปแบบ คือ การฝึกทักษะด้วยบทเรียนจากคอมพิวเตอร์และการฝึกจากการเรียนแบบปกติและทำแบบฝึกหัดของนักเรียนมัธยมศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะด้วยคอมพิวเตอร์มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกจากการสอนแบบปกติและสนุกกับการฝึกประกอบที่มีสีสันสวยงาม (Hick.1996) การฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและมีการทดสอบระบบออนไลน์กับการทดสอบด้วยกระดาษคำตอบของนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ พบว่า การฝึกด้วยแบบฝึกบนจอคอมพิวเตอร์และทดสอบระบบออนไลน์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ แต่การทดสอบที่แตกต่างทั้งสองระบบ ไม่มีผลต่อคะแนนสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Shiah.1995) การใช้บทเรียนมัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อสอนเรื่องทักษะการบวก โดยกำหนดเนื้อหา เรื่อง เวลา การใช้เงิน สำหรับนักเรียนเกรด 1 เปรียบเทียบกับการสอนด้วยแบบฝึกหัดของครู จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียนที่เรียนจากสถานการณ์จำลองพัฒนาทักษะการบวกได้ดีกว่านักเรียนที่พัฒนาทักษะด้วยแบบฝึกหัดของครู มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์อีกด้วย (Gibbon.1994)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้มัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอน จะเห็นได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสามารถพัฒนาทักษะต่าง ๆ และช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน ทั้งมัลติมีเดียสามารถสร้างได้หลายรูปแบบ ทำให้ผู้เรียนสนใจและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนมากขึ้น

จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) กำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาบังคับ ประกอบด้วยเนื้อหาหลายเนื้อหาแต่ละเนื้อหา ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยมากมาย เป็นเครื่องมือการเรียนรู้และพัฒนาทักษะให้เข้าใจและนำไปสู่การดำรงชีวิตที่ดีในสังคมได้ (กรมวิชาการ. 2534 :81)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งใน 4 สาขาวิชาที่สามารถส่งเสริมการพัฒนาการทางสมอง ให้เด็กนักเรียนมีทักษะพื้นฐานในการคิดคำนวณ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร และทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ช่วยให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลตามหลักวิทยาศาสตร์ ให้มีความคิดสร้างสรรค์ รอบคอบถี่ถ้วน มีไหวพริบ คิดเป็น ทำเป็น รู้จักนำความรู้ ไปใช้แก้ปัญหาและมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมในชีวิตประจำวัน สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ซึ่ง

เป็นรากฐานสำคัญของวิทยาการหลายสาขา เช่น วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, วิศวกรรม, สังคมศาสตร์, การแพทย์ ฯลฯ

หน่วยศึกษานิเทศก์ สปจ. นครศรีธรรมราช (2538 : 14-15) รายงานผลการประเมินคุณภาพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับจังหวัด กลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60.98 และเมื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้ากลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ประเมินรายสมรรถภาพ ประจำปีการศึกษา 2537-2538 ระดับจังหวัด เปรียบเทียบจากคะแนน 10 พบว่า

1. ทักษะความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ 5.63 มีอัตราความก้าวหน้า -0.07
2. ทักษะในการคิดคำนวณ 6.26 มีอัตราความก้าวหน้า 0.66
3. ทักษะในการคิดเลขเร็ว 7.23 มีอัตราความก้าวหน้า 0.95.
4. ทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา 5.72 มีอัตราความก้าวหน้า -0.34
5. ทักษะการปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ 7.14 มีอัตราความก้าวหน้า -0.56

จากรายงานข้างต้น สภาพการเรียนรู้การสอนวิชาคณิตศาสตร์ การแก้โจทย์ปัญหาเป็นทักษะที่มีผลการเรียนการสอนไม่เป็นที่น่าพอใจ ปัญหาที่พบในการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาระดับประถมศึกษา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และตีความหมายของโจทย์ปัญหาได้ ครูไม่มีพื้นฐานทางการสอนคณิตศาสตร์ ขาดทักษะในการใช้คำถาม ส่วนใหญ่สอนโดยใช้วิธีลัด ไม่สอนให้นักเรียนรู้จักขั้นตอนก่อน จึงไม่สามารถสร้างทักษะพื้นฐานที่จะนำไปสู่การพัฒนาทักษะแก้โจทย์ปัญหาอย่างถูกต้องได้ ทักษะพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหา เช่น ทักษะการแปลความหมายโจทย์ ทักษะการคิดคำนวณ ในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาให้เกิดกับนักเรียนได้ จึงทำให้ไม่บรรลุเป้าหมายสูงสุดในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (อิศเรศ พิพัฒนามงคลพร. 2535:4-5)

ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เป็นทักษะความสามารถของแต่ละบุคคลที่ใช้ความรู้ ความคิด ทักษะและความเข้าใจปัญหาต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยในการพิจารณาโครงสร้างของปัญหา เพื่อหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดไปและบรรลุจุดหมายที่ต้องการ (คนธรส รสหวาน. 2539:18) นอกจากการพัฒนาการสอนโจทย์ปัญหาด้วยเทคนิคการสอนต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพในการสอนสูงแล้ว ระดับสติปัญญาของนักเรียนแต่ละคนมีผลต่อความสามารถในการเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เช่นกัน ส่วนใหญ่เราแบ่งระดับสติปัญญาของนักเรียนด้วยระดับความสามารถทางสมอง โดยดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ของบุคคล ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านความรู้ความชำนาญและด้าน

อารมณ์ ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนแสดงถึงความถนัดทางการเรียนในแต่ละด้านของนักเรียน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงเป็นนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่ง นักเรียนที่มีระดับผลที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางเป็นนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเป็นนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อน (Bloom.1981) จากการศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 2 ตัวแปร คือ ตัวแปรที่ส่งผลทางตรงในการเรียน เช่น ความถนัดทางการเรียน ประกอบด้วยความถนัดเรื่องจำนวนและความถนัดทางภาษา (Johnson. 1978 : 2854-A; Mithchell. 1975: 3388 –A; Edward. 1983: 420 -A) และตัวแปรที่ส่งผลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ เจตคติในการเรียน (Francies.1971 :1333-A; พิสิทธิ์ มณีไทย. 2534) ความตั้งใจเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Russell. 1969 : 263 ; Putty. 1980 : 5018-A;Smith. 1983: 444-A)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียของกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มัลติมีเดียสามารถนำเสนอความรู้ด้วยเทคนิคที่น่าสนใจหลายแบบทั้งภาพและเสียง มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับนักเรียนภายใต้การควบคุมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวอย่างสมบูรณ์เป็นระบบ สามารถสร้างความสนใจ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยเลือกรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่เหมาะสมจะใช้ในการเรียนการสอนรายบุคคล มาเพื่องานวิจัยครั้งนี้ 3 รูปแบบ ได้แก่

1. มัลติมีเดียแบบศึกษาเนื้อหาใหม่หรือสอนเสริม (Tutorial) มีรูปแบบการเสนอเนื้อหาความรู้ด้วยวิธีสอนแบบต่าง ๆ มีขั้นตอนการสอนคล้ายกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนขั้นนี้ให้ผู้ออกแบบบทเรียนต้องเลือกหลักการและวิธีสอนมาใช้ตามความเหมาะสมกับเนื้อหา มัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นสามารถช่วยการสอนของครูผู้สอนได้ในเนื้อหาวิชาที่เป็นนามธรรมอย่างวิชาคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจง่ายขึ้นและสำหรับนักเรียนที่เรียนช้าหรืออาจจะขาดเรียนในเนื้อหานั้น ๆ (Alessi and Trollip.1991: 17-87) งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้กระบวนการเรียนรู้ 9 ขั้นของกาเย่ (Gagne'.1985)

2. มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ (Drill and practice) มีรูปแบบการเสนอกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกหัด ได้ทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว เพื่อช่วยในการจดจำเนื้อหาหรือเป็นการฝึกทักษะในสิ่งที่ได้เรียนจากบทเรียน การออกแบบบทเรียนผู้ออกแบบต้องทราบจุดประสงค์ในการฝึก และเลือกรูปแบบที่เหมาะสมในการฝึกทักษะนั้น ๆ เช่น การฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ ฝึกทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะอย่างเต็มที่ ให้ผู้เรียนได้ตอบสนองโดยร่วมคิดหาคำตอบหรือแบบฝึกปฏิบัติ และเสริมแรงด้วยการให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนทันที เพื่อให้ผู้เรียนทราบผลการฝึกและช่วยอธิบายความรู้เพิ่มเติมให้เข้าใจยิ่งขึ้น ให้โอกาสแก่ผู้เรียนเรียนรู้และเข้าใจวิธีคิดจากการได้ฝึกหลาย ๆ ครั้งและสม่ำเสมอ (Alessi and Trollip. 1991 :91-117) งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบการฝึกด้วยแบบฝึกแบบเลือกตอบ แบบเติมคำ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ฝึกการเขียนประโยคสัญลักษณ์ ฝึกทักษะการคำนวณ ฝึกสร้างโจทย์ปัญหา เป็นต้น

3. มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) มีรูปแบบการเสนอสถานการณ์ให้ผู้เรียนสามารถศึกษาความรู้ ทักษะต่าง ๆ โดยผู้ออกแบบต้องเลือกรูปแบบของสถานการณ์จำลอง (The Simulation Model) เลือกวิธีการสร้างสถานการณ์จำลอง (Methods of Simulation) มาใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและความมุ่งหมาย เพื่อได้โดยง่ายสอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้สอน เช่น กำหนดสถานการณ์เป็นปัญหาให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหาและตัดสินใจแก้ปัญหาจากข้อมูลที่กำหนดให้ในบทเรียนมีการป้อนคำถาม ผู้ออกแบบต้องเสนอส่วนที่เป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องเนื้อหาซึ่งสร้างในรูปแบบไฮเปอร์เท็กซ์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้สนใจศึกษามลการใช้มัลติมีเดีย 3 รูปแบบในการเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับสติปัญญาต่างกัน 3 ระดับ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างมัลติมีเดียที่ต่างกัน 3 รูปแบบ ใช้สอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพ 3 ชุด

2. เพื่อศึกษามลการใช้มัลติมีเดียการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน 3 รูปแบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับสติปัญญาต่างกัน 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคุณภาพไว้ใช้สอน จำนวน 3 ชุด 3 รูปแบบ

2. ผลการใช้มัลติมีเดียต่างกัน 3 รูปแบบ นำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน
ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านน้ำบ่อ สปอ. เขียวใหญ่ สปจ.นครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 170 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านน้ำบ่อ สปอ. เขียวใหญ่ สปจ.นครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 135 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามระดับ สติปัญญา เก่ง ปานกลาง อ่อน ดังนี้

2.1 กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนรายบุคคลและรายกลุ่ม จำนวน 18 คน

2.2 กลุ่มทดลองเพื่อประเมินหาประสิทธิภาพและประเมินผลบทเรียน จำนวน 135 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1. รูปแบบมัลติมีเดีย 3 รูปแบบ

3.1.1.1 มัลติมีเดียโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบสอนเนื้อหาใหม่

3.1.1.2 มัลติมีเดียโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบฝึกทักษะ

3.1.1.3 มัลติมีเดียโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบสถานการณ์จำลอง

3.1.2 ระดับสติปัญญาของนักเรียน 3 ระดับ ได้แก่ เก่ง ปานกลาง อ่อน

3.2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

4. เนื้อหา ที่ใช้ในการสร้างบทเรียนมัลติมีเดียชุด โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามโครงสร้างหลักสูตรคณิตศาสตร์ หลักสูตรประถมศึกษา พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

4.1 โจทย์ปัญหาทางจำนวน มีเนื้อหาเกี่ยวกับ

4.1.1 โจทย์ปัญหาคณิยม

4.1.2 โจทย์ปัญหาเศษส่วน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ หมายถึง โปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อนำเสนอเนื้อหาโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การอ่านเพื่อความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อหาความสัมพันธ์ของปัญหา การเขียนประโยคสัญลักษณ์ ทักะการคำนวณ การสร้างโจทย์ปัญหา ตามกระบวนการสอนของกาเย่ 9 ขั้น

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบฝึกปฏิบัติ หมายถึง โปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้น เพื่อนำเสนอเนื้อหาโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบการฝึกด้วยแบบฝึกคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหา ให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์โจทย์ปัญหาจากการอ่าน ฝึกการเขียนประโยคสัญลักษณ์ ฝึกทักะการคำนวณ ฝึกสร้างโจทย์ปัญหา เป็นต้น

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสถานการณ์จำลอง หมายถึง โปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อเสนอสถานการณ์จำลองนำเสนอความรู้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ การอ่านเพื่อความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาจากการอ่านเพื่อหาความสัมพันธ์ของปัญหา การเขียนประโยคสัญลักษณ์ ทักะการคำนวณ การสร้างโจทย์ปัญหา เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ปัญหาที่กำหนดให้การเลือกทางแก้ไขปัญหา ฝึกทักะการแก้ปัญหและเรียนรู้วิธีการคิดการคำนวณจากสถานการณ์ในบทเรียน

4. ผลการใช้ หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) แบ่งได้เป็น 4 พฤติกรรม

4.1 ความรู้ ความจำเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญห

4.1.1 นักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร

4.1.2 นักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

4.2 ความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญห

4.2.1 นักเรียนสามารถอ่านและวิเคราะห์หาเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาได้

4.2.2 นักเรียนสามารถกำหนดทางเลือกในการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้องได้

4.3 การนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาไปใช้

4.3.1 นักเรียนสามารถนำวิธีการคิดคำนวณมาคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้องได้

4.3.2 นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง

5 ระดับสติปัญญา หมายถึง ระดับคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยดูจากคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ผ่านมา แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| 5.1 ระดับสติปัญญาเก่ง | มีคะแนนอยู่ในระดับเกรด 3.01 - 4.00 |
| 5.2 ระดับสติปัญญาปานกลาง | มีคะแนนอยู่ในระดับเกรด 2.01 - 3.00 |
| 5.3 ระดับสติปัญญาอ่อน | มีคะแนนอยู่ในระดับเกรด 1.00 - 2.00 |



เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเป็นพื้นฐานประกอบงานวิจัยโดยแบ่งหัวข้อเนื้อหา ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย

- 1.1 ความหมายของมัลติมีเดีย
- 1.2 องค์ประกอบของมัลติมีเดีย
- 1.3 ประเภทของมัลติมีเดีย
- 1.4 รูปแบบการนำเสนอมัลติมีเดีย
- 1.5 การพัฒนาโปรแกรมมัลติมีเดีย
- 1.6 ประโยชน์ของมัลติมีเดีย
- 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวกับมัลติมีเดีย

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

- 2.1 โครงสร้างหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์
- 2.2 การสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.2.1 ทฤษฎีจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.2.2 โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสติปัญญา

- 3.1 ความหมายของความสามารถ
- 3.2 สติปัญญา
- 3.3 ทฤษฎีทางสติปัญญา
- 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับมัลติมีเดียและความสามารถทางสติปัญญา

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และโปรแกรมซอฟต์แวร์ในระยะแรก ๆ ออกมาในรูปแบบของตัวอักษรเพียงอย่างเดียว ในปี พ.ศ. 2523 เริ่มใช้โปรแกรมการพิมพ์ชื่อ PageMaker และมีการนำเสนอกราฟิกแทนข้อความมากขึ้น มีการพัฒนามาใช้โปรแกรมที่เรียกว่า ไฮเปอร์การ์ด (Hypercard) ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แมคอินทอชขึ้นในปี พ.ศ. 2533 ต่อมาเริ่มมีการพัฒนาโปรแกรมมัลติมีเดียสมบูรณ์ยิ่งขึ้นภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์

ความหมายของมัลติมีเดีย

คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาให้มีความน่าสนใจจากการนำเสนอแบบเดิม โดยเพิ่มเทคนิคการเสนอภาพและข้อความ ภาพเคลื่อนไหวด้วยสีเส้นสวยงามและเสียงไปพร้อม ๆ กัน ทำให้บทเรียนตื่นเต้นและน่าสนใจ ทำให้การเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์มีชีวิตชีวามากขึ้น มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของมัลติมีเดีย ไว้ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2538 : 86) ให้ความหมายของมัลติมีเดียว่าหมายถึง สื่อหลายแบบ

กรีน (Green, 1993) ให้ความหมายมัลติมีเดีย หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์มาควบคุมสื่อต่าง ๆ เพื่อให้ทำงานร่วมกัน เช่น การสร้างโปรแกรมเพื่อนำเสนอที่เป็นข้อความ ภาพเคลื่อนไหว หรือมีเสียงบรรยายประกอบสลับกับเสียงดนตรี สร้างบรรยากาศให้น่าสนใจ เป็นสื่อที่เข้ามามีในระบบมีทั้งภาพและเสียงพร้อม ๆ กัน โดยการนำเสนอเนื้อหา วิธีการเรียนและการประเมินผล

เฟรเทอร์และพอลลิสเซน (Frater and Paulissen, 1994 : 3) กล่าวว่า มัลติมีเดีย หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์รวมสื่อและควบคุมอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิด เช่น จอคอมพิวเตอร์ เครื่องเล่นวีดิโอแบบเลเซอร์ดิสก์ เครื่องเล่นแผ่นเสียงจากแผ่นซีดี เครื่องสังเคราะห์คำพูดและเสียงดนตรี เพื่อสื่อความหมายบางประการ

ธนพัฒน์ ถึงสุข และชเนนทร์ สุขวารี (2538) ให้ความหมายมัลติมีเดียว่า หมายถึง การรวมการทำงานของไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext), เสียง (Sound), ภาพเคลื่อนไหว (Animation), ภาพนิ่ง (Still Image), และวีดิโอ (Video) มาเชื่อมต่อกันโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ จากที่นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายมัลติมีเดียไว้สอดคล้องกัน พอจะสรุปได้ว่า มัลติมีเดียเป็นสื่อที่สามารถสื่อสารได้ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยายและเสียงดนตรีประกอบ ทำให้การเรียนการสอนและการนำเสนองานมีชีวิตชีวา ภายใต้การทำงานโดยเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวเท่านั้น

องค์ประกอบของระบบมัลติมีเดีย

มัลติมีเดีย เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่รวมความสามารถหลาย ๆ ด้าน ช่วยสร้างความน่าสนใจในสื่อ มีทั้งระบบการนำเสนอภาพและเสียงพร้อม ๆ กัน ช่วยลดปริมาณงานที่เป็นเอกสารเพิ่มระบบการค้นหาคำที่เป็นระบบในงานเอกสารที่เรียกว่า Hypertext เพิ่มความมีชีวิตชีวาในงาน (Sound and Animation) ฉะนั้น มัลติมีเดียจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ (Hall.1996.) ดังนี้

1. ข้อความ (Text) หมายถึง ตัวหนังสือและข้อความที่สามารถสร้างได้หลายรูปแบบหลายขนาด การออกแบบให้ข้อความเคลื่อนไหวให้สวยงาม แปลกตาและน่าสนใจได้ตามต้องการ สามารถสร้างข้อความให้มีการเชื่อมโยงกับคำสำคัญอื่น ๆ ซึ่งอาจเน้นคำสำคัญเหล่านั้นด้วยสี หรือขีดเส้นใต้ ที่เรียกว่า ไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ซึ่งสามารถทำได้โดยการเน้นสีตัวอักษร (Heavy Index) เพื่อให้ผู้ใช้ทราบตำแหน่งที่จะเข้าสู่คำอธิบายเพิ่มเติม ทั้งนี้คำอธิบายเหล่านั้น อาจสร้างไว้ในรูปแบบที่น่าสนใจ เช่น Pop-up Boxes, Animation, Video, Sound, etc.,

2. เสียง (Sound) เป็นการนำเสียงประกอบในการนำเสนอ เช่น เสียงดนตรี เสียงบรรยาย เสียงจากธรรมชาติ เพื่อประกอบการนำเสนอที่เหมือนจริง และให้ผู้ชมรู้สึกว่าได้อยู่ในเหตุการณ์จริง

2.1 เสียง ในระบบมัลติมีเดียเป็นสัญญาณดิจิทัล หมายถึง การนำเอาสัญญาณเสียงต่อเนื่องที่เรียกว่า "อนาล็อก" เปลี่ยนเป็นสัญญาณ "ดิจิทัล" โดยการสุ่มเป็นช่วง ๆ แล้วเก็บค่าความแรงของสัญญาณเป็นตัวเลข แล้วนำไปบันทึกแล้วตัดต่อเข้ากับข้อมูลปกติ อัตราการสุ่มเสียง เรียกว่า Sampling rate ซึ่งหมายถึง จำนวนครั้งในการอ่านสัญญาณเสียงต่อวินาที จำนวนบิตที่ใช้เก็บค่าสัญญาณแต่ละค่าที่ได้จากการสุ่มแต่ละครั้ง เรียกว่า Sampling size ระบบมัลติมีเดียโดยทั่วไป มี Sampling size ให้เลือก 3 ค่า เช่น 11.05 kHz, 22.05 kHz, 44.1 kHz ใช้ Sampling size เท่ากับ 8 บิตหรือ 16บิต ที่เป็นมาตรฐานของ CD-DA (Compact Disc-Digital Audio) คือ 16 บิต Sampling size 44.1 kHz ซึ่งเชื่อว่าให้เสียงได้ทุกเสียงเท่าที่ความสามารถของมนุษย์ทุกคนจะได้ยิน

2.2 แฟ้มเสียง เสียงดิจิทัลที่บันทึกด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์แมคอินทอช นิยมใช้ชื่อแฟ้มลงท้ายด้วย .AIF หรือ .SND ส่วนในระบบบวินโดวส์ .WAF แฟ้มเสียงที่เกิดจากเครื่องดนตรีสังเคราะห์ที่มีระบบมิดี้จะลงท้ายไฟล์ด้วย .MIDI ย่อมาจาก (Musical Instrument Digital Interface) เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1980 เพื่อสังเคราะห์เสียงดนตรีจากผู้ผลิตหลายยี่ห้อ สามารถติดต่อกันโดยส่งสัญญาณข้อมูลผ่านสายเคเบิล MIDI มีวิธี

การส่งภาษาดนตรีให้แกกันโดยการส่งตัวเลขระบุตัวโน้ต ลำดับของตัวโน้ต และเครื่องดนตรีที่กำเนิดตัวโน้ตนั้น ๆ โดยทั่วไปสามารถบันทึกข้อมูลจากมิดีเครื่องดนตรีโดยใช้ซอฟต์แวร์ Midisoft Studio for windows และเก็บข้อมูลไว้สามารถเล่นตามการสังเคราะห์เสียงขึ้นมาใหม่จากข้อมูลในแฟ้มมิดี ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลเสียงดนตรีได้ 16 ช่องสัญญาณและเล่นกลับได้ในช่องสัญญาณที่ต่างกัน ผู้ใช้สามารถอัดเสียงร้องเพลงและเสียงจากคีย์บอร์ดหรือดนตรีอื่น ๆ พร้อม ๆ กันเข้าไปใหม่

3. ภาพ (Picture) นำเสนอด้วยภาพวาด ภาพถ่าย หรือนำเสนอในรูปไอคอนแทน การเสนอภาพทั้งหมดในเวลาเดียวกัน ซึ่งไอคอนนี้ผู้ใช้สามารถเข้าไปสู่รายละเอียดทั้งหมดได้

3.1 ภาพนิ่ง (Still Picture) สามารถสร้างได้โดยใช้เครื่องสแกนภาพมาเก็บไว้หรือใช้โปรแกรมสำหรับสร้างภาพขึ้นมา เช่น โปรแกรมประเภท CAD 3D studio

3.2 ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) ภาพเคลื่อนไหวเกิดจากการนำภาพนิ่งที่ต่อเนื่องกันมาแสดงติดต่อกันด้วยความเร็วที่สายตาไม่สามารถจับได้ จำนวนภาพที่ใช้สำหรับทีวีโดยทั่วไป 30 ภาพต่อวินาที ภาพนิ่ง 1 ภาพ เรียกว่า 1 เฟรม เนื่องจากการสร้างภาพสีต้องใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมาก จึงได้มีการคิดค้นการบีบอัดสัญญาณภาพให้มีจำนวนหน่วยความจำน้อยลง เรียกว่า Video Compression หรือที่รู้จักกันดี คือ MPEG Moving Picture Expert Group ซึ่งสามารถบีบอัดได้ทั้งภาพและเสียง ระบบวิดีโอคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถใช้แผ่นซีดีรอมบันทึกภาพได้ทั้งเรื่อง ปัจจุบันนำมาใช้กับมัลติมีเดียพีซีในการดูภาพยนตร์

4. การปฏิสัมพันธ์ (Interactive) นับเป็นคุณสมบัติที่มีความโดดเด่นกว่าสื่ออื่นที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับสื่อได้ด้วยตนเอง และมีโอกาสเลือกที่จะเข้าสู่ส่วนใดส่วนหนึ่งของการนำเสนอเพื่อศึกษาได้ตามความพอใจ (Linda. 1995 : 5-7 ; Green. 1993)

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ พบว่า มัลติมีเดียมีองค์ประกอบหลัก 4 ประการ ได้แก่ ข้อความ เสียงประกอบ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่เหมือนจริงและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติของสื่อการสอนที่มีขีดความสามารถสูงประเภทหนึ่ง

อุปกรณ์สำหรับมัลติมีเดีย

มัลติมีเดียมีความสามารถในการรวบรวมความสามารถในการนำเสนอของสื่อต่างๆ ไว้ด้วยกันและควบคุมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่สำคัญในระบบมัลติมีเดีย มีดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ (Computer) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประมวลผลและควบคุมติดต่อแก้ไขข้อมูล รูปภาพ เสียง เช่น คอมพิวเตอร์ชนิดความเร็วสูง พวก RISC Workstation (Sun, Silicon Graphics, HP, IBMRS 6000, DEC station) Macintosh II CI ถ้าเป็นคอมพิวเตอร์แบบบุคคล (PC) จะมีมาตรฐานเฉพาะที่เรียกว่า MPC (Multimedia PC) ซึ่งจะมีมาตรฐานดังนี้

1.1 มาตรฐาน MPC คือ มาตรฐานต่ำสุดของเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับพีซีที่สามารถใช้กับงานมัลติมีเดียได้ มาตรฐานนี้กำหนดขึ้นโดยคณะกรรมการที่เป็นตัวแทนของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์มัลติมีเดียสำหรับพีซี เพื่อประกันว่าคอมพิวเตอร์ที่ได้มาตรฐานนี้สามารถเล่นซอฟต์แวร์มัลติมีเดียได้แน่นอน ซึ่งในระยะแรกกำหนดขึ้นมาในสมัยที่ CPU ราคาแพงมาก เรียกว่า MPC level 1 ต่อมาเมื่อพีซียาราคาถูกลงและผู้ใช้ต้องการคุณภาพของภาพ เสียงดีขึ้นก็ได้กำหนดมาตรฐานใหม่เป็นมาตรฐานขั้นต่ำที่สูงกว่าเดิม เรียกว่า MPC 2

- MPC level 1 กำหนดไว้ว่า พีซีที่จะใช้งานกับมัลติมีเดียได้ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - CPU 386SX-16 ขึ้นไป หน่วยความจำหลักอย่างน้อย 2MB (8MB) หรือมากกว่า
 - ฮาร์ดดิสก์ ต้องไม่ต่ำกว่า 30MB
 - CD-ROM Drive แบบความเร็วปกติ คือ ความเร็วที่สามารถรับส่งข้อมูลด้วย

ความเร็ว 150KB/Sec ความจุประมาณ 550 MB

- การ์ด VGA Video (4bit 16 สี)
- การ์ดเสียง (Sound card) ชนิด 8 บิต อัตราการสุ่มเสียง (Sampling rate) 22.05

kHz ลำโพง 1 คู่

- ซอฟต์แวร์ Microsoft Windows ที่มี Multimedia Extension Package

- MPC level 2 เพิ่มคุณสมบัติจากระดับ MPC 1 ดังนี้

- CPU 486SX ขึ้นไป ควรมีความเร็วอย่างน้อย 25 Mhz
- หน่วยความจำหลักอย่างน้อย 4 MB
- ฮาร์ดดิสก์ ต้องไม่ต่ำกว่า 160 MB

- CD-ROM Drive ต้องเป็นแบบ Double Velocity มีอัตราส่งข้อมูลความเร็ว 300 KB /Sec ความจุประมาณ 680 MB Access time 450 msec

- การ์ดเสียง (Sound card) ชนิด 16 บิต อัตราการสุ่มเสียง (Sampling rate)

44.1 kHz CD-quality

1.2 การ์ดเสียง (Sound Card) ทำหน้าที่สร้างเสียงแบบสเตอริโอทั้งเสียงพูดและเสียงดนตรี โดยเล่นกลับจากสัญญาณที่บันทึกไว้หรือสร้างขึ้นใหม่ สามารถบันทึกเสียงและเล่นกลับแบบสเตอริโอได้จากการสร้างเสียงใหม่ จากข้อมูลที่กำหนดให้เรียกว่า การสังเคราะห์เสียง การ์ดพวกนี้สามารถสังเคราะห์เสียงเลียนแบบเครื่องดนตรีได้ทุกชนิด การ์ดที่มีคุณภาพสูง จะมีไอซีช่วยการสังเคราะห์เสียงพูด (Voice Synthesizer) มีไอซีช่วยรู้จำเสียงพูด (Speech recognition) เมื่อประกอบกับซอฟต์แวร์จะสามารถเปลี่ยนข้อความเป็นเสียงพูดได้ (Text Speech)

1.3 วิดีโอการ์ด (Video Card) ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณภาพวิดีโอให้สามารถแสดงบนจอคอมพิวเตอร์ได้ ในขณะที่สัญญาณอนาล็อกส่งเข้าจอภาพทีวี โดยไม่ต้องใช้หน่วยความจำแบบฮาร์ดดิสก์ เพื่อการเล่นกลับมาดูได้ภายหลังโดยไม่ต้องใช้เครื่องเล่นวิดีโอ ตัวอย่างที่มีวางจำหน่ายในตลาด เช่น Video Blaster Real Magic , MPEG Master

1.4 จอภาพ (Monitor) ทำหน้าที่แสดงภาพสีบนจอ ต้องมีความเร็วในการสแกนและสร้างภาพสูงกว่าทีวีทั่วไป ไม่สะท้อน กระดาษรังสีต่ำ ควรเป็นแบบ non-interlace เพื่อให้ได้ภาพนิ่งสบายตา ซึ่งเป็นการสร้างภาพสลับกันสองครั้งจึงได้ภาพเต็มหนึ่งภาพทำให้จอไม่กะพริบที่อาจสังเกตเห็นได้และเคืองตาเมื่อใช้ไปนาน ๆ จอพวก Workstation ควรใช้ 19 นิ้ว พิกเซลควรใช้ 17 นิ้วขึ้นไป จอภาพรับสัญญาณภาพเป็นสี 3 สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน และทำการผสมสีเหล่านี้ตามความเข้มของสีทั้งสาม สามารถสร้างสีได้มากกว่า 16 ล้านสี

1.4.1 Graphic Adapter ทำหน้าที่สร้างสัญญาณสี 3 สี ส่งไปยังจอภาพ พิกเซล ทั่วไปจะเป็นการ์ดแยกต่างหาก คือ เป็น VGA card หรือคุณภาพที่สูงไปกว่านั้นคือ SVGA สำหรับ SVGA ใช้ 8 บิต ในการกำหนดสีให้ได้สีไม่เกิน 256 สี คอมพิวเตอร์ต้องใช้ Color look up table เพื่อทำการเปิดดูว่าจากสีจริงที่มนุษย์มองเห็นได้เป็นล้านสีมีสีที่ใกล้เคียงที่สุดใน 256 สี คือสีอะไร ภาพที่ได้จะให้สีเพี้ยนจนเห็นได้ชัด Graphic Adapter ชั้นดีจะใช้ 15 ถึง 24 บิต ต่อ 2 Pixel or 32,768 (32x32x32) or 16, 77, 216 (256x480 pixel, 1024x1024 pixel)

1.5 เครื่องขับซีดีรอม (CD-ROM Drive) เป็นเครื่องมือสำหรับอ่านข้อมูลจากแผ่นซีดี ซึ่งมีคุณสมบัติในการเก็บข้อมูลที่มีราคาต่อบิตต่ำ

1.6 แผ่นซีดี มีข้อมูลจำเพาะดังต่อไปนี้

- มีขนาดทั่วไปมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร
- ความหนา 1 มม.
- ความจุ 550 MB , 650MB , 680 MB

- ความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูล 150 K
- sec Time 350 msec, 450 msec
- Access Time 350 msec, 450 msec

ถ้าไม่ได้ใช้วิธีการบีบอัดมาช่วย CD ROM หนึ่งแผ่น สามารถบันทึกเสียงดนตรีได้นานประมาณ 74 นาที (CD-Digital Audio, high Quality audio) สามารถบันทึกสัญญาณวิดีโอได้ประมาณ 90 นาที

2. ระดับมัลติมีเดียคอมพิวเตอร์ การใช้มัลติมีเดียให้มีประโยชน์และสามารถช่วยงานในหน่วยงานต่าง ๆ ให้มีความสามารถติดต่อสื่อสารทางเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถเรียกข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ในหน่วยงานกันเองที่เรียกว่า ระบบ LAN หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ช่วยให้การปฏิบัติงานมีความคล่องตัว ประหยัดเวลาและงบประมาณบางส่วนที่ไม่จำเป็น เช่น การประชุมผ่านทางจอภาพ ซึ่งผู้ประชุมไม่ต้องเสียเวลาเดินทางมาประชุมหรือการใช้การสื่อสารข้อมูลผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์ เช่น ระบบ Plain Old Telephone Service (POTS), ระบบ ISDN ฯลฯ ด้วยเหตุผลดังกล่าว การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในระบบมัลติมีเดียจึงมีหลายระดับ ดังนี้

2.1 มัลติมีเดียระดับสถานี (Work station) ราคาประมาณ 3 แสนกว่าบาท พร้อมอุปกรณ์ทั้งหมด ได้แก่ กล้องวิดีโอ เครื่องเล่นซีดีรอม การ์ดเสียงแบบสเตอริโอพร้อมไมโครโฟนและวิดีโอการ์ด ที่สามารถรับสัญญาณจากเครื่องเล่นวิดีโอทั่วไปได้ เพื่อเอาไปผสมภาพและข้อความจากคอมพิวเตอร์

2.2 มัลติมีเดียระดับพีซี (Desktop PC) ใช้กับเครื่องธรรมดาแต่ต้องซื้ออุปกรณ์ต่าง ๆ เพิ่ม

2.3 มัลติมีเดียโน้ตบุ๊ก (Notebook Computer) แต่ต้องซื้อกล่องมัลติมีเดีย ซึ่งมีเครื่องเล่นซีดีรอมและการ์ดเสียงแบบสเตอริโอ ไมโครโฟน รวมทั้งลำโพง

จากการศึกษาอุปกรณ์สำหรับมัลติมีเดียที่สำคัญ พบว่า ระบบมัลติมีเดียเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ประกอบด้วยอุปกรณ์เสริมต่างๆ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ จอ การ์ดเสียง การ์ดจอ วิดีโอการ์ด ซึ่งมีมาตรฐานต่างกันแต่ละระดับ ทำให้มีประสิทธิภาพในการนำเสนอที่ต่างกันหลายระดับ

ประเภทมัลติมีเดีย

มัลติมีเดียเข้ามามีบทบาทในหลายด้าน เช่น ด้านธุรกิจ การศึกษา บันเทิง การเมือง ไตรคมนาคม ฯลฯ ผลจากการนำมัลติมีเดียไปใช้ในงานต่าง ๆ ทำให้ชีวิตประจำวันของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว มัลติมีเดียจึงสามารถช่วยให้เข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและทันต่อเหตุการณ์

เฟรเทอร์และพอลลิสเซน (Frater and Paulissen. 1994 : 5-16) และลินดา (Linda. 1995 : 6-8) ได้ศึกษาเกี่ยวกับมัลติมีเดียประเภทต่าง ๆ และแบ่งประเภทของมัลติมีเดียโดยอาศัยคุณลักษณะสำคัญของมัลติมีเดียที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้มีโอกาสโต้ตอบ (Interactive) กับสื่อหรือข่าวสารที่รับอยู่ ตามลักษณะการนำไปใช้งาน ไว้ดังนี้

1. มัลติมีเดียเพื่อการศึกษา (Education Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน เริ่มได้รับความนิยมและนำมาใช้ในการฝึกอบรม (Computer Based Training) เฉพาะงาน ก่อนที่จะนำมาใช้ในระบบชั้นเรียนอย่างจริงจัง เช่น โปรแกรมการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน, โปรแกรมพัฒนาภาษา, โปรแกรมทบทวนสำหรับเด็ก (CAI) , ฯลฯ มี 3 รูปแบบ แบ่งประเภทตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

1.1 Self Training เป็นโปรแกรมการศึกษาที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาตัวเองในด้านทักษะต่าง ๆ มีการนำเสนอ(Presentation) หลายรูปแบบ เช่น การฝึกหัด (Drill and Practice) แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นต้น เน้นการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นสื่อที่มีทั้งการสอนความรู้ การฝึกปฏิบัติ และการประเมินผลภายในโปรแกรมเดียว ผู้ใช้สามารถศึกษาได้ด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องมีครูผู้สอน

1.2 Assisted Instruction โปรแกรมการศึกษาที่สร้างขึ้น เพื่อช่วยให้ข้อมูลหรือใช้ประกอบการสอนเนื้อหาต่าง ๆ เป็นต้น หรือใช้เป็นสื่อในการศึกษาเพิ่มเติม เป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน ในโปรแกรมอาจจะสร้างเป็นรูปแบบไฮเปอร์เท็กซ์ ให้สามารถโยนเข้าสู่รายละเอียดที่นำเสนอไว้ ช่วยในการค้นคว้าง่ายขึ้น

1.3 Edutainment โปรแกรมการศึกษาที่ประยุกต์ความบันเทิงเข้ากับความรู้อยู่ในรูปแบบในการนำเสนอแบบเกม (Games) หรือ การเสนอความรู้ในลักษณะเกมสถานการณ์จำลอง (Games Simulation) หรือ การนำเสนอเป็นเรื่องสั้น (Mini Series) เป็นต้น

2. มัลติมีเดียเพื่อฝึกอบรม (Training Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อการฝึกอบรม ช่วยพัฒนาประสิทธิภาพของบุคคลด้านทักษะการทำงาน เจตคติต่อการทำงาน ในหน่วยงาน

3. มัลติมีเดียเพื่อความบันเทิง (Entertainment Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อความบันเทิง เช่น ภาพยนตร์ การ์ตูน เพลง เป็นต้น

4. มัลติมีเดียเพื่องานด้านข่าวสาร (Information Access Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่รวบรวมข้อมูลใช้เฉพาะงาน ข้อมูลจะเก็บไว้รูปซีดีรอมหรือมัลติมีเดียเพื่อช่วยรับส่งข่าวสาร (Conveying Information) ใช้เพิ่มประสิทธิภาพการรับส่งข่าวสารการประชาสัมพันธ์ไปยังกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ

5. มัลติมีเดียเพื่องานขายและการตลาด (Sales and Marketing Multimedia) เป็นมัลติมีเดียเพื่อการนำเสนอและส่งข่าวสาร (Presentation and Information) เป็นการนำเสนอและส่งข่าวสารในรูปแบบวิธีการที่น่าสนใจประกอบด้วยสื่อหลายอย่างประกอบการนำเสนอ เช่น ด้านการตลาด รวบรวมข้อมูลการซื้อขาย แหล่งซื้อขายสินค้าต่าง ๆ นำเสนอข่าวสาร ด้านการซื้อขายทุกด้าน ผู้ที่สนใจยังสามารถสั่งซื้อสินค้าหรือฟังคำอธิบายเพิ่มเติมในเรื่องนั้น ๆ ได้ทันที

6. มัลติมีเดียเพื่อการค้นคว้า (Book Adaptation Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่รวบรวมความรู้ต่าง ๆ เช่น แผนที่ แผนผัง ภูมิประเทศของประเทศต่าง ๆ ทำให้การค้นคว้าเป็นไปอย่างสนุกสนาน มีรูปแบบเป็นฐานข้อมูลมัลติมีเดีย (Multimedia Databases) โดยผ่านโครงสร้างไฮเปอร์เท็กซ์ เช่น สารานุกรมต่าง ๆ โปรแกรม Microsoft Bookshelf, Computer's Family Encyclopedia, Tourist Information Medical databases, Foreign databases, etc.

