

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2556

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



บทคัดย่อ
ของ
ชลพร เมี้ยนเพชร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2556

ชลพร เมียนเพชร. (2556). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินูญานิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนพัทลุงพิทยาคม จังหวัดพัทลุง จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจากนักเรียนทั้งหมด 8 ห้องเรียน แล้วจับสลากเลือกมา 1 ห้องเรียน ระยะเวลาทดลองจำนวน 16 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 82.46/83.85 และเมื่อพิจารณาทั้ง 5 หน่วย พบว่า ทุกหน่วยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.20

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.65

6. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลดีมีเสียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ อยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



THE DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION WITH
CARTOONS ON "RATIO AND PERCENTAGE" TO PROMOTE ACHIEVEMENT
AND MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY
OF MATTHAYOMSUKSA II STUDENTS



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

May 2013

Chonlaporn Mianpet. (2013). *The Development of Multimedia Computer Assisted Instruction with Cartoons on "Ratio and Percentage" to Promote Achievement and Mathematical Problem Solving Ability of Matthayomsuksa II Students*. Master's thesis, M.Ed. (Seconday Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Somchai Chuchat.

The purposes of this research were to develop multimedia computer assisted instruction with cartoons on "Ratio and Percentage" to promote achievement and mathematical problem solving ability of Matthayomsuksa II students, as of the standardized criterion 80/80, to compare students' achievement and mathematical problem solving ability before and after experimenting and to compare students' achievement, mathematical problem solving ability and satisfaction to the multimedia computer assisted instruction with cartoons on "Ratio and Percentage" after learning with a criterion.

The subjects of this study were 30 Mathayomsuksa II students in the first semester of the 2012 academic year at Phatthalung Pitthayakom School, Phatthalung. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 16 fifty minute periods. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for the study. The instruments used in data collection were the multimedia computer assisted instruction with cartoons on "Ratio and Percentage" to promote achievement and mathematical problem solving ability of Matthayomsuksa II students, the lesson plans on mathematical achievement test, mathematical problem solving ability test and analytical thinking test. The data were statistically analyzed by using t-test for Dependent Sample and t-test for One Sample.

The findings were as follows:

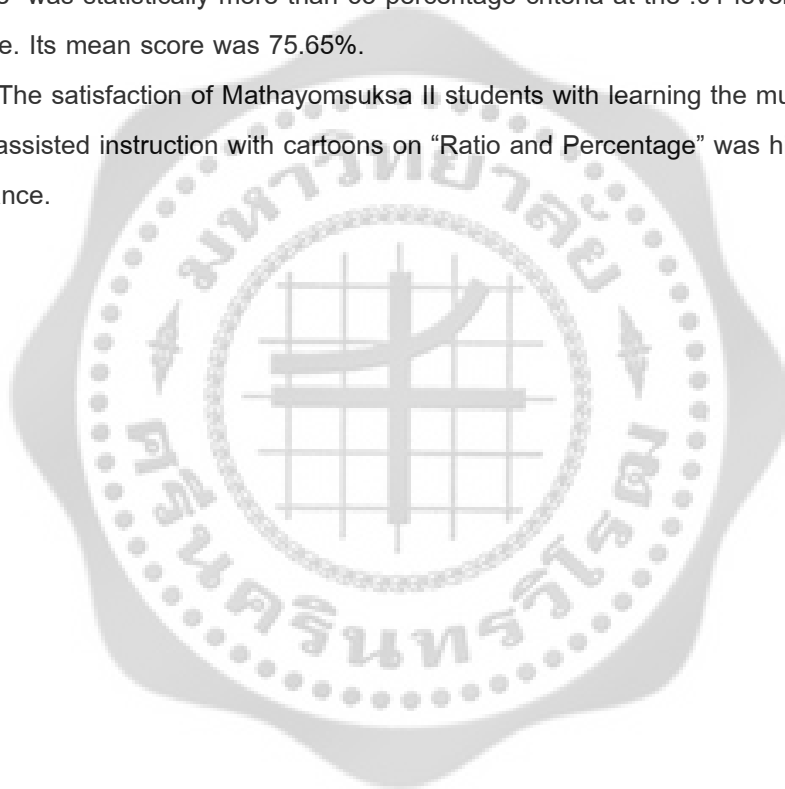
1. The multimedia computer assisted instruction with cartoons on "Ratio and Percentage" to promote achievement and mathematical problem solving ability of Matthayomsuksa II students had the efficiency of 82.46/83.85 higher than the 80/80 criteria.
2. The mathematics achievement of Mathayomsuksa II students after learning by the multimedia computer assisted instruction with cartoons on "Ratio and Percentage" was significantly higher than that before learning at the .01 level of significance.
3. The mathematics achievement of Mathayomsuksa II students after learning by the multimedia computer assisted instruction with cartoons on "Ratio and Percentage" was