7. มัลติมีเดียเพื่อช่วยงานการวางแผน (Multimedia as a Planning Aid) เป็นกระบวนการสร้างและการนำเสนองานแต่ละชนิดให้มีความเหมือนจริง (Virtual Reality) มี 3 มิติ เช่น การออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรมและภูมิศาสตร์หรือนำไปใช้ในด้านการศึกษา ด้านการทหาร จำลองการเดินทางในสนามรบ เพื่อให้ผู้ใช้ได้สัมผัสเหมือนอยู่ในสถานการณ์จริง ซึ่งบางครั้งไม่สามารถจะไปอยู่ในสถานการณ์จริงได้

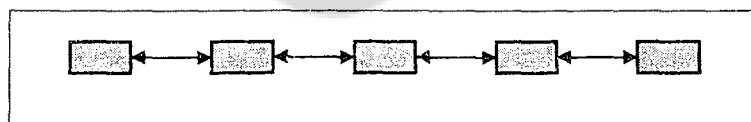
8. มัลติมีเดียเพื่อเป็นสถานีข่าวสาร (Information Terminals) จะพบเห็นในงานบริการข้อมูลข่าวสารในงานธุรกิจ จะติดตั้งอยู่ส่วนหน้าของหน่วยงาน เพื่อบริการลูกค้าโดยลูกค้าสามารถเข้าสู่ระบบบริการของหน่วยงานนั้นด้วยตัวเอง สามารถใช้บริการต่าง ๆ ที่นำเสนอไว้โดยผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ สะดวกทั้งผู้ให้บริการและผู้ให้บริการ มีลักษณะเป็นป้ายหรือ จออิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ติดกำแพง (Multimedia Wall System) เสนอภาพ เสียง ข้อความต่าง ๆ ที่น่าสนใจ

9. ระบบเครือข่ายมัลติมีเดีย (Networking with Multimedia)

รูปแบบของการนำเสนอมัลติมีเดีย

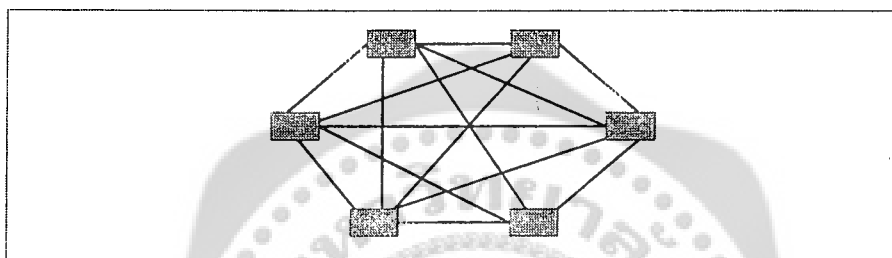
การออกแบบนำมัลติมีเดียไปใช้ในงานต่าง ๆ ต้องพิจารณาตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นว่า ต้องการเสนอให้ข้อมูลในรูปแบบใด มีการจัดภาพ เสียงให้กลมกลืนและมีความสมบูรณ์ในเนื้อหาและเทคนิคการนำเสนอ เพื่อให้บริการแก่ผู้ให้บริการหรือนำไปใช้ในการเรียน การออกแบบให้ผู้เข้าเข้าสู่มัลติมีเดีย จึงเป็นศิลปะอีกด้านหนึ่งที่ผู้ออกแบบต้องออกแบบให้เหมาะสม ช่วยให้ผู้ชมมัลติมีเดียน่าสนใจ ผู้ใช้ค้นคว้าความรู้สนุกสนาน ได้เสนอรูปแบบการนำเสนอมัลติมีเดียที่นิยมใช้กันมาก 5 วิธี (Green, 1993) ดังนี้

1. รูปแบบเส้นตรง (Linear Progression) มีลักษณะคล้ายกับหนังสือ ซึ่งมีโครงสร้างแบบเส้นตรง โดยเริ่มจากหน้าแรกต่อไปเรื่อย ๆ ถ้าไม่เข้าใจก็สามารถเปิดย้อนกลับไปดูได้อีก การเสนอผลงานแบบนี้ มักจะอยู่ในรูปไฮเปอร์เท็กซ์ซึ่งใช้ข้อความเป็นหลักในการดำเนินเรื่องด้วยวิดีโอหรือแอนิเมชัน สามารถทำงานได้โดยใส่ไปในรูปเส้นตรง รวมทั้งการใส่เสียงเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ เรียกว่าเป็น Electronics Stories หรือไฮเปอร์มีเดีย ซึ่งเหมาะกับตลาดผู้บริโภคและสามารถทำงานได้ดีในทางธุรกิจในรูปแบบของการเสนอผลงานมัลติมีเดีย



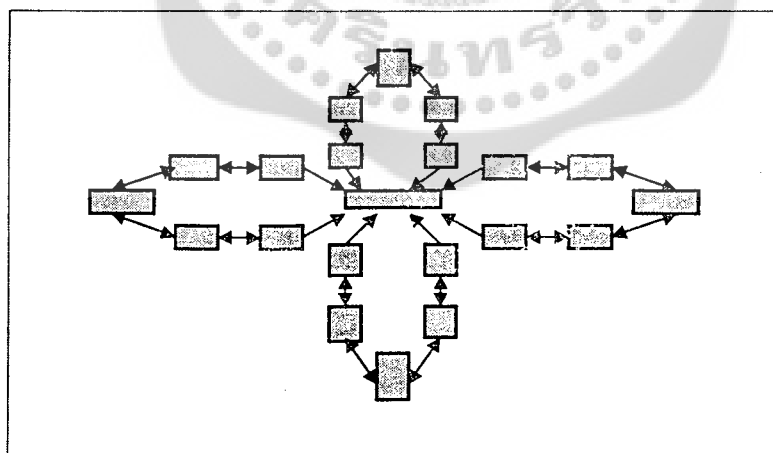
ภาพประกอบ 1 รูปแบบเส้นตรง (Linear Progression)

2. รูปแบบอิสระ (Freeform, Hyper jumping) รูปแบบนี้ให้อิสระในการทำงาน ทำให้ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เพราะระบบโครงสร้างภายในสามารถเชื่อมโยงจากเรื่องหนึ่งไปยังอีกเรื่องหนึ่งได้ ฉะนั้น ผู้สร้างโปรแกรมจะต้องมีความเชี่ยวชาญในการออกแบบข้อความ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เสียงและวิดีโอเพื่อให้เชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน การชี้นำเพื่อให้ผู้ใช้เข้าไปหาข้อมูลหรือศึกษาเนื้อหาได้อย่างง่าย สะดวก การออกแบบไม่ดีอาจทำให้ผู้เรียนหลงทาง ไม่สามารถศึกษาเนื้อหาได้ตามจุดประสงค์ที่วางเอาไว้



ภาพประกอบ 2 รูปแบบอิสระ (Freeform, Hyper jumping)

3. รูปแบบวงกลม (Circular Path) เป็นรูปแบบนำเสนออัลติมีเดีย แบบวงกลมแบบเส้นตรงชุดเล็ก ๆ หลายชุดมาเชื่อมต่อกันกลับคืนสู่เมนูใหญ่



ภาพประกอบ 3 รูปแบบวงกลม (Circular Path)

4. รูปแบบฐานข้อมูล (Database) เสนอมัลติมีเดียแบบฐานข้อมูล โดยการเพิ่มดัชนี (Index) เพื่อเพิ่มความสามารถในการค้นหา รูปแบบนี้สามารถให้รายละเอียดจากข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย ใช้ได้ทุกสถานการณ์ที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล โดยเพิ่มความสามารถทางมัลติมีเดียเข้าไป

5. รูปแบบผสม (Compound Document) เป็นรูปแบบการนำเสนอ มัลติมีเดียผสมผสานทั้ง 4 รูปแบบที่อธิบายมาข้างต้น ผู้ผลิตต้องอาศัยความชำนาญในการสร้างและบรรจุข้อมูลสื่อต่าง ๆ ตลอดจนสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่ฐานข้อมูลให้ทำงานร่วมกับชาร์ตและสเปรดชีตได้อีกด้วย

การพัฒนาโปรแกรมมัลติมีเดีย

การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียต่างจากการใช้เทคนิควิธีการสอนแบบอื่น ๆ เนื่องจากบทเรียนสามารถใช้ช่วยครูสอน และใช้แทนครูหรือใช้ฝึกอบรบเฉพาะรายบุคคลได้ การเรียนและสอนเนื้อหาจากเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจำเป็นต้องละเอียด รอบคอบและสร้างความยืดหยุ่นให้ได้มากที่สุดที่เท่าที่จะทำได้ เพราะผู้เรียนจะต้องเผชิญกับผู้สอนที่เป็นสิ่งไม่มีชีวิต ดังนั้น การออกแบบและสร้างบทเรียนจะมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลายประการ ได้แก่

องค์ประกอบในการพัฒนาโปรแกรมมัลติมีเดีย

การพัฒนาโปรแกรมมัลติมีเดียให้มีประสิทธิภาพและสามารถใช้ในการเรียนการสอนอย่างประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ต้องได้รับการออกแบบและตรวจสอบประสิทธิภาพในทุก ๆ ด้าน เพื่อความถูกต้องในเนื้อหาที่ต้องการจะสอน หรือทักษะที่ต้องการจะให้ผู้เรียนฝึก การพัฒนาต้องเป็นไปอย่างรอบคอบ ครอบคลุมเนื้อหาและทักษะ การพัฒนาโปรแกรมมัลติมีเดีย จึงต้องอาศัยองค์ประกอบสำคัญ ๆ หลายประการ ได้แก่

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหา หมายถึง บุคคลที่มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ทางด้านการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตรรวมถึงการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ขอบข่ายเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน ขอบข่าย รายละเอียด คำอธิบายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและการประเมินผลของหลักสูตร บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่มีความสามารถให้คำแนะนำได้เป็นอย่างดี เป็น Resource Person

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน หมายถึง บุคคลที่ทำหน้าที่ในการเสนอเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่ง เป็นผู้มีความรู้ประสบการณ์และมีความสำเร็จในการสอนเป็นอย่างดี สามารถจัดลำดับเนื้อหาตามความยากง่าย ความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่องของเนื้อหา เทคนิคต่าง ๆ ในการนำเสนอเนื้อหาและวิธีการวัดและประเมินผล

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน หมายถึง ผู้ที่ทำหน้าที่ออกแบบและให้คำแนะนำปรึกษาด้านการวางแผนการออกแบบบทเรียน การจัดวางรูปแบบหน้าจอหรือเฟรมต่าง ๆ การเลือกและวิธีการใช้ตัวอักษร เส้นรูปทรง กราฟิก แผนภาพ รูปภาพ สี แสง เสียง การจัดทำรายงานและสื่อการสอนอื่น ๆ ที่จะช่วยทำให้บทเรียนมีความสวยงามและน่าสนใจมากขึ้น

4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ

4.1 การสร้างบทเรียนมัลติมีเดียด้วยโปรแกรมสำเร็จรูประบบออเธอริง (Authoring System) โปรแกรมระบบนี้ถูกเขียนและพัฒนาด้วยผู้ชำนาญการ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยตรง โปรแกรมนี้ออกแบบไว้สำหรับการสร้างและการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนโดยเฉพาะ ดังนั้น การใช้งานจึงง่ายและสะดวกต่อครูและผู้ไม่มีทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรม เพื่อสร้างและผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ โปรแกรมระบบออเธอริงที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น Authorware Professional, Ten CORE, PINE , Icon Author โปรแกรมที่พัฒนาโดยคนไทย ได้แก่ Thaishow , Thaitas เป็นต้น

4.2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ (Computer Language) การใช้ภาษาระดับสูงและระดับต่ำ เช่น ภาษาซี ภาษาปาสคาล ภาษาแอสเซมบลี และอื่น ๆ สามารถใช้สร้างบทเรียนได้ แต่ผู้ที่ผลิตบทเรียนมักจะเป็นนักคอมพิวเตอร์โดยตรงหรือที่เรียกว่า โปรแกรมเมอร์ (Programmer) เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากครูไม่มีความถนัดในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ การใช้ภาษาคอมพิวเตอร์สร้างบทเรียนประเภทสถานการณ์จำลอง ทั้งนี้เนื่องจากภาษาคอมพิวเตอร์จะสนับสนุนฟังก์ชันคณิตศาสตร์ทุกระดับ ซึ่งระบบออเธอริงไม่สามารถสนับสนุนฟังก์ชันคณิตศาสตร์ระดับสูงได้

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีคุณภาพ ต้องผ่านกระบวนการออกแบบซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทฤษฎีการเรียนการสอนและแนวคิดกระบวนการทางจิตวิทยา Cognition psychology ซึ่งเน้นกระบวนการคิดและใช้วิธีการสังเคราะห์การเรียนรู้ข่าวสารของมนุษย์ (พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. 2539 : 46)

ตาราง 1 แสดงกระบวนการออกแบบบทเรียนตามทฤษฎีการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนการสอน	กระบวนการเรียนรู้ในตัวนักเรียน
1. สร้างความตั้งใจในตัวผู้เรียน	เกิดความสนใจมากขึ้น
2. บอกเป้าหมายของการเรียนบทเรียน	ก่อให้เกิดความตั้งใจมากยิ่งขึ้นในตัวผู้เรียน
3. กระตุ้นความทรงจำในบทเรียนที่เรียนมาแล้ว	เกิดการระลึกความรู้เดิม
4. เสนอสิ่งเร้าที่หลากหลาย	คัดเลือกสิ่งที่น่าสนใจต่อลักษณะของแต่ละเนื้อหารายวิชา
5. แนะนำการเรียนระหว่างบทเรียน	เกิดข้อสรุปในเนื้อหาวิชา
6. ใช้วัสดุการเรียนช่วยเร้าในระหว่างบทเรียน	เปิดโอกาสให้ตอบคำถาม
7. มีการบอกข้อมูลหรือเนื้อหาซ้ำ ๆ อย่างเพียงพอในขณะเรียนบทเรียน	ช่วยย้ำการจดจำเกี่ยวกับการเรียน
8. กำหนดความสำเร็จของการเรียนในระหว่างเรียนบทเรียน	การเรียนรู้จะเกิดขึ้นและอ้างอิงถึง เป้าหมายของการเรียนได้
9. สนับสนุนให้เกิดความคงทนและความจำในการเรียน เพื่อถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่ความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น ๆ	ถ่ายโยงการเรียนรู้หรือมโนทัศน์ได้ สูงานหรือเรื่องที่คล้ายกัน

การออกแบบการเรียนการสอนระบบ IMCAI

เทคโนโลยีการสอน เป็นการประยุกต์ใช้หลักการทางพฤติกรรมศาสตร์กายภาพและสังคมศาสตร์ ในการออกแบบการสอนและพัฒนาระบบการสอน โดยคำนึงถึงผู้เรียนสำคัญและการดำเนินการออกแบบโดยวิธีการแก้ปัญหาทางการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบระบบการสอนเพื่อผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ใช้ในระบบการเรียนการสอนแบบ Interactive Multimedia Computer-Assisted Instruction System ซึ่งประยุกต์จากระบบการออกแบบการสอนของเกอร์ลาชและอีลีและของเคมพ์ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533 :30, Gerlach and Ely. 1980) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1. วิเคราะห์ความจำเป็นหรือความต้องการในการสอน เป็นกระบวนการที่จะวัดและจำแนกตามความจำเป็นหรือความต้องการออกเป็นรายละเอียดและทำการสรุป เพื่อตัดสินใจใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา
2. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการวิเคราะห์จัดลำดับโครงสร้างและรายละเอียดเนื้อหาวิชาจากหัวข้อเรื่องที่กำหนดไปสู่ความสัมพันธ์กับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทำให้เกิดการพัฒนาความคิด สติปัญญาและความเข้าใจ
 - 2.1 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการกำหนดชัดเจนว่า นักเรียนควรเรียนรู้อะไร และเมื่อเรียนรู้แล้วควรทำอะไรได้ เป็นเสมือนตัวช่วยกำหนดทิศทางการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มี 2 แบบ
 - 2.1.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับสื่อความหมายเป็นสื่อกลางว่า หลักสูตรต้องการอะไรหรือผู้สอนประสงค์อะไร จุดประสงค์นี้จะไม่ระบุเงื่อนไข และเกณฑ์การตัดสินใจไว้แต่อย่างใด
 - 2.1.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับเตรียมการสอน บอกถึงพฤติกรรมที่ต้องการและเกณฑ์การตัดสินพฤติกรรมอย่างชัดเจน
3. วิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียน เป็นการวิเคราะห์เพื่อทราบพื้นฐานของผู้เรียนที่จะมาเรียนด้วยตนเอง เพราะว่า การออกแบบบทเรียนสื่อผสมทางคอมพิวเตอร์ต้องอาศัยการตอบสนองในความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนเป็นประเด็นสำคัญ ข้อมูลส่วนตัวของผู้เรียนที่จำเป็นสำหรับการเรียนการสอนด้วยระบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เช่น ความถนัด ความสนใจในการเรียน ความสามารถในการเข้าใจสิ่งที่จะสอนวิธีคิด ความมานะพยายามในการเรียน

4. วิเคราะห์ยุทธวิธี จะใช้ยุทธวิธีแบบบทเรียนปฏิสัมพันธ์เน้นการเรียนรู้รายบุคคล ซึ่งอาศัยคุณลักษณะในการเรียนรู้แบบ Cognitive psychology บนคอมพิวเตอร์

5. การจัดกลุ่มผู้เรียน การจัดกลุ่มเป็นสิ่งที่สำคัญในการออกแบบระบบการเรียนการสอนควรจัดกลุ่มประมาณ 20 คน ต่อห้องเรียน และ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง ในการเรียนรายบุคคล แต่อยู่ในห้องเดียวกัน โดยครูผู้สอนควบคุมเพียงคนเดียว เป็นผู้ช่วยเหลือและแนะนำตอบข้อซักถาม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัยได้ดี

6. เวลาเรียน กำหนดเวลาเรียนเป็น 2 ลักษณะ คือ

6.1 เวลาเรียนตามปกติ โดยกำหนดให้เข้าห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อเรียนพร้อมกันครั้งละ 2 คาบเรียน

6.2 เวลาเรียนซ่อมเสริม เป็นการ จัดตารางเรียนแบบมีชั่วโมงซ่อมเสริมโดยมีนักเรียนอ่อนหรือเรียนที่ยังไม่เข้าใจ สามารถเข้าห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อการเรียนรายบุคคลซ่อมเสริมจากชั่วโมงในตารางการเรียนลักษณะนี้ ไม่จำกัดเวลาในการเรียน จะให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของแต่ละคนจนเข้าใจเนื้อหาวิชา

7. ลักษณะห้องเรียน เป็นลักษณะห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ภายในมีพื้นที่กว้างพอสำหรับวางโต๊ะแบบคูหา เพื่อวางเครื่องคอมพิวเตอร์ 20 ชุด และมีด้านหน้าสำหรับครูผู้สอนอีก 1 ชุด ภายในต้องเดินสายไฟใต้พื้นห้องโดยยกพื้นห้องสูงจากพื้นปกติ 5 นิ้ว พื้นห้องควรปูพรม ติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในห้องที่ 25 - 27 องศาเซลเซียส มีพัดลมระบายอากาศอย่างน้อย 2 ตัว

ขั้นตอนการพัฒนา มัลติมีเดีย

การนำมัลติมีเดียมาประกอบการเรียนการสอน เป็นการประยุกต์ความรู้ เป็นภาพและเสียงเพื่อนำเสนอจากหลายสื่อผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างน่าสนใจ เช่น การนำภาพจากวิดีโอ มาเพิ่มเติมเทคนิคการนำเสนอที่แปลกตาด้วยโปรแกรมต่าง ๆ โดยอาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ สามารถสื่อสารได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ สร้างแบบฝึกทักษะในบทเรียนที่มีประโยชน์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับบทเรียนและการถ่ายทอดความรู้ อย่างสมบูรณ์นี้เอง ทำให้สามารถมีสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพราคาถูกลง ดังนั้น ก่อนการผลิตจึงต้องวางแผนโดยผ่านกระบวนการออกแบบอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้การผลิตบทเรียนออกมาตรงตามเป้าหมายที่วางไว้และมีประสิทธิภาพสูงสุด (Frater and Paulissen, 1994 : 3)

นางนุช วรรณวาทะ (2535 : 4-6) เสนอแนะขั้นตอนการผลิตไว้ดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา หมายถึง การวิเคราะห์เนื้อหาวิชาที่ต้องการสอนจากหลักสูตร เอกสารการสอน หนังสือประกอบต่าง ๆ นำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง เลือกหัวเรื่องและเขียนขอบข่ายของเรื่อง

1.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน หมายถึง การเขียนสิ่งผู้สอนคาดหวังให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมหลังจากการเรียนรู้สิ้นสุดลง โดยพฤติกรรมนั้นต้องสามารถวัดได้ สังเกตได้ คำที่ระบุในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในบทเรียนมีลัดมีเดีย นั้นต้องเป็นคำชี้เฉพาะ เช่น อธิบาย แยกแยะ เปรียบเทียบ และวิเคราะห์ เป็นต้น

1.2 การวิเคราะห์สื่อและกิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง การกำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียนที่คาดหวัง จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ จัดลำดับเนื้อหาตามความยากง่ายและความต่อเนื่อง เพื่อเลือกและกำหนดสื่อที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยพิจารณาเลือก และระบุสื่อชนิดที่ได้จากการวิเคราะห์ลงในกิจกรรมนั้น ๆ

1.3 การกำหนดขอบข่ายของบทเรียน หมายถึง การกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหา แต่ละหัวข้อย่อย

1.4 การกำหนดวิธีการนำเสนอ หมายถึง การกำหนดรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา ในแต่ละเฟรมว่าจะเป็นแบบใด การจัดแบ่งตำแหน่งและขนาดของเนื้อหา การออกแบบกราฟิกบนจอ การใช้เสียงบรรยายประกอบความรู้ หรือเสียงดนตรีร่วมในการนำเสนออย่างไร

2. การออกแบบบทเรียน หมายถึง การเขียนบัตรเรื่อง (Storyboard) และผังงาน (Flowchart)

2.1 การเขียนบัตรเรื่อง (Storyboard) หมายถึง เรื่องราวของเนื้อหาแบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเฟรมย่อย ๆ ตั้งแต่เฟรมที่ 1 ถึง เฟรมสุดท้ายของบทเรียน บัตรเรื่องจะประกอบด้วยภาพ ข้อความ ลักษณะภาพของเงื่อนไขต่าง ๆ คล้ายบทสคริปต์ภาพยนตร์ การเขียนยี่สิบหลักของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา บัตรเรื่องเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียน การเขียนบัตรเรื่องจึงต้องอย่างรอบคอบและสมบูรณ์เพื่อง่ายต่อการสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป

2.2 ผังงาน (Flowchart) หมายถึง แผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ของบัตรเรื่อง ซึ่งเป็นการจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละเฟรมแต่ละส่วนการเขียนบัตรเรื่องและผังงานจึงต้องทำควบคู่กันไป หรือผู้ผลิตอาจเลือกเขียนสิ่งใดก่อนหลังก็ได้

2.3 วิธีปฏิบัติในการเขียนบัตรเรื่องและผังงาน

2.3.1 แสดงการเริ่มต้นและจุดจบของเนื้อหา

2.3.2 แสดงการเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงบทเรียน

2.3.3 แสดงเนื้อหาโดยใช้รูปแบบการนำเสนอที่เลือกมา

2.3.4 แสดงการดำเนินบทเรียนและวิธีการสอนเนื้อหาและกิจกรรม

2.4 ออกแบบจอภาพและแสดงผลการให้สี เสียง แสง กราฟิก รูปแบบตัวอักษร การตอบสนอง การแสดงผลบนจอภาพหรือทางเครื่องพิมพ์

การสร้างบทเรียน การสร้างบทเรียนมัลติมีเดียสามารถสร้างได้ 2 วิธี คือ การสร้างโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ (Computer Languages) และการใช้โปรแกรมระบบออเธอริง (Authoring System) การสร้างบทเรียนมัลติมีเดีย มีขั้นตอนดังนี้

2.4.1 การเตรียมการ ได้แก่ การเตรียมข้อความ การเตรียมภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว การเตรียมแสง เสียงประกอบต่าง ๆ ที่จะประกอบในบทเรียน

2.4.2 การใส่เนื้อหาและกิจกรรม ได้แก่ ป้อนข้อมูลกิจกรรม วัตถุประสงค์ และผลการตอบสนองแต่ละกิจกรรม

2.4.3 การใช้ข้อมูลเพื่อบันทึกการสอน

2.5 การทดลองใช้ เมื่อผลิตบทเรียนได้แล้ว นำบทเรียนไปตรวจสอบเพื่อหาความผิดพลาดของบทเรียน ซึ่งมีการทดลองใช้ระหว่างการผลิตด้วยเพื่อจะปรับปรุงให้ใช้ได้จริง เมื่อผ่านการตรวจสอบว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง จึงจะนำไปใช้ทดลอง โดยทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของบทเรียนอีกครั้ง

2.6 การประเมินผลบทเรียน หลังจากการทดลองใช้แล้วผู้ผลิตต้องประเมินผลบทเรียนจากผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เจตคติต่อบทเรียนและผลการใช้บทเรียนของผู้เรียน

รูปแบบบทเรียนมัลติมีเดียที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

1. มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่

การออกแบบบทเรียนแบบสอนเนื้อหาใหม่ ยึดหลักการสอนความรู้โดยมีการทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่และเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ที่ดี สุกกรี รอดโพธิ์ทอง (2535 : 4 - 7) ได้เสนอการประยุกต์ขั้นตอนการออกแบบมัลติมีเดีย แบบสอนเนื้อหาใหม่ มาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่ (Gagne'. 1985) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **สร้างความสนใจ (Gain Attention)** ก่อนการเรียนรู้ผู้เรียนควรได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากจะเรียน การเริ่มต้นบทเรียนมัลติมีเดียด้วยภาพ สี เสียงที่เร้าใจ จึงเป็นการสร้างความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียนและเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนเตรียมตัวศึกษา บทเรียนกระตุ้นผู้เรียนในขั้นนี้ คือ การเสนอชื่อเรื่อง (Title) ของบทเรียน เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนผู้ออกแบบควรยึดหลักดังต่อไปนี้

1.1 ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนที่เป็นเนื้อหาและกราฟิกนั้นควรจะมีขนาดใหญ่ ง่ายและไม่ซับซ้อน

1.2 ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หรือเทคนิคอื่น ๆ เข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพหรือกราฟิก สั้นและง่าย

1.3 ควรใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงินหรือสีเข้มอื่นที่ตัดกับสีพื้นชัดเจน

1.4 ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิก

1.5 กราฟิกที่น่าเสนอควรจะค้างไว้บนจอภาพ จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นใดแป้นหนึ่งหรือกดแคร่ยาว

1.6 ในกราฟิกดังกล่าวควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย

1.7 ควรใช้เทคนิคการนำเสนอกราฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว

1.8 กราฟิกที่น่าเสนอ ต้องเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและวัยของผู้เรียน

1.9 หลังการออกแบบกราฟิกตามความต้องการแล้วควรทดลองใช้กับเครื่องก่อนที่จะใช้จริงในบทเรียนเพื่อพิจารณาความเหมาะสม

2. **บอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน** การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนมัลติมีเดีย เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงประเด็นสำคัญในเนื้อหา จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดความสัมพันธ์ ความสอดคล้องกับเนื้อหาในส่วนใหญ่ เพื่อให้ผลการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ การบอกวัตถุประสงค์ควรคำนึงถึงหลักเกณฑ์ ต่อไปนี้

2.1 ใช้คำสั้น ๆ ง่าย ๆ

2.2 หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่รู้จักและเข้าใจโดยทั่วไป

2.3 ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์มากเกินไป

2.4 ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบว่าหลังจากเรียนจบแล้วจะนำความรู้ที่ไปใช้ได้อย่างไร

2.5 บทเรียนที่มีเนื้อหาซับซ้อน ควรมีจุดประสงค์ย่อยเฉพาะเนื้อหาแต่ละตอน

ของบทเรียน

2.6 การนำเสนอจุดประสงค์แต่ละข้อบนจอควรนำเสนอให้เหมาะสมกับเวลา

2.7 เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจ อาจใช้กราฟิกเข้าช่วย เช่น กรอบ ลูกศรและรูปทรงเรขาคณิต

3. ทบทวนความรู้ ผู้ออกแบบบทเรียน ควรหาวิธีการประเมินความรู้เดิมของผู้เรียน ในส่วนที่จะเป็นก่อนที่จะได้รับความรู้ใหม่ สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานอยู่แล้วจะเป็นการทบทวนด้วยการออกแบบบทเรียนควรคำนึงถึงดังต่อไปนี้

3.1 ไม่ควรคาดเดาว่า ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนเท่ากัน ควรมีการทดสอบหรือให้มีความรู้เพื่อเป็นการทบทวนเพื่อเตรียมพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่

3.2 การทบทวนหรือการทดสอบควรให้กระชับและตรงจุด

3.3 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือออกจากแบบทดสอบเพื่อทบทวนได้ตลอดเวลา

3.4 ควรเสนอสิ่งที่เร้าให้เกิดการนำความรู้เดิมมาใช้

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) การเสนอภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหา ประกอบกับคำพูดที่สั้นง่าย ได้ใจความ ภาพประกอบมีประโยชน์ในการอธิบายเนื้อหาตามธรรมชาติ เช่น การใช้แผนภูมิ แผนภาพ หรือแผนสถิติ การนำเสนอเนื้อหาใหม่ให้น่าสนใจ ควรคำนึงถึงหลักการต่อไปนี้

4.1 ใช้ภาพประกอบเนื้อหา เพราะภาพหนึ่งภาพสื่อความหมายได้ดีกว่าคำอธิบาย

4.2 ใช้แผนภูมิ แผนภาพ สถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ

4.3 ใช้ในการเสนอเนื้อหาที่ยากซับซ้อน ควรใช้ตัวชี้แนะในด้านหลังของข้อความสำคัญ อาจจะเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกะพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น ดูที่ด้านล่างของภาพ

4.4 ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

4.5 จัดรูปแบบของคำอ่าน ควรจัดแบ่งคำอ่านเป็นตอน ๆ

4.6 ยกตัวอย่างที่เข้าใจได้ง่าย

4.7 ควรใช้คำที่ผู้เรียนคุ้นเคยและเข้าใจตรงกัน

5. ที่แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนที่สำคัญ คือ ต้องพยายามหาเทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ให้เข้าใจ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น เทคนิคการใช้เปรียบเทียบภาพ เทคนิคการให้ตัวอย่างที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น เนื้อหาบางประเภทผู้ออกแบบอาจใช้หลักการค้นพบเนื้อหา หมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะค่อย ๆ ชี้แนะจากจุดที่กว้าง ๆ และค่อยแคบลงจนผู้เรียนหาคำตอบเองได้ ข้อควรคำนึงในการออกแบบ ในขั้นนี้ ได้แก่

5.1 แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่า สิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

5.2 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้หรือประสบการณ์ที่ผ่านมาแล้ว

5.3 พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยอธิบายเนื้อหาใหม่ให้ชัดเจน

5.4 ให้ตัวอย่างที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง

5.5 การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปนามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากเกินไป ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมเป็นรูปธรรม

5.6 กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นให้มีการตอบสนอง (Elicit Responses) ทฤษฎีการเรียนรู้ กล่าวว่า การเรียนรู้ จะมีประสิทธิภาพมากเพียงใด ขึ้นอยู่กับระดับและขั้นตอนการประมวลความรู้ หากผู้เรียนได้มีส่วนในการคิด การร่วมกิจกรรมในบทเรียนจะมีอัตราการจำเนื้อหาบทเรียนได้ดีกว่าการอ่าน หรือ การคัดลอกข้อความเพียงอย่างเดียว กิจกรรมระหว่างเรียนจึงจำเป็นในการเรียนด้วยบทเรียน มัลติมีเดีย ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดได้โต้ตอบกับบทเรียนได้อย่างสนุกสนาน ไม่เบื่อหน่าย เพราะสามารถนำเสนอได้หลายแบบ ผู้ออกแบบควรออกแบบบทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนเป็นสำคัญ เช่น

6.1 พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียน

6.2 ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้น ๆ เพื่อเรียกร้องความสนใจบางครั้งคราว

- 6.3 ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
- 6.4 ถามคำถามเป็นช่วง ๆ เพื่อความเหมาะสม
- 6.5 ระวังความคิดและจินตนาการด้วยการคำถาม
- 6.6 ไม่ควรถามครั้งละหลายคำถาม หรือถามคำถามเดียว แต่หลายคำตอบ
- 6.7 หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ หลายครั้ง เมื่อทำผิดอีกครั้งเป็นครั้งที่สอง ครั้งที่สาม ควรปรับเปลี่ยนกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกในกิจกรรมอื่น เพื่อเป็นการใช้เวลาให้คุ้มค่าและไม่เบื่อหน่าย

6.8 ควรพิจารณาในด้านการตอบสนองที่อาจมีข้อผิดพลาดด้วยความเข้าใจผิด เนื่องจากการพิมพ์ เช่น พิมพ์ตัว L เป็นเลข 1 หรือการพิมพ์อักษรตัวใหญ่ ตัวเล็ก ระยะเวลาในการพิมพ์หรือมีเครื่องหมายอื่นแปลกปลอม

6.9 ควรแสดงการตอบสนองของผู้เรียนอยู่ในเฟรมเดียวกับคำถามของบทเรียน และการตรวจปรับจะต้องอยู่บนเฟรมเดียวกันด้วย

6.10 การตอบสนองบทเรียนอาจนำเสนอในรูปแบบของกราฟิก เพื่อเพิ่มความสนใจให้กับเด็กเล็ก

7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การให้ผลย้อนกลับสามารถเสริมแรงในการเรียนบทเรียนได้ดี การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อบอกผลการปฏิบัติกิจกรรมในบทเรียนให้ผู้เรียนทราบควรคำนึงถึงหลักสำคัญดังนี้

- 7.1 ให้ผู้เรียนทราบผลการปฏิบัติทันทีเมื่อกิจกรรมสิ้นสุด
- 7.2 บอกให้ผู้เรียนทราบว่าถูกหรือผิด
- 7.3 แสดงคำถามและคำตอบบนเฟรมเดียวกัน
- 7.4 ใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาหรือภาพที่ไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาก็ได้
- 7.5 ใช้เสียงประกอบตามสถานการณ์และผลที่นักเรียนได้รับตามความเหมาะสม
- 7.6 เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากให้ผู้เรียนทำผิด 1 - 2 ครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้คำตอบที่ถูกต้อง
- 7.7 การให้คะแนนเป็นตัวเลข หรือภาพเปรียบเทียบความสำเร็จในลักษณะต่าง ๆ เช่น ภาพเป้ายิงธนู ภาพการปีนยอดเขา

8. ทดสอบความรู้ (Access Performance) การทดสอบความรู้จำเป็นเป็นสิ่งสำคัญในการเรียน เพื่อทราบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน การทดสอบความรู้ความสามารถวัดได้หลายช่วงการเรียนอาจจะเป็นก่อนเรียน ระหว่างเรียนหรือหลังเรียนก็ได้ เครื่องมือทดสอบที่นิยมใช้กันมากคือ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เนื่องจากสะดวกและง่ายต่อการตรวจวัดคะแนน นอกจากนั้นแบบทดสอบสามารถช่วยให้นักเรียนจำเนื้อหาบทเรียนได้ชัดเจนและนานขึ้น การออกแบบทดสอบแบบเลือกตอบเพื่อทดสอบความรู้สามารถวัดได้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และทำให้ผลการทดสอบเป็นที่เชื่อถือได้ การออกแบบทดสอบจึงต้องอาศัยหลักการที่ชัดเจน เช่น

- 8.1 ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่วางไว้
- 8.2 ข้อสอบหรือแบบทดสอบและการให้ข้อมูลย้อนกลับ อยู่ในเฟรมเดียวกัน มีการนำเสนอต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็วและน่าสนใจ
- 8.3 หลีกเลี่ยงการให้ผู้ตอบแบบทดสอบพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
- 8.4 คำถามควรมีลักษณะเป็นคำถามกระชับ สั้น ง่ายต่อการเข้าใจ
- 8.5 ควรชี้แจงการทำแบบทดสอบให้ผู้สอบว่าตอบโดยวิธีใด เช่น กด T เมื่อต้องการตอบว่า ถูก หรือ กด F เมื่อต้องการตอบว่า ผิด
- 8.6 ต้องคำนึงถึงความเชื่อมั่นในแบบทดสอบและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
- 8.7 ไม่ควรตัดสินความผิดพลาดจากการพิมพ์ตัวอักษร ตัวเล็กเป็นตัวใหญ่หรือการเว้นวรรคผิด

9. การจำและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) ในขั้นนี้ผู้ออกแบบต้องออกแบบบทเรียนแนะนำให้ผู้เรียนได้นำความรู้ใหม่ไปใช้ หรืออาจแนะนำให้ไปศึกษาเพิ่มเติมในเนื้อหาที่กว้างขึ้น และเป็นประโยชน์สำหรับผู้เรียนที่สนใจ การนำเสนอบทเรียนในขั้นนี้จึงมีลักษณะ ดังนี้

- 9.1 บอกให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมอย่างไร
- 9.2 ทบทวนแนวคิดที่สำคัญเพื่อการสรุปเนื้อหาบทเรียน
- 9.3 นำเสนอสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจนำไปใช้ประโยชน์ได้
- 9.4 บอกแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื้อหาบทเรียนที่ผ่านมา

2. มัลติมีเดียแบบ Drill and Practice

อเลสซีและทรอลลีพ (Alessi and Trollip. 1991) อธิบายหลักการของมัลติมีเดียแบบฝึกหัด (Drill and Practice) ว่าหมายถึง โปรแกรมบทเรียนที่ผลิตขึ้น เพื่อเสนอกิจกรรมและประสบการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกหัดกระทำ ให้ผู้เรียนได้ทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว เพื่อช่วยในการจดจำเนื้อหา หรือเป็นการฝึกทักษะในสิ่งที่ได้เรียนจากห้องเรียน

1. วัตถุประสงค์หลัก การฝึกหัดและการทำแบบฝึกหัดที่ดี เพื่อการเสริมแรงในสิ่งที่เรียนแล้ว โปรแกรมเสนอสิ่งเร้า ซึ่งอาจจะเป็นในรูปคำถามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองโดยคำตอบ และสามารถเสริมแรงด้วยการให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนทันที

2. รูปแบบของแบบฝึก เป็นขั้นการเลือกวิธีการให้นักเรียนฝึก การออกแบบและสร้างรูปแบบการฝึกหัด ยึดหลักตามวัตถุประสงค์และทักษะที่คาดหวังให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะหลังจากการฝึก

ล็อกการ์ด อบรมส์และแมนี (Lockard , Abrams and Many. 1987) กล่าวว่า การฝึกหัดและทำแบบฝึกหัดที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้

1. การใช้ภาพกราฟิก เสียง และสื่ออย่างเหมาะสม
2. จัดให้อยู่ในลักษณะเกม หรืออื่น ๆ เพื่อให้เกิดแรงจูงใจ
3. ข้อมูลย้อนกลับควรจัดให้เหมาะสมกับคำตอบ ที่ถูกต้องและคำตอบที่ผิด
4. สามารถควบคุมอัตราความเร็วในการนำเสนอ
5. ควรจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับ ไปทวนคำสั่งในการใช้บทเรียน หรือทบทวนในสิ่งที่ทำได้ไปแล้ว
6. สามารถสุ่มคำถาม หรือปัญหาได้
7. สามารถหยุดบทเรียน และกลับมาทำต่อในจุดที่ต้องการทำใหม่ได้

ลักษณะของแบบฝึกส่วนใหญ่ประยุกต์จากแบบทดสอบชนิดต่าง ๆ เพราะแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีความสามารถในการจำแนกความสามารถกลุ่มเก่ง กลุ่มอ่อนได้ดีมีความเชื่อมั่น และสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา สามารถสร้างได้หลากหลาย (Ebel. 1965 : 59 ; วิรัช วรรณรัตน์. 2539 : 56) มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถภาพการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งแตกต่างจากการทดสอบที่มุ่งวัดความรู้จากตัวผู้สอบ ในแบบฝึกมีการเพิ่มขึ้นตอนการแสดงตัวอย่างวิธีคิด วิธีทำแต่ละโจทย์แนะนำแนวคิดที่ถูกต้องก่อนที่จะให้นักเรียนฝึกเมื่อนักเรียนอย่างสม่ำเสมอจากแบบฝึกที่เสนอโจทย์หลายแบบฝึกหลาย ๆ ครั้ง ตามกฎของการฝึก (Law of Practice)

ผลดีที่เกิดขึ้นกับนักเรียน คือ นักเรียนรู้จักสังเกตรู้จักวิเคราะห์ความสำคัญและความสัมพันธ์ของโจทย์เพื่อการแก้ปัญหา สามารถตัดสินใจแก้ปัญหาที่พบได้ด้วยตัวเอง แบบฝึกที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ แบบจับคู่ ถูก - ผิด และแบบเลือกตอบที่มี 2 ลักษณะ ได้แก่ แบบเลือกตอบ (Multiple choice) แบบตอบสั้น (Short Answer) การใช้แบบฝึกส่วนใหญ่พบว่า มักใช้แบบฝึกปฏิบัติวิชาคณิตศาสตร์ การแปลภาษาต่างประเทศ การสร้างคำศัพท์กับรูปประโยคหรืออาจจะเป็นการฝึกทักษะในด้านอื่น ๆ ที่ต้องการทำซ้ำกัน โปรแกรมในการฝึกทักษะนี้ สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถจำบทเรียนและรู้จักคิด เพราะโปรแกรมจะป้อนคำถามให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบอยู่ตลอดเวลา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียนที่ตนอยากเรียน อยากประลองความรู้ได้ตามความต้องการ เพื่อวัดความสามารถของตนในเนื้อหาวิชาหรือจุดประสงค์นั้น ๆ การสร้างแบบฝึกเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า แบบทดสอบแบบเลือกตอบสามารถใช้เป็นแบบฝึกเพื่อฝึกโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ นอกจากทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาแล้วยังส่งผลถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วย (นพดล ฤทธิโสม. 2537) เพราะมีความสามารถในการจำแนกกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนได้ดี แม้จะสร้างยากแต่มีความเชื่อมั่นมากกว่าแบบอื่น ๆ และสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา มีความยุติธรรมในการให้คะแนน (Ebel. 1965 : 59)

3. มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation)

สถานการณ์จำลองนั้นมิได้เกิดจากวงการศึกษา แต่เกิดขึ้นในวงการจิตวิทยาก่อนเมื่อ 30 ปีที่แล้ว การเรียนจากสถานการณ์จำลอง เป็นแนวทางการทำงานร่วมกันของสมรรถภาพทางกายของมนุษย์กับเครื่องมือและกลไกต่าง ๆ และมีผลข้อมูลย้อนกลับ

บรูซและเวล (Bruce and Weil. 1996 : 353-363) ได้กล่าวถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นนั้นเรียกว่า กระบวนการเรียนรู้ เป็นกระบวนการของร่างกายมนุษย์ที่ต้องควบคุมเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ และได้ผลข้อมูลย้อนกลับอย่างสม่ำเสมอ ปัจจัยที่มีส่วนร่วมในการควบคุมผลข้อมูลย้อนกลับให้เกิดขึ้นมี 3 ประการ ได้แก่

1. การควบคุมเพื่อไปสู่เป้าหมาย
2. การเปรียบเทียบผลการปฏิบัติที่ถูกต้องควรปรับปรุง และควรปฏิบัติซ้ำในการปฏิบัติที่ควรปรับปรุง โดยพฤติกรรมของมนุษย์ทั้งหมด มีเส้นประสาทรับรู้รวบรวมการรับรู้ทางอารมณ์

3. การตอบสนองโดยการแสดงพฤติกรรม เช่น การคิด การแสดงท่าทางเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทางสิ่งแวดล้อมและอารมณ์ การให้สถานการณ์จำลองโดยการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ผู้ที่อยู่ในสถานการณ์นั้นได้สัมผัส ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ การรับส่งข่าวสาร ตลอดจนการพัฒนาความสามารถในด้านต่าง ๆ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและทางสังคม ความแตกต่างในความรู้สึกที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อมและการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ถูกต้อง ดีมาก ไม่ถูกต้อง พยายามต่อไป เพื่อเป็นการบอกให้ผู้เรียนหรือผู้ปฏิบัติทราบว่า ผลตอบสนองที่ตนได้รับเป็นอย่างไร ควรจะปฏิบัติอย่างไรถึงจะถูกต้อง ฉะนั้น หลักในการสร้างสถานการณ์จำลองที่ดีขึ้นอยู่กับกรอบแบบสถานการณ์ที่เหมาะสม และการกำหนดผลตอบสนองในกิจกรรมแต่ละสถานการณ์ได้อย่างถูกต้องและรัดกุม

วิธีการจำลองของสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์

การเรียนรู้ด้วยบทเรียนมัลติมีเดียโดยอาศัยสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์เป็นการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใกล้ชิดกับสถานการณ์เหมือนจริงได้ฝึกปฏิบัติอย่างเต็มที่ การปฏิบัติกิจกรรมในสถานการณ์จำลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 วิธี (Angus and Reynold. 1991 : 211-212)

1. วิธีการจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์ (By Computer) หมายถึง วิธีการในสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาความรู้และฝึกทักษะผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานโดยผ่านคีย์บอร์ดและเมาส์
2. วิธีการจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์ร่วมกับแบบธรรมดา (By Computer and Manual) หมายถึง วิธีการในสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาความรู้และฝึกทักษะต่าง ๆ ผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ ควบคุมการทำงานโดยผ่านคีย์บอร์ดและเมาส์ หรือปุ่มบังคับต่าง ๆ ที่สร้างเพื่อใช้ร่วมกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานด้วยมือ
3. วิธีการจำลองสถานการณ์แบบธรรมดา (By Manual) หมายถึง วิธีการในสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาความรู้และฝึกทักษะผ่านปุ่มบังคับต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ควบคุมแบบจำลองที่สร้างขึ้นควบคุมการทำงานด้วยมือ

รูปแบบของสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์

การใช้สถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์ เราจะพิจารณาเลือกสถานการณ์ที่เหมาะสม และกำหนดระดับความเหมือนจริงในระดับต่าง ๆ ที่ต้องการมาผลิตเป็นบทเรียนหรือแบบฝึก

เพื่อที่จะให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ฝึกหัดในสถานการณ์ที่จัดขึ้นอย่างถูกต้อง สนุกสนานกับการเรียน มีความรู้สึกได้ว่าการกำลังศึกษาอยู่ในสถานการณ์จริง ดังนั้น การเลือกรูปแบบที่เหมาะสมมานำเสนอเป็นบทเรียน จึงเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณา

แองกัสและเรย์โน (Angus and Reynold. 1991 : 211-212) รูปแบบการใช้สถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์ไว้ 2 รูปแบบ คือ

1. การใช้สถานการณ์จำลองบางส่วน (Part-task) เพื่อประกอบการฝึกทักษะหรือกระบวนการที่สำคัญซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนเท่านั้น ทั้งส่วนที่เป็นการเสนอเนื้อหาและการฝึก
2. การใช้สถานการณ์จำลองทั้งหมด (Whole-task) เพื่อเป็นการสร้างสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้นกับเนื้อหาทั้งหมดที่ใช้สอนเข้าด้วยกัน

รูปแบบการสอนในสถานการณ์จำลองว่าประกอบด้วยโครงสร้างหลัก คือ สถานการณ์ที่กำหนดด้วยสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้น เพื่อสอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนด และการนำเสนอความรู้ในรูปแบบข้อความประกอบสถานการณ์ต่าง ๆ

บรูซและเวล (Bruce and Weil. 1996 : 361-362) เสนอองค์ประกอบที่สำคัญในการสอนด้วยสถานการณ์จำลองดังนี้

1. การสร้างประโยค (Syntax) การใช้ข้อความในสถานการณ์จำลอง เพื่อช่วยสร้างความชัดเจนของสถานการณ์ที่กำลังดำเนินอยู่ หรือกิจกรรมที่ผู้เรียนกำลังปฏิบัติ สามารถช่วยให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น รูปแบบประโยคที่ใดเป็นประโยคเสนอหัวข้อของสถานการณ์จำลอง ใช้ในสถานการณ์จำลองมี 4 รูปแบบ

1.1 ประโยคแนะนำ (Orientation) และมโนทัศน์ของเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ อธิบายสถานการณ์ การปฏิบัติกิจกรรมและให้ความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในบทเรียน

1.2 ประโยคชี้แจง กฎ กติกา (Participant Training) เป็นประโยคเพื่อแจ้งให้ทราบ อธิบายความเข้าใจในหลักการปฏิบัติ การตัดสินใจผลการปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง

1.3 ประโยคอธิบายหลักการปฏิบัติกิจกรรม (Simulation Operations) เป็นประโยคอธิบายข้อตกลง การควบคุมกิจกรรม อธิบายความคิดรวบยอดที่ชัดเจนขึ้น การปฏิบัติกิจกรรมในสถานการณ์อันต่อเนื่อง

1.4 ประโยคสรุปใจความสำคัญ (Participant Debriefing) อันประกอบด้วยประโยคใจความสำคัญของเหตุการณ์และการรับรู้ใจความสำคัญของความยากและการหยั่งรู้ การวิเคราะห์กระบวนการ การเปรียบเทียบสถานการณ์จำลองกับความเป็นจริง ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมและเนื้อหาในสถานการณ์ มีการประเมินและตรวจสอบโครงสร้างสถานการณ์จำลอง

2. ระบบสังคม (Social System) ด้วยเหตุผลที่ครูเป็นผู้เลือกกิจกรรมในสถานการณ์จำลองและนักเรียนเป็นผู้ต้องปฏิบัติตามที่ครูกำหนดขึ้น การจำลองและสร้างระบบสังคมในสถานการณ์จำลอง จึงต้องพิจารณาถึงโครงสร้างกับสิ่งแวดล้อมที่กำหนดไว้ให้เหมาะสมและถูกต้อง เพราะการวัดผลการฝึกปฏิบัติของนักเรียนประเมินจากผลการปฏิบัติในสถานการณ์จำลองที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นอย่างเต็มที่ ทั้งกระบวนการคิดและทักษะการเรียนรู้

3. หลักการตอบสนอง (Principles of Reaction) การตอบสนองเป็นหลักการง่าย ๆ ที่จะช่วยเสริมแรงในกิจกรรมของผู้เรียนภายใต้เงื่อนไขของกิจกรรมเหล่านั้น ช่วยให้ผู้เรียนสนใจกิจกรรมและช่วยชี้แนะให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายที่วางไว้

4. ระบบสนับสนุน (Support System) มีระบบให้ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมในสถานการณ์จำลอง

บทบาทของครูในการเรียนด้วยสถานการณ์จำลอง

การเรียนด้วยสถานการณ์จำลองในบทเรียนมัลติมีเดีย ครูผู้สอนซึ่งต้องเปลี่ยนแปลงหน้าที่ของตนเองจากการเป็นผู้ผลิตโปรแกรมถ่ายทอดความรู้และสามารถสร้างประสบการณ์ตรงให้กับผู้เรียนได้มากที่สุดแล้ว ครูต้องมีหน้าที่สำคัญดังต่อไปนี้ (Bruce and Well, 1996 : 359-361)

1. เป็นผู้อธิบาย (Explaining) การเรียนจากสถานการณ์จำลองจากคอมพิวเตอร์ผู้เรียนจำเป็นต้องเข้าใจ กฎ กติกา ที่พึงปฏิบัติให้มากที่สุดก่อนลงมือปฏิบัติจริง อย่างไรก็ตามนักเรียนไม่จำเป็นต้องเข้าใจทั้งหมดอย่างสมบูรณ์ก่อนเริ่มเรียน เพราะในทางปฏิบัติ กฎ กติกา บางข้อจะต้องลงมือปฏิบัติจึงจะสามารถเข้าใจได้

2. เป็นผู้สามารถอ้างอิงได้ (Refereeing) สถานการณ์จำลองที่ใช้ห้องเรียนในการเรียน ผู้ออกแบบจะต้องออกแบบให้มีประโยชน์ในการเรียนการสอนมากที่สุด ครูจะต้องเป็นผู้ควบคุมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ก่อนปฏิบัติต้องแบ่งกลุ่มผู้เรียนหรือจัดครูความสามารถตามความต้องการในกรณีนั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแต่ละคู่สามารถปฏิบัติตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

3. เป็นผู้ฝึก (Coaching) ในบางสถานการณ์ผู้สอนต้องทำหน้าที่เป็นผู้ฝึกหัด เป็นที่ปรึกษาให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมในสถานการณ์ที่จัดขึ้นได้ถูกต้องและดีขึ้น หากในการฝึกมีความผิดพลาดครูต้องคอยสร้างกำลังใจให้แก่นักเรียน เพื่อการฝึกฝนใหม่อย่างตั้งใจ

4. เป็นผู้ร่วมอภิปราย (Discussing) หลักในการเรียนบางเรื่องจำเป็นต้องมีการร่วมอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น สรุปความสัมพันธ์ของเนื้อหาและสถานการณ์จำลอง ซึ่งบางครั้งยากที่จะเข้าใจได้ ครูจึงต้องเข้ามามีบทบาทในการร่วมอภิปราย

ประโยชน์ของใช้สถานการณ์จำลองในมัลติมีเดีย

การเรียนด้วยสถานการณ์จำลอง เป็นการเสนอบทเรียนในรูปแบบที่น่าสนใจโดยจำลองเหตุการณ์ สถานที่ที่ต้องการให้ผู้เรียนศึกษาหรือฝึกทักษะ ช่วยสร้างความน่าสนใจในเนื้อหาความเหมือนจริงของเหตุการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือฝึกปฏิบัติจริง การเรียนด้วยสถานการณ์จำลองจึงมีประโยชน์ต่อนักเรียนและอำนวยความสะดวกแก่ผู้สอนหลายประการ

แองกัสและเรย์โน (Angus and Reynold, 1991 : 211-212) และบรูซและเวล (Bruce and Weil, 1996 : 353-363) กล่าวถึง ประโยชน์ของการใช้สถานการณ์จำลองในบทเรียนมัลติมีเดียสอดคล้องกันว่า

1. การเรียนด้วยสถานการณ์จำลองจะช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน
2. ฝึกปฏิบัติในสถานการณ์เหมือนจริงได้ฝึกกระบวนการคิด มีกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียนรู้เนื้อหาอยู่ตลอดเวลา
3. มีการแข่งขัน ในบางครั้งต้องอาศัยการร่วมมือกัน
4. เป็นกิจกรรมที่ช่วยลดการฝึก ช่วยลดอันตรายในกิจกรรมที่เสี่ยงอันตราย
5. แทนการปฏิบัติจริงที่ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง ซึ่งการฝึกด้วยเครื่องมือจริงอาจทำให้สิ้นเปลืองเกินความจำเป็น เช่น การฝึกบิน การฝึกปฏิบัติงานในยานอวกาศให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะจากการจำลองเหตุการณ์และสิ่งแวดล้อมที่เหมือนจริง ทำให้เกิดทักษะที่ถูกต้อง
6. ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะนั้นได้ตามต้องการและความพอใจ

ข้อจำกัดในด้านการผลิตมัลติมีเดียเพื่อใช้ด้านการเรียนการสอนในชั้นเรียนยังน้อยมาก ทำให้มีโปรแกรมที่ผลิตขึ้นมาที่มีราคาแพง และการผลิตเครื่องจำลอง (Simulator) ขนาดใหญ่เพื่อช่วยให้การฝึกสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะผู้เรียนได้เข้าไปฝึกในเครื่องมือจริง นับเป็นการฝึกทักษะเหมือนจริงมากที่สุด การควบคุมต่าง ๆ เหมือนจริงทุกประการ ทั้งนี้มีข้อจำกัดเช่นกัน คือ ไม่มีการผลิตขึ้น เพื่อขายมีการผลิตเพื่อใช้เฉพาะงานเท่านั้น เช่น การฝึกบิน การทดลองของสถานีวิจัย ฯลฯ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมัลติมีเดีย

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย พบว่า มีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอนมากมาย ทั้งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ ที่ผู้วิจัยสนใจและนำเสนอเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบของมัลติมีเดีย ดังนี้

แคธลีน (Cathleen. 1990) ได้พัฒนาความสามารถของแบบสอนเนื้อหาใหม่สำหรับการสอนพื้นฐานทางพีชคณิต โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นปัจจัยในการพัฒนาและสมรรถภาพของบทเรียนแบบสอนเนื้อหา ซึ่งประกอบด้วยการนำเสนอถึงจุดประสงค์ของการวิจัยและการรายงานผล การแสดงเหตุผลสำหรับพัฒนาและส่วนประกอบ การเจาะจงรูปแบบของบทเรียน การประเมินอาศัยความชำนาญและการวิเคราะห์บทเรียนภายหลัง ผลการวิจัยครั้งนี้ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์วิชาต่าง ๆ ทั้งยังสามารถทราบเจตคติของนักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบ

บราวน์ (Brown. 1993 : 3357-A) ได้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนแบบสอนเนื้อหาใหม่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องพื้นฐานฟังก์ชัน แคลลูลัส และเป็นพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ชั้นสูง การวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาและมีการพัฒนาทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันแคลลูลัสได้ดีขึ้น

โรโย (Royo. 1995 : 1380019- A) ได้ศึกษาการใช้มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่เพื่อสอนเนื้อหาเรขาคณิต เรื่อง สี่เหลี่ยมผืนผ้า ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนและสรุปเชื่อมความสัมพันธ์ของเนื้อหาไปสู่การเรียนรู้เนื้อหาใหม่ได้เร็วขึ้น และสามารถบูรณาการกับความรู้ใหม่ได้

อาภรณ์ อัยรักษ์ (2530 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนแบบสอนเนื้อหาใหม่สอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นเบื้องต้น ให้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกพาณิชยการที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ โดยให้นักเรียนกลุ่มนี้ได้ทดลองเรียนเสริมเมื่อให้นักเรียนสอบใหม่อีกครั้ง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนดีขึ้น

ฮิค (Hick, 1996) ศึกษาการใช้แบบฝึกทักษะพื้นฐานคณิตศาสตร์ที่ต่างกัน 2 รูปแบบ คือ การฝึกทักษะด้วยบทเรียนจากคอมพิวเตอร์และการฝึกจากการเรียนแบบปกติและทำแบบฝึกหัดของนักเรียนมัธยมศึกษา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะด้วยคอมพิวเตอร์มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกจากการสอนแบบปกติและสนุกกับการฝึกประกอบที่มีสีสันสวยงาม

จากงานวิจัยของชิอา (Shiah, 1995) ที่ศึกษาการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและมีการทดสอบระบบออนไลน์กับการทดสอบด้วยกระดาษคำตอบของนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ พบว่าการฝึกด้วยแบบฝึกบนจอคอมพิวเตอร์และทดสอบระบบออนไลน์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ การทดสอบที่แตกต่างกันทั้งสองระบบไม่มีผลต่อคะแนนสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยของไวลด์อร์ (Wilder, 1994) ศึกษาผลการใช้ แบบทดสอบแบบสถานการณ์จำลองเปรียบเทียบกับแบบทดสอบ Drill and practice กับนักเรียนที่เรียนจบการศึกษาไปแล้ว 5 ปีของสถาบัน BPACE ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษานอกโรงเรียนมาศึกษาความคงทนในเนื้อหาความรู้ทั่วไปทางคณิตศาสตร์ เวลาในการทำแบบทดสอบ และผลคะแนนสอบว่ากลุ่มใดจะมีคะแนนสูงสุดใช้เวลาน้อยที่สุด และแบบทดสอบแบบใดสามารถช่วยให้นักเรียนมีคะแนนสูงสุด ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่จบการศึกษาไปแล้ว 5 ปี มีความคงทนในการเรียนรู้ เพียง 55 % แบบทดสอบแบบเสนอสถานการณ์จำลองช่วยให้นักเรียนใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่าแบบ Drill and Practice และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบของนักเรียนทั้งสองกลุ่มพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทั้งสองกลุ่ม

แมททูน (Mattoon, 1995) การสร้างเป็นเครื่องฝึกบินควบคุมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอสถานการณ์จำลองการขับเครื่องบิน โดยผู้ฝึกต้องฝึกปฏิบัติโดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ตามสถานการณ์และแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คอมพิวเตอร์เสนอประโยชน์ของการใช้เครื่องจำลองและสถานการณ์จำลองนี้ ช่วยให้นักเรียนการบินมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการบิน การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ของเครื่องบิน สามารถฝึกได้อย่างเหมือนจริง ซึ่งเป็นการฝึกขั้นพื้นฐานก่อนฝึกกับเครื่องบินจริง ประหยัดและปลอดภัยกว่าการนำเครื่องบินจริง ๆ ไปฝึกบิน

งานวิจัยของกิบบอน (Gibbon, 1994 : AAC 1359687) ศึกษาผลการใช้สถานการณ์จำลองเชิงธุรกิจ เพื่อสอนเรื่องทักษะการบวก โดยกำหนดเนื้อหา เรื่อง การใช้เงิน เวลา สำหรับ นักเรียนเกรด 1 เปรียบเทียบกับการสอนด้วยแบบฝึกหัดของครูจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียนที่เรียนจากสถานการณ์จำลองพัฒนาทักษะการบวกได้ดีกว่านักเรียนที่พัฒนาทักษะด้วยแบบฝึกหัดของครู และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์อีกด้วย

จากการศึกษางานวิจัยมัลติมีเดียรูปแบบต่าง ๆ ที่นำมาช่วยในการเรียนการสอน พบว่า มัลติมีเดียรูปแบบต่าง ๆ สามารถช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ความรู้อย่างต่าง ๆ ได้เร็วขึ้น เป็นสื่อการเรียนที่น่าสนใจและทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชานั้นสูงขึ้นด้วย

ประโยชน์ของมัลติมีเดีย

มัลติมีเดีย สร้างความน่าสนใจโดยใช้เทคนิคในการนำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ ด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพจากวิดีโอและเสียงประกอบที่ตื่นเต้น เร้าใจ ทำให้มัลติมีเดียการเรียนการสอน บรรลุวัตถุประสงค์ในเวลาอันสั้น อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนและผู้สอน สร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนให้แก่ผู้เรียน นักวิชาการและนักวิจัยหลายท่าน

สรุปประโยชน์มัลติมีเดียที่นำมาใช้ในการสอนสอดคล้องกันหลายประการว่า (Kozma, 1991 : 201 ; Park and Hannafin, 1993 : 63 ; ชนิษฐา ชานนท์, 2531 : 8 ; ชัยวุฒิ จันมา, 2539)

1. การนำเสนอเนื้อหาจับใจ แทนที่ผู้เรียนจะเปิดหนังสือบทเรียนทีละหน้า ก็กดปุ่มพิมพ์คอมพิวเตอร์เพื่อเลือกบทเรียนแทน
2. คอมพิวเตอร์สามารถเสนอรูปภาพเคลื่อนไหว ซึ่งมีประโยชน์มากต่อบทเรียนที่มีภาพลบล้างซับซ้อนหรือเหตุการณ์ที่ควรเน้น
3. มีเสียงประกอบได้ทำให้เกิดความสนใจ และเพิ่มศักยภาพทางการเรียน
4. สามารถเก็บข้อมูลเนื้อหาได้มากกว่าหนังสือหลายเท่า เช่น แผ่นซีดีรอม 1 แผ่น เก็บข้อมูลได้ 6800 ล้านตัวอักษร ส่วนหนังสือหน้า 300 หน้า มีตัวหนังสือประมาณสามแสน ถึงสี่แสนตัว ดังนั้น ซีดีรอม 1 แผ่น จะเก็บหนังสือได้ประมาณ 200 เล่ม
5. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้อย่างแท้จริง บทเรียนสามารถควบคุมและช่วยเหลือผู้เรียนได้มากในขณะที่หนังสือไม่สามารถทำได้
6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ สามารถบันทึกผลการเรียนประเมินผล การเรียนรู้ ๆ หลายครั้งโดยไม่จำกัด
7. สามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่าง ๆ ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา ทำให้เกิดการเรียนรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เดคเคอร์ (Dekker. 1993-1994 : 1) กล่าวว่า การเรียนด้วยมัลติมีเดียรูปแบบใหม่ จะช่วยในขบวนการเรียน ช่วยให้เกิดการแก้ปัญหาขณะเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี มัลติมีเดียมีความสามารถรวมสาร (Massage) แต่ละชนิดที่มีคุณภาพ เช่น เสียงและภาพจากวีดิโอ ช่วยให้การรับรู้ของนักเรียนดีขึ้น มัลติมีเดียสามารถควบคุมขบวนการเรียนของผู้เรียน สร้างสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ และน่าตื่นเต้น ทำให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนอย่างสนุกสนาน ประโยชน์ของการใช้มัลติมีเดียในระบบต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ด้านการสื่อความหมาย สามารถสื่อความหมายได้อย่างรวดเร็ว เข้าใจง่าย
2. ด้านการควบคุมการนำเสนอ สามารถจัดลำดับให้ผู้ติดตามความต้องการของผู้เขียนโปรแกรมได้อย่างสะดวก
3. ด้านการควบคุมลำดับการปฏิบัติ สามารถสร้างเงื่อนไขของการวิ่งไปสู่ลำดับเหตุการณ์ได้อย่างซับซ้อน
4. ด้านการพัฒนาประสิทธิภาพของงาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้มากมาย เช่น งานบันเทิง งานด้านการศึกษาช่วยผลิตสื่อช่วยการสอน (CAI) สื่อการฝึกอบรม (CBT) งานการนำเสนอ (Presentation) โครงการ แนวความคิด ข่าวสารทางธุรกิจและโฆษณาช่วยในงานออกแบบทางวิศวกรรม ทำให้งานต่าง ๆ มีประสิทธิภาพและประสพผลสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ในระยะเวลาอันสั้น ช่วยลดเวลาในการสื่อสาร ฯลฯ

2. การสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1 หลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา

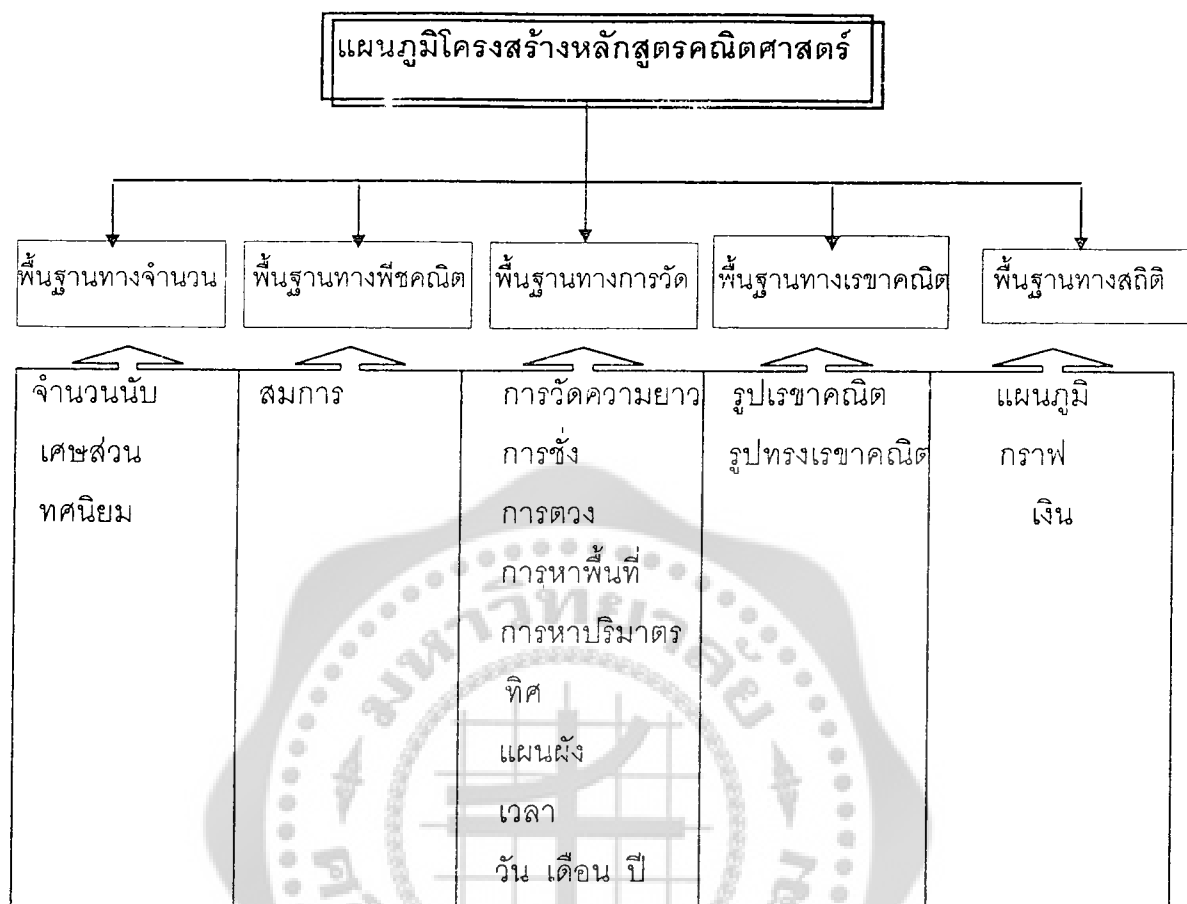
หลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้กำหนดกลุ่มประสบการณ์ให้มี 5 กลุ่มคือ กลุ่มทักษะที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต กลุ่มสร้างเสริมลักษณะนิสัย กลุ่มการทำงานพื้นฐานอาชีพและกลุ่มประสบการณ์พิเศษ วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาในกลุ่มทักษะที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่มุ่งให้ความรู้และประสบการณ์แก่ผู้เรียนสำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการดำรงชีวิต ทั้งด้านการติดต่อสื่อสาร การคิดหาเหตุผล การคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในการเรียนกลุ่มประสบการณ์อื่น ๆ และแสวงหาความรู้ตามที่ยุ้เรียนต้องการ หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ประกอบด้วยพื้นฐานทางจำนวน, พีชคณิต, เรขาคณิต, สถิติ, พื้นฐานการวัด การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับนี้เน้นในด้านการพัฒนาความคิด ความเข้าใจ

โดยใช้กิจกรรมของจริงหรืออุปกรณ์ ทั้งนี้การจัดประสบการณ์ในการเรียนการสอน ควรคำนึงถึง ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน จึงมุ่งปลูกฝังผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ ที่คาดหวัง ไว้ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2534 : 16)

1. มีความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานและมีทักษะในการคิดคำนวณ
2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงออกมาอย่างเป็นระเบียบ ชัดเจน และรัดกุม
3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
4. สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิด และทักษะที่ได้จากการเรียน

คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน





ภาพประกอบ 4 แผนภูมิแสดงโครงสร้างหลักสูตรคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ กระทรวง
ศึกษาธิการ. 2534 : 18)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์

ในหลักสูตรประถมศึกษา (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2534 :19-21) ได้ กล่าวถึงแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของหลักสูตรว่า ครูเป็นผู้สอนมีบทบาทในการจัดกิจกรรมเหล่านั้น ที่สำคัญต้องคำนึงถึงเป้าหมายในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานและความเข้าใจหลักการของคณิตศาสตร์ควบคู่กันไปด้วย เน้นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะเพื่อความชำนาญ ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว กิจกรรมที่จัดขึ้นต้องสร้างความสนใจ ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดตามลำดับเหตุผลให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นได้ใช้เหตุผล และมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับเนื้อหาในหลักสูตรกับการสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ โดยมีลำดับในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ ดังนี้

1. การทบทวนความรู้พื้นฐาน ความรู้เดิมที่สัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ที่จะเรียน
2. การสอนเนื้อหาใหม่ โดยพิจารณาจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสม
3. การฝึกทักษะการใช้โจทย์ฝึกหัด ที่ครูสร้างขึ้นจากสื่อต่าง ๆ
4. การประเมินผล ทดสอบโดยให้ผู้เรียนปฏิบัติหรือใช้ข้อสอบตามความเหมาะสมของเนื้อหา
5. การซ่อมเสริม ในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถผ่านเกณฑ์การประเมินผลในจุดประสงค์หลักหรือจุดประสงค์ย่อย ครูต้องจัดให้มีการซ่อมเสริม โดยให้พิจารณาเลือกวิธีสอนซ่อมเสริมตามความเหมาะสมของสาเหตุการสอบไม่ผ่าน สื่อและเอกสารที่ใช้ในการสอนซ่อมเสริมนั้น นอกจากหนังสือแล้วครูอาจพัฒนาขึ้นมาเองก็ได้

สมวงศ์ แปลงประสพโชค (2539 : 26) เสนอแนะการเลือกวิธีสอนว่า การเลือกวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพทำให้ทุกคนได้ประสบผลสำเร็จ คือ การพยายามจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และสามารถดัดแปลงรูปแบบการสอนเป็นกลุ่มในครั้งเดียวกันได้ โดยไม่ต้องให้ครูสอนนักเรียนแบบตัวต่อตัวองค์ประกอบที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิธีนี้คือ การใช้เอกสาร สื่อการเรียนการสอน การจัดการเกี่ยวกับการบ้าน แบบฝึกหัด ทักษะการเรียนรู้ การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การจัดการเรียนการสอนด้วยตนเองมีหลายวิธี เช่น ระบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ (Mastery Learning) ระบบการเรียนการสอนรายบุคคล (PSI) การสอนแบบทำสัญญาโครงการ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (CAI) และวิธีการสอนแบบเปิด ฯลฯ

จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การออกแบบโครงสร้างบทเรียนคณิตศาสตร์และวิธีสอนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการและนักวิจัยหลายท่านตั้งเอกสารที่ค้นคว้าข้างต้น ผู้วิจัยได้นำหลักการต่าง ๆ ในวิธีการสอนที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการพัฒนาสื่อการสอนคณิตศาสตร์ในรูปแบบสื่อมัลติมีเดีย ดังนี้

1. การทบทวนความรู้พื้นฐานให้ผู้เรียน การสอนเนื้อหาใหม่ (กรมวิชาการ.2534:19-21) โดยใช้ขีดความสามารถของสื่อมัลติมีเดียที่สามารถให้ผู้เรียนเรียนเนื้อหาที่สนใจซ้ำ ๆ ได้สามารถสร้างตัวอย่างเป็นภาพประกอบเนื้อหา
2. การฝึกทักษะ ฝึกปฏิบัติด้วยตัวของนักเรียนเอง สื่อมัลติมีเดียสามารถให้การฝึกแก่นักเรียนโดยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะด้วยตนเอง มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีแก่ผู้เรียน
3. การตรวจสอบการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้วยการเสนอบทเรียนซ้ำเพื่อความเข้าใจ
4. การประเมินผล ทดสอบโดยให้ผู้เรียนปฏิบัติ หรือใช้ข้อสอบตามความเหมาะสมของเนื้อหาและการให้ข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทราบจุดด้อยของตัวเองแล้วให้นักเรียนปฏิบัติหรือศึกษาเพิ่มเติม
5. การทบทวน สรุป ช่อมเสริมและทำงานเพิ่ม สื่อมัลติมีเดียจะกำหนดให้ผู้เรียนกลับไปทบทวนความรู้ เรียนซ้ำ เมื่อผู้เรียนไม่ประสบผลสำเร็จในการฝึก
6. จัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนด้วยตนเอง ซึ่งมีหลายวิธี เช่น ระบบการเรียนเพื่อรอบรู้ การเรียนการสอนรายบุคคล การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การศึกษาความรู้และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับครู นักจิตวิทยา ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้และพัฒนาการของมนุษย์ เพื่อคิดค้นทฤษฎีและหลักการที่จะนำมาช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาและส่งเสริมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ทำให้ทฤษฎีการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างหลากหลาย ครูต้องทำความเข้าใจและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยเฉพาะการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาที่มีปัญหาในการเรียนการสอนมากวิชาหนึ่ง ทฤษฎีต่าง ๆ ที่ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (สมวงษ์ แปลงประสพโชค. 2539 : 26 -30) ได้แก่

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (Piaget, 1969) นักจิตวิทยาชาวสวิส ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาเป็น 4 ขั้น

ขั้นที่ 1 ขั้นการใช้สัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensori-motor) แรกเกิดถึงสองขวบ

ขั้นที่ 2 ขั้นก่อนคิดเป็นรูปธรรม (Pre operational) อายุ 2-7 ขวบ

ขั้นที่ 3 ขั้นก่อนเป็นรูปธรรม (Concrete Operation) อายุ 7-11 ปี

ขั้นที่ 4 ขั้นคิดเป็นแบบแผน (Formal Operation)

นักเรียนระดับประถมศึกษาจัดเป็นเด็กที่มีพัฒนาการอยู่ในขั้นที่ 3 ตามลักษณะทฤษฎีของเพียเจต์ซึ่งจะมีลักษณะดังนี้ ในขั้นนี้เด็กจะสามารถสร้างกฎเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่โดยใช้สมบัติต่าง ๆ กันเข้าใจความคงตัวของสาร สามารถเปรียบเทียบน้อย มาก นก เบา สามารถนึกภาพในใจได้ เขียนแผนผังได้ สามารถคิดย้อนกลับได้ แต่ไม่สามารถเข้าใจคำพูดเชิงนามธรรม และยังไม่พร้อมในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ การใช้เหตุผลจะอิงรูปธรรม ในตอนปลายของวัยสามารถนิยามและเข้าใจนิยามได้ อายุ 12 ปี ถึงวัยผู้ใหญ่ มีความจำเป็นอย่างมากที่ครูคณิตศาสตร์ต้องคำนึงถึงความพร้อมทางสมองของเด็ก เช่น ในระดับประถมศึกษาเด็กจะเริ่มเข้าเรียน ป.1 เมื่ออายุ 6 ขวบ ซึ่งอยู่ในขั้นที่ 2 ในการสอนคณิตศาสตร์เด็กเพิ่งจะเริ่มเข้าใจสัญลักษณ์ เริ่มเรียนรู้ภาษาจึงมีบางคนไม่เข้าใจจำนวนแต่สามารถออกเสียงหนึ่งถึงร้อยได้ แต่เมื่อสั่งให้หยิบของได้ตามจำนวนที่กำหนดให้เด็กบางคนหยิบไม่ได้ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องปกติ นอกจากนี้การเปรียบเทียบจำนวน น้อย มาก นก เบา ล้น ยาว ไม่สามารถจะสอนให้เข้าใจใน ขั้นนี้ครูบางคนจะสอนบวกโดยวิธีให้ใช้มือตบหนึ่งจำนวนหนึ่งไว้ในใจแล้วนับต่อไปเท่าที่จำนวนมาบวก พบว่านักเรียนมักจะลืมว่าตนเองตบฝากไว้จำนวนอะไร ปัญหานี้ครูต้องรอเพราะเด็กวัยนี้ไม่สามารถคิดในใจได้ต้องใช้รูปธรรม หรือแม้กระทั่งคิดย้อนกลับ เช่น $4+5 = \square$, $\square + 5 = 9$, $4 + \square = 9$ เด็กบางส่วนทำไม่ได้เช่นกัน รวมถึงการสอนโจทย์ปัญหาที่ ต้องมีการคิดอย่างซับซ้อนหลายขั้นตอน ในขั้นนี้เนื่องจากเป็นการเริ่มเรียนรู้ภาษา การให้เด็กเขียนแสดงวิธีทำโจทย์ปัญหาที่เป็นข้อความจะไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เพิ่งเริ่มเข้าสู่วัยขั้นที่ 3 ครูจะพบปัญหาเดียวกับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1 เพราะเป็นช่วงรอยต่อ บางคนอาจมีความสามารถเข้าสู่อีกขั้นแต่บางคนอาจอยู่ในวัยเดิม สำหรับช่วงประถมศึกษาปีที่ 3-6 ในช่วงนี้เด็กยังไม่สามารถจะเข้าใจคำพูดที่เป็นนามธรรม ไม่เข้าใจเหตุผลเชิงตรรกะ การให้เหตุผลจะอิงรูปธรรม การสอนคณิตศาสตร์ในขั้นนี้จึงต้องมีสื่อการสอนที่สามารถอธิบายให้นักเรียนเกิดความเข้าใจให้มากที่สุด นอกจากนี้การใช้ภาษาคณิตศาสตร์จะยังไม่มีดี จึงทำให้เด็กหลายคนไม่

สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ไม่สามารถแสดงวิธีคิดของตนออกมาเป็นภาษาเขียนได้ นักเรียนจะแก้ปัญห ด้วยวิธีการลองผิดลองถูกอย่างไม่มีระบบ เด็กบางคนอาจกลับมาลองแล้วลองอีก บางคนให้นิยามได้แต่ไม่รู้จัก เช่น รู้จักรูปสามเหลี่ยมแต่ถ้าถามว่ารูปสามเหลี่ยมคืออะไร บางคนก็ตอบไม่ได้

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

กาเย (Gagne'.1985) นักจิตวิทยาชาวฝรั่งเศส ให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับทดลองและประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ โดยร่วมมือกับมหาวิทยาลัยแมรีแลนด์ จัดทำโครงการทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการพัฒนาหลักสูตร มีจุดประสงค์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2 ประเภท คือ

1. จุดประสงค์ทางตรงของการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 การเรียนรู้ข้อเท็จจริง (Facts) ได้แก่ ข้อตกลงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น 2 แทนสัญลักษณ์จำนวน 2 , + เป็นสัญลักษณ์แทนการบวก, sine เป็นสัญลักษณ์แทนฟังก์ชันตรีโกณมิติอันหนึ่ง การเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงใช้วิธีเรียนรู้แบบท่องจำ แบบฝึกซ้ำ ๆ แบบทดสอบ แบบเล่นเกมและจัดการแข่งขัน

1.2 การเรียนรู้ทักษะทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การกระทำหรือขบวนการที่ต้องการความเร็วและความถูกต้อง เช่น การหารยาว การบวกเศษส่วน การคูณทศนิยม การสร้างมุมฉาก การแบ่งครึ่งมุม การหาพื้นที่ การหาอินเตอร์เซกชันของเซต เป็นต้น การเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะจะอาศัยวิธีสาธิต การฝึกซ้ำจากบัตรงาน การฝึกทำบนกระดานดำ กิจกรรมกลุ่มและการเล่นเกม เราจะทราบว่า นักเรียนมีทักษะ เมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับทักษะได้อย่างถูกต้องและประยุกต์ใช้ทักษะกับสถานการณ์ต่าง ๆ

1.3 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดทางนามธรรมในการจัดกลุ่มสิ่งของหรือเหตุการณ์ใดที่เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่าง เช่น คำว่า เซต สับเซต การเท่ากัน การไม่เท่ากัน รูปสามเหลี่ยม ลูกบาศก์ รัศมีและเลขยกกำลัง เป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คนที่จะเรียนรู้มโนทัศน์ของรูปสามเหลี่ยมจะต้องสามารถจำแนกเซตของรูปต่าง ๆ เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่เป็นรูปสามเหลี่ยมกับกลุ่มที่ไม่ใช่สามเหลี่ยม การเรียนรู้ความคิดรวบยอดจะใช้วิธีให้นิยามหรือวิธีสังเกตโดยตรง เช่น พัง ดู จับ ต้อง อภิปราย หรือคิดจาก สิ่งที่เป็นตัวอย่าง สิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างและสิ่งที่มีคุณสมบัติตรงกันข้าม นักเรียนระดับประถมศึกษาอยู่ในขั้นคิดเป็นรูปธรรม โดยทั่วไปจำเป็นต้องดูด้วยตา จับต้องด้วยมือจึงจะเกิดการเรียนรู้ นักเรียนที่อยู่ในขั้นสูงกว่าอาจจะ

เรียนรู้โน้ตดนตรีโดยวิธีอภิปรายคนที่เรียนรู้โน้ตดนตรีแล้วจะมีความสามารถจำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่างจากสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของโน้ตดนตรีได้

1.4 หลักการ เป็นสิ่งที่ซับซ้อนที่สุดในคณิตศาสตร์ หลักการเป็นลำดับของความคิดรวบยอดที่มีความสัมพันธ์กันหลาย ๆ โน้ตดนตรี เช่น "รูปสามเหลี่ยม 2 รูปเท่ากันทุกประการก็ต่อเมื่อมีด้านเท่ากัน 2 ด้านและมีมุมในระหว่างด้านเท่าเท่ากัน" หรือ "พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะเท่ากับผลบวกพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านอีกสองด้าน" การที่จะสามารถเข้าใจหลักการดังกล่าว ผู้เรียนต้องเข้าใจโน้ตดนตรี เช่น รูปสามเหลี่ยมมุม ด้านของรูปสามเหลี่ยม รูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ การเรียนรู้หลักการจะอาศัยขบวนการถามตอบแบบสืบสวนสอบสวน อาศัยบทเรียนแนะแนวทางเพื่อการค้นพบ การอภิปรายกลุ่ม การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาและการสาธิต นักเรียนที่เรียนรู้หลักการจะต้องสามารถพิสูจน์โน้ตดนตรีในหลักการ สามารถจัดมโนทัศน์สัมพันธ์กันอย่างถูกต้อง และสามารถประยุกต์หลักการในสถานการณ์ต่าง ๆ

ลำดับการเรียนรู้ของกาเย่

การเรียนการสอนที่ประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่มาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ มีการจัดลำดับขั้น ที่เน้นการจัดระดับความรู้และคำนึงถึงเนื้อหาและมโนทัศน์ให้เป็นไปตามลำดับขั้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างเป็นลำดับขั้นพื้นฐานการเรียนรู้สู่การเรียนรู้อย่างเป็นลำดับ (Gagne', 1985)

1. การเรียนรู้สัญญาณ (Signal Learning) เป็นการตอบสนองอย่างไม่ตั้งใจตอบสนองโดยออกมาทางรูปอารมณ์มีทั้งทางบวกทางลบหรือการตอบสนองในรูปกลไกง่ายที่ทดลองโดยพาฟลอฟ ตัวอย่างในชั้นเรียน ได้แก่ บรรยากาศเครื่องเครียด พฤติกรรมการดูของครู พฤติกรรมการไม่ยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนจะทำให้ให้นักเรียนเกลียดและเบื่อที่จะตอบสนอง เชื่อยหาไม่รู้ตัว

2. การเรียนรู้สิ่งเร้าและการตอบสนอง (Stimulus-Response Learning) เป็นการเรียนรู้ซึ่งเนื่องมาจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง โดยที่ผู้เรียนสามารถควบคุมการตอบสนองพฤติกรรมได้เป็นอย่างดีตั้งใจ รู้ตัว การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนได้มาจากการได้รับการเสริมแรงและมีโอกาสกระทำซ้ำ ๆ

3. การเชื่อมโยง (Chaining) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง ติดต่อกันเป็นลูกโซ่ กิจกรรมทางคณิตศาสตร์หลายอย่างที่ยากด้วยเครื่องมือ เช่น ไม้บรรทัด วงเวียน แบบจำลองทางเรขาคณิต กิจกรรมการใช้เครื่องมือเหล่านี้ต้องทำเป็นลูกโซ่ การเรียนรู้ วิธีแบ่งครึ่งมุมด้วยวงเวียนและเส้นตรงต้องการทักษะที่เป็นลำดับขั้นตอน

4. การเชื่อมโยงภาษา (Verbal Association) เป็นการเชื่อมโยงสัญลักษณ์หรือคำพูดเช่น คำว่า ฟังก์ชันจะเกิดจากการเชื่อมโยงสัญลักษณ์หรือคำพูดบางคนอาจจะนึกถึง "y กำหนดโดย x" หรือ " $y = f(x)$ " หรือบางคนอาจจะนึกถึงแผนผังการเชื่อมโยง สมาชิกของสองเซต การสอนการเชื่อมโยงภาษาอาจสอนได้โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนแสดงข้อเท็จจริง บทนิยาม มโนทัศน์และหลักการให้ชัดเจนและถูกต้อง

5. การเรียนรู้การจำแนก (Discriminant Learning) เป็นความสามารถที่ผู้เรียนมองเห็นความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นสิ่งของประเภทเดียวกัน นอกจากนี้ผู้เรียนมักจะสับสนเรื่องที่เรียนใหม่ที่คล้ายกับเรื่องที่เรียนแล้ว บางคนมีเทคนิคแตกต่างกัน ครูมีหน้าที่ช่วยให้เด็กไม่สับสน อาจจะมีการแนะนำเทคนิคการจำ เทคนิคการจำแนกความแตกต่าง

6. การเรียนรู้มโนทัศน์ เป็นความสามารถที่ผู้เรียนมองเห็นความเหมือนทำให้ผู้เรียนตอบสนองสิ่งของหรือเหตุการณ์ในลักษณะเป็นกลุ่ม เช่น ถ้านักเรียนสามารถตอบได้ว่า อะไรบ้างเป็นวงกลมในสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิม แสดงว่า นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับวงกลม กาเย์ เสนอวิธีสอนนักเรียนให้เกิดมโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 6.1 แสดงอย่างทีละกหลายของมโนทัศน์เพื่อหาข้อสรุป
- 6.2 แสดงตัวอย่างที่แตกต่างแต่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนได้แยกแยะความแตกต่าง
- 6.3 แสดงสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์แตกต่างชัดเจนยิ่งขึ้นแล้วสรุปในรูปทั่วไป
- 6.4 หลีกเลี่ยงการแสดงตัวอย่างที่มีสมบัติร่วมกันกับมโนทัศน์อื่น เพื่อป้องกันการสับสน

7. การเรียนรู้กฎ (Rule Learning) หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดจากการรวมหรือเชื่อมโยงมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 มโนทัศน์เข้าด้วยกัน การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากจะเป็นการเรียนรู้กฎ กาเย์ได้เสนอขั้นตอนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้กฎ ดังนี้

- 7.1 บอกผู้เรียนถึงลักษณะพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการหลังการเรียนรู้จบ
- 7.2 ถามคำถามเพื่อนำความรู้เก่าประกอบเป็นกฎใหม่
- 7.3 ฝึกให้นักเรียนใช้คำพูดแสดงกฎ
- 7.4 ให้นักเรียนสาธิตกฎ

8. การแก้ปัญหา (Problem Solving) การเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหา หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดจากการเลือกหรือเชื่อมกฎเข้าด้วยกันและนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน เป็นขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ในขั้นนี้เราจะพบว่า การแก้ปัญหามีความเกี่ยวข้องกับการค้นพบและความคิดสร้างสรรค์

การสอนแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่ผู้เรียนต้องใช้ความสามารถของผู้เรียนหลาย ๆ ด้าน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความหลากหลายในตัวเอง ผู้เรียนต้องศึกษา ทำความเข้าใจ เพื่อวิเคราะห์หาสิ่งที่ซ่อนอยู่ในโจทย์ปัญหา โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนอย่างเป็นระบบ

ความหมายของโจทย์ปัญหา

แอนเดอร์สันและพริงกรี (Anderson and Pingry. 1973 : 228) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการหาข้อสรุปหรือเป็นคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็ทำได้โดยจะต้องมีกระบวนการที่เหมาะสม ซึ่งต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผนและการตัดสินใจประกอบกัน

อดัมส์ (Adams.1977 : 176) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและต้องมีการตัดสินใจลงมือกระทำหรือหาคำตอบ โดยปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่ใช้ภาษา เรื่องราว หรือคำพูดก็ได้

อุทัย เพชรช่วย (2532 : 49) อธิบายว่า โจทย์ปัญหา คือ โจทย์ที่มีข้อความเป็นภาษาหนังสือ หรือภาษาพูด ไม่มีเครื่องหมายบวก ไม่มีเครื่องหมายลบ คูณ หรือหาร ผู้เรียนต้องอ่านโจทย์ หรือฟังโจทย์ให้เข้าใจว่าจะทำได้โดยวิธีใด

สวัสดี้ จิตจนะ (2535 : 77) ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นข้อความแสดงที่แสดงถึงเงื่อนไข ความสัมพันธ์ของจำนวนที่กำหนดไว้ในแต่ละประโยคในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อันจะก่อให้เกิดจำนวนผลลัพธ์อีกจำนวนหนึ่งที่ต้องการทราบในคำถามของโจทย์

ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลที่ใช้ความรู้ ความคิด ทักษะ และความเข้าใจปัญหาต่างๆ ซึ่งต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมา ช่วยในการพิจารณา โครงสร้างของปัญหา เพื่อหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดไปและบรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ (คนธรรส รสหวาน. 2539 : 18)

การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จึงเป็นทักษะที่ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนอย่างเป็นกระบวนการ เพื่อให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างถูกต้อง ความสามารถของผู้เรียนนอกจากจะขึ้น อยู่กับการฝึกฝน ยังต้องอาศัยความรู้เดิมและประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนด้วย

ประเภทของโจทย์ปัญหา

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบข้อความบอกสถานการณ์ มีการบอกค่าต่าง ๆ ด้วยตัวเลข มีเงื่อนไขที่บอกความสัมพันธ์ของข้อความที่บ่งบอกให้ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาตาม กระบวนการต่าง ๆ ที่เรียนมา ซึ่งในแต่ละโจทย์ปัญหาลักษณะที่แตกต่างกันไป ผู้วิจัยได้ ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

ชัยเขนทร์ เมืองแมน (2533 : 7-14) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบ่งออก ได้เป็น 2 ลักษณะ คือปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบและปัญหาที่ให้พิสูจน์ สำหรับคณิตศาสตร์ระดับ ประถมศึกษาจะมีโจทย์ปัญหาแบบปัญหาที่ให้นักเรียนค้นหาคำตอบเท่านั้น เพราะการแก้โจทย์ ปัญหาที่ให้พิสูจน์เป็นทักษะขั้นสูง วุฒิภาวะของนักเรียนระดับนี้ยังไม่พร้อมที่จะแก้โจทย์ที่ต้อง ใช้การพิสูจน์

สมวงศ์ แปลงประสพโชค (2529) ได้เสนอรูปแบบต่าง ๆ ของโจทย์ปัญหา บอก ลบ คูณหาร ตามลักษณะของโจทย์ปัญหาดังนี้

โจทย์ปัญหาการบวก 4 แบบ

แบบที่ 1 จันทรมีเงิน 20 บาท คุณพ่อให้อีก 20 บาท จันทรได้รับเงินทั้งหมดกี่บาท

แบบที่ 2 ครอบครัวอาวูมีลูกชาย 4 คน ลูกสาว 1 คน ครอบครัวอาวูมีทั้งหมดกี่คน

แบบที่ 3 กัญญาเก็บชมพู่มาจากสวนจำนวน 1 ตะกร้า แบ่งไป给朋友 10 ผล เก็บไว้ทานเอง 12 ผล อยากทราบว่าตะกร้าของกัญญาบรรจุชมพู่ได้กี่ผล

แบบที่ 4 ปิติ มีดินสอระบายสี 6 แท่ง บันทา มีดินสอระบายสี มากกว่าปิติ 4 แท่ง บันทามีดินสอระบายสีทั้งหมดกี่แท่ง

โจทย์ปัญหาการลบ 8 แบบ

แบบที่ 1 จันทรมีเงิน 20 บาท ซื้อดอกมะลิ 10 บาท จันทรเหลือเงินกี่บาท

แบบที่ 2 กุหลิดามีคุกกี้ 14 ชิ้น น้องมีคุกกี้ 24 ชิ้น น้องมีคุกกี้มากกว่ากุหลิดากี่ชิ้น

แบบที่ 3 กัญญาเก็บผลไม้มา 28 ผล เป็นมังคุด 10 ผล อยากทราบว่าเป็ชมพู
กี่ผล

แบบที่ 4 ปิติมีดินสอระบายสี 6 แท่ง ปิติต้องการซื้อดินสอระบายสีให้ครบ 1 โหล
ปิติต้องซื้อเพิ่มอีกกี่แท่ง

แบบที่ 5 บันดา สะสมแสตมป์ 45 ดวง กานดาสะสมได้เพียง 30 ดวง บันดาสะสม
แสตมป์ได้มากกว่ากานดากี่ดวง

แบบที่ 6 วิไลมีเงินสะสม 30 บาท เก็บค่าอาหารกลางวันได้ อีกจำนวนหนึ่ง รวมเงิน
สะสมได้ 52 บาท วิไลเก็บค่าอาหารกลางวันได้เพิ่มอีกกี่บาท

แบบที่ 7 เข้าวันอาทิตย์ดาราขายขนมได้เงินจำนวนหนึ่ง ตอนเย็นขายขนมได้อีก 24 บาท
รวมเป็น 65 บาท อยากทราบว่าดาราขายขนมในตอนเช้ากี่บาท

แบบที่ 8 นารีมีขนม 7 ห่อ หลังจากให้น้องไปแล้วเหลือขนม อีก 3 ห่อ นารีเหลือขนม
อีกกี่ห่อ

โจทย์ปัญหาการคูณ 4 แบบ

แบบที่ 1 กรกษมีสีเทียน 3 กล่อง กล่องละ 12 แท่ง กรกษมีสีเทียนทั้งหมดกี่แท่ง

แบบที่ 2 สารีจัดคุกกี้ที่คุณแม่ทำใส่ถุง ถุงละ 20 ชิ้น ได้ 8 ถุง คุณแม่ของสารีทำคุกกี้
ได้ทั้งหมดกี่ชิ้น

แบบที่ 3 นุชนาถมีกระโปรง 4 ตัว และเสื้อ 6 ตัว เธอจะนำมาจับคู่เข้ากับชุดได้กี่วิธี

แบบที่ 4 พัฒน์น้ำหนัก 26 กิโลกรัม พ่อมีน้ำหนักเป็น 3 เท่าของพัฒน์พ่อของพัฒน์
มีน้ำหนักตัวจริงๆ กี่กิโลกรัม

โจทย์ปัญหาการหาร 4 แบบ

แบบที่ 1 ดารามีส้ม 36 ผล จัดใส่จาน จานละ 12 ผล จะได้กี่จาน

แบบที่ 2 เรณูเก็บชมพู 3 ต้น ได้ชมพูทั้งหมด 15 กิโลกรัม เรณูเก็บชมพูได้ต้นละกี่
กิโลกรัม

แบบที่ 3 นาวันนับมะนาวใส่ถุง ถุงละ 12 ผล นาวันนับมะนาวได้ทั้งหมด 81 ผล
นาวันนับมะนาวใส่ถุงได้กี่ถุง

แบบที่ 4 สนธยามีเงิน 36 บาท และคิดเป็น 10 เท่าของกัญญา สนธยามีเงินก็บาท

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา

การสอนคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจได้นั้นจะต้องสอนให้นักเรียนรู้ถึงความเป็นเหตุเป็นผลและนักเรียนจะรู้ถึงความเป็นเหตุเป็นผลก็ต่อเมื่อนักเรียนรู้จักคิด ครูผู้สอนจะต้องใช้วิธีสอนให้นักเรียนมีบุคลิกภาพในการคิด (Thinking Personality) ดังนั้น ครูจำเป็นต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้นำความรู้มาถ่ายทอด เป็นผู้วางรูปแบบการเรียนรู้และสนับสนุนกระบวนการการเรียนรู้ครูต้องใช้ทักษะในการวางแผนบทเรียนให้กำลังใจแก่ผู้เรียนและจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนคิด การสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีผู้ให้แนวคิดในการสอนไว้อย่างน่าสนใจ

น้อมศรี เคท (2526 : 88-100) เสนอกระบวนการสอนแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจสภาพและลักษณะของปัญหา
2. ศึกษาลักษณะของปัญหาว่ามีความแตกต่างหรือที่เหมือนกันกับปัญหาที่เคยพบมา
3. เลือกกระบวนการที่จะใช้แก้ปัญหา
4. แสดงวิธีทำ
5. พิจารณาและตรวจคำตอบที่ได้จากการคำนวณ

กมล ชื่นทองคำ (2527 : 33-34) ได้แบ่งขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ

คือ

1. ขั้นตอนตีความหมายและทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ประกอบด้วย
 - 1.1 การทำความเข้าใจความหมายของคำและสัญลักษณ์ต่างๆ ในโจทย์ปัญหา
 - 1.2 การมองปัญหาหลายๆแง่มุม เพื่อดูความเป็นไปได้ของปัญหา
 - 1.3 การวาดรูปประกอบปัญหา (ถ้าเป็นไปได้)
 - 1.4 การหาส่วนสำคัญของปัญหา เช่น สิ่งที่โจทย์ถามข้อมูลที่ให้มาและเงื่อนไข

ต่าง ๆ

- 1.5 การค้นหาความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของปัญหา
2. การวางแผนในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย
 - 2.1 ทบทวนความรู้เดิมที่มี ซึ่งต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา
 - 2.2 การคิดถึงวิธีการให้เหตุผล เพื่อจะระบุสิ่งที่ต้องการ
 - 2.3 การแบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหาว่า อะไรเป็นขั้นตอนใหญ่ อะไรเป็นขั้นตอนย่อยจะต้องหาอะไรก่อน อะไรหลัง

2.4 พิจารณาปัญหาที่ใกล้เคียงกัน เพื่อดูว่ามีอะไรร่วมหรือคล้ายคลึงกันบ้างจะได้แก้ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

2.4.1 การพิจารณาว่า ข้อมูลที่ได้มาในโจทย์นั้นเพียงพอหรือไม่

2.4.2 การเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสม

2.4.3 ปฏิบัติการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย

2.4.4 การลงมือคิดคำนวณตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

2.4.5 การคาดคะเนคำตอบที่ใกล้เคียง

2.4.6 ตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ รวมทั้งการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

2.4.7 ตรวจสอบคำตอบว่าสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ให้มาหรือไม่

2.4.8 ปรับปรุงคำตอบให้เป็นคำตอบที่สมบูรณ์ที่ถูกต้องสมบูรณ์

จรรยา จิยโชค (2531 : 14) ได้อธิบายวิธีการสอนให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาว่า

1. ให้นักเรียนอ่านคำถามทั้งหมดของโจทย์ เพื่อทำความเข้าใจ อย่างคร่าว ๆ
 2. อ่านทบทวนอีกครั้งและระบุให้ได้ว่า
 3. โจทย์ต้องการให้หาอะไร
 4. อะไรเป็นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบ
 5. แสดงหรือระบุให้เห็นอย่างชัดเจนถึงความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันของจำนวนที่รู้ค่าและไม่รู้ค่า ซึ่งอยู่ในตัวโจทย์ปัญหา โดยแสดงออกเป็นคำพูดหรือเป็นประโยคที่ชัดเจน
 6. เขียนประโยคสัญลักษณ์ในการหาคำตอบ
 7. คำนวณหรือหาตัวเลขที่จะทำให้ประโยคสัญลักษณ์เป็นความจริง
 8. ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากคำนวณในข้อ 5
 9. ใช้คำหรือประโยคแสดงวิธีทำในการแก้โจทย์ปัญหา
- เชอรี อยู่ดี (2531 : 7-17) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ
1. ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ให้เขียนออกมาให้ได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง โจทย์ต้องการหาอะไร
 2. หาแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการเขียนภาพประกอบ แปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์

3. แก้ปัญหา หาคำตอบ หมายถึง การคิดคำนวณหาคำตอบ

อุทัย เพชรช่วย (2532 : 48-54) เสนอรูปแบบการสอนโจทย์ปัญหา โดยใช้เทคนิค

4 คำถาม ซึ่งมีการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบและคิดตามขั้นตอนทุกขั้น ดังนี้

คำถามที่ 1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

คำถามที่ 2 โจทย์ต้องการให้หาอะไร

คำถามที่ 3 จะต้องหาอะไรก่อนหรือไม่ ถ้าหา หาอย่างไร

คำถามที่ 4 จะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างไร

อิสเรศ พิพัฒน์มงคลพร (2535 : 5-7) ได้สรุปขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 อ่านเพื่อการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้พบกับปัญหาโดยการอ่านจับใจความของโจทย์ปัญหา ครูผู้สอนควรให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้วยังต้องแยกแยะส่วนสำคัญของปัญหาแต่ละส่วน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เช่น สิ่งที่ต้องการทราบ และข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ข้อมูลใดบ้างที่เป็นประโยชน์หรือเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ดังนั้น หลังจากทีนักเรียนอ่านโจทย์แล้วควรมีการตั้งคำถามให้นักเรียนคิดดังนี้

- โจทย์ต้องการทราบอะไร
- โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้บ้าง

ขั้นที่ 2 จัดระบบข้อมูล

เป็นขั้นที่นักเรียนต้องพิจารณาจัดกลุ่มข้อมูลดูว่า ข้อมูลคู่ใดหรือชุดใดมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและนำไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือไม่ หากไม่สามารถหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จะต้องหาอะไรก่อนและจะเลือกใช้ข้อมูลคู่ใดหรือชุดใดมากระทำกันอย่างไรให้ได้ข้อมูลที่ช่วยให้หาสิ่งที่ต้องการทราบได้ คำถามคือ จะต้องหาอะไรก่อนหรือไม่และหาได้อย่างไรจะต้องหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้อย่างไร

ขั้นที่ 3 ประมาณคำตอบและการคิดคำนวณ

การสอนโจทย์ปัญหา ครูควรสอนให้นักเรียนรู้จักการประมาณค่าหรือการสร้างขอบเขตของคำตอบ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนนำปัญหามาพิจารณาก่อนและเป็นการตรวจหาความเป็นไปได้ รวมทั้งความสมเหตุสมผลของคำตอบ จากนั้นจึงให้นักเรียนคิดคำนวณเพื่อหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คำถามส่งเสริมการคิดคำนวณเพื่อหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิด ได้แก่ คำตอบมีค่าประมาณได้คำตอบเท่าใดและใช้หน่วยอะไร

ตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาประเภทที่มีการแก้ปัญห 1 ขั้นตอน

ถังน้ำใบหนึ่งจุน้ำได้ 236 ลูกบาศก์เมตร เปิดน้ำมาใช้วันละ 4 ลูกบาศก์เมตร

อยากรทราบว่าน้ำจะหมดถึงหมดภายในกี่วัน

1. คำถาม โจทย์ต้องการทราบอะไร

คำตอบ น้ำจะหมดถึงภายในกี่วัน

2. คำถาม โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

คำตอบ ถังน้ำใบหนึ่งจุน้ำได้ 236 ลูกบาศก์เมตร เปิดน้ำใช้วันละ 4 ลูกบาศก์เมตร

3. คำถาม จะต้องหาอะไรก่อนหรือไม่ และหาอย่างไร

คำตอบ ไม่ต้อง

4. คำถาม จะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้อย่างไร

คำตอบ หาได้โดยนำปริมาณน้ำที่ถังจุได้หารด้วยปริมาณน้ำที่ใช้ใน 1 วัน

5. คำถาม คำตอบมีค่าเท่าใดประมาณ

คำตอบ $236 \div 4$ ได้คำตอบประมาณ 50

6. คำถาม ได้คำตอบเท่าใด และจะใช้หน่วยอะไร

คำตอบ จะใช้น้ำหมดถึงภายใน $236 \div 4 = 59$ วัน

ตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาประเภทที่มีการแก้โจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอน

นรารธร ซื้อถุงเท้า 5 คู่ ราคาคู่ละ 32 บาท ให้ธนบัตรใบละ 500 บาทแก่ผู้ขาย

นรารธรจะได้รับเงินทอนกี่บาท

1. คำถาม โจทย์ต้องการทราบอะไร

คำตอบ นรารธรจะได้รับเงินทอนกี่บาท

2. คำถาม โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

คำตอบ 1. ถุงเท้า 5 คู่ ราคาคู่ละ 32 บาท

2. ให้ธนบัตรใบละ 500 บาทแก่ผู้ขาย

3. คำถาม จะต้องหาอะไรก่อนหรือไม่ และหาอย่างไร

คำตอบ ต้องหาว่า ถุงเท้า 5 คู่ คิดเป็นเงินทั้งหมดเท่าไร

4. คำถาม จะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้อย่างไร

คำตอบ โดยการนำจำนวนถุงเท้าที่ซื้อ คูณด้วย ราคาถุงเท้าคู่ละ

5. คำถาม คำตอบมีค่าเท่าใดประมาณ

คำตอบ 15×22 ได้คำตอบประมาณ 300 บาท

คำถาม ได้คำตอบเท่าใด และจะใช้หน่วยอะไร

คำตอบ ถุงเท้า 5 คู่ คิดเป็นเงิน $15 \times 22 = 330$ บาท

นรารจะได้รับเงินทอน $500 - 330 = 170$ บาท

ศูนย์ เหมาะประสิทธิ์ (2533 : 81-88) อธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาว่า การแก้โจทย์ปัญหาได้นั้น ต้องอาศัยรูปแบบวิธีการที่เหมาะสมเป็นลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง ดังขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา คือ เข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูล อะไรคือเงื่อนไข โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้หรือไม่ หากเกิดความกำกวมหรือขัดแย้ง ควรใช้การวาดรูปและควรแยกสภาพการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วน ๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษ จะทำให้เข้าใจปัญหามากขึ้น

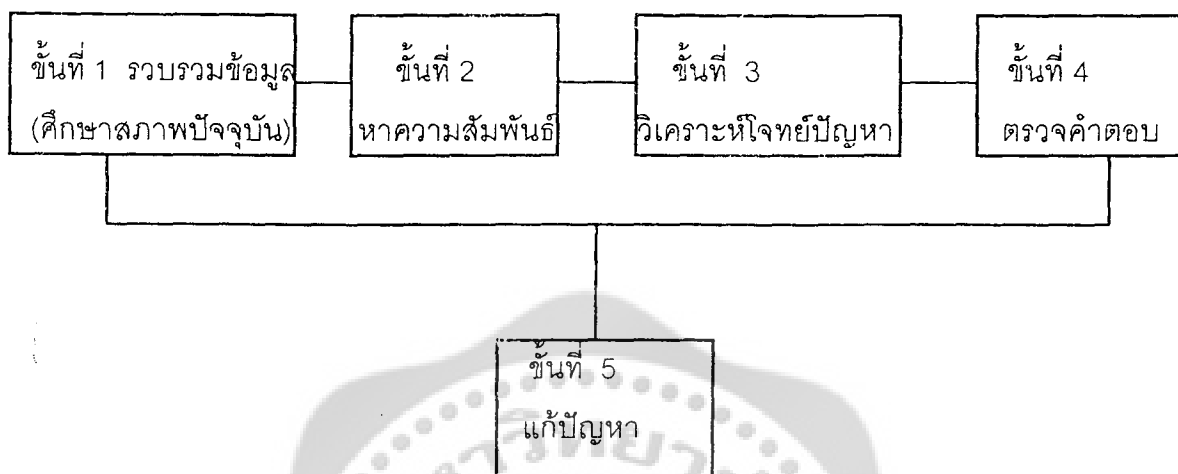
ขั้นที่ 2 การวางแผน เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าหากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาดังนี้

- เป็นโจทย์ปัญหาที่ประสมมาก่อนหรือเปล่า หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อน หากแต่แตกต่างกันที่รูปแบบ
- รู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง หรือสัมพันธ์ที่จะแก้หรือไม่ และรู้จักใช้ทฤษฎีการแก้หรือไม่
- พิจารณาสິ่ที่ไม่รู้ในโจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกันและดูว่าจะใช้วิธีแก้ปัญหาที่เคยประสมมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้
- ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยประสมหรือไม่

ขั้นที่ 3 ดำเนินงานการตามแผน เป็นขั้นตอนการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นว่าปฏิบัติถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบกลับ เป็นการตรวจสอบการแก้ปัญหว่า ถูกต้องหรือไม่ โดยจะต้องมีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าถูกต้อง โดยอาศัยวิธีการตรวจสอบว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรืออาจใช้การประมาณค่าคำตอบไว้คร่าว ๆ

สมศักดิ์ กลั่นกลิ่น (2531 : 30) เสนอระบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแก้โจทย์ปัญหาที่เรียกว่า การสอนแบบวิเคราะห์ โดยอาศัยแบบฝึกเป็นหลัก เพื่อแก้ปัญหาลูกคิดหรือไม่รู้ว่าจะเริ่มอย่างไร โดยสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้



ภาพประกอบ 5 แผนภูมิการสอนแบบวิเคราะห์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2536 : 7) ได้กำหนดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ไว้ 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหาให้ถ่องแท้
2. หาวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญห เช่น อุปกรณ์ของจริง การใช้ภาพเขียน ใช้เขียนตาราง เขียนรายการที่สำคัญจากปัญหา คิดตามเหตุผล
3. ลงมือแก้ปัญหตามวิธีที่คิดว่าได้ผล ถ้ายังไม่ได้ผลก็หาวิธีอื่นมาลองใหม่ จนได้คำตอบ

4. ตรวจสอบคำตอบ

วรรณิ์ โสมประยูร (2526 : 53) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา คือ

1. การอ่านโจทย์
2. การแปลคำถามในโจทย์
3. การวิเคราะห์ข้อความที่กำหนดอะไรมาให้บ้าง โจทย์ต้องการอะไร
4. หาความสัมพันธ์และหาวิธีการแก้ปัญหแล้วเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์
5. คำนวณหาคำตอบและตรวจคำตอบ

องค์ประกอบในการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่เรียนและสอนยากที่สุด นักเรียนต้องอาศัยทักษะพื้นฐานจำเป็นหลายประการ การสอนจะให้ได้ดีต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกปฏิบัติแก้โจทย์ปัญหาด้วยตัวเอง ภายใต้งานต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งนี้นักเรียนได้จากการฝึกบ่อย ๆ คือ การค้นพบแนวทางแก้ปัญหด้วยตัวเอง และสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้สูงขึ้นและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

น้อมศรี เคท (2526 : 65-72) ซึ่งแนะนำสิ่งที่ครูควรคำนึงถึงในการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดี คือ

1. การวิเคราะห์ปัญหา ครูควรสอนให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา ได้ว่า โจทย์ปัญหาแต่ละข้อนั้น กำหนดสิ่งใดบ้าง และโจทย์ต้องการอะไร สิ่งนี้ที่โจทย์กำหนดให้ นั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
2. การเขียนประโยคสัญลักษณ์ เมื่อนักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้แล้วขั้นต่อไป นักเรียนควรมีความสามารถในการเขียนประโยคสัญลักษณ์
3. การใช้สื่อการสอน การใช้สื่อการสอนช่วยให้เด็กเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมในโจทย์ปัญหามากขึ้น สื่ออาจจะเป็นของจริง รูปภาพ หรือแผนภูมิก็ได้
4. ความสามารถในการอ่าน สาเหตุหนึ่งที่นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ คือ นักเรียนขาดทักษะการอ่าน จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถตีความและเข้าใจความหมายของโจทย์
5. ทักษะการคำนวณ คือการที่นักเรียนสามารถบวก ลบ คูณ หาร ได้ถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว
6. ประมาณคำตอบ เพราะการประมาณคำตอบช่วยทำให้นักเรียนทราบว่า วิธีที่นักเรียนใช้แก้ปัญหและการคำนวณถูกผิดได้ โดยเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากการประมาณ คำตอบที่จริงซึ่งควรใกล้เคียงกัน
7. การแก้ปัญหหลายวิธี การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน แตกต่างกันไป แต่ก็สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้
8. การเลือกโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การสอนครูควรคำนึงถึง
 - 8.1 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีความสำคัญทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียน จะได้พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์

8.2 สถานการณ์ในโจทย์ปัญหา ควรเป็นเรื่องราวที่สามารถใช้สื่อเป็นของจริง หรือของจำลองประกอบการสอนได้

8.3 เนื้อเรื่องในโจทย์ปัญหาควรเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน

8.4 ภาษาที่ใช้ควรเหมาะกับวัยของนักเรียน และไม่ควรใช้คำฟุ่มเฟือย

9. การใช้โจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลไม่ครบ หรือมากเกินไปจนความจำเป็น โจทย์ปัญหาเหล่านี้ จะช่วยให้นักเรียนรู้จักการศึกษาข้อมูลอย่างพิจารณามากขึ้น ก่อนลงมือแก้ปัญหา สิ่งที่ต้องเน้น คือ การให้เด็กสนใจรายละเอียดของข้อมูลให้มาก

10. การตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ เป็นการฝึกความสามารถในการ พิจารณา คำตอบว่าน่าจะเป็นไปได้เพียงใด โดยใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการกะประมาณ

11. การอ่านโจทย์ให้ฟัง ใช้สำหรับนักเรียนที่มีปัญหาด้านการได้ยิน

12. การพัฒนาทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา เนื่องจากโจทย์ปัญหามีลักษณะเป็นภาษา คณิตศาสตร์ร่วมด้วย หากเด็กมีปัญหาในการทำความเข้าใจโจทย์คณิตศาสตร์ ครูควรฝึกทักษะ การอ่านโจทย์ปัญหา เช่น อ่านรวดเร็วให้จบ เพื่อเข้าใจคำถาม อ่านข้อมูลที่ละส่วนช้า ๆ อ่าน ทบทวนในส่วนที่ยังไม่เข้าใจ อ่านออกเสียงไปด้วยในส่วนที่ยังไม่เข้าใจ

กระทรวงศึกษาธิการ (2536 : 11) ได้กล่าวถึง สิ่งที่คุณครูควรคำนึงถึงในการจัดการเรียน การสอนโจทย์ปัญหา คือ

1. นักเรียนจะต้องฝึกทักษะในการคิดคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง ครูอาจจะชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้เกิดความคิดต่อไปด้วยตนเอง มิใช่ได้จากการบอกเล่าของ ครู หรือลอกแบบฝึกหัดของผู้อื่น

2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา

3. โจทย์ปัญหาควรมีลักษณะแตกต่างกัน และสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อช่วย ให้นักเรียนได้มีทักษะในการคิด และนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน

4. โจทย์ปัญหาแต่ละข้อ อาจมีวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธี

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2531 : 129) เทคนิคในการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหา หลายประการ อาทิ

1. การใช้โจทย์ปัญหาหลายระดับ ตามระดับความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ของเด็กแต่ละคน เพื่อไม่ให้เกิดความคับข้องใจหรือขาดแรงจูงใจในการแก้โจทย์ปัญหา

2. การเขียนโจทย์ปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ เป็นการฝึกความสามารถในการแปลความหมายของโจทย์ ซึ่งอยู่ในรูปของประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์

3. การแสดงบทบาทสมมติสถานการณ์จำลอง ซึ่งจะช่วยให้สภาพการณ์ของโจทย์ปัญหาเป็นจริงขึ้นมา ผู้เรียนสามารถมองเห็นเงื่อนไข แนวคิดและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหาดียิ่งขึ้น

4. การเขียนแผนภาพ เป็นการวิเคราะห์สภาพการณ์ของโจทย์ปัญหา ช่วยลดความเป็นนามธรรมและช่วยให้มองเห็นสู่ทางในการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น

5. การสร้างโจทย์ปัญหา เป็นการฝึกสร้างโจทย์ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ เช่น การสร้างโจทย์ปัญหาเพียงบางส่วนให้เด็กต่อให้สมบูรณ์ หรือการสร้างโจทย์ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์ ได้แก่ การที่ครูกำหนดประโยคสัญลักษณ์ให้เด็กแต่งเป็นโจทย์ปัญหา หรือเปิดโอกาสให้เด็กสร้างโจทย์ปัญหาโดยอิสระ

6. การใช้โจทย์ปัญหาที่ไม่มีตัวเลข เป็นการฝึกวิเคราะห์สภาพการณ์ของโจทย์ปัญหา และเลือกวิธีการในการเลือกแก้โจทย์ปัญหา โดยไม่ต้องพะวงถึงตัวเลข เช่น การให้เด็กบอกว่า โจทย์ปัญหาต่อไปนี้น่าคำตอบได้โดย วิธีใด (บวก ลบ คูณ หาร) โดยไม่ต้องการทราบคำตอบ

7. การตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ เป็นการฝึกความสามารถในการพิจารณาคำตอบว่า น่าจะเป็นไปได้เพียงใดโดยใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการกะประมาณ จากการศึกษาเอกสารข้างต้น นักวิชาการหลายท่านได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับแนวคิดของแต่ละคน ลักษณะที่คล้ายคลึงกันตรงที่ต้องอาศัยทักษะพื้นฐานสำคัญที่จำเป็นในการแก้ปัญหา 5 ทักษะ

1. ทักษะการอ่านความเพื่อวิเคราะห์ความสำคัญและความสัมพันธ์
2. ความสามารถในการเข้าใจในสัญลักษณ์
3. การใช้ประสบการณ์เดิมในการแก้โจทย์ปัญหา
4. ทักษะการใช้ภาษา
5. ทักษะพื้นฐานในการคิดคำนวณ

จากการศึกษาองค์ประกอบในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่าได้มีการพัฒนาขึ้นหลายรูปแบบ เพื่อมุ่งพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะคณิตศาสตร์ที่พบว่าเป็นปัญหามากที่สุดในของผู้เรียนและครูผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนการสอนและเตรียมสื่อวิชาคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการผลิตสื่อเพื่อเรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะต้องอาศัยในการผลิตสื่อมัลติมีเดียของผู้วิจัยในครั้งนี้

1. ควรจัดกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนได้มีโอกาสได้ค้นพบปัญหาตนเอง รู้จักวิเคราะห์ปัญหา ค้นหาวิธีการหาคำตอบหลาย ๆ ทาง โดยคำนึงถึงความสามารถความแตกต่างระหว่างบุคคล ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ของทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ เพื่อทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

2. ลักษณะของโจทย์ปัญหา ควรเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนได้พบเห็นจริง และเกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวัน สามารถสื่อด้วยของจริงหรือของจำลองได้เพื่อประกอบการสอน รวมทั้งภาษาที่ใช้ รูปภาพ ฯลฯ ต้องพัฒนาให้มีความสัมพันธ์กันอย่างกลมกลืนและสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ตรงกัน

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสติปัญญา

ความหมายของสติปัญญา

ความสามารถทางสติปัญญาเป็นความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนรู้ต้องอาศัยความสามารถหลาย ๆ ด้าน และความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการที่ต่างกัน บางคนอายุเท่ากัน แต่ยังไม่มีความพร้อมที่จะเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ ได้พร้อมกับผู้อื่น การศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับแตกต่างระหว่างบุคคล จะช่วยให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้ถูกต้อง และเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนให้เด็กตามความสามารถของแต่ละคน ให้เด็กได้พัฒนาตามความสามารถที่ตนมีอยู่ และอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของสติปัญญาไว้หลายประการ เช่น

กู๊ด (Good, 1945 : 225) ได้ให้ความหมายของสติปัญญาไว้ 3 แบบ คือ

สติปัญญา หมายถึง ความสามารถในการปรับตัวกับสถานการณ์ใหม่อย่างรวดเร็ว

สติปัญญา หมายถึง สมรรถภาพทางสมองที่สามารถรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ

เข้ากันได้

สติปัญญา หมายถึง ระดับความสามารถทางสมองที่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องทดสอบทางสติปัญญา

การ์เร็ท (Garrett. 1966 : 150) ให้ความหมายของสติปัญญาว่า หมายถึง ความสามารถต่าง ๆ ที่จำเป็นในการใช้แก้ปัญหา ซึ่งจะต้องใช้ความเข้าใจทางสัญลักษณ์

จากความเห็นของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาข้างต้น อาจจะกล่าวได้ว่า สติปัญญา หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่สามารถทำกิจกรรมหรือปรับพฤติกรรมต่าง ๆ เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะมีความสามารถในระดับใดสูงหรือต่ำนั้นเป็นความสามารถเฉพาะบุคคลขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและประสบการณ์

ทฤษฎีเกี่ยวกับสติปัญญา

นักจิตวิทยาได้ศึกษาเรื่องสติปัญญา และเสนอไว้หลายทฤษฎีด้วยกันซึ่งแต่ละทฤษฎีก็มีลักษณะเฉพาะของตน บางทฤษฎีก็ขยายทฤษฎีอื่น ๆ ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni Factor Theory) ทฤษฎีนี้บิเนท์และซีมอนได้เสนอว่า โครงสร้างทางปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียว ไม่สามารถแยกออกเป็นส่วนย่อย คล้ายกับความสามารถทั่วไปนั่นเอง (ลัวัน สายยศ. 2522 : 37) ฉะนั้น การสร้างแบบทดสอบบิเนท์จึงวัดทางด้านคณิตศาสตร์ เหตุผล ภาษา และอื่น ๆ ความสามารถที่ได้จากการวัดเป็นคะแนนความสามารถรวม ๆ

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (The Two Factor Theory) ทฤษฎีนี้สเปียร์แมน (Charles Spearman) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษเป็นผู้คิดค้นขึ้น โดยเสนอแนะความคิดเกี่ยวกับสติปัญญาว่า สติปัญญาของคนนั้นประกอบด้วยสององค์ประกอบด้วยกัน คือ องค์ประกอบทั่ว ๆ ไป (General factor) หรือ g- Factor เป็นความสามารถพื้นฐานทางสมองและความสามารถทั่ว ๆ ไปในการประกอบกิจกรรมตลอดจนใช้เป็นศูนย์กลางในการทำกิจกรรมต่าง ๆ และองค์ประกอบเฉพาะ (Specific factor) หรือ S- Factor เป็นความสามารถพิเศษของมนุษย์ ซึ่งจำแนกลงไปในเฉพาะกิจกรรมอย่างเดียว เช่น ความสามารถทางภาษา ความสามารถทางตัวเลข ความสามารถทางเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งความสามารถเหล่านี้แต่ละคนมีความแตกต่างกัน องค์ประกอบทั้งสองนี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการแสดงความคิดเห็นหรือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ สเปียร์แมนจึงสร้างแบบสร้างแบบสอบย่อยหลายฉบับแต่ละฉบับมีองค์ประกอบทั่ว ๆ ไป และองค์ประกอบย่อยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบเป็นคะแนนความสามารถรวม ๆ เช่นเดียวกับแบบทดสอบของบิเนท์ (ทองหล่อ วิภาวรินทร์. 2523 : 20-23) และนักจิตวิทยาอังกฤษส่วนใหญ่มีความเชื่อว่า ปัจจุบันแบบ

ทดสอบเชาวน์ปัญญาที่วัด g- Factor ได้ดีที่สุด คือ แบบทดสอบโปรเกรสซีฟ แมทริซีส (Progressive Matrices) (ชัยพร วิชาวุธ. 2525 : 358)

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (The Multiple- factor Theory) ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้ คือ เทอร์สโตน (L.L Thurstone) โดยมีแนวคิดที่ว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายอย่าง องค์ประกอบหรือตัวประกอบเหล่านี้เป็นตัวประกอบขนาดใหญ่ปานกลาง และแต่ละตัวอาจมีน้ำหนักต่าง ๆ ความสามารถหรือสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ (Primary Mental Ability) ที่สำคัญและเด่นชัดมีเจ็ดประการ คือ ความสามารถทางภาษา ความสามารถทางจำนวน ความสามารถทางความจำ ความสามารถในการใช้คำอย่างคล่องแคล่ว ความสามารถทางด้านเหตุผล ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และความสามารถทางความว่องไวต่อการรับรู้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2521 : 62-64)

4. ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three Face of Intellect Model) หรือ (Structure of Intellect Model) ทฤษฎีกิลฟอร์ด (Guilford. 1976) ได้ขยายแนวความคิดของเทอร์สโตน ออกเป็นอีกหลายประการตามรูปแบบโครงสร้างทางสติปัญญาประกอบด้วยสามมิติ คือ มิติเนื้อหา (Contents) มิติการปฏิบัติงาน (Operations) และมิติของการกระทำของสมอง (Products) ในแต่ละมิตียังแยกความสามารถย่อยไปอีกดังนี้

มิติที่ 1 เนื้อหา (Contents) แบ่งเป็นด้านภาพ ด้านสัญลักษณ์ ด้านภาษา และด้านพฤติกรรม

มิติที่ 2 การปฏิบัติการ (Operation) คือ กระบวนการทางสมองหรือพฤติกรรมทางสมองของบุคคล เมื่อได้รับการเร้าจากข้อมูลต่าง ๆ ในมิติที่ 1 กระบวนการทางสมองจะเกิดขึ้นตามลำดับจากง่ายไปหายาก ดังนี้การรู้และการเข้าใจ (Cognition) ความจำ (Memory) การคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) และ การคิดแบบประเมินค่า

มิติที่ 3 ผลผลิต (Products) หมายถึง ข้อมูลหรือผลการกระทำของสมอง แบ่งเป็นหน่วย (Units) จำพวก (Classes) และความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (System)การแปลงรูป (Implication)

5. ทฤษฎีระดับขั้นของตัวประกอบ (Hierarchical Theory) เป็นแนวคิดของนักจิตวิทยา กลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญ ได้แก่ เบอร์ทและเวอร์นอน ทฤษฎีนี้เชื่อว่า สติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองมนุษย์ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ (บุญสง นิลแก้ว. 2517 : 133-135)