statistically more than 65 percentage criteria at the .01 level of significance. Its mean score was 73.20%.

4. The mathematical problem solving ability of Matthayomsuksa II students after learning by the multimedia computer assisted instruction with cartoons on “Ratio and Percentage” was significantly higher than that before learning at the .01 level of significance.

5. The mathematical problem solving ability of Matthayomsuksa II students after learning by multimedia computer assisted instruction with cartoons on “Ratio and Percentage” was statistically more than 65 percentage criteria at the .01 level of significance. Its mean score was 75.65%.

6. The satisfaction of Mathayomsuksa II students with learning the multimedia computer assisted instruction with cartoons on “Ratio and Percentage” was high at .01 level of significance.



ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ของ

ชลพร เมียนเพชร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ เดือน.....พ.ศ. 2556

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณา และการให้คำปรึกษาในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ที่ให้ความอนุเคราะห์ดูแล เอาใจใส่ ให้คำปรึกษาและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัย รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง อาจารย์ ดร.ศุภวรรณ สัจจพิบูล และอาจารย์สุนิสา สุมิรัตนะ คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญาโทและสอบปากเปล่าทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้ปริญญาโทฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัชย์ ฉายศิริพันธ์ ดร.ชุตินา จันทร์จิตร ดร.เพ็ญพักตร์ นภาพุฒ อาจารย์สุนิสา สุมิรัตนะ อาจารย์เกษม ใฝ่ยนกัตวา และอาจารย์อนันต์ จันทร์ดี ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ที่กรุณาอุทิศเวลาในการให้ข้อเสนอแนะ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ และคณะครูอาจารย์โรงเรียนพัทลุงพิทยาคมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล ขอขอบพระคุณอาจารย์จินตนา สัจจะบุตร และคณะครูอาจารย์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม ที่กรุณาอุทิศเวลาเป็นผู้ช่วยในการวิจัยและอำนวยความสะดวกต่างๆในครั้งนี้ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม ที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือ และดำเนินการทดลองจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อปรีชา คุณแม่สุรีย์ และสมาชิกในครอบครัวเมียนเพชรทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ และขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญาโทฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา-มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ชลพร เมียนเพชร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	4
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	5
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	5
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	5
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
สมมติฐานในการวิจัย	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย	13
ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13
รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	15
ลักษณะการเรียนรู้จากของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	20
ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี	24
องค์ประกอบสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	25
ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	30
ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	33
ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	36
หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	48
ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	55
ความหมายของมัลติมีเดีย	59
องค์ประกอบของมัลติมีเดีย	61
การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย	65
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย	71

สารบัญ (ต่อ)