- Fluid Intelligence หมายถึง สติปัญญาที่เป็นอิสระปราศจากการเรียนรู้ และประสบการณ์เป็นผลมาจากพันธุกรรม สติปัญญาชนิดนี้จะแทรกอยู่ในทุกกิจกรรมทางสมอง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความคิดหรือการคิดหรือการแก้ปัญหาก็ตาม ซึ่งประกอบด้วยสมรรถภาพหลายประเภท เช่น สมรรถภาพในการใช้เหตุผล การอนุมานและการมองเห็นความสัมพันธ์ของภาพและสิ่งของ

- Crystallized Intelligence หมายถึง สติปัญญาที่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และการเรียนรู้หรือเป็นการเรียนรู้ที่ได้ผลทุกสิ่งที่ผ่านมาในชีวิต ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถหลายอย่าง เช่น ความสามารถในการเข้าใจภาษา ความสามารถในการด้านเหตุผล ความสามารถทางตัวเลข และความสามารถในการประเมินค่าสิ่งต่าง ๆ ความสามารถเหล่านี้ต้องได้รับการฝึกฝนจึงจะมีขึ้นได้

เวอร์นอน (Vernon, 1986) ได้อธิบายทฤษฎีการจัดกลุ่มและอันดับความสามารถของคนเพิ่มเติมว่า ประกอบด้วยองค์ประกอบทางด้านภาษา ได้แก่ ความสามารถในการใช้ตัวเลข ความสามารถทางคณิตศาสตร์และองค์ประกอบทางการปฏิบัติ ประกอบด้วย การรับรู้ภาพมิติต่าง ๆ และความสามารถเข้าใจเครื่องจักรกล (Mechanical comprehension)

ทฤษฎีทางสติปัญญาที่สอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้

ทฤษฎีทางจิตวิทยาของเพียเจต์ พัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์เป็นไปตามลำดับขั้นและมีโครงสร้างของพัฒนาการทางสติปัญญาเหมือนกัน เพียเจต์แบ่งขั้นต่าง ๆ ของพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ ๆ คือ

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (The Sensory - Motor Period) พัฒนาการในขั้นนี้จะเริ่มตั้งแต่เกิดจนถึงอายุ 2 ปี ซึ่งอยู่ในวัยทารก ในช่วงนี้พฤติกรรมจะอยู่ในรูปการเคลื่อนไหวและเกิดในรูปปฏิกิริยาสะท้อนพฤติกรรมที่เด็กทารกแสดง เช่น การดูด การทำมือ การร้องไห้ ฯลฯ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากกิริยาสะท้อน ต่อจากนั้นทารกจะสร้างปฏิกิริยาที่เป็นส่วนประกอบที่ซับซ้อนมากกว่าที่จะเป็นปฏิกิริยาสะท้อนอย่างธรรมดาขึ้น ในเรื่องการกระทำซ้ำ ๆ กันทารกจะรวมเอาชนิดต่าง ๆ ของสิ่งเร้าเข้าด้วยกัน เช่น ไหวพริบและสายตา และพฤติกรรมที่มีการงู้งานเกิดขึ้น โครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) จะเกิดขึ้นเรื่อย ๆ และสามารถนำเอาโครงสร้างที่มีอยู่มาสัมพันธ์กันได้ ซึ่งสังเกตได้จากพฤติกรรมที่ทารกแสดงโดยการอ้าปากเมื่อเห็นขวดนมอีกสิ่งหนึ่งเริ่มพัฒนาในขั้นนี้คือ การพัฒนาความคงที่ของวัตถุ ซึ่งสำหรับผู้ใหญ่เป็นการมองวัตถุไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะมองวัตถุทิศทางใด แต่สำหรับทารกจะต้องสร้างมโนทัศน์ของความคงที่ของวัตถุ ในช่วงของขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว โดยทั่ว ๆ ไปความคงที่ของวัตถุ

จะเกิดก่อนความถาวรของวัตถุ ในระยะต้น ๆ ทารกจะเข้าใจและพบความจริงเกี่ยวกับการแทนที่อยู่ (Displacement) รวมทั้งค้นพบว่า วัตถุไม่ได้หายไปดังที่เข้าใจ ซึ่งเป็นการค้นพบความถาวรวัตถุ (Permanent object)

2. ขั้นความคิดก่อนการปฏิบัติ (The Period of Preoperational Thought) อยู่ในช่วงอายุ 2-7 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มใช้สัญลักษณ์แทนคำพูดได้ เช่น เด็กเริ่มรู้จักการใช้ภาษาแทนสิ่งต่าง ๆ ในขั้นนี้ประกอบด้วยความคิดก่อนเกิดสิ่งกับ (Pre conceptual Thought) และความคิดแบบนี้รู้เอง (Intuitive Thought) ซึ่งในความคิดหลังนี้เด็กจะเริ่มเข้าสู่ระดับการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์ แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องการอนุรักษ์ได้ ความคิดส่วนใหญ่ตกอยู่ภายใต้การรับรู้เด็กยังไม่เกิดความเข้าใจในตัวปฏิบัติการ (Operational) ที่จะนำมาสู่การปฏิบัติการในทางตรรกศาสตร์ได้ เช่น การจัดจำแนกประเภท (Classification) การจัดรวมประเภท (Class Inclusion) การจัดเรียงอันดับ (Seriation)

3. ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม (The Period of Concrete Operation) อยู่ในระหว่างอายุ 7-11 ปี ถือว่าเป็นขั้นที่เด็กเกิดความคิดโดยการใช้ปฏิบัติการ (Operation) ซึ่งจะนำไปสู่การคิดหาเหตุผลในทางตรรกศาสตร์ พัฒนาการทางความคิดจะสูงขึ้น การค้นหาความจริงเกี่ยวกับวัตถุและสิ่งแวดล้อมจะต้องมีแบบแผน และไม่มีติดอยู่ที่การคิดหาเหตุผลให้ถูกต้องยังต้องอาศัยเวลา ซึ่งหมายถึง ระดับอายุที่พอเหมาะต่อพัฒนาการด้านนั้น ๆ เช่น เมื่ออายุ 7-8 ปี เด็กจะเกิดความเข้าใจในเรื่องการอนุรักษ์สสาร อายุ 10 ปี จะเกิดความเข้าใจในเรื่องการอนุรักษ์น้ำหนักและเมื่ออายุประมาณ 11-12 ปีจึงจะเกิดความเข้าใจเรื่องการอนุรักษ์ปริมาตรขึ้น

4. ขั้นการปฏิบัติด้วยนามธรรม (The Period of Formal Operation) เด็กที่มีอยู่ในขั้นนี้ มีระดับอายุ 11-15 ปี พัฒนาการทางสติปัญญาที่เริ่มตั้งแต่ในขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวจะดำเนินต่อเนื่องกันไปตามลำดับขั้นและพัฒนาสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งสูงสุดในขั้นนี้ จึงเป็นขั้นที่โครงสร้างทางสติปัญญาได้พัฒนาอย่างสมบูรณ์ จัดว่าเป็นขั้นของสติปัญญาอย่างแท้จริง เด็กสามารถแก้ปัญหาทั้งรูปธรรมและนามธรรมได้ เด็กจะสามารถปฏิบัติการในทางตรรกศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ ในขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม เด็กจะมีความสามารถในการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และสร้างสมมติฐานในการคิดแก้ปัญหา โครงสร้างทางสติปัญญาที่เป็นตัวปฏิบัติการใหม่ ๆ จะถูกสร้างขึ้น ได้แก่ โครงสร้างเกี่ยวกับเรื่อง สัดส่วน (Proportion) หลักการสมดุลของของเหลว การอ้างอิงเกี่ยวกับการเคลื่อนที่สัมพันธ์ของวัตถุ (Double System of Reference) และโครงสร้างในเรื่องความน่าจะเป็น (Probability) โครงสร้างดังกล่าวอาศัยระบบการรวมกันอย่างมีลำดับ (Combination System) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในการขยายและการ

เสริมพลังการคิด โครงสร้างต่าง ๆ เหล่านี้จะสร้างให้เด็กเกิดความคิดหาเหตุผลอย่างสมบูรณ์ เท่ากับผู้ใหญ่ หลังจากนั้นแล้วโครงสร้างทางสติปัญญาจะไม่พัฒนาอีกต่อไป เพราะดำเนินมาถึงขีดสุดแล้ว

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับพัฒนาการระดับต่าง ๆ ของเด็กตามทฤษฎีของเพียเจต์ พบว่า เด็กอายุ 7 - 11 ขวบ มีพัฒนาการด้านความคิดโดยใช้การปฏิบัติการด้วยรูปธรรม ซึ่งเด็กวัยนี้คือ เด็กวัยประถมศึกษาตอนต้นที่มีพัฒนาการทางความคิด การรู้จักค้นหาความจริงเกี่ยวกับวัตถุและสิ่งแวดล้อม การจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมให้เด็กวัยนี้ ซึ่งเป็นวัยมีพัฒนาการอยู่ในช่วงระยะการพัฒนาความคิดและสติปัญญา จะต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับขั้น เพื่อพัฒนาระดับสติปัญญาเข้าสู่ขั้นปฏิบัติการนามธรรมซึ่งเป็นพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นสูงต่อไป

ผู้วิจัยจึงได้นำทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมของเด็กวัยนี้ มาเป็นพื้นฐานการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เน้นพัฒนาทักษะการคิดให้ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้และการปฏิบัติจริงจากสื่อด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาอย่างถูกต้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย

งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลการใช้มัลติมีเดียกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันของแคทลิน (Cathleen. 1990) สำหรับการสอนพื้นฐานทางพีชคณิต เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันและทดสอบสมรรถภาพของบทเรียนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนวิชาต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบของบทเรียนที่ใช้ในการทดลองสามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นว่า รูปแบบของบทเรียนมีความน่าสนใจและนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยบทเรียน ชุดนี้

งานวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความสามารถในการพัฒนาทักษะพื้นฐานคณิตศาสตร์ขั้นสูง เรื่อง พื้นฐานฟังก์ชันแคลคูลัส โดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันเรียนจากมัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ของ บราวน์ (Brown. 1993 : 3357-A) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากมัลติมีเดียมีทักษะพื้นฐานคณิตศาสตร์ขั้นสูงดีขึ้นมีความสามารถในการถ่ายโยงความรู้กับความรู้เรื่องแคลคูลัสได้เป็นอย่างดี

งานวิจัยเกี่ยวกับผลการใช้มัลติมีเดียสอนมโนทัศน์ เรื่อง เรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมต้นโดยไม่มีการแบ่งกลุ่มสติปัญญา แต่ให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาด้วยตนเองเพื่อดูผลการเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนเป็นรายบุคคลกับเวลาที่ใช้ในการเรียนของโรโย (Royo. 1995 : 1361265-A) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนและสรุปเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาไปสู่การเรียนรู้เนื้อหาใหม่ได้เร็วขึ้น และสามารถนำมโนทัศน์ที่เรียนไปบูรณาการกับความรู้ใหม่ได้ ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้มัลติมีเดียสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นเบื้องต้น โดยใช้กลุ่มทดลองที่มีระดับคะแนนต่ำ ในชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกพาณิชยการ ให้เรียนซ่อมเสริมและสอบใหม่อีกครั้ง เพื่อดูผลการใช้มัลติมีเดียครั้งนี้ ของอาภรณ์ อัยรักษ์ (2530 : บทคัดย่อ) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนดีขึ้น

งานวิจัยที่ศึกษามัลติมีเดียใช้ฝึกทักษะคณิตศาสตร์พื้นฐานต่างกัน 2 รูปแบบ คือ การฝึกในบทเรียนมัลติมีเดียและฝึกในแบบฝึกกับนักเรียนมัธยมศึกษา ที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันของฮิค (Hick. 1996) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะด้วยคอมพิวเตอร์มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกจากการสอนแบบปกติ และสนุกกับการฝึกประกอบที่มีสีสันสวยงาม

จากงานวิจัยของชือฮา (Shiah. 1995) ที่ศึกษาการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและมีการทดสอบระบบออนไลน์กับการทดสอบด้วยกระดาษคำตอบของนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ พบว่า การฝึกด้วยแบบฝึกบนจอคอมพิวเตอร์และทดสอบระบบออนไลน์บนเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ การทดสอบที่แตกต่างทั้งสองระบบไม่มีผลต่อคะแนนสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยศึกษาผลการใช้แบบทดสอบแบบสถานการณ์จำลองเปรียบเทียบกับแบบทดสอบที่เป็นแบบฝึกกับนักเรียนที่เรียนจบการศึกษาไปแล้ว 5 ปี ของสถาบัน BPACE ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษานอกโรงเรียนมาศึกษาความคงทนในเนื้อหาความรู้ทั่วไปทางคณิตศาสตร์ เวลาในการทำแบบทดสอบและผลคะแนนสอบว่า กลุ่มใดจะมีคะแนนสูงสุดใช้เวลาน้อยที่สุดและแบบทดสอบแบบใดสามารถช่วยให้นักเรียนมีคะแนนสูงสุด ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่จบการศึกษาไปแล้ว 5 ปี มีความคงทนในการเรียนรู้เพียง 55 % แบบทดสอบแบบเสนอสถานการณ์จำลอง ช่วยให้นักเรียนใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่าแบบทดสอบที่เป็นแบบฝึกและเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทั้งสองกลุ่ม (Wilder. 1994)

สรุปเอกสารและงานวิจัยเข้าสู่การวิจัยครั้งนี้

1. สื่อมัลติมีเดีย เป็นสื่อที่สามารถนำมาใช้ในการสอนรายบุคคลได้เป็นอย่างดี เพราะเป็นสื่อที่รวมการนำเสนอหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่งและภาพจาก วีดิโอ เสียงดนตรีประกอบเพื่อสร้างบรรยากาศสมจริงและน่าสนใจ เสียงบรรยายประกอบการเสนอเนื้อหา ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ตามความสามารถและพื้นฐานความรู้ของแต่ละบุคคล ผู้ที่ไม่สามารถเรียนรู้ได้พร้อมกับผู้อื่นในเวลาที่กำหนดให้ในเรื่องนั้น ๆ สามารถเรียนโดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา สามารถที่จะกลับไปเรียนใหม่ได้ในเนื้อหาที่ต้องการทบทวน

จากเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับมัลติมีเดีย พบว่า

1.1 มัลติมีเดียสามารถส่งเสริมการเรียนรู้การสอนรายบุคคลและสามารถนำไปใช้เป็นสื่อในการสอนซ่อมเสริมได้อีกด้วย

1.2 มัลติมีเดียสามารถช่วยให้นักเรียนเรียนได้เร็วขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าปกติ

1.3 มัลติมีเดียสามารถสร้างได้หลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์และเนื้อหาของการสอน

2. รูปแบบบทเรียนมัลติมีเดียที่สอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

2.1 การสร้างบทเรียนมัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่หรือสอนเสริม (Tutorial)

2.2 การสร้างบทเรียนมัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ (Drill and Practice)

2.3 การสร้างบทเรียนมัลติมีเดียรูปแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation)

3. ระดับสติปัญญาของนักเรียน หมายถึง ระดับความสามารถทางการเรียน และการปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถดูจากคะแนนสอบหรือพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปหลังจากการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบวัดความแตกต่างของผลการสอบเป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลและสามารถพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวแปรที่มีผลต่อระดับสติปัญญาทุกด้าน ๆ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน มี 2 ตัวแปร

3.1 ตัวแปรที่ส่งผลทางตรงในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือ ความถนัดทางการเรียน ได้แก่ ความถนัดเรื่องจำนวนและความถนัดทางด้านภาษา

3.2 ตัวแปรที่สอง เป็นตัวแปรที่ส่งผลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ เจตคติที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความตั้งใจเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า มัลติมีเดียเป็นสื่อที่มีการนำเสนอความรู้และทักษะต่าง ๆ ได้อย่างน่าสนใจ สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเหมือนกับการเรียนในชั้นกับครูและเหมาะต่อการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถเฉพาะของตนเองได้อย่างเต็มที่และเป็นประโยชน์ในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้ตรงกับความสามารถของผู้เรียน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกันเรียนจากมัลติมีเดียรูปแบบต่างกันทำให้มีความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน
2. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่างกัน



บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือในการทดลอง
3. การดำเนินการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านน้ำบ่อ สปอ.เข็ญใหญ่ สบจ.นครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 170 คน

กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านน้ำบ่อ สปอ.เข็ญใหญ่ สบจ.นครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 135 คนได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามระดับสติปัญญา เก่ง ปานกลาง อ่อน ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีระดับสติปัญญาเก่ง(B1)เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่(A1) จำนวน 15 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 มีระดับสติปัญญาปานกลาง(B2)เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่(A1) จำนวน 15 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 3 มีระดับสติปัญญาอ่อน(B3)เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่(A1) จำนวน 15 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 4 มีระดับสติปัญญาเก่ง(B1)เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ(A2) จำนวน 15 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 5 มีระดับสติปัญญาปานกลาง(B2)เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ(A2) จำนวน 15 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 6 มีระดับสติปัญญาอ่อน(B3)เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ(A2) จำนวน 15 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 7 มีระดับสติปัญญาเก่ง(B1) เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง(A3) จำนวน 15 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 8 มีระดับสติปัญญาปานกลาง(B2)) เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง(A3) จำนวน 15 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ 9 กลุ่มตัวอย่างเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อน(B3) เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง(A3) จำนวน 15 คน

รวมกลุ่มทดลองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ทั้งหมด 135 คน

2. การสร้างเครื่องมือในการทดลอง

2.1 การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

ขั้นเตรียม

ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือการวัดผลและประเมินผลการศึกษาของ อนันต์ ศรีโสภ (2524 : 78-139) หนังสือหลักการสร้างเครื่องมือในการวิจัยของดุซงกี (อินทระประเสริฐ) โยเหลา (2535)

วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนที่ใช้ในการทดลอง แล้วสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

ขั้นสร้าง

เขียนข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งวัดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ซึ่งวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 50 ข้อ

1. ความรู้ ความจำ จำนวน 10 ข้อ
2. ความเข้าใจ จำนวน 15 ข้อ
3. การวิเคราะห์ จำนวน 15 ข้อ
4. การนำไปใช้ จำนวน 10 ข้อ

ขั้นหาคุณภาพ

นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลการศึกษาและอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิง พฤติกรรม 3 ท่าน (ดูรายละเอียดภาคผนวก)

ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้วให้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขลักษณะของโจทย์ปัญหาให้ใช้คำถามกระชับ ชัดเจน ตรวจสอบตัวเลือกให้มีคุณภาพและนำไปทดสอบกับนักเรียนที่ผ่านการเรียนมาแล้ว ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านบ้านน้ำบ่อ สปอ.เข็ญใหญ่ สปจ.นครศรีธรรมราช ที่มีระดับสติปัญญาแตก ต่างกัน 3 ระดับ เก่ง ปานกลาง อ่อน จำนวน 100 คน เมื่อวันอังคารที่ 28 กรกฎาคม 2541

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อปรนัยโดยการหาความยากง่าย (p) ของข้อสอบมีค่าระหว่าง .27 - .59 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.30-0.70 มาสร้างเป็นข้อสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เป็นข้อสอบวัดความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทั้ง 3 แบบ ให้ได้ข้อสอบที่ใช้ในการทดลองจริง 30 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 50 ข้อ แบ่งตามวัตถุประสงค์การวัด มีดังนี้

- | | | |
|----------------------|-------|--------|
| 1. วัดความรู้ ความจำ | จำนวน | 5 ข้อ |
| 2. วัดความเข้าใจ | จำนวน | 13 ข้อ |
| 3. การวิเคราะห์ | จำนวน | 6 ข้อ |
| 4. การนำไปใช้ | จำนวน | 6 ข้อ |

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร คูเคอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardsoon, 20) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.84

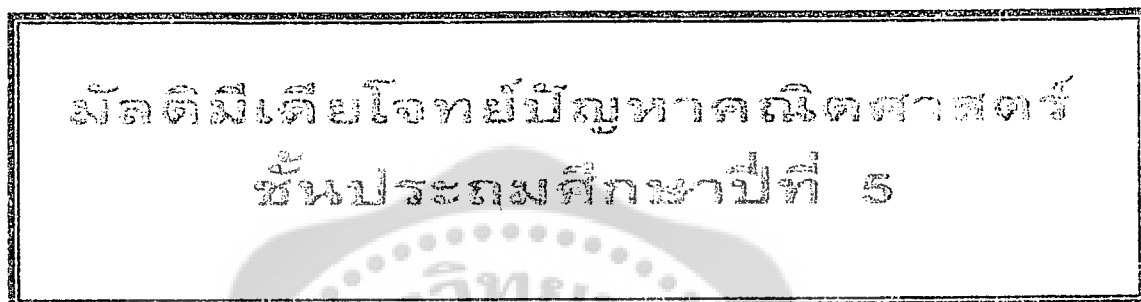
2.2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ขั้นเตรียม

ศึกษาหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) และคู่มือการจัดการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อทำความเข้าใจจุดประสงค์ เนื้อหา วิธีสอนและการวัดประเมินผล

ศึกษาและออกแบบของมัลติมีเดียทั้ง 3 รูปแบบ ผู้วิจัยออกแบบโครงสร้างเนื้อหาบทเรียนมัลติมีเดียการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

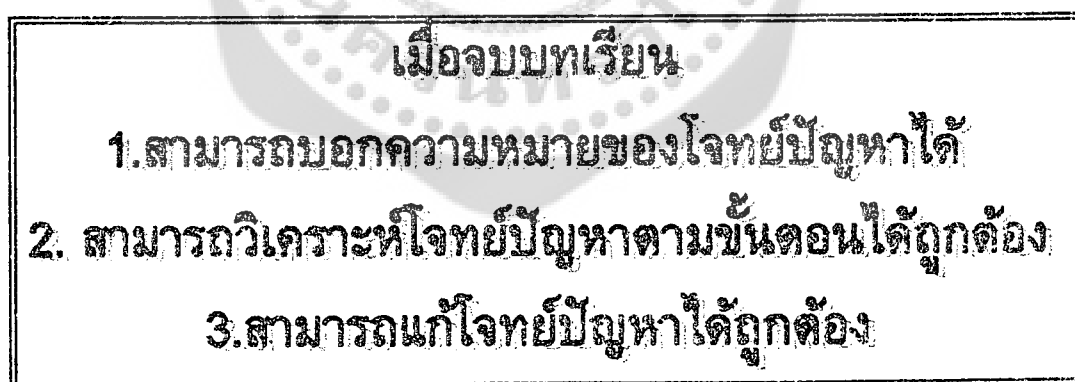
บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ ผู้วิจัยออกแบบตามกระบวนการเรียน การสอน 9 ขั้น ของกาเย่ (Gagne'. 1983)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Gain Attention) ด้วยภาพ สีสัน เสียงที่เร้าใจ เพื่อให้ผู้เรียน สนใจอยากเรียนและเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนเตรียมตัวศึกษาบทเรียน การเตรียมตัว และกระตุ้นผู้เรียนในขั้นนี้ คือ การเสนอชื่อเรื่อง (Title) ของบทเรียนเพื่อสร้างความสนใจของ ผู้เรียน



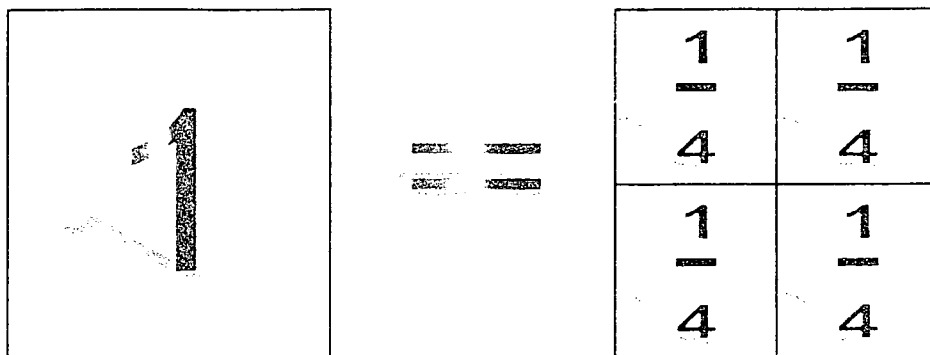
ภาพประกอบ 6 การเสนอชื่อเรื่อง ในขั้นสร้างความสนใจตามกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่

2. ขั้นบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงประเด็นสำคัญในเนื้อหา จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิด ความสัมพันธ์ ความสอดคล้องกับเนื้อหาส่วนใหญ่



ภาพประกอบ 7 การเสนอวัตถุประสงค์ ขั้นบอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามกระบวนการ เรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่

3. ขั้นทบทวนความรู้ การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดที่สั้นง่าย ได้ใจความ

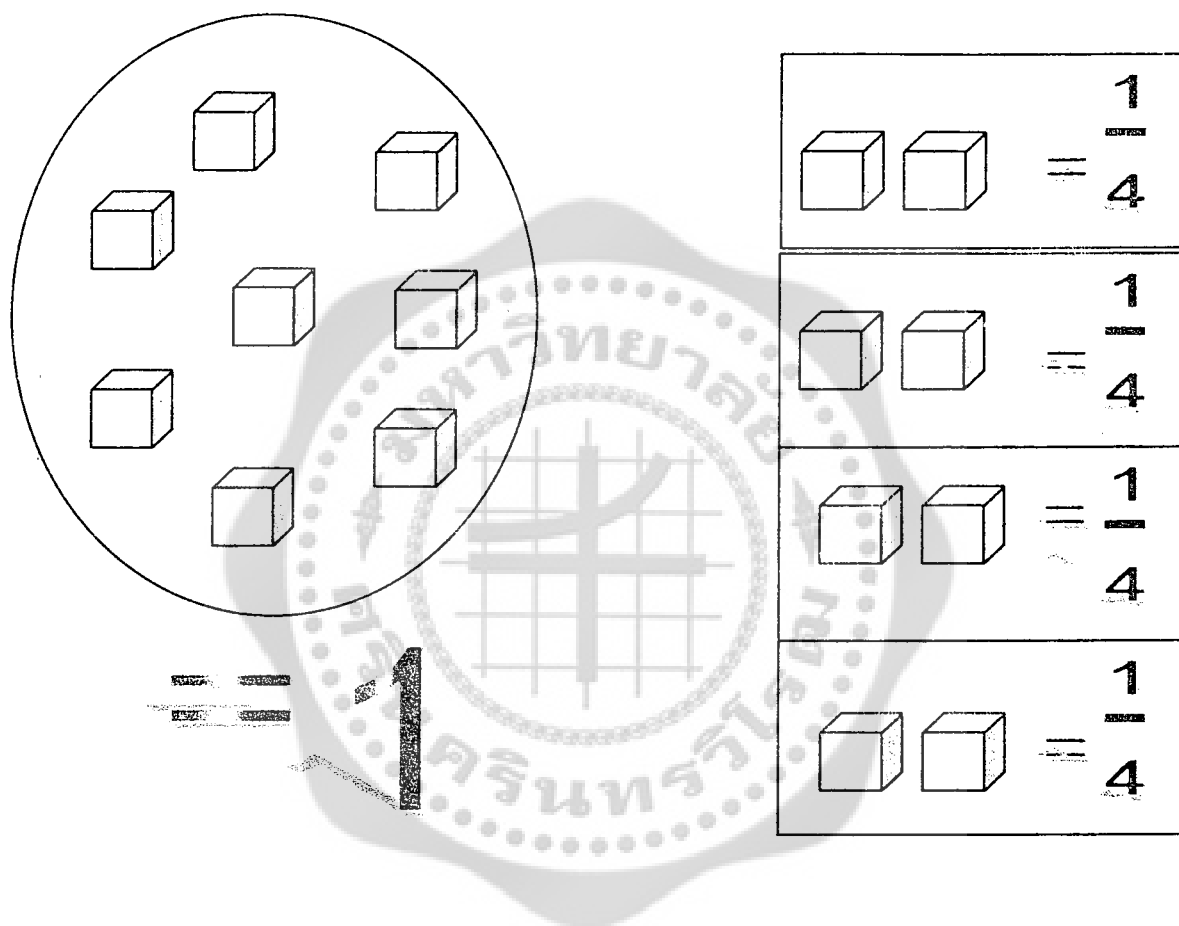


$$1 = \begin{array}{|c|c|} \hline \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ \hline \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ \hline \end{array}$$

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างแสดงการทบทวนความรู้ ขั้นทบทวนตามกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่

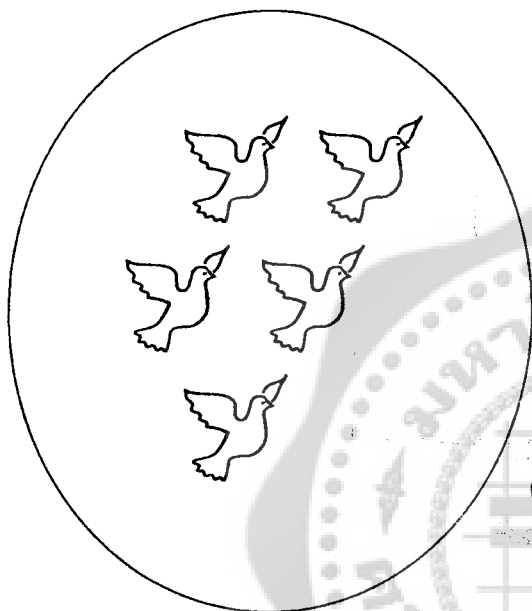


4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) การใช้ภาพประกอบมีประโยชน์ในการอธิบายเนื้อหานามธรรม เช่น การใช้แผนภูมิ แผนภาพ หรือ แผนสถิติ การนำเสนอเนื้อหาใหม่ให้น่าสนใจ



ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างการเสนอเนื้อหาใหม่ ขั้นตอนการเสนอเนื้อหาใหม่ตามกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่

5. ขั้นชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เป็นขั้นหาเทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ เช่น เทคนิคการใช้เปรียบเทียบภาพ การให้ตัวอย่าง ช่วยให้ นักเรียนเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น การพยายามให้เรียนคิดหาเหตุผลค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง



ชาวประมงพบฝูงนกนางแอ่น

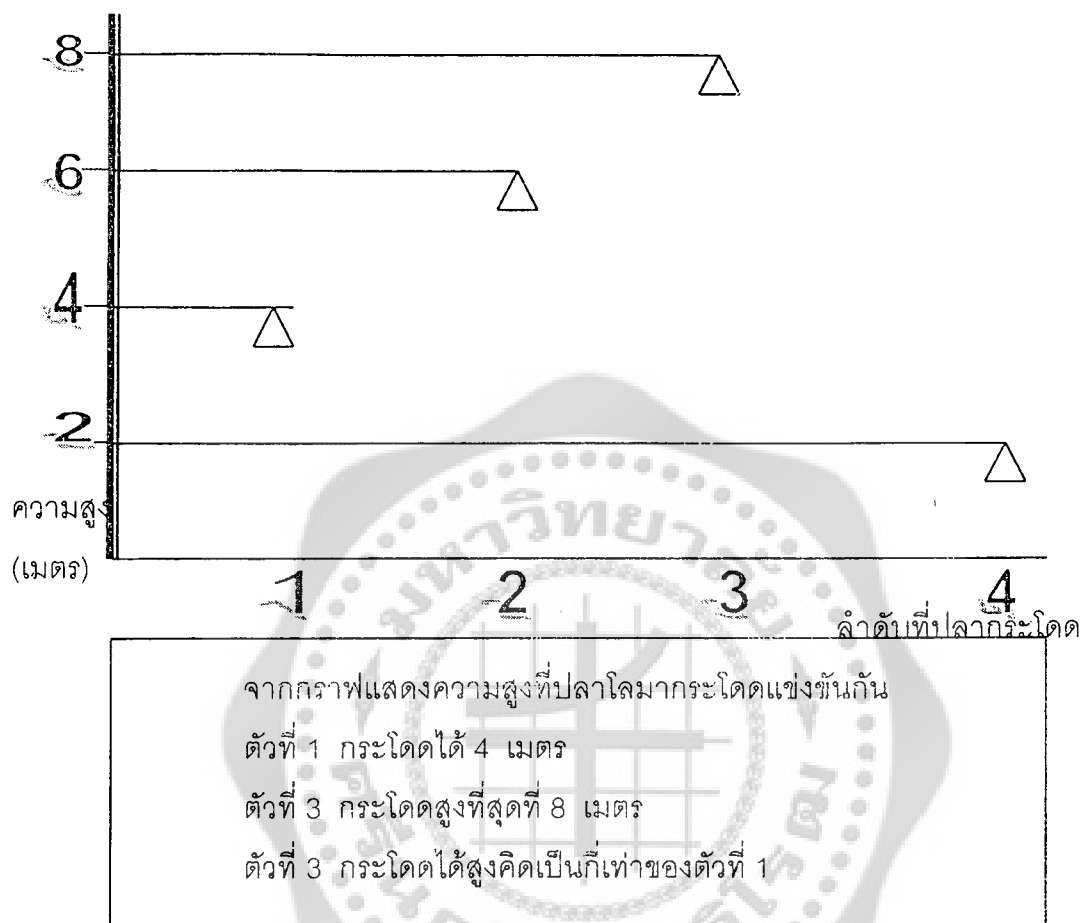
ที่เกาะร้าง 5 กลุ่ม

กลุ่มละ 100 ตัว

นักเรียนคิดว่าจำนวนนกฝูงนี้กี่ตัว

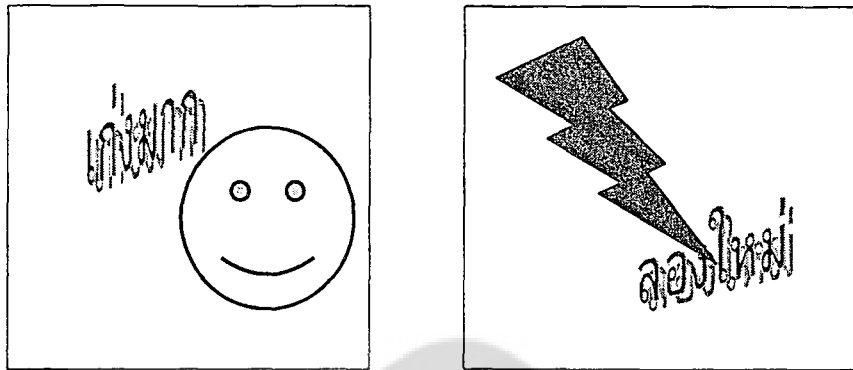
ภาพประกอบที่ 10 ตัวอย่างการชี้แนะการเรียนรู้ ในขั้นชี้แนวทางการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่

6. ขั้นกระตุ้นให้มีการตอบสนอง (Elicit Responses) ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการร่วมคิด
ร่วมกิจกรรมในบทเรียน



ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างกระตุ้นให้นักเรียนตอบสนอง ในขั้นกระตุ้นการตอบสนอง
ตามกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่

7. ขั้นการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เพื่อบอกผลการปฏิบัติกิจกรรมทันที ทันใด ลักษณะเป็นภาพกราฟิก ประกอบเสียงดนตรีตามผลที่ปฏิบัติ

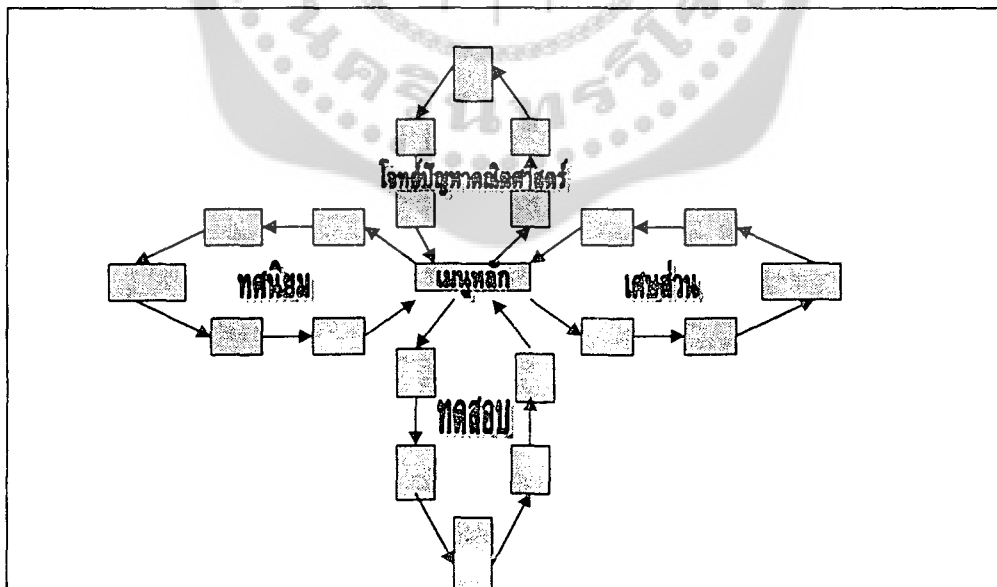


ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับ ในขั้นให้ข้อมูลย้อนกลับตามกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่

8. ขั้นทดสอบความรู้ (Access Performance) เพื่อทราบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน มีแบบทดสอบวัดความสามารถระหว่างเรียนและหลังเรียน

9. ขั้นการจำและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) แนะนำให้ผู้เรียนได้นำความรู้ใหม่ไปใช้ หรืออาจแนะนำให้ไปศึกษาเพิ่มเติมในเนื้อหาที่กว้างขึ้น

รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่



ภาพประกอบ 13 รูปแบบการนำเสนอของมัลติมีเดียแบบวงกลม (Green.1993) ในแบบสอนเนื้อหาใหม่

เนื้อหาบทเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 เศษส่วน สอนเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายของเศษส่วน การบวกเศษส่วนที่มีส่วนเท่ากัน การบวกเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน การลบเศษส่วนที่มีส่วนเท่ากัน การลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน การคูณเศษส่วนด้วยจำนวนเต็ม การคูณเศษส่วนด้วยเศษส่วน การหารเศษส่วน ตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบฝึกหัดหลังเรียน จำนวน 5 ข้อ

ส่วนที่ 2 ทศนิยม สอนเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายของทศนิยม การเลขทศนิยม ค่าประจำหลักของทศนิยม การบวกทศนิยม การลบทศนิยม ตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบฝึกหัดหลังเรียน จำนวน 5 ข้อ

ส่วนที่ 3 โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการสอนทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สอนเกี่ยวกับความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ องค์ประกอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์องค์ประกอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน

ส่วนที่ 4 แบบทดสอบ เป็นการเสนอแบบทดสอบวัดความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งใช้เวลาเรียนประมาณ 50-60 นาที นักเรียนกลุ่มปานกลางใช้เวลาเรียนประมาณ 55-60 นาที นักเรียนกลุ่มอ่อน 60 – 90 นาที

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ

โปรแกรมบทเรียนที่ผลิตขึ้น เพื่อเสนอกิจกรรมและประสบการณ์ ให้นักเรียนได้ฝึกหัด ทำให้ผู้เรียนได้ทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว เพื่อช่วยในการจดจำเนื้อหา เป็นการฝึกทักษะ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วัตถุประสงค์หลักของการฝึกหัดและการทำแบบฝึกหัดที่ดี เพื่อการเสริมแรงในสิ่งที่เรียน โปรแกรมจะเสนอสิ่งเร้า ซึ่งอาจจะเป็นในรูปคำถามให้ผู้เรียนได้ตอบสนอง โดยคำตอบและสามารถเสริมแรงด้วยการให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนทันที โครงสร้างบทเรียนประกอบด้วย

1. การนำเสนอเนื้อหาด้วยภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงเชิงสรุป มโนทัศน์ของเนื้อหาสั้น ๆ แสดงตัวอย่าง วิธีทำก่อนเข้าสู่การฝึกในแบบฝึก

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย

1. สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
2. สิ่งที่โจทย์กำหนดให้
3. ประโยคสัญลักษณ์
4. การคำนวณหาคำตอบ

ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างการเสนอเนื้อหาด้วยข้อความในมัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ

2. ให้การฝึกทักษะ มัลติมีเดียแบบฝึกปฏิบัติทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกสร้างแบบฝึกโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ลักษณะ (วิรัช วรรณรัตน์ . 2539)

2.1 แบบฝึกจำแนกโจทย์ปัญหา ให้ผู้เรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ พิจารณาว่าเป็นโจทย์ปัญหาหรือไม่ โดยให้กดปุ่มเพื่อตอบคำถาม

ก็องวิ่งออกกำลังกายวันละ 30 นาที
เป็นเวลา 1 สัปดาห์

โจทย์ปัญหา

← กด →

ไม่ใช่โจทย์ปัญหา

ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างการใช้ปุ่มควบคุมการโต้ตอบบทเรียนแบบกดปุ่มในแบบฝึกทักษะ
แบบจำแนกโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.2 แบบฝึกวิเคราะห์ห้องศึประกอบใจหัยปัญหาคณิศศาสตรึ ให้นักเรียนวิเคราะห์
ใจหัยที่กำหนดให้ โดยกคหมายเลขที่เห็นว่าถูกต้อง

นมสคบรรจุกล่องละ 200 มลลิลิตร ถ้าคึมนมวันละ 2 กล่อง

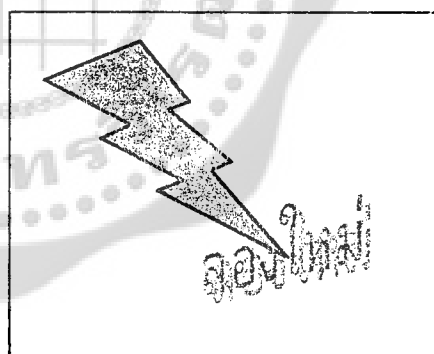
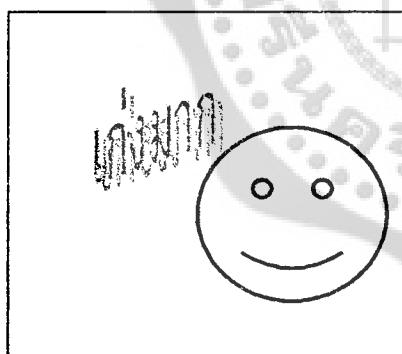
คิดเป็นมิลลิลิตรได้กึมิลลิลิตร

สิ่งทีใจหัยกำหนดให้ คอ หมายเลขใด

ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างการใช้ปุ่มควบคุมได้ตอบบทเรียนแบบเลือกตอบ

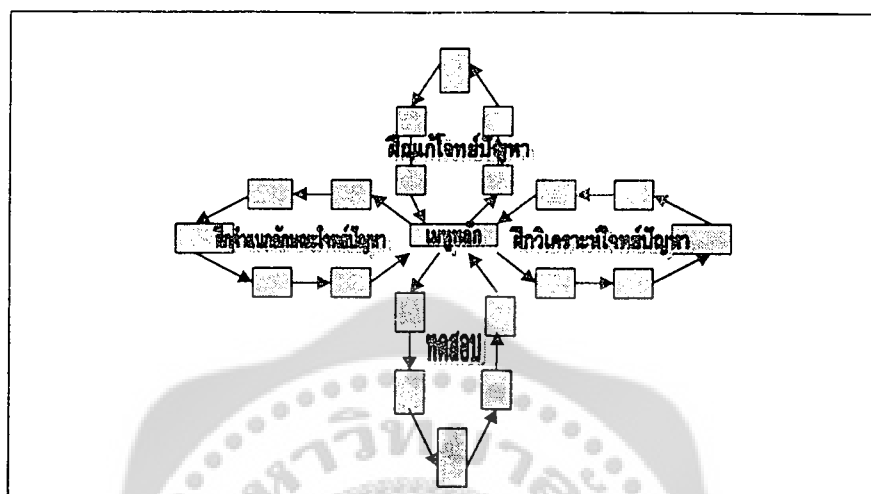
ในแบบฝึกทักษะวิเคราะห์ห้องศึประกอบใจหัยปัญหาคณิศศาสตรึ

3. รูปแบบผลย้อนกลับ (FeedBack) ลักษณะเป็นภาพกราฟิก เลียงดนตรีประกอบ
ตามผลทีปฏิบัติเพื่อสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน เช่น เลียงปรบมือ เป็นต้น



ภาพประกอบ 17 แสดงตัวอย่างให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนตามกระบวนการเรียนรู้ 9 ขั้นของกาเย่

รูปแบบการเสนอแบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์
มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ



ภาพประกอบ 18 รูปแบบการนำเสนอของมัลติมีเดียแบบวงกลม (Green.1993)
ในแบบฝึกทักษะ

แบบฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 การฝึกจำแนกลักษณะโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องสามารถจำแนกข้อความที่กำหนดให้ ว่าเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หรือไม่ ถ้าใช่กดปุ่มใช่ ไม่ใช่กดปุ่มไม่ใช่ ข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความที่นักเรียนพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน มีแบบฝึกทักษะการจำแนกลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเศษส่วนและทศนิยม จำนวน 8 ข้อ

ส่วนที่ 2 การฝึกทักษะวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของโจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน แบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้นเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเศษส่วนและทศนิยม จำนวน 8 ข้อ

ส่วนที่ 3 ฝึกทักษะแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการให้แบบฝึกแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเนื้อหาเศษส่วนและทศนิยม ตามองค์ประกอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ซึ่งได้แก่ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร และคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้องได้เท่าไร จำนวน 10 ข้อ

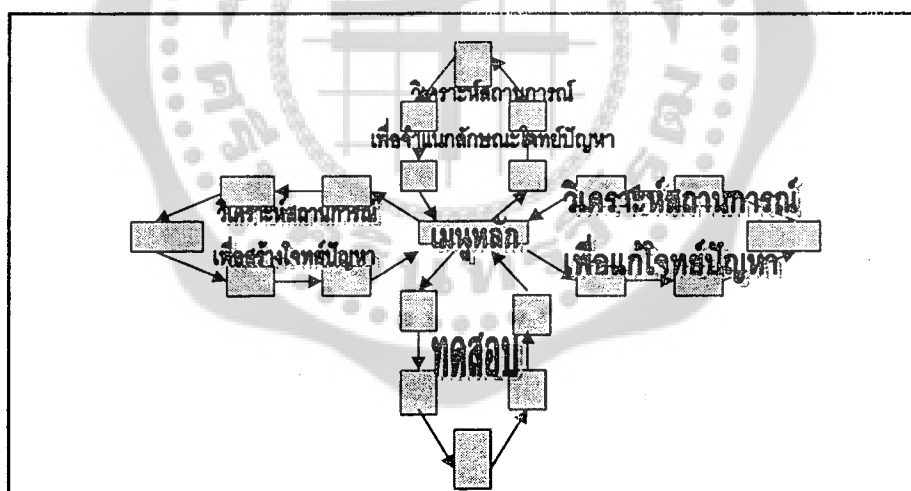
ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งใช้เวลาฝึกประมาณ 40-50 นาที กลุ่มปานกลางใช้เวลาฝึกประมาณ 50-60 นาที และกลุ่มอ่อนใช้เวลาฝึกประมาณ 55-65 นาที

ส่วนที่ 4 แบบทดสอบ เป็นการเสนอแบบทดสอบวัดความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation)

ผู้วิจัยกำหนดปัญหาและจำลองสถานการณ์ให้เป็นเรื่องของปลาตัวหนึ่ง ต้องพลัดตกไปอยู่ในโหลแก้วที่มนุษย์นิสัยมักง่ายทิ้งลงไปในทะเล วันหนึ่งเมื่อเกิดพายุในทะเล เป็นเหตุให้ปลาน้อยตัวนี้ตกลงไปในโหลแก้ว จนไม่สามารถออกมาได้ จะเดินทางไปไหนก็ไปกับโหลแก้ว นักเรียนเป็นผู้มาพบปลาน้อยและจะต้องเป็นผู้ช่วยเลือกเส้นทางการเดินทาง โดยต้องช่วยแก้สถานการณ์ต่าง ๆ และช่วยแก้โจทย์ปัญหา เพื่อสะสมคะแนนและช่วยให้ปลาออกจากโหลแก้ว เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาความรู้และฝึกทักษะผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ ควบคุมการทำงานโดยผ่านคีย์บอร์ดและเมาส์ (Angus. 1991 : 211-212)

รูปแบบการนำเสนอของมัลติมีเดียแบบวงกลมในแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง



ภาพประกอบ 19 รูปแบบการนำเสนอของมัลติมีเดียแบบวงกลม (Green.1993)
ในแบบสถานการณ์จำลอง

สถานการณ์ในเมนูหลักเป็นการให้นักเรียนตัดสินใจเลือกเส้นทางให้แก่ปลาน้อย

เส้นทางที่ 1 เลือกเดินทางเข้าป่ากับเจ้าลิงกอริลล่า ภายในเส้นทางนี้กำหนดให้เป็นสถานการณ์จำลองเกิดขึ้นในป่า สร้างเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้ช่วยกันวิเคราะห์องค์ประกอบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ

เส้นทางที่ 2 เลือกเดินทางไปกับเจ้าปลาหมึก ภายในเส้นทางเป็นสถานการณ์จำลองเกิดขึ้นในท้องทะเล สร้างเป็นโจทย์ปัญหาให้นักเรียนจำแนกลักษณะโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ

เส้นทางที่ 3 เลือกเดินทางกับรถประจำทางเพื่อไปโรงเรียน ภายในเส้นทางเป็นสถานการณ์จำลองการเรียนการสอนเนื้อหาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สร้างเป็นโจทย์ปัญหาให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน จำนวน 10 ข้อ

ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งใช้เวลาประมาณ 45-50 นาที นักเรียนกลุ่มปานกลาง ใช้เวลาประมาณ 50-55 นาที นักเรียนกลุ่มอ่อน ใช้เวลาประมาณ 50-60 นาที

เส้นทางที่ 4 เลือกประตูทางออก เป็นเส้นทางเดินทางออกจากสถานการณ์จำลองเพื่อเข้าสู่การทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

3. ศึกษาเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

3.1 โจทย์ปัญหาทางจำนวน มีเนื้อหาเกี่ยวกับ

3.1.1 ทศนิยม

3.1.2 เศษส่วน

4. การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากจุดประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนในการเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 พฤติกรรม ได้แก่ ความรู้ ความจำเกี่ยวกับการคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ ผู้วิจัยนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เมื่อจบบทเรียนแล้วนักเรียนต้องมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

4.1 ความรู้ ความจำเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

4.1.1 นักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร

4.1.2 นักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้

4.2 ความเข้าใจในโจทย์ปัญหาแก้ปัญหา

4.2.1 นักเรียนสามารถอ่านและวิเคราะห์หาเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาได้

4.2.2 นักเรียนสามารถกำหนดทางเลือกในการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสมได้

4.3 การนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาไปใช้

4.3.1 นักเรียนสามารถนำวิธีการคิดคำนวณมาคำนวณคำตอบที่ถูกต้องได้

4.3.2 นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง

5. สร้างโครงร่างต้นแบบบัตรเรื่อง (Story board) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และมัลติมีเดียและนำไปผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังนี้

5.1 ด้านตัวอักษร สี ขนาด เทคนิคการเสนอและการลบข้อความ ความเหมาะสมที่ใช้ประกอบภาพ

5.2 ด้านรูปแบบการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทั้ง 3 รูปแบบ

5.3 ด้านการโต้ตอบบทเรียน การจัดการเกี่ยวกับการใช้ปุ่มควบคุมการทำงานแบบต่าง ๆ

5.4 ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีเมื่อผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน ความเหมาะสมของระยะเวลาที่แสดงผล ข้อความ ภาพประกอบ และเสียงดนตรีประกอบ

5.5 ด้านการรายงานผลการเรียนหลังการเรียนจบบทเรียน ความเหมาะสมของตัวอักษร ภาพประกอบ เสียงดนตรีประกอบ ความถูกต้องของค่าคะแนนที่บันทึกผลการปฏิบัติการในบทเรียน(ดูตัวอย่างแบบการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนในภาคผนวก)

6. การแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จากผลการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ สิ่งที่จะต้องปรับปรุงให้บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ 80/80 มีดังนี้

6.1 ข้อความ ที่ใช้ในการให้คำนิยาม คำอธิบาย ปรับปรุงให้สั้น กระชับ ชัดเจนมากขึ้น

6.2 สีของตัวอักษร ใช้สีให้เหมาะสมกับสีของพื้นหลัง

6.3 เทคนิคการเสนอ การลบข้อความ ให้มีความต่อเนื่องกัน

6.4 ตัดข้อความบางกรอบภาพ เพราะไม่จำเป็นต้องมีข้อความอธิบาย

6.5 การใช้ปุ่มเพื่อเข้าสู่บทเรียน ปรับความสัมพันธ์กับเนื้อหา หรือเป็นที่เข้าใจตรงกัน เช่น ลูกศรชี้ทิศทาง ปุ่มออกจากบทเรียนเป็นรูปประตู ฯลฯ

6.6 ปรับลดและเพิ่มเวลาที่ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนในแต่ละกรอบภาพให้เหมาะสม

6.7 เสียงบรรยายเนื้อหา กรอบบทเรียนที่ให้นักเรียนอ่านเพื่อวิเคราะห์ไม่ต้องใช้เสียง

6.8 เสี่ยงประกอบแสดงการปฏิบัติการ เช่น การเปลี่ยนกรอบภาพ การเคลื่อนที่ของวัตถุ การแสดงการคิดคำนวณ ฯลฯ

7. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังนี้

7.1 ใช้โปรแกรม Authorware Professional ของ Macromedia Inc. เนื่องจากมีความเหมาะสมกับการใช้งานที่ง่าย เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้โดยไม่ต้องใช้กับเครื่องที่มีขีดความสามารถสูงมาก การออกแบบคำสั่งต่างๆ อยู่ในรูปสัญลักษณ์ สร้างโปรแกรมโดยการวางไอคอนไปเรียงไว้บนเส้นโฟลว์ (Flow Line) สามารถกำหนดวิธีโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ถึง 10 วิธี ได้แก่ การป้อนข้อความผ่านแป้นพิมพ์ (Text Entry) การสร้างปุ่มกดบนจอภาพ (Push Button) การกำหนดพื้นที่บนจอภาพที่ตอบสนอง เมื่อกดปุ่มเมาส์เลื่อนภาพไปยังตำแหน่งที่ต้องการ (Moveable Response) การตรวจเช็คแป้นพิมพ์ด้วยการแสดงเงื่อนไขการทำงานที่กำหนดจำนวนครั้งที่ผิด การกำหนดเวลาทำงาน (Time limited) เป็นต้น มีเครื่องมือทางด้านระบบมัลติมีเดีย (Multimedia Tools) เพื่อสร้างระบบมัลติมีเดียให้สมบูรณ์ผ่านการเรียกใช้จากไอคอน โดยสามารถเรียกใช้และแก้ไขสื่อที่นำเข้ามาจากโปรแกรมอื่นภายใต้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows เป็นต้น

7.2 โปรแกรมสำเร็จรูปอื่น ๆ ที่สนับสนุนการผลิตมัลติมีเดีย ได้แก่ Paint Brush, Photoshop, 3D Studio, Corel Draw, Midi, Microsoft File

8. การสร้างเอกสารประกอบการเรียน

คู่มือการศึกษามัลติมีเดียคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยทฤษฎีปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียน มีรายละเอียดเกี่ยวกับชื่อเรื่อง ชั้น วิชา วัตถุประสงค์ของบทเรียน การเข้าสู่บทเรียนและคำชี้แจงการศึกษามัลติมีเดีย กิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติในขณะที่เรียน การออกจากบทเรียน (รายละเอียดในภาคผนวก)

9. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดีย หลังจากการสร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 ท่าน (รายละเอียดในภาคผนวก)

9.1 การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมและเพื่อประเมินประสิทธิภาพครั้งที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนบ้านน้ำบ่อ สปอ.เข็ญใหญ่ สปจ.นครศรีธรรมราช กลุ่มละ 5 คน แบ่งกลุ่มตามระดับสติปัญญา รวมทั้งหมด 15 คน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 (เลาณีย์ สิกขานันท์.2528) จากการทดลองพบดังนี้

E_1 ของมัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ เท่ากับ 77.19

E_1 ของมัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ เท่ากับ 79.36

E_1 ของมัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง เท่ากับ 78.66

ผลการประเมินประสิทธิภาพ E_1 ไม่ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ที่วางไว้เนื่องจากพบข้อจำกัดของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เสริมที่ใช้ในการทดลอง

9.2 การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมและเพื่อประเมินประสิทธิภาพครั้งที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนบ้านน้ำบ่อ สปอ.เข็ญใหญ่ สปจ.นครศรีธรรมราช กลุ่มละ 5 คน แบ่งกลุ่มตามระดับสติปัญญา รวมทั้งหมด 15 คน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 (เลาณีย์ สิกขบัณฑิต. 2528) จากการทดลองพบดังนี้

E_2 ของมัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ เท่ากับ 92.98

E_2 ของมัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ เท่ากับ 95.23

E_2 ของมัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง เท่ากับ 90.00

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 กลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัยคือ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านน้ำบ่อ สปอ.เข็ญใหญ่ สปจ.นครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 135 คนได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามระดับ สติปัญญา เก่ง ปานกลาง อ่อน ดังนี้

ตาราง 2 จำนวนกลุ่มทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ 3 x 3 Factorial Design

รูปแบบของบทเรียน	ระดับสติปัญญาของนักเรียน (B)			
	เก่ง(B1)	ปานกลาง(B2)	อ่อน(B3)	รวม
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย(A)				
แบบสอนเนื้อหาใหม่(A1)	(A1)(B1) 15 คน	(A1)(B2) 15 คน	(A1)(B3) 15 คน	45
แบบฝึกทักษะ(A2)	(A2)(B1) 15 คน	(A2)(B1)) 15 คน	(A2)(B1)) 15 คน	45
แบบสถานการณ์จำลอง(A3)	(A3)(B1) 15 คน	(A3)(B1)) 15 คน	(A3)(B3) 15 คน	45
รวม	45	45	45	135

3.2 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง 3 วัน 8 มีนาคม 2541 – 10 มีนาคม 2541 (ดูรายละเอียดวันเวลา สถานที่และกลุ่มทดลองในภาคผนวก)

3.3 แบบแผนการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง(Experimental Research) ให้แบบแผนการวิจัยแบบ 3 x 3 factorial design (ดุขฎี (อินทรประเสริฐ) โยเหลา. 2535) โดยมีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ได้แก่

ตัวแปรที่ 1 รูปแบบมัลติมีเดีย 3 แบบ ดังนี้

- มัลติมีเดียแบบศึกษาเนื้อหาใหม่
- มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ
- มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง

ตัวแปรที่ 2 ระดับผลการเรียนของนักเรียน 3 ระดับ

- ระดับผลการเรียนเก่ง
- ระดับผลการเรียนปานกลาง
- ระดับผลการเรียนอ่อน

ตาราง 3 แบบแผนการทดลองแบบ 3 x 3 Factorial Design

รูปแบบของบทเรียน	ระดับสติปัญญาของนักเรียน (B)		
	เก่ง(B1)	ปานกลาง(B2)	อ่อน(B3)
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย(A)			
แบบสอนเนื้อหาใหม่(A1)	A1B1	A1B2	A1B3
แบบฝึกทักษะ(A2)	A2B1	A2B2	A2B2
แบบสถานการณ์จำลอง(A3)	A3B1	A3B2	A3B3

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นเตรียมการ ผู้วิจัยได้เตรียมการ 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ความพร้อมในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยตรวจสอบความพร้อมของคอมพิวเตอร์ทุกตัว อุปกรณ์เสริมต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งาน

ส่วนที่ 2 ความพร้อมด้านการติดตั้งโปรแกรมให้พร้อมเรียน โดยผู้วิจัยติดตั้งในระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เพื่อผู้เรียนสะดวกในการเรียกมาใช้

ส่วนที่ 3 ผู้เรียน นำรายชื่อนักเรียนที่มีระดับสติปัญญา เพื่อเรียงลำดับคะแนนมาจัดกลุ่มแต่ละระดับสติปัญญา จัดกลุ่มทดลองเพื่อเข้าเรียนในห้องปฏิบัติการที่กำหนดไว้ 3 ห้อง และแจ้งให้ผู้เรียนทราบเกี่ยวกับกลุ่มและห้องเรียน ก่อนวันที่ 8-10 มีนาคม 2542 เวลา 10.00 น. - 12.00 น.

ขั้นตอนการทดลอง

ก่อนการเรียน ให้ผู้เรียนเข้าเรียนในห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ที่ประกาศให้ทราบแล้วและการลองเปิดเครื่อง ทดสอบหูฟัง

ขณะเรียน ผู้วิจัยสังเกตสภาพการเรียนรู้ของนักเรียนในขณะที่เรียนด้วยตนเอง

หลังเรียน ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์สอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่ได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทั้ง 3 กลุ่มระดับสติปัญญาที่เรียนจาก 3 รูปแบบ เก็บใบรายงานผลคะแนนการปฏิบัติงานของนักเรียนเพื่อวิเคราะห์ผลต่อไป ดูแลความเรียบร้อยปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้

4.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ

4.1.1 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบที่ระหว่าง .20-.80

$$\text{โดยใช้สูตร } p = \frac{R}{T}$$

p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก

T แทน จำนวนนักเรียนที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่ได้อยู่ระหว่าง .20-.49

$$\text{โดยใช้สูตร } r = \frac{P_u - P_l}{T}$$

r แทน ค่าความอำนาจจำแนกของข้อสอบ

P_u แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มบน

P_l แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มล่าง

4.1.3 ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบที่ได้เท่ากับ 0.84 ด้วยวิธีของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) โดยใช้สูตร

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

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

P แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำถูก

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด

$\sum^2$ แทน แทนความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

4.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

4.2.1 การหาค่าคะแนนเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$)

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

X แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนสอบทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

4.2.2 การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

โดยใช้สูตร
$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$\sum x$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนกำลังสอง

4.2.3 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (ANOVA) ของตัวแปรรูปแบบของบทเรียนมัลติมีเดียทั้ง 3 รูปแบบกับระดับสติปัญญา และเพื่อหาปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองตัว และตัวแปรที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (ดูใบรายงานผลการคำนวณจากคอมพิวเตอร์ ในภาคผนวก)

4.2.4 เมื่อพบปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรระดับสติปัญญาของนักเรียนว่า มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จึงทำการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่โดยการวิเคราะห์แบบนิวแมน-คูลส์ (Newan-Keuls)

4.3 การวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการสังเกตและสัมภาษณ์ โดยการสุ่มตัวอย่าง 20 คน เพื่อสอบถามความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทั้ง 3 แบบ

ด้านวิธีการเรียนการสอนในบทเรียน

ด้านรูปภาพและเสียงประกอบ

ด้านระบบการให้คะแนนและข้อมูลย้อนกลับ

ด้านโต้ตอบของบทเรียนกับผู้เรียน

ด้านเจตคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการใช้มัลติมีเดียรูปแบบแตกต่างกันในการเรียน
แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับสติปัญญาเก่ง ปานกลาง
อ่อน

สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

A	แทน	รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ใช้ในการทดลอง
A1	แทน	รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่
A2	แทน	รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ
A3	แทน	รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง
B	แทน	ระดับสติปัญญาของของนักเรียนกลุ่มทดลอง
B1	แทน	ระดับสติปัญญาของนักเรียนกลุ่มเก่ง
B2	แทน	ระดับสติปัญญาของนักเรียนกลุ่มปานกลาง
B3	แทน	ระดับสติปัญญาของนักเรียนกลุ่มอ่อน
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S_{ov}	แทน	แหล่งของความแปรปรวน
SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของคะแนน
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของคะแนน
df	แทน	ระดับขั้นแห่งความเป็นอิสระ
E	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อน
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน F-distribution
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ .05
**	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ .01

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

ตาราง 4 แสดงค่าสถิติพื้นฐานของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ (a1) ดังนี้

รูปแบบมัลติมีเดีย (A)	ค่าสถิติพื้นฐาน	ระดับสติปัญญาของนักเรียน (B)		
		เก่ง(B1)	ปานกลาง(B3)	อ่อน(B3)
แบบเนื้อหาใหม่ (A1)	N	15	15	15
	($\bar{X}$)	27.73	27.00	25.86
	(S.D)	0.88	1.6	1.3
แบบฝึกทักษะ (A2)	N	15	15	15
	($\bar{X}$)	28.06	27.40	26.33
	(S.D)	1.16	1.2	1.18
แบบสถานการณ์จำลอง (A3)	N	15	15	15
	($\bar{X}$)	28.00	27.20	25.80
	(S.D)	1.16	1.2	1.18

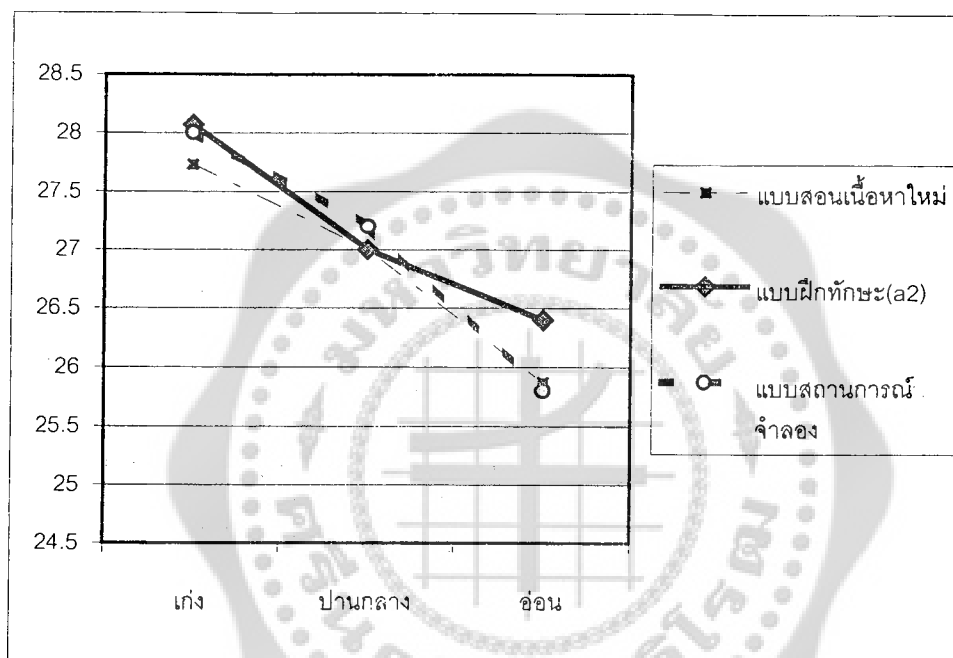
จากตาราง 4 กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับสติปัญญาเก่ง ปานกลาง อ่อน เรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนเท่ากับ 27.73 27.00 25.86 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้ 0.88, 1.6, 1.3 ตามลำดับ

กลุ่มตัวอย่างคะแนนเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับสติปัญญาเก่ง ปานกลาง อ่อน เรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนเท่ากับ 28.06 27.40 และ 26.33 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้ 1.16, 1.2 และ 1.18

กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับสติปัญญาเก่ง ปานกลาง อ่อน เรียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน เท่ากับ 28.00 27.20 และ 25.80 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้ 1.16, 1.2, 1.18 ตามลำดับ

จากตารางแสดงค่าสถิติพื้นฐาน 4,5 และ 6 ผู้วิจัยจึงนำเอาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มระดับสติปัญญา มาเขียนเป็นกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์กับรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทั้ง 3 รูปแบบ

ภาพประกอบ 20 แสดงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มระดับสติปัญญา



จากภาพประกอบ 20 แสดงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มระดับสติปัญญา เมื่อเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 3 รูปแบบ พบว่านักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม สติปัญญามีแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นทุกกลุ่มสติปัญญา

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของคะแนนจากแบบทดสอบ

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของคะแนนจากการแบบทดสอบ

แหล่งความแปรปรวน(S_{ov})	SS	df	MS	F	Sig.
รูปแบบมัลติมีเดีย (A)	3.733	2	1.867	0.975	.380
ระดับสติปัญญา (B)	85.733	2	42.867	22.381**	.000
รูปแบบมัลติมีเดีย (A) x ระดับสติปัญญา (B)	.933	4	.233	0.122	.974
ความคลาดเคลื่อน(E)	241.333	126	1.915		
รวม	331.733	134			

จากตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากการทดสอบความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียน พบว่า

1. ผลการเรียนรู้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน 3 ระดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01
2. ผลการเรียนรู้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากรูปแบบมัลติมีเดียทั้ง 3 แบบ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. รูปแบบมัลติมีเดียและระดับสติปัญญาไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อผลการเรียนรู้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางในตาราง 5 พบว่า ผลการเรียนรู้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จะมีความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญาของนักเรียนมากกว่ารูปแบบของมัลติมีเดีย ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ต่อไปว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันเรียนด้วยคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรูปแบบใดที่มีผลให้ระดับความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน แตกต่างกัน ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 6

3. การวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่โดยการวิเคราะห์แบบนิวแมน – คูลส์

เนื่องจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางพบว่า ระดับสติปัญญาที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มระดับสติปัญญา ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างรายคู่ต่อไป โดยใช้การวิเคราะห์แบบนิวแมน-คูลส์

ตาราง 6 วิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่โดยการวิเคราะห์แบบนิวแมน-คูลส์
ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกันที่การใช้มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่

คะแนนเฉลี่ย	สติปัญญาอ่อน	สติปัญญาปานกลาง	สติปัญญาเก่ง
$\bar{X}$	25.86	27.00	27.73
25.86		1.14*	1.87**
27.00			0.73
27.73			

จากตาราง 6 แสดงว่า ผลการใช้มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ ทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อนกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 และนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อนกับสติปัญญาปานกลางนักเรียนที่มีระดับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตาราง 7 วิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยการวิเคราะห์แบบนิวแมน-คูลส์ ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกันที่การใช้มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ

คะแนนเฉลี่ย	สติปัญญาอ่อน	สติปัญญาปานกลาง	สติปัญญาเก่ง
$\bar{X}$	26.33	27.40	28.07
26.33		1.07	1.74**
27.20			0.87
28.07			

จากตาราง 7 แสดงว่าผลการใช้มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะทำให้ความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อนกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ส่วนคู่อื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 8 วิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยการวิเคราะห์แบบนิวส์แมน-คูลส์ ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกันที่การใช้มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง

คะแนนเฉลี่ย	สติปัญญาอ่อน	สติปัญญาปานกลาง	สติปัญญาเก่ง
$\bar{X}$	25.80	27.20	28.00
25.80		1.40**	2.20**
27.20			0.80
28.00			

จากตาราง 8 แสดงว่าผลการใช้มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง ทำให้ผลการเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อนกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 ส่วนคู่อื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. การวิเคราะห์ผลจากการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสังเกตและสัมภาษณ์ เพื่อสอบถามความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทั้ง 3 แบบ ในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ด้านวิธีการเรียนการสอนในบทเรียน

ด้านรูปภาพและเสียงประกอบ

ด้านระบบการให้คะแนนและข้อมูลย้อนกลับ

ด้านโต้ตอบของบทเรียนกับผู้เรียน

ด้านเจตคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

4.1 ด้านโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาสอน เรื่อง โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เศษส่วนและทศนิยม ตามกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่ นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มสติปัญญา ส่วนใหญ่แสดงความเห็นว่า

มีวิธีการสอนเหมือนการเรียนรู้ในชั้นเรียน แปลกที่ไม่มีครูเป็นคนสอนแต่ต้อง เรียนความรู้ต่าง ๆ ด้วยตัวเอง

รูปภาพและสีสันทของตัวอักษร สวยงาม ดีกว่าเรียนแบบธรรมดาในห้องเรียน มีเสียงบรรยายประกอบการเรียนให้ฟังเหมือนคุณครูอธิบาย แต่ไม่มีตัวครูยืนในห้องเรียน

สามารถกลับไปเรียนใหม่ได้เองในเนื้อหาที่อยากเรียนอีก โดยไม่จำกัดเวลาและจำนวนครั้ง

มีคะแนนให้ทราบหลังการเรียนทันที ทำผิดก็ไม่โดนทำโทษ มีตัวการ์ตูนและเสียงหัวเราะตลก ๆ บอกว่าทำผิดแล้ว

ชอบการเรียนรู้แบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอยากเรียนวิชาอื่น ๆ แบบนี้บ้าง

4.2 ด้านโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะเรื่องการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เศษส่วนและทศนิยม โดยใช้แบบฝึกแบบเลือกตอบแบบตอบสั้น ๆ ให้เติมเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ คำตอบที่คำนวณได้ การได้ตอบกับบทเรียนโดยเลือกกดปุ่มต่าง ๆ ในหน้าจอและใช้คีย์บอร์ดพิมพ์คำตอบ เป็นต้น นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มสติปัญญา ส่วนใหญ่ให้แสดงความเห็นว่า

มีวิธีการสอนเหมือนการทดสอบตัวเองอยู่ทดลอง เหมือนการเล่นทายปัญหา และผลัดกันตอบ แต่คนถามเป็นคอมพิวเตอร์ คนตอบเป็นผู้เรียน

รูปภาพและสีสันทของตัวอักษร สวยงาม ดีกว่าเรียนแบบธรรมดาในห้องเรียน มีเสียงบรรยาย อธิบายความรู้เหมือนการสอนในห้องเรียนของคุณครูแต่ไม่มีเสียงดนตรีประกอบเมื่อมีการตอบถูกตอบผิด ในห้องเรียนบางที่ได้ยินเสียงอื่น ๆ

สามารถกลับไปฝึกทักษะโจทย์ปัญหาได้อีกหลาย ๆ ครั้ง ตามใจตัวเอง โดยไม่จำกัดเวลาและจำนวนครั้ง

มีคะแนนให้ทราบหลังการเรียนทันที ทำผิดก็ไม่โดนทำโทษ มีตัวการ์ตูนและเสียงหัวเราะตลก ๆ บอกว่าทำผิดแล้ว

4.3 ด้านโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลองที่กำหนดสถานการณ์ให้เป็นเรื่องของปลาตัวหนึ่ง ต้องตกไปอยู่ในโหลแก้วที่มนุษย์ทิ้งลงไปในทะเล จนไม่สามารถออกมาได้ จะเดินทางไปไหนก็ไปกับโหลแก้วใบนี้ด้วย นักเรียนจะต้องเป็นผู้ช่วยเลือกเส้นทางเดินทาง ช่วยแก้โจทย์ปัญหา และช่วยแก้สถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อสะสมคะแนนและช่วยให้ปลาออกจากโหลแก้วได้ นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มสติปัญญา ส่วนใหญ่ให้แสดงความเห็นว่า

มีวิธีการสอนเหมือนการอ่านหนังสือนิทาน ตัวละครพูดได้เหมือนการ์ตูนในโทรทัศน์ น่ารักดี

รูปภาพและสีสันของตัวอักษร สวยงาม ดีกว่าเรียนแบบธรรมดาในห้องเรียน ตัวการ์ตูนเหมือนมีชีวิต

มีเสียงบรรยายประกอบการเรียนให้ฟังเหมือนคุณครูอธิบาย แต่ไม่มีตัวครูยืนในห้องเรียน มีเสียงธรรมชาติ เช่น ฟังร้อง น้ำไหล เสียงสัตว์ต่าง สนุกดี

สามารถกลับไปเรียนใหม่ได้เองในเนื้อหาที่อยากเรียนอีก โดยไม่จำกัดเวลาและจำนวนครั้ง

มีคะแนนที่เราทำได้ช่วยปลาที่เป็นตัวละครออกจากโหลแก้ว

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการใช้มัลติมีเดียรูปแบบต่างกันในการเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ต่างกัน 3 รูปแบบ ใช้สอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพ 3 ชุด
2. เพื่อศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน 3 รูปแบบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับสติปัญญาต่างกัน 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน ว่า รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรูปแบบใดมีความเหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ระดับสติปัญญาใด

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรูปแบบต่างกันทำให้มีความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่างกัน
2. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่างกัน

การทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ 3 x 3 factorial design (ดุขฎิ (อินทระประเสริฐ) โยเหลา. 2535)

1. กลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัยคือ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านน้ำบ่อ สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเชียรใหญ่ สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 153 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามระดับสติปัญญา เก่ง ปานกลาง อ่อน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองได้ 9 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่ง(B1)กับมัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ (A1) จำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 2 นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง(B2)กับมัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่(A1) จำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 3 นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อน(B3)กับมัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ (A1)

จำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 4 นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่ง(B1)กับมัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ(A2) จำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 5 นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง(B2)กับมัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ (A2) จำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 6 นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อน(B3)กับมัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ(A2) จำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 7 นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่ง(B1)กับมัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง(A3) จำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 8 นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง(B2)กับมัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง(A3) จำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 9 นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อน(B3)กับมัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง(A3) จำนวน 15 คน

รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 9 กลุ่ม 135 คน

เครื่องมือในการทดลอง

1. บทเรียนมัลติมีเดียการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบสอนเนื้อหาใหม่(A1)
2. บทเรียนมัลติมีเดียการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบฝึกทักษะ(A2)
3. บทเรียนมัลติมีเดียการแก้โจทย์ปัญหาแบบสถานการณ์จำลอง(A3)
4. แบบทดสอบวัดความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชนิด 4 ตัวเลือก 30ข้อ

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ มัลติมีเดียทั้งในและต่างประเทศ เพื่อสรุปเข้าสู่งานวิจัย

2. สร้างแบบทดสอบความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาค่าความยากง่าย(p)ของแบบทดสอบ ค่าอำนาจจำแนก(r)ข้อสอบ

3. ออกแบบและผลิตโปรแกรมมัลติมีเดีย นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาตรวจและประเมินคุณภาพ นำมาวิเคราะห์ผลด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต นำข้อบกพร่องที่พบไปปรับปรุงแก้ไขและทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามเกณฑ์ มาตรฐาน E_1/E_2 ก่อนนำไปทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. การทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 แจกนักเรียนแต่ละกลุ่มทราบ วัน เวลา สถานที่เรียน

4.2 การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง/คน ทดลองครั้งละ 15 คน

4.4 ระยะเวลาทดลอง 8 – 10 มีนาคม 2542 เวลา 10.00 น.-12.00 น. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียนตามตารางเรียนที่กำหนด (ดูภาคผนวก)

5. วิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคนไปวิเคราะห์ผลเพื่อหาทดสอบสมมติฐานการวิจัย โดยใช้วิธีการทางสถิติดังนี้

5.1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสอบวัดความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทั้ง 3 รูปแบบ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

5.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสองทาง (Two - way Analysis of Covariance) ด้วยโปรแกรม SPSS/PC โดยการนำข้อมูลคะแนนวัดความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ทดสอบหลังเรียนป้อนลงในโปรแกรม เพื่อคำนวณหาผลการให้รูปแบบมัลติมีเดียทั้ง 3 รูปแบบ โดยดูจากค่าความแปรปรวนสองทางที่ได้จากการวิเคราะห์แบบ (ANOVA) ของตัวแปรรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทั้ง 3 รูปแบบ และตัวแปรระดับสติปัญญาของนักเรียน เมื่อพบว่า ตัวแปรใด ๆ มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่เชื่อมั่นได้ว่าส่งผลต่อความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หรือมีอิทธิพลร่วมกันต่อความ

สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนต้องวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของคะแนนเฉลี่ยรายคู่ต่อไป

5.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยรายคู่ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มทดลองที่ทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในแต่ละรูปแบบ ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันด้วยวิธีการของนิวส์แมน-คูลส์

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลการใช้มัลติมีเดียรูปแบบต่างในการเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของคะแนนสอบวัดความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแตกต่างกัน 3 รูปแบบ ผลการวิเคราะห์พบว่า

1.1 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อความสามารถแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน 3 ระดับ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 ระดับสติปัญญาที่แตกต่างกัน 3 ระดับของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ส่งผลทำให้ความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

เมื่อผลการการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยพบว่า ระดับสติปัญญาที่แตกต่างกันส่งผลต่อความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่.01 ผู้วิจัยต้องวิเคราะห์เพื่อหาค่าความแตกต่างเป็นรายคู่ของคะแนนเฉลี่ยด้วยวิธีการของนิวส์แมน-คูลส์

2. จากการวิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่ของคะแนนเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีนิวส์แมนคูลส์ เพื่อหาปฏิสัมพันธ์ของระดับสติปัญญาของนักเรียน 3 ระดับ ทั้งเก่ง ปานกลาง อ่อน ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทั้ง 3 รูปแบบ ผลการวิเคราะห์พบว่า

2.1 ผลการใช้มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ ทำให้ความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อนกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 และนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อนกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.2 ผลการใช้มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ ทำให้ความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อนกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ส่วนคู่อื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 ผลการใช้มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง ทำให้ความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อนกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาอ่อน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 ส่วนคู่อื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. จากวิเคราะห์หาปฏิสัมพันธ์ของรูปแบบมัลติมีเดียและระดับสติปัญญาพบว่า รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อผลการเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน 3 ระดับ อธิบายผลการวิจัยครั้งนี้ได้ว่า ผลการใช้มัลติมีเดียทั้ง 3 รูปแบบ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีระดับคะแนนไม่แตกต่างกัน ดูได้จากคะแนนเฉลี่ยและมีแนวโน้มสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนสอบของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในแต่ละรูปแบบ จึงไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

การอภิปรายผล

จากสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกันเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรูปแบบต่างกัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ผลการเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากรูปแบบมัลติมีเดียทั้ง 3 รูปแบบ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และรูปแบบมัลติมีเดียและระดับสติปัญญาไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อผลการเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

จากผลการวิจัยอธิบายได้ว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ที่เรียนจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนการสอบวัดความสามารถของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มระดับสติปัญญาที่เรียนในแต่ละรูปแบบมีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่า รูปแบบของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไม่มีอิทธิพลร่วมกับระดับสติปัญญาของนักเรียน สอดคล้องกับผลงานวิจัยที่ศึกษาผลการใช้รูปแบบ

ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียใช้ในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ (Shiah. 1995, Wilder. 1994)

จากสมมติฐานข้อที่ 2. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ผลการเรียนรู้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ระดับสติปัญญาต่างกัน 3 รูปแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่.01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานวางไว้

จากผลการวิจัยแสดงว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกัน 3 ระดับ คือ ระดับสติปัญญาเก่ง ปานกลาง อ่อน เมื่อเรียนด้วยมัลติมีเดียทั้ง 3 แบบ คือ แบบสอนเนื้อหาแบบฝึกทักษะและแบบสถานการณ์จำลอง ทำให้ผลการเรียนรู้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความแตกต่างกันทั้ง 3 กลุ่มระดับสติปัญญาซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกัน (Brown. 1993 : 3357-A, Royo. 1996 : 1380019- A, Hick. 1996)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ จำนวน 3 ชุด คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม ที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบสอนเนื้อหาใหม่หรือสอนเสริม(Tutorial) แบบฝึกทักษะ (Drill and Practice) แบบสถานการณ์จำลอง(Simulation)

2. ได้ทราบว่า รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ไม่ส่งผลต่อความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มระดับสติปัญญา แต่รูปแบบบทเรียนทั้ง 3 รูปแบบ สามารถทำให้นักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้นและเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กลุ่มระดับสติปัญญา ดังผลจากการสังเกตและสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลอง ดังนี้

2.1 ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านภาษาไทยสามารถอ่านและสรุปใจความได้ดีกว่าคนอื่น สามารถใช้เวลาในการเรียนได้น้อยกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านภาษาไม่คล่องและพบว่า นักเรียนกลุ่มนี้คือ นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาเก่งและปานกลาง

2.2 ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านกีฬา ชอบเรื่องท้าทาย มีบุคลิกเป็นคนสนุกสนาน ร่าเริงตัดสินใจเร็ว ไม่ชอบการเรียนรู้แบบสอนเนื้อหาใหม่ โดยให้เหตุผลว่า ขั้นตอนการสอน เหมือนที่ครูสอนในชั้นเรียน ทำให้เสียเวลาเรียน ชอบที่จะเรียนแบบที่ฝึกทักษะได้เลย ถ้าไม่ผ่านก็ฝึกเพิ่มเติม ใช้เวลาเรียนน้อยลง และสามารถวัดความสามารถที่แท้จริงของตัวเองไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ความรู้ใหม่ ๆ จากการสังเกตพบว่า เหมาะสมกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลางและกลุ่มอ่อน

2.3 ผู้เรียนที่มีนิสัยชอบอ่านการ์ตูน ดูการ์ตูนโทรทัศน์จะมีความสุขในการเรียนแบบ สถานการณ์จำลองมากกว่านักเรียนกลุ่มอื่น เหมาะกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง และระดับสติปัญญาอ่อน นักเรียนกลุ่มนี้แสดงความคิดเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มีเดีย แบบสถานการณ์จำลองตื่นเต้น และมีคำถามที่ท้าทายมากทำให้ขณะเรียนรู้รู้สึกสนุกมากกว่า แบบอื่น ๆ และรู้สึกดีกับการเรียนแบบนี้

จากข้อมูลที่ได้สามารถนำไปปรับปรุงรูปแบบของบทเรียนและเนื้อหาให้เหมาะสมกับ ระดับสติปัญญาของนักเรียนเพื่อใช้ในการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มีเดีย ต่อไป

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์มีเดีย เนื่องจากเป็นสื่อที่ต้องใช้เทคนิคหลาย ๆ อย่างมาใช้ร่วมกัน การออกแบบและวางแผนการผลิตจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ บทเรียนคอมพิวเตอร์มีความสมบูรณ์ทั้งเทคนิคการนำเสนอความรู้ การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ และความถูกต้องขององค์ความรู้

2. ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์มีเดีย ต้องเตรียมความพร้อมด้านหลาย ๆ เพื่อ ผลิตให้งานออกมามีคุณภาพและประสิทธิภาพ เช่น ด้านออกแบบการเรียนการสอน การออกแบบบทเรียน ให้มีความสวยงามเชิงศิลปะ ความถูกต้องของเนื้อหา การดูแลระบบ คอมพิวเตอร์การติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ

3. งบประมาณ การวางแผนการใช้จ่ายเกี่ยวกับการผลิต การทดลอง การวิเคราะห์ผล การวิจัย เพื่อการเตรียมการให้มีความพร้อมและสามารถปฏิบัติงานได้ตามแผนการวิจัย

4. ระบบคอมพิวเตอร์ การเลือกระบบคอมพิวเตอร์ให้มีความสามารถสัมพันธ์กับ ระบบมีเดียที่จะผลิตและเกี่ยวข้องกับมาตรฐานของมีเดีย

ข้อเสนอสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

จากการศึกษาการพัฒนารูปแบบมัลติมีเดียต่าง ๆ กับการสอนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่น่าสนใจ ดังนี้

1. ควรพัฒนาแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่ในหลายรูปแบบ โดยสอดแทรกเทคนิควิธีสอนแบบต่าง ๆ ผสมกับรูปแบบการนำเสนอความรู้ที่สนุกสนาน ตื่นเต้น เช่น การให้ตัวอย่างประกอบด้วยการ์ตูน หรือ ออกแบบให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างตัวอย่างได้เองในขณะเรียน เพื่อให้นักเรียนรู้สึกกำลังเรียนด้วยตัวเองอย่างแท้จริง

2. ควรเลือกพัฒนาแบบต่าง ๆ โดยดูจากความสามารถด้านอื่น ๆ ของนักเรียนที่มีส่งผลร่วมในการเรียนวิชานั้น ๆ เช่น การเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ยังต้องอาศัยความสามารถด้านภาษา และอุปนิสัยส่วนตัวของนักเรียนยังมีผลต่อการเรียนรู้วิชานั้น ๆ ด้วย เพื่อให้สามารถผลิตสื่อได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้และมีประโยชน์แก่ผู้เรียนอย่างแท้จริง

3. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรูปแบบต่างทดลองใช้ร่วมกับการควบคุมรูปแบบการเรียนแบบต่าง ๆ ร่วมด้วย เช่น การเรียนแบบร่วมมือกัน การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียช่วยในการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

4. เนื้อหาบทเรียน ควรพัฒนาเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน ไม่ยึดติดกับหลักสูตรแต่ควรเกิดจากการวิเคราะห์ความต้องการของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ เพื่อตอบสนองการแก้ปัญหาการเรียนการสอนอย่างแท้จริง หรือ การพัฒนาบทเรียนรูปแบบที่เหมาะสมกับหลักสูตรท้องถิ่นนั้น ๆ เพื่อส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่นและเป็นแหล่งรวบรวมองค์ความรู้จากชาวบ้าน

5. ควรมีทดลองวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นอื่น ๆ บ้าง



บรรณานุกรม

- กมล ชื่นทองคำ. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม.กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.
- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทเอ็ดสันเพรสโปรดักส์ จำกัด, 2536.
- ชินธุสา ชานนท์. "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน", ใน เทคโนโลยีทางการศึกษา. (ฉบับปฐมฤกษ์) ชมรมเทคโนโลยีการศึกษา สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินติ้ง. 2532.
- คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน กองวิชาการ. คู่มือหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ การศาสนา, 2534.
- _____. รายงานผลการประเมินคุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2538. หน้า 11-12 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา. 2539.
- คนธรส รสหวาน. การพัฒนารูปแบบการสอนแบบกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนนำร่องศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพเด็กและเยาวชน. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. อัดสำเนา.
- คนนอกโรงเรียน.(นามแฝง) "รูปแบบใหม่ของการศึกษา: เรียนตามอัธยาศัย", หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ 1 กุมภาพันธ์ 2539. หน้า 10.
- จรรยา จัยโชค. "โจทย์ปัญหา : สัมฤทธิ์ผลและขั้นตอนการสอน", สารพัฒนาลัทธิศุดร.ปีที่ 7;1 กุมภาพันธ์ 2531.
- ชัยพร วิชาวุธ. มูลสารจิตวิทยา. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์, 2525.
- ชัยเอนทร์ เมืองแมน. "การสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา",วารสารคณิตศาสตร์. พฤศจิกายน-ธันวาคม. 2533.
- ชัยวุฒิ จันมา. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย",วารสารกองทุนสงเคราะห์การศึกษาเอกชน.ปีที่ 6 :(57);มกราคม 2539.

- เซอร์ อยูดี. "มาช่วยกันหาวิธีแก้โจทย์ปัญหากันเถอะ", วารสารคณิตศาสตร์. พฤษภาคม.- มิถุนายน 2531.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีการสอน:การออกแบบและพัฒนา.. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์ไอดีเอ็นเอสโตร์, 2533.
- ดุขฎิ (อินทรประเสริฐ) โยเหลา. สถิติแบบแผนการทดลอง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2535.
- ทองหล่อ วิภาวีน. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ:สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2523.
- ทักษิณา สนวนานนท์. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : องค์การคำครุสภา 2530.
- ธนะพัฒน์ ถึงสุข, ร.อ. และ ชเนนทร์. สุขวารี ร.อ. เปิดโลกมัลติมีเดีย. กรุงเทพฯ: ไอบีซพับลิชชิง, 2538.
- นงนุช วรรณนวะ. "การเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน," วารสารคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ: 2535.
- นางลักษณ์ อ่วยสุข. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่ออาวเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในโครงการพัฒนาความเป็นเลิศของจังหวัดสุพรรณบุรีที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีเรียนแบบสหรั่วมใจกับวิธีเรียนแบบปกติ.ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.อัดสำเนา.
- นพดล ฤทธิโสม. ผลของการฝึกโจทย์ปัญหาด้วยแบบทดสอบแบบสั้นและแบบเลือกตอบที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.
- น้อมศรี เคท. "การสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์" ในโครงการอบรมเสริมสมรรถภาพครู ประถมศึกษา.หน้า 65-70. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2526.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. "คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน" วารสารคอมพิวเตอร์ กรุงเทพฯ: 2531.

- _____ “ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา” สารสารคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษา
สหประชาชาติ. 15:41-42 ; กันยายน – ตุลาคม 2526.
- นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบูลย์. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน
จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่มี
คำอธิบาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2531. อัดสำเนา.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัด. มหาสารคาม: 2521. อัดสำเนา.
- บุญส่ง นิลแก้ว. การวัดผลทางจิตวิทยา. กรุงเทพฯ: แพร่พิทยาอินเตอร์พัลลิตซิง, 2517.
- พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. “ระบบการเรียนการสอน IMCAI (Interactive Multimedia Computer -
Assisted Instruction System)” เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ: ชมรมเทคโนโลยี
การศึกษา สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินต์, 2539.
- พิสิทธิ์ มณีไทย. รายงานการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาภาษาไทยและ
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของนักเรียนในสังกัดเทศบาล
นครเชียงใหม่. เชียงใหม่ : กองการศึกษาเทศบาลนครเชียงใหม่, 2534.
- ผ่องใส ห่อทอง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 โดยการสอนแบบพัฒนารายบุคคล
ที่ทำงานแบบร่วมกันเป็นคณะกับการสอนแบบปกติ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538 . อัดสำเนา.
- ฝนทิพย์ อมาตยกุล. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนใน
การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
- มนต์ชัย เทียนทอง. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสำหรับการฝึกอบรมการสร้าง
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ คอ.ด. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2539. อัดสำเนา
- ยุพิน พิพิธกุล. การเขียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์, 2530.
- ราชบัณฑิตยสถาน ศัพท์คอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2538.

- ร่วมจิตร นาคตัว. ปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ สังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร.ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2542 .อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศ. หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด. กรุงเทพฯ. : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- วรรณ โสมประยูร. เอกสารการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ.: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- วิรัช วรรณรัตน์.การวัดและประเมินผลการศึกษา. สำนักทดสอบทางการศึกษา กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2539.
- วิไลวรรณ เชื้อสุวรรณา. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุสรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันโดยวิธีการสอนแบบวรรณและวิธีการสอนของ สสวท. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- วิชาการ, กรม คู่มือหลักสูตรการประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (พ.ศ. 2533) กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์การศาสนา. 2534.
- ศึกษานิเทศก์,หน่วย สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช รายงานผลการประเมินคุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2538 นครศรีธรรมราช. ทวีการพิมพ์. 2539.
- สมบุรณ์ บุรณศิริรักษ์. การสังเคราะห์งานวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาและเทคนิคการวิเคราะห์เมตต้า. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2539. อัดสำเนา.
- สมวงษ์ แผลงประสพโชค. นวัตกรรมเพื่อการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาย้อยละ. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร .2539. อัดสำเนา.

- _____. "รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร" วารสารคณิตศาสตร์ พหุศจิกายน - ธันวาคม 2533.
- _____. เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการที่แจ้งหลักสูตรคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6. กรุงเทพฯ.:สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 3-7 มีนาคม 2529.
- สมศักดิ์ กลั่นกลิน. "การสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาสังคม", สารพัฒนานหลักสูตร. 77: สิงหาคม, 2531.
- สวัสดิ์ จิตชนะ. "แนวคิดการสอนโจทย์ปัญหา" สารพัฒนานหลักสูตร. 11(110) : เมษายน - พฤษภาคม, 2535.
- สายหยุด เอียนสี. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 โดยการเรียนรู้แบบพัฒนารายบุคคลซึ่งร่วมทำงานเป็นคณะกับการสอนแบบปกติ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. "บทบาทของคอมพิวเตอร์ต่อการเรียนการสอน", สู่เส้นทางใหม่ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- สุชาติ จันทรแพง. การศึกษาประสิทธิภาพของสื่อแบบเรียนเล่มเล็กเพื่อซ่อมเสริมการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาการคูณและการหารคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.
- สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. การพัฒนาชุดการเรียนการสอน เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- สุลัดดา ลอยฟ้าและคณะ. "การพัฒนารูปแบบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา", รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ.หน้า 13-14 :64-66 2530.
- เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ. 2528.
- อิศเรศ พิพัฒนามงคลพร วิธีสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น: ปีที่ 15 กันยายน 2535.
- อุทัย เพชรช่วย. โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน วารสารคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: 2532

Adams, Sam. Teaching Mathematics. New York Harper & Row Publiker,1977.

X Alessi, Stephen M. and R. Stanley Trollip, Computer Based Instruction Methods and Development. 2nd ed., Englewood Cliffs, New Jersey:Prentice-Hall,Inc., 1991.

Anderson, K.B. and R E. Pingry. "The Problem-Solving in Mathematics", in The Learning of Mathematics : It Theory and Practices. Washington D.C. : The National Council of Teachers of Mathematics,1973.

Angus, and Reynolds H. Anderson. Selecting and Developing Media for Instruction. 3rd ed.,New York: Van Nostrand Reinhold,,1991.

Billow. F .L. "The Teacher Work out his own Experience" The Techniques of Language Teaching. London : Longman, Green and Company, Ltd.,1962 :175.

Bloom, Benjamin. Evaluation to Improve Learning. New York : McGraw-Hill Book,1981.

X Brown, F. Eugene. "The Design and Development of a Computer Assisted Tutorial Covering the Pre Calculus Concepts Involved in Sketching Function," Dissertation Abstracts International. George Mason University. 1993: 9328940-A.

X Bruce, Joyce and Marsha Weil. Model of Teaching. 5th ed.,Neliham Heights, Mass.:A Simon & Schuster Company, 1996.

Cathleen, Staz David. "An Intelligent Tutor for Basic Algebra," Dissertation Abstracts International. California : Santa Monica. 1990.

~ Dekker, J. P. Interact- How Good is Your Multimedia? [http:// Valley.nl/avlorg/ interac/ 93-94/903DEKKE/home.html](http://Valley.nl/avlorg/interac/93-94/903DEKKE/home.html).

X Ebel, Robert I. Essentials of Educational Measurement. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall,1965.

Edward, Dregalla Herbert. "Study of Predictors of Music Achievement among Students from Selected High Schools of Nebraska," Dissertation Abstracts International. 44(2) :420- A ,1983.

- Fisher-Stitt, Norma Sue. "Effect of an Interactive Multimedia Computer Tutorial on Students' Understanding of Ballet "ALLEGRO" Terminology" Dissertation Abstracts International. Temple University. 1996: 9632027-A.
- Fluck, Sandra Elaine. "The Effects of the Playing and Analyzing Computation-Strategy Games on the Problem Solving and Computational Ability of Selected Fifth Grades Students," Dissertation Abstracts International. 42: 5020-A, June 1982.
- Francies, Hallie David. "Arithmetic Attitudes and Arithmetic Achievement of Fourth and Sixth Grade Students in Urban Poverty -Area Elementary Schools," Dissertation Abstracts International. 32(3): 1333 A ; Septepber, 1971.
- X Frater, Harald and Drick Paulissen. Multimedia Mania. Grand Rapid MI Abacus, Inc., 1994.
- Gagne', Robert M. The Condition Of Learning and Theory of Instruction. 4th ed., New York :Holt, Rinehart and Winston. 1985.
- Garrett, Henry Edward. Statistics in Psychology and Education. 6th ed., New York: McKay, 1966.
- X Gerlach, Vernon S. and P. Ely Donald. Teaching and Media : Systematic Approach. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, 1980.
- Gibbon, Shelia Stewart. The Effects of a Business Simulation on Mathematics Performance and Attitudes toward Learning for a Sample of First-Grade Students. Dissertation Abstracts International. California State University. 1994.
- Good, Carter V. Dictionary Of Education. New York : McGraw-Hill Book Company, Inc., 1945.
- X Green, Babara. and others. Technology Edge : Guide to Multimedia. New Jersey: New Riders Publishing. 1993.
- Guilford, J.P. The Nature Of Human Intelligence. New York : McGraw-Hill Book Company, 1976.

Hall, K.A. "Computer Based Education," Encyclopedia of Education Research. V.3, 326-363. by Hard E.M, New York : Free Press, 1982 :362

Hall, Tom L. Utilizing Multimedia Tool Book 3.0. New York : Boyd & Fraser Publishing Company, A Division of International Thomson Publishing Inc., 1996.

Hannafin, M.J. and K.L.Peck. The Design Development and Evaluation of Instruction Software. New York/London : Macmillan Publics Co.1988.

Hick, Betty Jane. "The Students Mastery of Basic Mathematics Skills : Comparison of Two Instructional(Computer-Assisted Instruction, Lecture, Drill and Practice)," Dissertation Abstracts International. Christopher New Port University.1996 :1380604 - A

Johnson, Angela Blanche. "Science Achievement, Scholastic Aptitude, and Self Concept as Predictors of Success for the School Certificate General Certificate Examinations in Ordinary Level Chemistry and Physics of Pupils in Sierra Leone ,West Africa," Dissertation Abstracts International. 39(5) :2854 A ;November,1978.

Johnson, Lizbeth Champang. "The Effects of the Groups of Four Cooperative Learning Model on the Student Problem Solving Achievement in Mathematics," Dissertation Abstracts International. 1986: 4030-A

Johow, Veronica. "Interactive Science Communication: Producing " the Dance of Chance' Multimedia Exhibit for the Boston Museum of Science," Dissertation Abstracts International. 1996:9619938-A

Kemp, Jerrold E. Instructional Design : A Plan for Unit and Course Development. Belmont, California :Fearson/Lear Siegler,1971.

Kozma, R.B. Learning With Media. Review of Educational Research. 61(2),179-211, 1991.

Kumar, Patricia Anne. "The Use of Drill and Practice as Method of Computer Assisted Instruction in the Content Area of Mathematics with Learning

- Disabled Students in a Special Education Classroom," Dissertation Abstracts International.1994:1353734-A
- Leu, Wen-Jeng. "Patient Simulation in Media: The Medical Emergency Decision Assistance System. Illinois Institute of Technology," Dissertation Abstracts International. 1996: 9704372-A.
- Linda, Tway. Multimedia in Action. New York : Academic Press. Inc., 1995.
- ✓ Lockard, James. Abrams, Peter D. Many, and others. Microcomputer for Education. 2nd ed., Glenview ILL. : Little Brown Higher Education.1987.
- Mantantuno, Albert Kenneth. " An Examination of Four Arithmetic Attitude Scales," Dissertation Abstracts International. 32(1) : 284 A ;July, 1972.
- Mattoon, J.S. Reasons for Implementing Modeling and Simulation Technologies in Specialized Undergraduate Pilot Training. Educational Technology.1995.
- Mithchell, James Edwin. "A Study of Factors Related of Achievement of Eight-Year-Old in Open and Traditional Classroom," Dissertation Abstracts International. 36(6) :3388 -A; December,1975.
- ✓ Park, I and M.J. Hannafin. Emprically – Based Guidelines for the Design of Interactive Multimedia. Education Technology Research and Development.41(3);63-85 ; 1993.
- Parrill, Abby Louis. Supplementing Traditional Chemical Education on the World Wide Web. Dissertation Abstracts International. University of Arizona. 1997:1381794-A.
- ✓ Paulissen Drick and Harald Frater. Multimedia Mania. Grand Rapid MI Abacus, Inc.,1994.
- Piaget, Jean. The Psychology of the Child. New York :Basic Book,1969.
- Pretty, Green. Language Workbook and Practices Material ," Developing Language Skills in the Elementary School. New York : Allyn and Bacon, 1968.

- Putty, Eddie Ross. "Predictors of Success in Selected Community College Freshman English Writing Program," Dissertation Abstracts International. 40 (9) : 5018 A March, 1980.
- XRoyo, Pilar Maria. CAI Lesson in Geometry. Dissertation Abstracts International. 1995. 1361265- ACC.
- Russell Ivan L. " Motivation for School Achievement and Validation," The Journal of Education Research. 62(60) : 263-266 ; February, 1969.
- Schwartz, Lisa and Molly Lewis. "Basic Concept Microcomputer Courseware :A Critical Evaluation System for Educator", Educational Technology.(19):16-21;1989.
- Shiah,Rewy-Lin. The Effects of Computer-Assisted Instruction on the Mathematical Problem-Solving of Students with Learning Disabilities. Dissertation Abstracts International. Purdue University.1995 :9501770 -A
- Sims. Roderick and Toye Ingrid. Computer- Based Training. Sydney: UTS Press,1991.
- Skinner, B.F. The Technology of Teaching. New York : Meredith Corporation ,1968.
- Smith, Lourie Sue. "An Investigation of Nonintellectual Correlates of Academic Achievement in College Students," Dissertation Abstracts International. 44 (2) :444 A ; August 1983.
- Stolurow, L.M. "Computer-Aided Instruction" in Encyclopedia of Computer Science. Vol.2, p.390-400 by Lee C. Dughton, New York: Mac Milan & Free Press. 1971.
- Vernon M.D. The Psychology of Perception. Maryland :Penguin Books, Inc.,1986.
- Wilder, Margaret Ramsey. The Effects of a Simulation Test Model of the General Education Development (GED) Program as Compared to the Effects of a Drill and Practice , Both Computer -Based and Workbook-Based on GED Mathematics Scores, Retention, and Time. Dissertation Abstracts International. Grambling State University. 1994 :9639896-A.

Zeanchock, John A. Faculty Perception and Use of Selected Computer-Assisted Instruction Modules as Textbook Supplements when Teaching Information Systems Concepts. Dissertation Abstracts International. University of Pittsburgh. 1997:9637878-A.





สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

รายการประเมินประสิทธิภาพเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ข้อความ					
1.1 ข้อความประกอบการเข้าสู่บทเรียน	5				
1.2 ข้อความประกอบเนื้อหาคณิตศาสตร์			3		
1.3 ข้อความประกอบการแสดงข้อมูลย้อนกลับ	5				
2. ภาพประกอบ					
2.1 ภาพประกอบการเข้าสู่บทเรียน	5				
2.2 ภาพประกอบเนื้อหาคณิตศาสตร์			3		
2.3 ภาพประกอบการแสดงข้อมูลย้อนกลับ		4			
3. เสียง					
3.1 เสียงประกอบการเข้าสู่บทเรียน	5				
3.2 เสียงประกอบการศึกษาบทเรียน		4			
3.3 เสียงประกอบการแสดงข้อมูลย้อนกลับ	5				
4. รูปแบบการนำเสนอบทเรียน					
4.1 การนำเสนอแบบวงกลม(Circular path)ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่(a1)	5				
4.2 การนำเสนอแบบวงกลม(Circular path)ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสอนฝึกทักษะ(a2)	5				
4.3 การนำเสนอแบบวงกลม(Circular path)ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง(a3)		4			
5. การจัดการเกี่ยวกับการโต้ตอบบทเรียน					
5.1 การเข้าสู่บทเรียน	5				
5.2 การศึกษาเนื้อหา	5				
5.3 การให้ข้อมูลย้อนกลับ	5				
6. การรายงานคะแนนการปฏิบัติในบทเรียน	5				
คะแนนรวม	55	12	2		

คะแนนเฉลี่ยจาก 16 รายการจากแบบประเมินของบทเรียน เท่ากับ 4.3125

ตารางเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

วันที่ 8 – 10 มีนาคม 2542

ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

สถานที่เรียน วัน เวลา	ห้องปฏิบัติการ 1	ห้องปฏิบัติการ 2	ห้องปฏิบัติการ 3	รูปแบบมัลติมีเดีย ที่ใช้เรียน
8 มีนาคม 42 (10.00-12.00)	กลุ่ม 1/1	กลุ่ม 1/2	กลุ่ม 1/3	แบบสอนเนื้อหาใหม่
9 มีนาคม 42(10.00-12.00)	กลุ่ม 2/1	กลุ่ม 2/2	กลุ่ม 2/3	แบบฝึกทักษะ
10 มีนาคม 42(10.00-12.00)	กลุ่ม 3/1	กลุ่ม 3/2	กลุ่ม 3/3	แบบสถานการณ์จำลอง



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือด้านมัลติมีเดีย

1. ดร.หัสชัย ลิทธิรักษ์ รองคณบดีและหัวหน้าภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช
2. อาจารย์สมพร เรืองอ่อน ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช
3. ดร.ประยูร ส่งสิริฤทธิกุล ศูนย์ขึ้นโครงตรอนแห่งชาติ มหาวิทยาลัยสุรนารี

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือด้านเนื้อหา

1. อาจารย์สวัสดิ์ ถาวรพล ศึกษานิเทศก์ 7 สำนักงานการประถมศึกษาอำเภออรัญพิบูลย์
จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. อาจารย์อุทัย เพชรช่วย อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนวัดธงทอง สำนักงานการประถมศึกษา
อำเภออรัญพิบูลย์
3. อาจารย์อดิสร แก้วเซ่ง นักวิชาการ 6 สำนักงานศึกษาธิการอำเภอเมืองตรัง

คู่มือการเรียนรู้คอมพิวเตอร์มีเดีย

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕

เนื้อหาของบทเรียน เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นประถม

ศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม

วัตถุประสงค์ของบทเรียน

1. นร.สามารถจำแนกองค์ประกอบของโจทย์ปัญหาได้

2. นร.สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้

2.1 บอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

2.2 บอกได้ว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

2.3 เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้

2.4 บอกวิธีคิดหาคำตอบได้

3. นร.สามารถแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้ถูกต้อง

การเข้าสู่บทเรียน

ให้นักเรียนคลิก 2 ครั้ง ที่ไอคอนบทเรียน รอสักครู

การศึกษบทเรียน

1. ให้นักเรียนปฏิบัติตามคำสั่งต่าง ๆ บนหน้าจอ

2. นักเรียนสามารถเลือกเรียนรายการใด ๆ ก่อนหรือหลังก็ได้

3. ศึกษาบทเรียนอย่างละเอียดทุกหน่วยในบทเรียนตาม
รายการหลักที่บทเรียนเสนอให้ เช่น เสนอรายการหลัก

4 รายการ นักเรียนต้องเรียนให้ครบทั้ง 4 รายการ

เพื่อสะสมคะแนนในบทเรียน

ครั้งที่มีการแสดงผลคะแนนขึ้นหน้าจอ

การออกจากบทเรียน

เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนจบทุกหน่วยแล้ว บทเรียนจะกลับสู่
รายการหลักให้นักเรียนเลือกรูปภาพที่แสดงการออกจากบทเรียน แล้ว
เลือกโดยการคลิกภาพ เพื่อออกจากบทเรียน

Case Processing Summary^a

Cases					
Included		Excluded		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
135	100.0%	0	.0%	135	100.0%

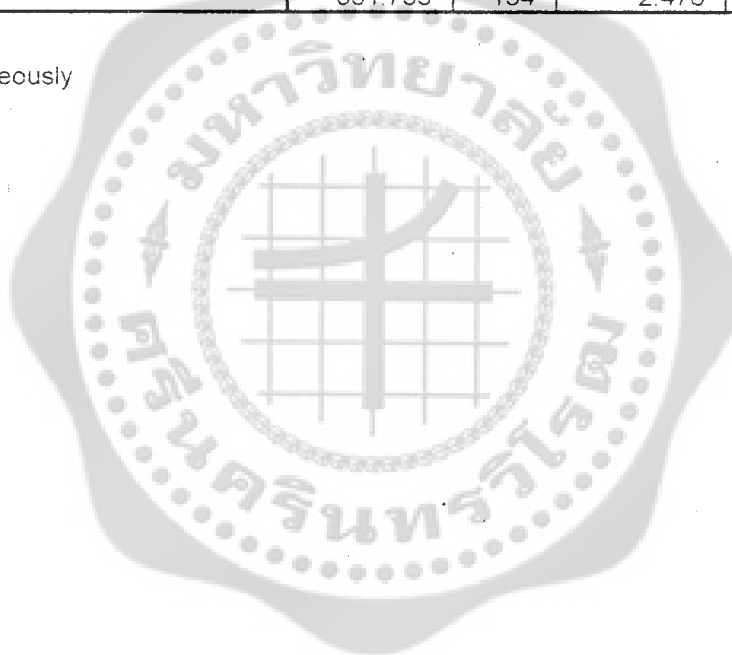
a. KNOW by multimedia , IQ

ANOVA^{a,b}

			Unique Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
KNOW	Main Effects	(Combined)	89.467	4	22.367	11.678	.000
		multimedia	3.733	2	1.867	.975	.380
		IQ	85.733	2	42.867	22.381	.000
	2-Way Interactions	multimedia * IQ	.933	4	.233	.122	.974
	Model		90.400	8	11.300	5.900	.000
	Residual		241.333	126	1.915		
	Total		331.733	134	2.476		

a. KNOW by multimedia , IQ

b. All effects entered simultaneously



Test of Homogeneity of Variances

KNOW

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.633	2	42	.207

ANOVA

KNOW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	26.533	2	13.267	7.885	.001
Within Groups	70.667	42	1.683		
Total	97.200	44			

Test of Homogeneity of Variances

KNOW

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.278	2	42	.759

ANOVA

KNOW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22.933	2	11.467	6.893	.003
Within Groups	69.867	42	1.663		
Total	92.800	44			

Test of Homogeneity of Variances

KNOW

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.860	2	42	.029

ANOVA

NOW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	37.200	2	18.600	7.750	.001
Within Groups	100.800	42	2.400		
Total	138.000	44			

Test of Homogeneity of Variances

KNOW

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.465	2	42	.631

ANOVA

KNOW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.933	2	.467	.393	.677
Within Groups	49.867	42	1.187		
Total	50.800	44			

One-way

Test of Homogeneity of Variances

KNOW

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.116	2	42	.133

ANOVA

KNOW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.200	2	.600	.350	.707
Within Groups	72.000	42	1.714		
Total	73.200	44			

One-way

Test of Homogeneity of Variances

KNOW

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.509	2	42	.233

ANOVA

KNOW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.533	2	1.267	.445	.644
Within Groups	119.467	42	2.844		
Total	122.000	44			

A1

29.00	1.00	1.00	B1	30.00	2.00	1.00	B2	30.00	3.00	1.00	B3
29.00	1.00	1.00		30.00	2.00	1.00		30.00	3.00	1.00	
28.00	1.00	1.00		29.00	2.00	1.00		29.00	3.00	1.00	
28.00	1.00	1.00		29.00	2.00	1.00		29.00	3.00	1.00	
28.00	1.00	1.00		29.00	2.00	1.00		29.00	3.00	1.00	
28.00	1.00	1.00		28.00	2.00	1.00		28.00	3.00	1.00	
28.00	1.00	1.00		28.00	2.00	1.00		28.00	3.00	1.00	
27.00	1.00	1.00		28.00	2.00	1.00		28.00	3.00	1.00	
27.00	1.00	1.00		28.00	2.00	1.00		28.00	3.00	1.00	
27.00	1.00	1.00		28.00	2.00	1.00		27.00	3.00	1.00	
27.00	1.00	1.00		27.00	2.00	1.00		27.00	3.00	1.00	
27.00	1.00	1.00		27.00	2.00	1.00		27.00	3.00	1.00	
26.00	1.00	1.00		27.00	2.00	1.00		27.00	3.00	1.00	
28.00	1.00	1.00		27.00	2.00	1.00		27.00	3.00	1.00	
29.00	1.00	1.00		26.00	2.00	1.00		26.00	3.00	1.00	

A2

30.00	1.00	2.00	B1	30.00	2.00	2.00	B2	28.00	3.00	2.00	B3
29.00	1.00	2.00		29.00	2.00	2.00		28.00	3.00	2.00	
28.00	1.00	2.00		29.00	2.00	2.00		28.00	3.00	2.00	
28.00	1.00	2.00		28.00	2.00	2.00		28.00	3.00	2.00	
28.00	1.00	2.00		28.00	2.00	2.00		28.00	3.00	2.00	
28.00	1.00	2.00		28.00	2.00	2.00		28.00	3.00	2.00	
27.00	1.00	2.00		28.00	2.00	2.00		27.00	3.00	2.00	
27.00	1.00	2.00		27.00	2.00	2.00		27.00	3.00	2.00	
27.00	1.00	2.00		27.00	2.00	2.00		27.00	3.00	2.00	
27.00	1.00	2.00		27.00	2.00	2.00		27.00	3.00	2.00	
26.00	1.00	2.00		27.00	2.00	2.00		27.00	3.00	2.00	
26.00	1.00	2.00		27.00	2.00	2.00		27.00	3.00	2.00	
25.00	1.00	2.00		26.00	2.00	2.00		26.00	3.00	2.00	
25.00	1.00	2.00		25.00	2.00	2.00		26.00	3.00	2.00	
24.00	1.00	2.00		25.00	2.00	2.00		26.00	3.00	2.00	

A3

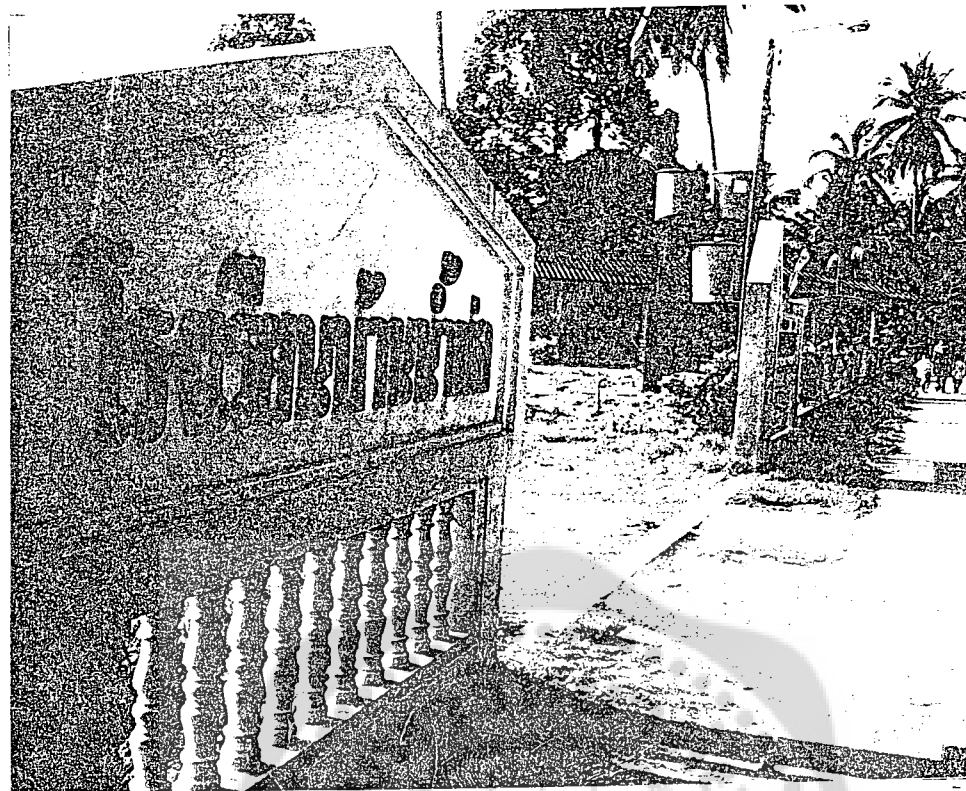
25.00	1.00	3.00	B1	28.00	2.00	3.00	B2	28.00	3.00	3.00	B3
28.00	1.00	3.00		28.00	2.00	3.00		28.00	3.00	3.00	
28.00	1.00	3.00		28.00	2.00	3.00		28.00	3.00	3.00	
27.00	1.00	3.00		27.00	2.00	3.00		27.00	3.00	3.00	
27.00	1.00	3.00		27.00	2.00	3.00		27.00	3.00	3.00	
27.00	1.00	3.00		27.00	2.00	3.00		27.00	3.00	3.00	
26.00	1.00	3.00		27.00	2.00	3.00		27.00	3.00	3.00	
26.00	1.00	3.00		26.00	2.00	3.00		26.00	3.00	3.00	
26.00	1.00	3.00		26.00	2.00	3.00		26.00	3.00	3.00	
25.00	1.00	3.00		26.00	2.00	3.00		26.00	3.00	3.00	
25.00	1.00	3.00		26.00	2.00	3.00		26.00	3.00	3.00	
25.00	1.00	3.00		26.00	2.00	3.00		25.00	3.00	3.00	
25.00	1.00	3.00		25.00	2.00	3.00		24.00	3.00	3.00	
24.00	1.00	3.00		24.00	2.00	3.00		22.00	3.00	3.00	
24.00	1.00	3.00		24.00	2.00	3.00		20.00	3.00	3.00	

ประวัติย่อผู้วิจัย

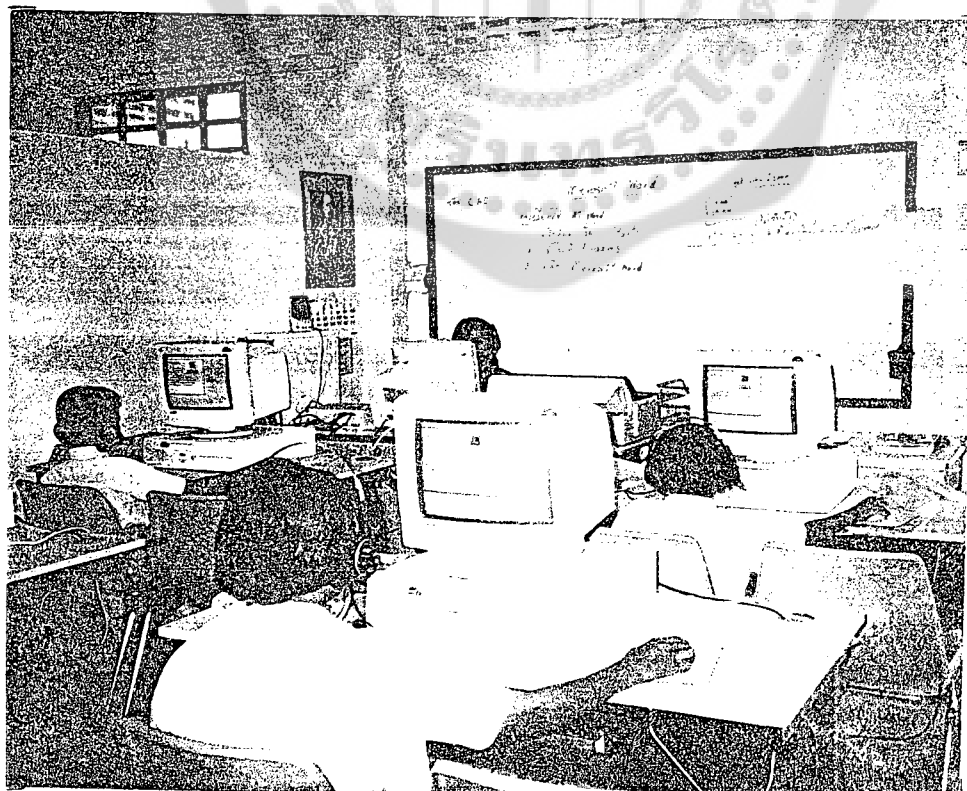
ชื่อ-สกุล นางสาวสุภาภรณ์ สุดเอียด
 วันเดือนปีเกิด 12 กุมภาพันธ์ 2513
 ภูมิลำเนา จ.นครศรีธรรมราช
 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4
 ที่อยู่ปัจจุบัน 128 ม.4 ต. กระแสด อ. เขียวใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช 80190
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบ้านหนองมาก สำนักงานการประถมศึกษา
 อำเภอร่อนพิบูลย์ สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครศรีธรรมราช

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2530 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเขียวใหญ่ อ. เขียวใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช
 พ.ศ. 2534 การศึกษามัธยมศึกษา (การประถมศึกษา)
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 พ.ศ. 2542 การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนบ้านน้ำบ่อ สปอ.เชียรใหญ่ สบจ.นครศรีธรรมราช



คู่มือการใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

สำหรับปริญาปีที่ 5 เรื่อง ผลการการใช้บทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรูปแบบต่างกันในการเรียนแก้โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน

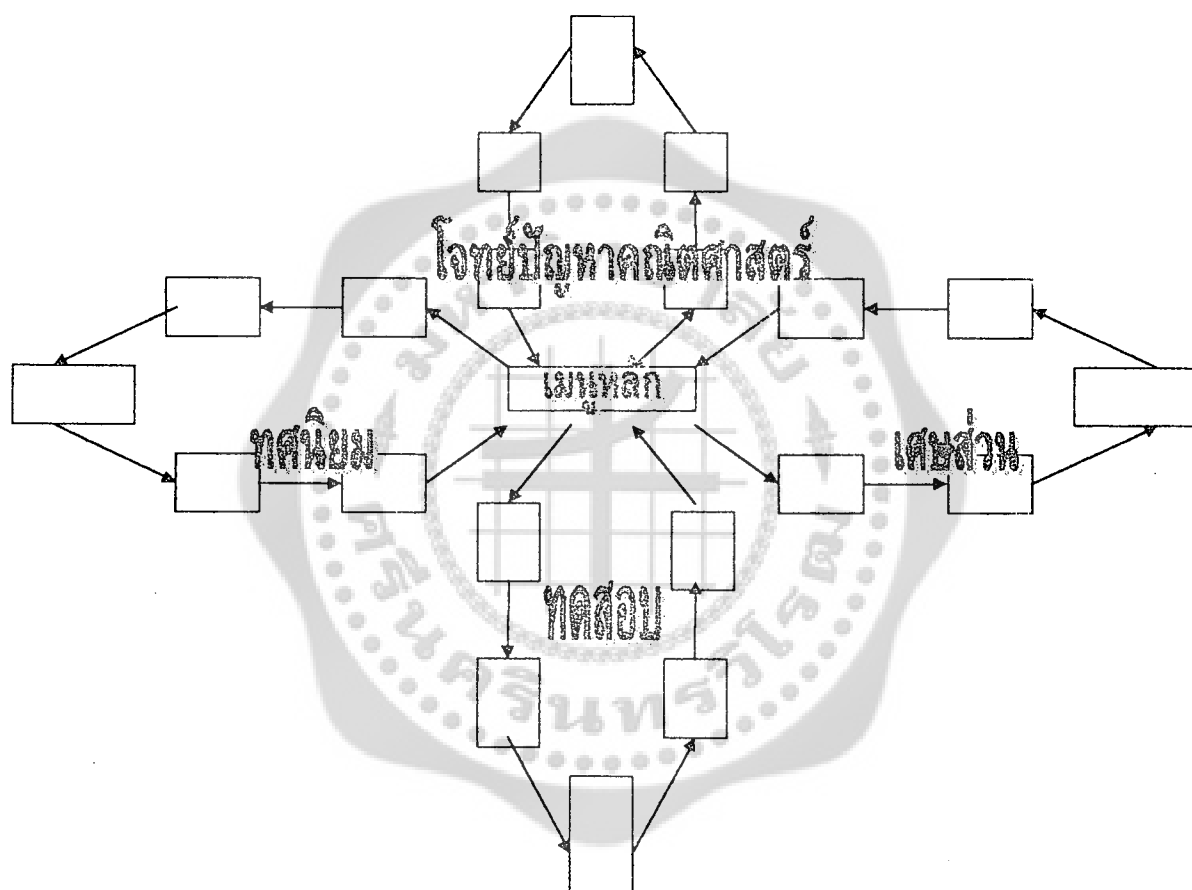
โดย... คุณครูสุภาภรณ์ สุดเอียด

นิสิตปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

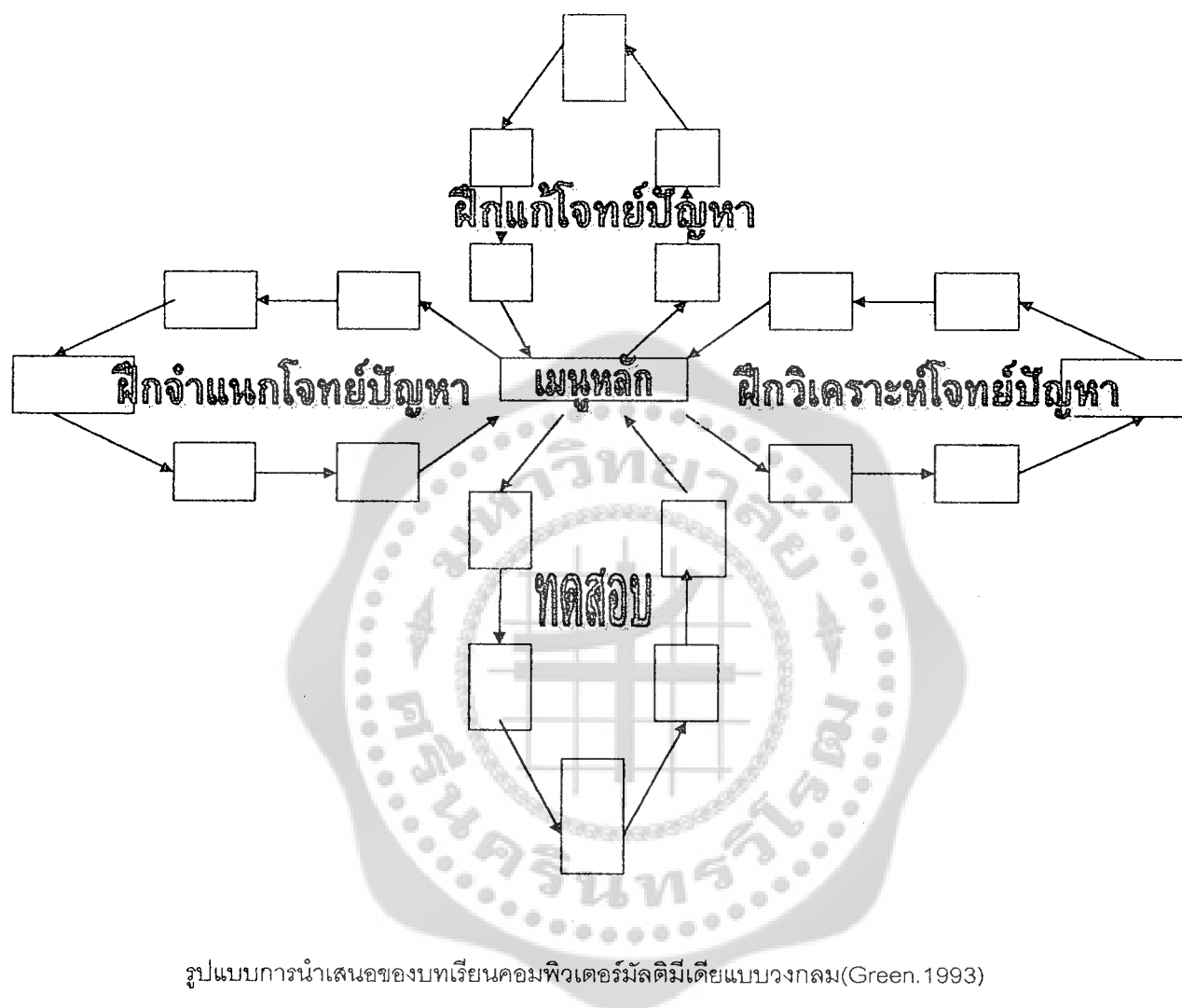
บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย Joy ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
มีส่วนประกอบของบทเรียนดังนี้

1. เนื้อหาบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรประถมศึกษา
พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)
 - 1.1 เศษส่วน
 - 1.2 ทศนิยม
2. รูปแบบการนำเสนอบทเรียนแบบวงกลม (Circular) (Green.1993)
 - 2.1 รูปแบบการนำเสนอของมัลติมีเดียแบบสอนเนื้อหาใหม่(Tutorial)



รูปแบบการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบวงกลม(Green.1993)

2.2 รูปแบบการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบฝึกทักษะ(Drill and practice)



2.3 รูปแบบการนำเสนอของมัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation)



รูปแบบการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบวงกลม (Green, 1993)

3. วัตถุประสงค์ของบทเรียน เพื่อวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เมื่อจบบทเรียนแล้วนักเรียนต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

3.1 ความรู้ ความจำเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.1.1 นักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร

3.1.2 นักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้

3.2 ความเข้าใจในโจทย์ปัญหาแก้ปัญหา

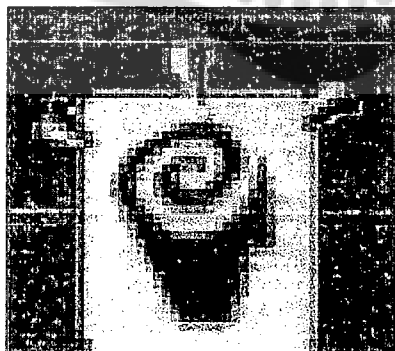
3.2.1 นักเรียนสามารถอ่านและวิเคราะห์หาเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาได้

3.2.2 นักเรียนสามารถกำหนดทางเลือกในการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสมได้

3.3 การนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาไปใช้

3.3.1 นักเรียนสามารถนำวิธีการคิดคำนวณมาคำนวณคำตอบที่ถูกต้องได้

3.3.2 นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง



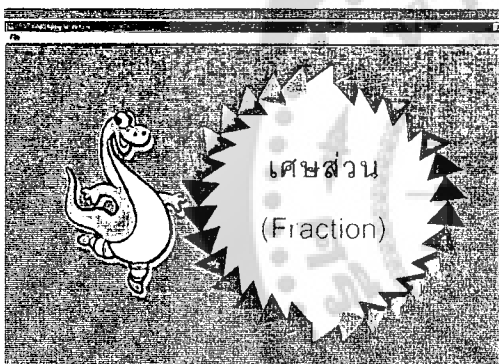
"ศึกษาคู่มือให้เข้าใจ มุ่งมั่นทำแบบฝึก ความสำเร็จอยู่ไม่ไกล"

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
แบบสอนเนื้อหาใหม่





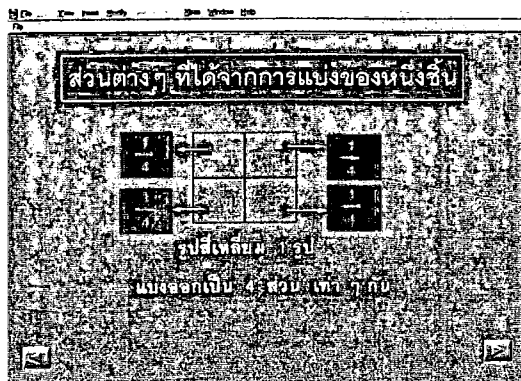
กรอบแสดง รายการหลัก
ใน(Main Menu) บทเรียน
คอมพิวเตอร์มีเดีย
แบบสอนเนื้อหาใหม่



กรอบภาพแสดงชื่อเนื้อหา
ที่ผู้เรียนเลือกจากรายการ
หลักเพื่อศึกษา

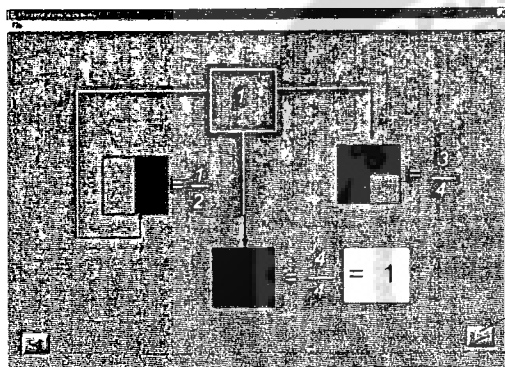


กรอบภาพแสดงการจูงใจ
ให้ศึกษาเนื้อหา



กรอบภาพแสดงตัวอย่างเนื้อหา
การสอนเนื้อหาในมัลติมีเดียแบบ
สอนเนื้อหาใหม่

ภาพประกอบการอธิบาย
ความรู้



กรอบภาพแสดงตัวอย่างเนื้อหา
(2)

ปุ่มกดเพื่อไป
หน้าต่อไป

ปุ่มกดเพื่อกลับ
ไปหน้าเดิม



กรอบภาพแสดงการสอน

วิเคราะห์โจทย์ปัญหา

คณิตศาสตร์ผู้เรียนสามารถกด

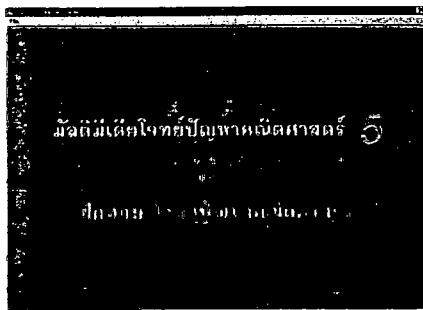
ปุ่มเลือกฝึกได้ตามความสนใจ

ปุ่มเหล่านี้
สามารถกด
เพื่อเข้าไป

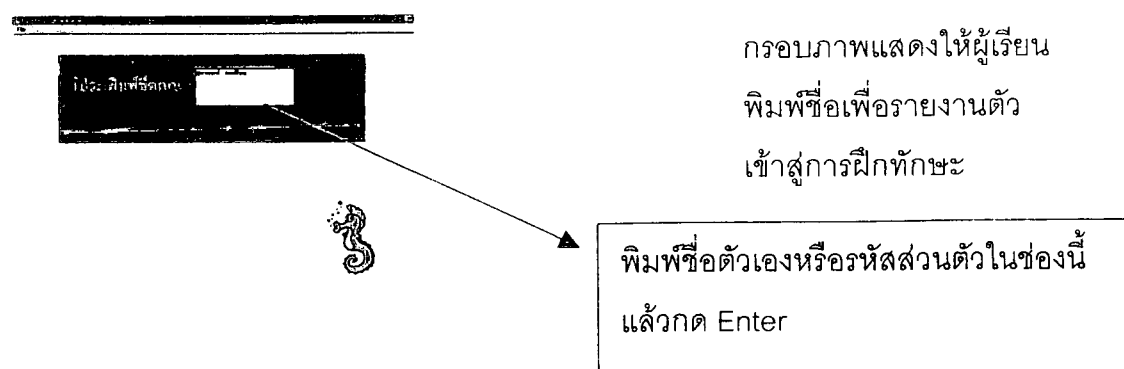
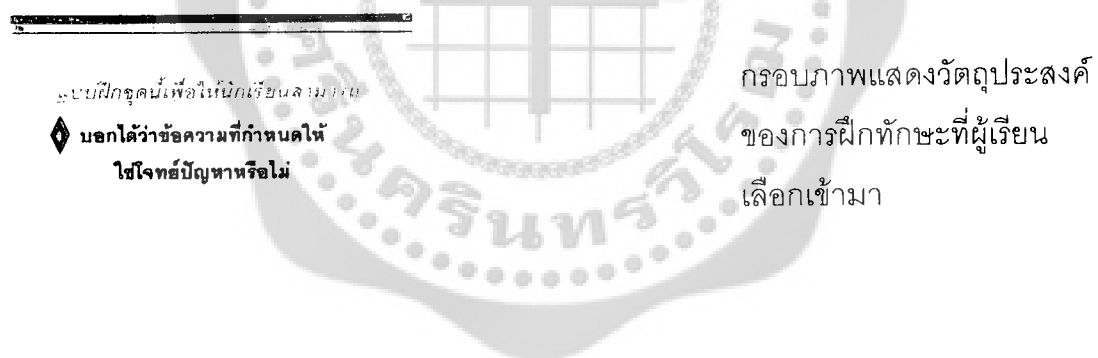
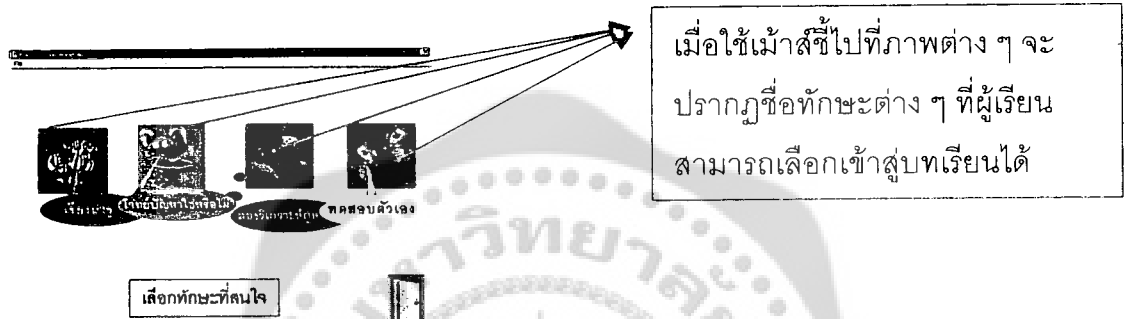
เมื่อนำเมาส์ชี้ปุ่ม
จะมีเสียงให้ฟัง

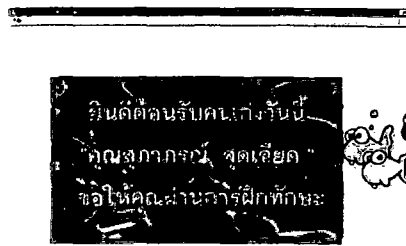
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มีเดียเชิงทฤษฎีปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
แบบฝึกทักษะ



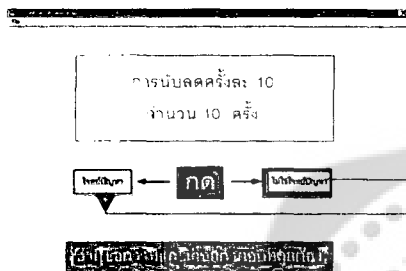


กรอบภาพแสดงชื่อบทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
แบบฝึกทักษะ

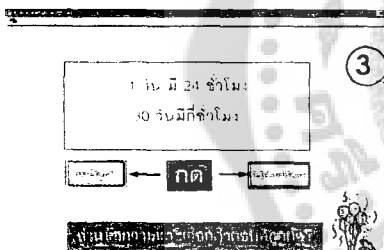




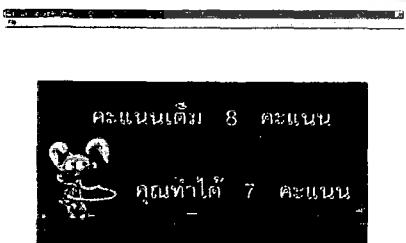
กรอบภาพแสดงคอมพิวเตอร์
แสดงการรับรายงานตัวของผู้เรียน
ผู้เรียน



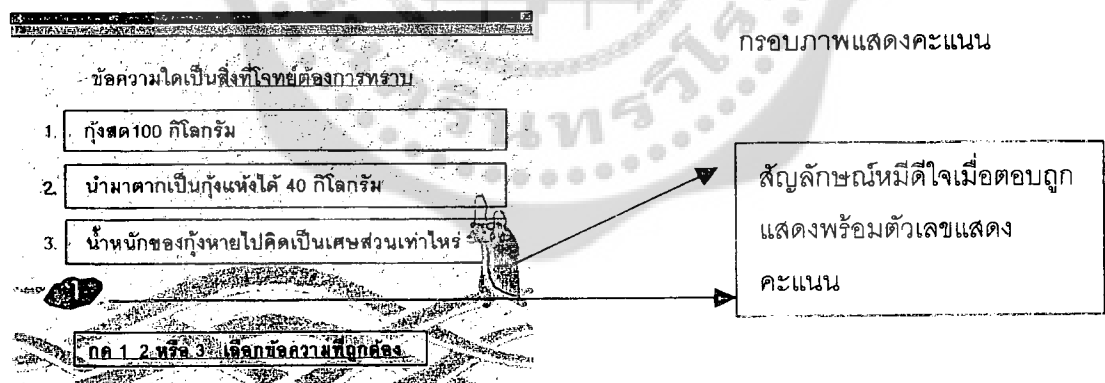
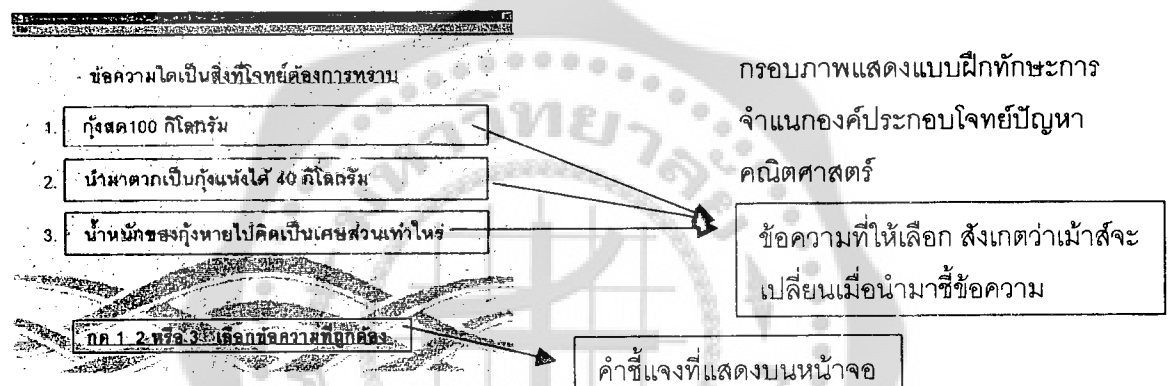
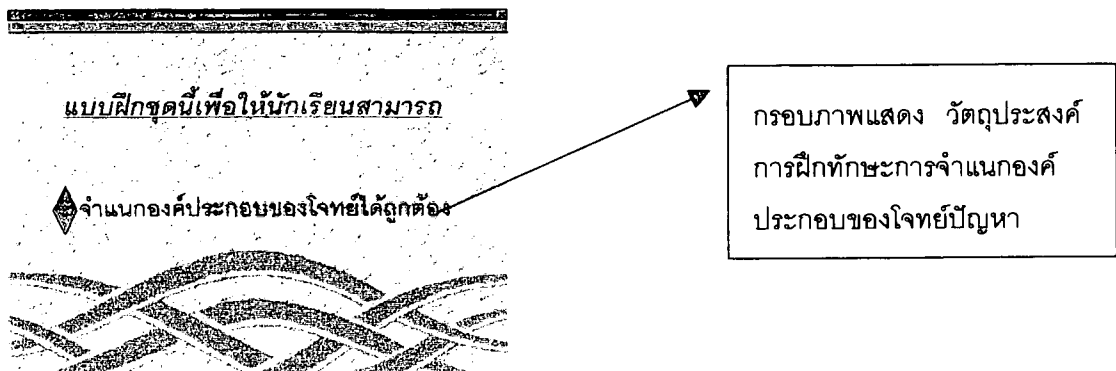
กรอบภาพแสดงแบบฝึกทักษะ
การจำแนก

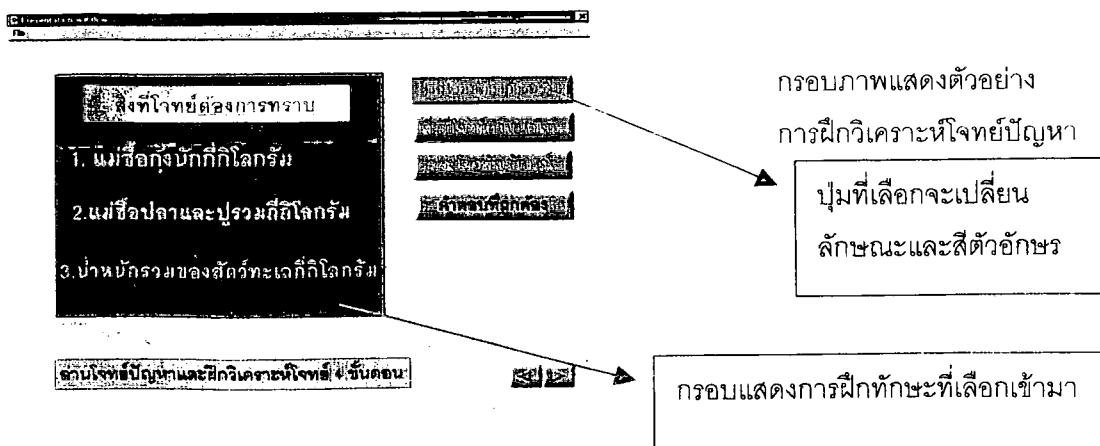
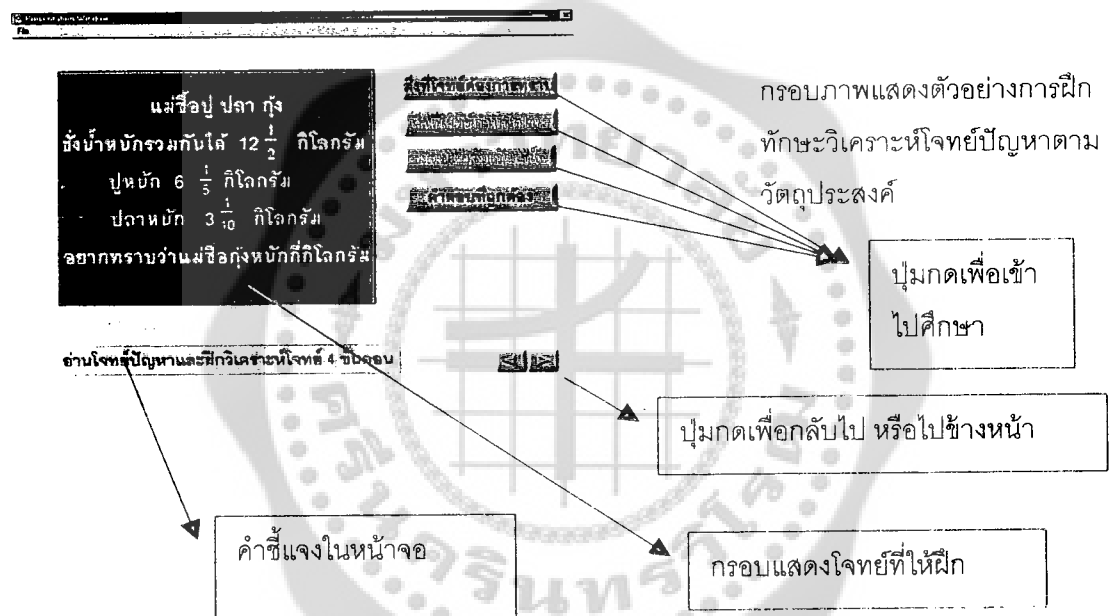
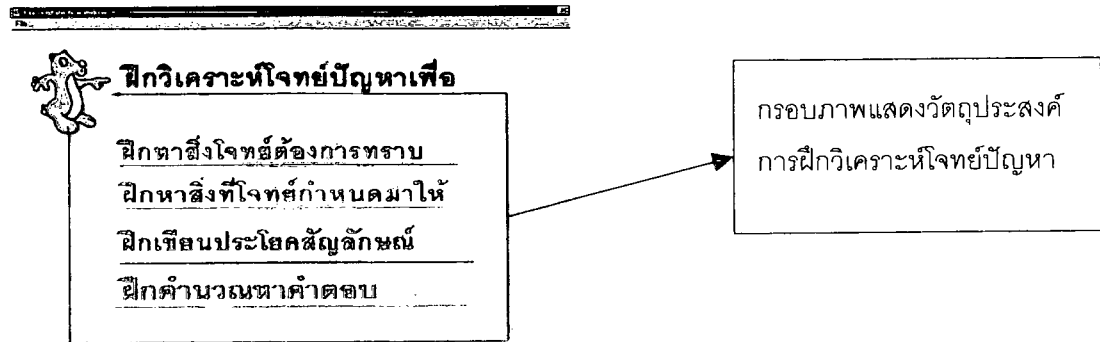


กรอบภาพแสดงผลการเลือกคำตอบ
ตอบจะมีคะแนนปรากฏที่หน้าจอ
ผลคะแนนการฝึก

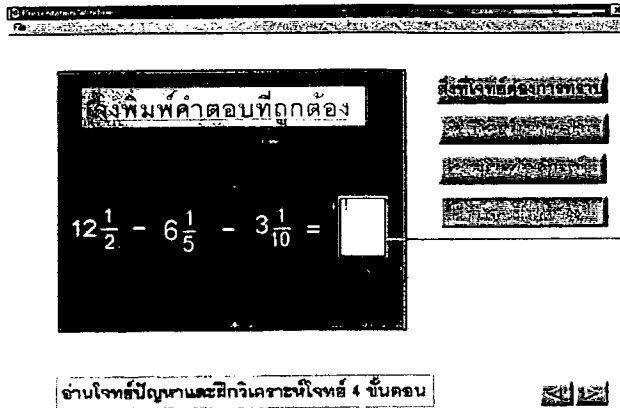


กรอบภาพแสดงคะแนนเมื่อผู้เรียน
ฝึกทักษะนี้จบ





คู่มือการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นป.5

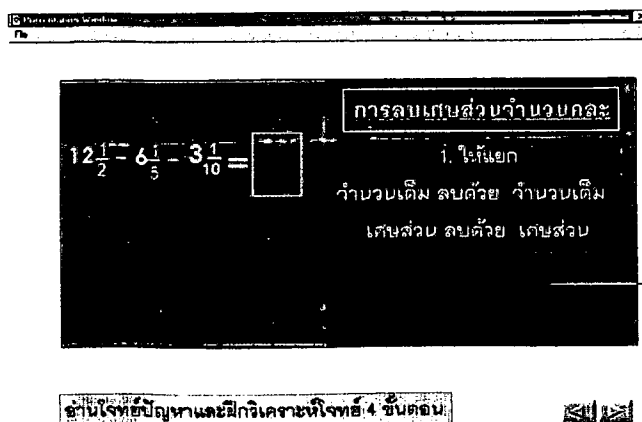


กรอบภาพแสดงการฝึกทักษะ
การแก้โจทย์ปัญหา

ผู้มได้ตอบบทเรียนแบบ
พิมพ์คำตอบ



กรอบภาพแสดงการให้ความ
ช่วยเหลือผู้เรียน



กรอบภาพแสดงการให้ข้อมูลย้อน
กลับในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ (1)

กรอบแสดงการคิดหาคำ
ตอบในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
แบบสถานการณ์จำลอง

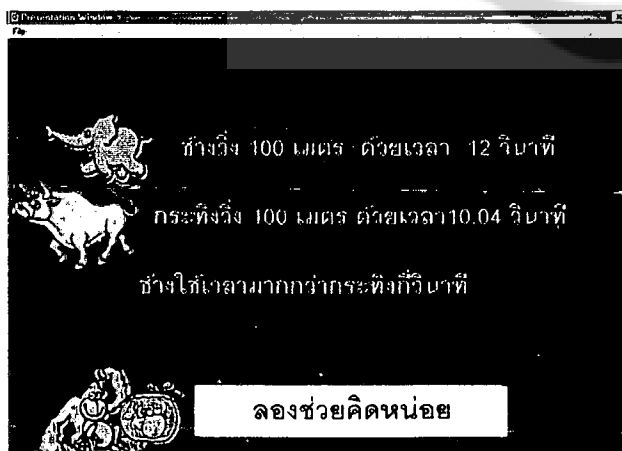




กรอบภาพแสดง ชื่อสถานการณ์
จำลองที่กำหนดขึ้น

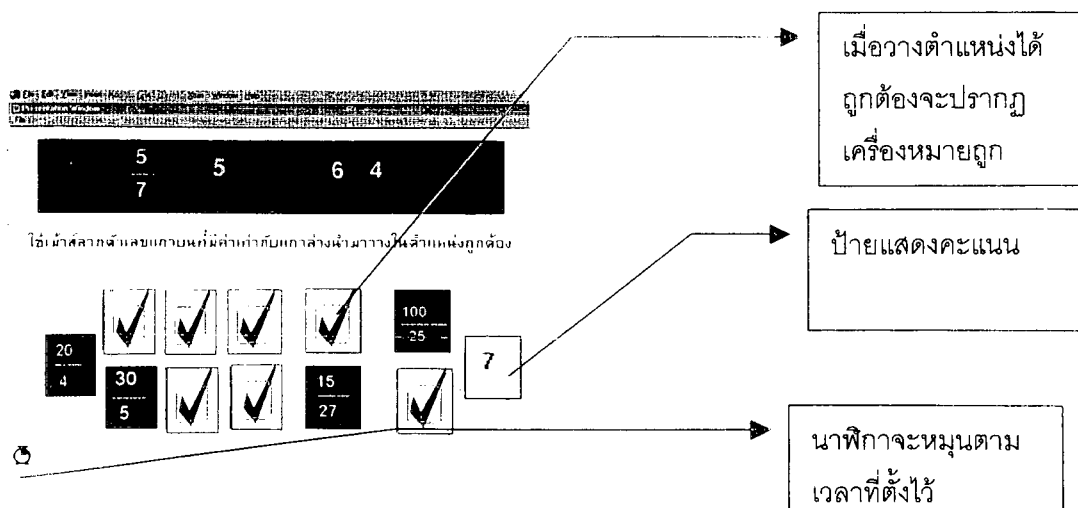
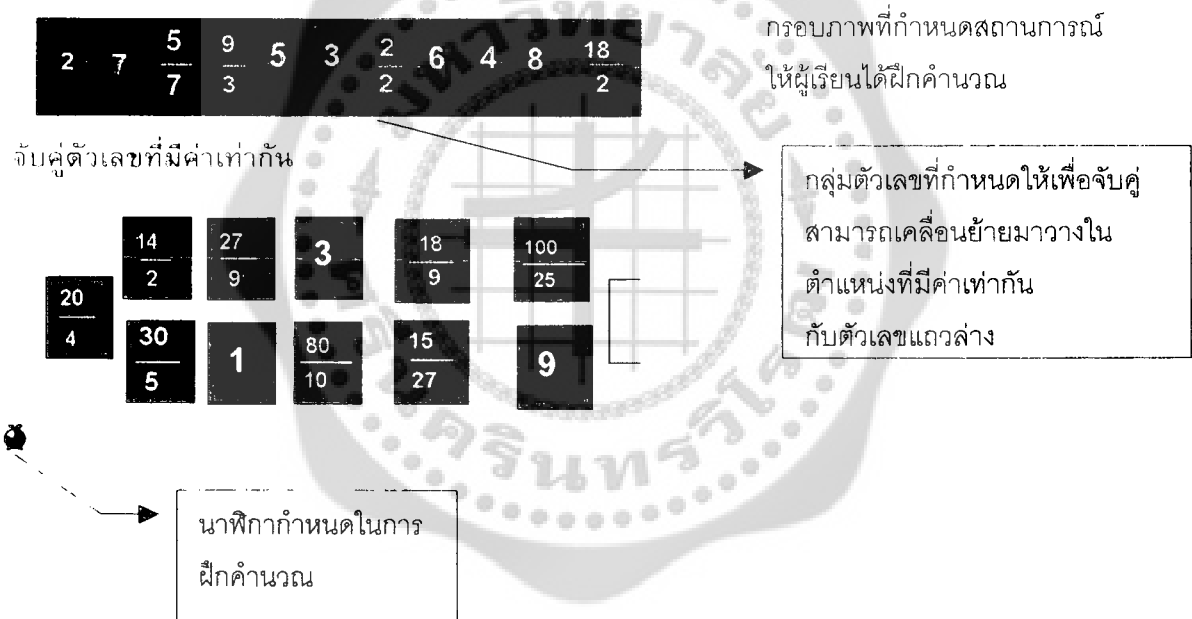
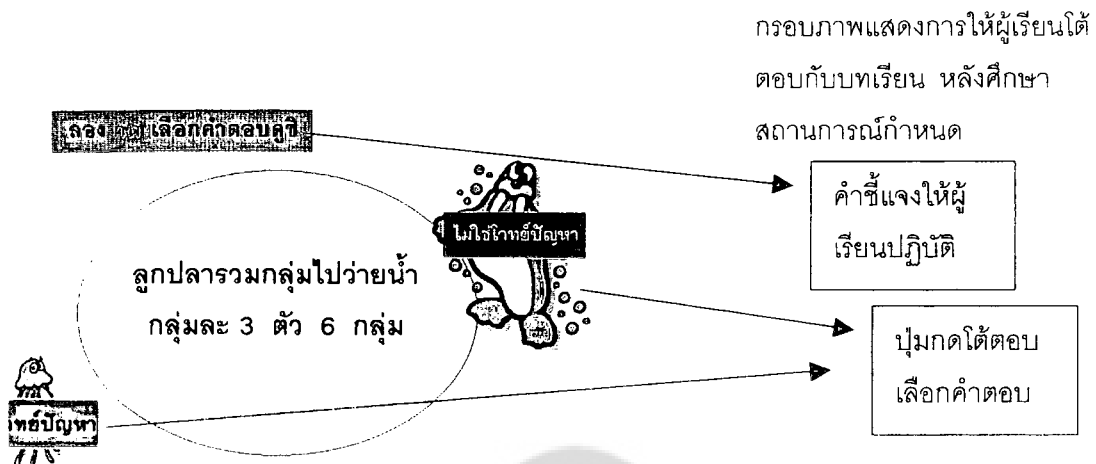


กรอบภาพแสดงทางเลือกเพื่อเข้าสู่
สถานการณ์ที่สร้างขึ้น

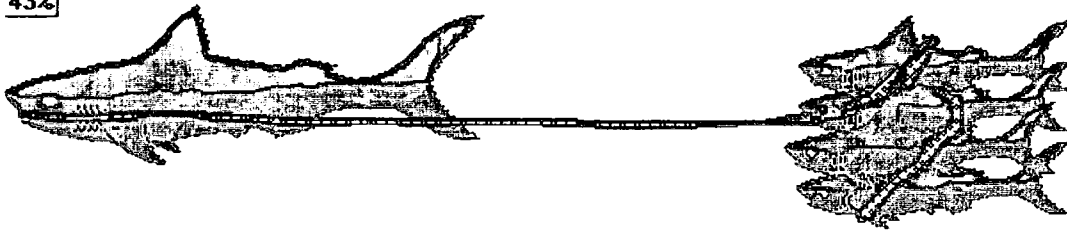


กรอบภาพแสดงสถานการณ์ที่
สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์
โจทย์ปัญหา

คู่มือการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นป.5



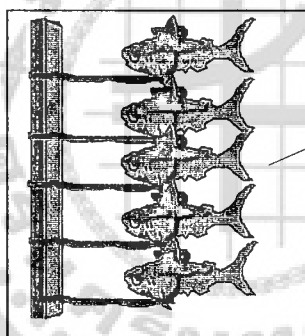
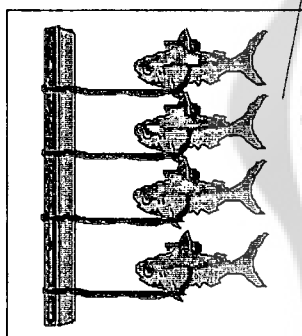
432



แม่ปลาฉลามไปจับลูกที่หนีเที่ยวมามัดรวมกัน

กรอบภาพแสดงสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมาฝึก
การแก้โจทย์ เพื่อเชื่อมโยงสู่โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์

ภาพเคลื่อนไหว

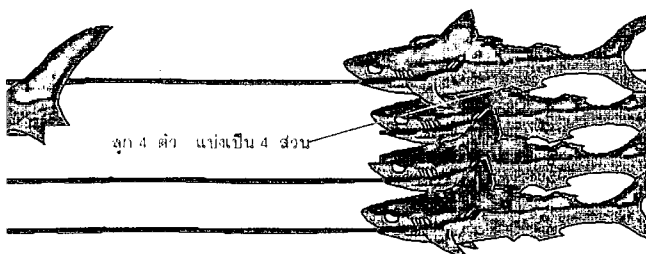


เมื่อนำเมาส์ชี้รูปภาพเพื่อ
เลือก ให้สังเกตเมาส์จะ
เปลี่ยนเป็นรูปนิ้วมือ

กรอบภาพแสดงการ
วิเคราะห์สถานการณ์เพื่อ
แก้โจทย์ปัญหา

แม่ฉลามแบ่งเชือกผูกลูก ๆ ออกเป็น 4 ส่วน

สถานการณ์ที่สร้างขึ้น



ข้อมูลย้อนกลับให้ผู้เรียน
ทราบพร้อมภาพ

แม่ฉลามแบ่งเชือกผูกลูก ๆ ออกเป็น 4 ส่วน

คู่มือการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นป.5

ถ้านำเชือกมาต่อกัน 4 เส้น
แต่ละเส้นยาว 11.75 เมตร
ได้เชือกมีความยาวกี่เมตร

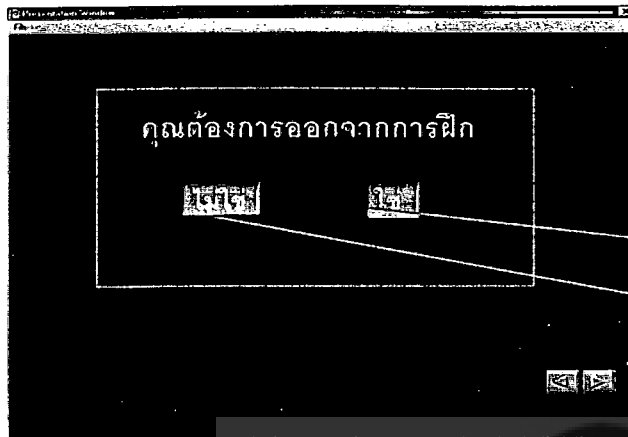
สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้
วัตถุประสงค์การเรียนรู้
เนื้อหาที่ผู้เรียนจะได้รู้
กิจกรรมที่ผู้เรียนจะได้ทำ

กรอบภาพแสดงการเชื่อมโยง
สถานการณ์สู่โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์

อ่านโจทย์ปัญหาและวิเคราะห์โจทย์ 4 ขั้นตอน

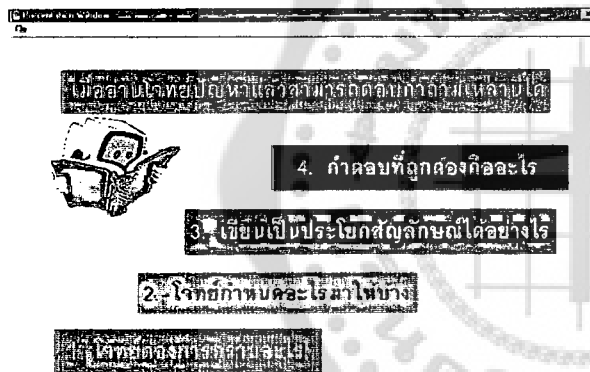
๑๑/๒๕



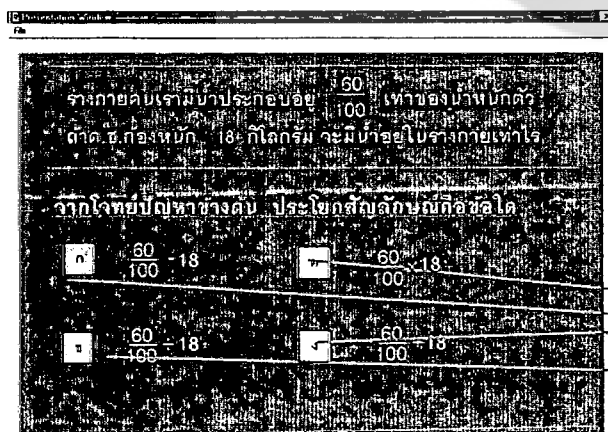


กรอบภาพแสดงความต้องการฝึก
ต่อไป หรือออกจากกรฝึก

ปุ่มกดเพื่อได้
ตอบบทเรียน



กรอบภาพแสดงวัตถุประสงค์การ
ฝึกทักษะก่อนเข้าสู่แบบทดสอบ



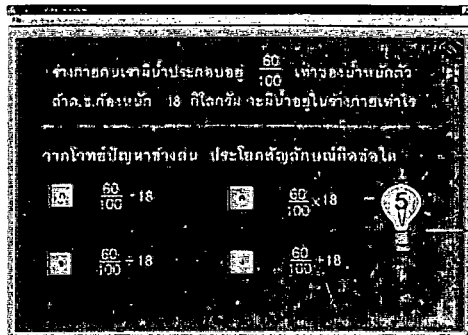
กรอบภาพแสดงข้อสอบวัดความ
สามารถแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์

ปุ่มกดเพื่อได้ตอบบทเรียน

ตัวอย่างการเข้าสู่การทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

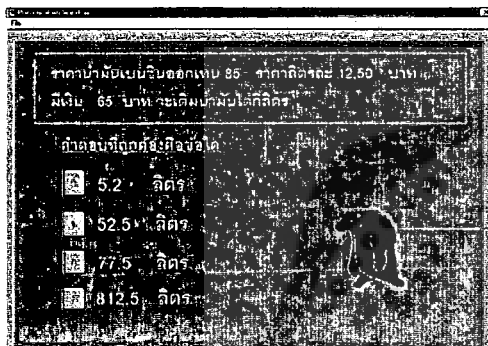


คู่มือการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นป.5



กรอบภาพแสดงการแสดงคะแนน
เมื่อผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง

สัญลักษณ์ไฟสว่างมี
คะแนนเมื่อตอบถูก



กรอบภาพแสดงการให้ข้อมูลย้อน
กลับเมื่อตอบผิด

สัญลักษณ์หมีเดินคอตก
เมื่อตอบผิดและไม่มีคะแนน



กรอบภาพแสดงคะแนนเมื่อสิ้นสุด
การทดสอบ

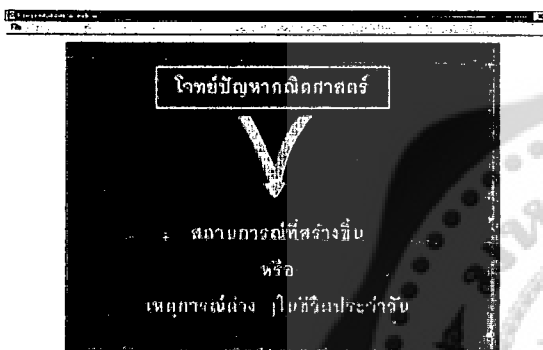
รายงานคะแนนผลการทำ
แบบทดสอบของนักเรียน

ตัวอย่างกรอบความรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย





กรอบภาพแสดงข้อมูลสนับสนุน
เนื้อหา เช่น การอธิบายความรู้
เรื่องโจทย์ปัญหา (1)



กรอบภาพแสดงข้อมูลสนับสนุน
เนื้อหา เช่น การอธิบายความรู้
เรื่องโจทย์ปัญหา (2)



กรอบภาพแสดงข้อมูลสนับสนุน
เนื้อหา เช่น การอธิบายความรู้
เรื่องโจทย์ปัญหา (3)

1. ลักษณะโจทย์ปัญหา
2. สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
3. ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

คลิกที่นี่เพื่อดูข้อมูลเพิ่มเติม