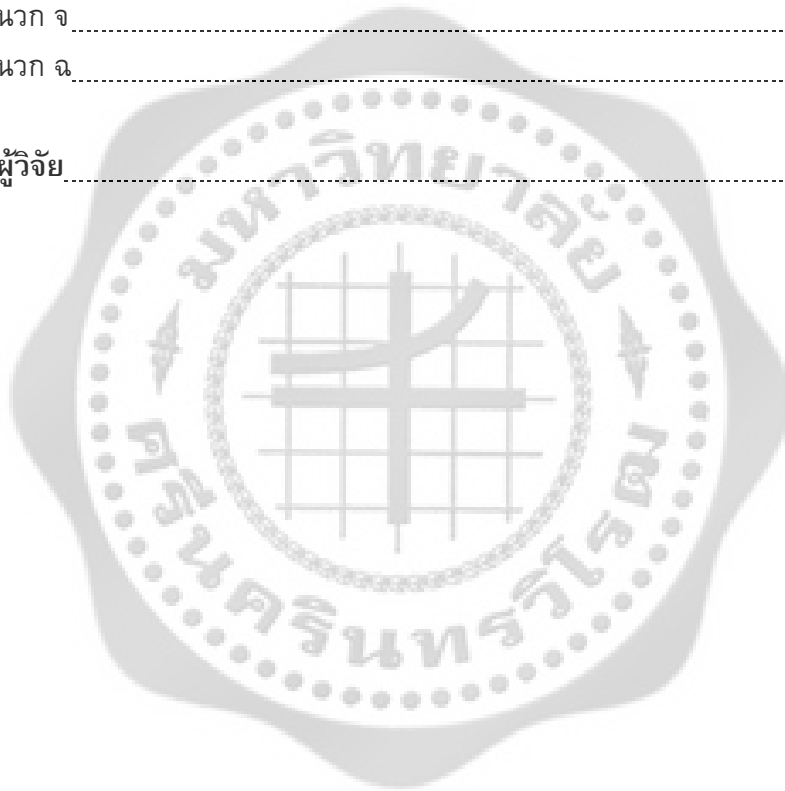
บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ์ตูน.....	74
ความหมายของการ์ตูน.....	74
ลักษณะของภาพการ์ตูน.....	75
รูปแบบของการ์ตูน.....	76
ลักษณะของการ์ตูนที่ดี.....	78
หลักการเลือกการ์ตูนที่ใช้ประกอบในการเรียนการสอน.....	81
ประโยชน์ของการ์ตูนต่อการเรียนการสอน.....	82
จุดมุ่งหมายของการใช้ภาพการ์ตูน.....	84
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ์ตูน.....	85
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	87
ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	87
ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	88
ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	89
ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี.....	90
ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	92
ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	93
องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	100
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	104
แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	107
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	114
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	117
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	117
องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	121
สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	122
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	124

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ	127
ความหมายของความพึงพอใจ	127
ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ	128
วิธีการสร้างความพึงพอใจในชั้นเรียน	131
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ	134
3 วิธีดำเนินการวิจัย	137
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	137
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	138
การเก็บรวบรวมข้อมูล	147
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	150
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	156
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	156
การวิเคราะห์ข้อมูล	156
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	157
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	161
ความมุ่งหมายของการวิจัย	161
สมมุติฐานในการวิจัย	161
วิธีดำเนินการวิจัย	162
สรุปผลการวิจัย	165
อภิปรายผล	166
ข้อสังเกตจากการวิจัย	174
ข้อเสนอแนะ	175
บรรณานุกรม	176

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	191
ภาคผนวก ก	192
ภาคผนวก ข	224
ภาคผนวก ค	248
ภาคผนวก ง	272
ภาคผนวก จ	283
ภาคผนวก ฉ	296
ประวัติย่อผู้วิจัย	298



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา.....	107
2 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของ เลสเตอร์ และโอสเตฟเฟอร์.....	111
3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกโดยแยกพิจารณาเป็นประเด็นย่อยๆ ตามความถูกต้องในแต่ละประเด็น.....	112
4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	113
5 แบบแผนการทดลอง.....	148
6 ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	157
7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	158
8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย โดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ที่กำหนด.....	158
9 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	159
10 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย โดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ที่กำหนด.....	160
11 การเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ที่กำหนด.....	160
12 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	193
13 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา.....	194

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	195
15 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	197
16 ค่าดัชนีเชิงความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	198
17 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 39 ข้อ โดยใช้โปรแกรม EVANA.....	200
18 ค่า $\sum X$ และ $\sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า σ^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	202
19 ค่า p และ q ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	204
20 ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	206
21 ค่า $\sum X_i$ และ $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า S_i^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	208
22 ค่า $\sum X$ และ $\sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า S_i^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	209
23 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	213

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
24	ค่าอำนาจจำแนก (t-test) ของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	218
25	ค่า $\sum X_i$ และ $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า S_i^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตร การหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	220
26	ค่า $\sum X$ และ $\sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า S_i^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตร การหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	221
27	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 1 อัตราส่วน	225
28	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 2 อัตราส่วนที่เท่ากัน	228
29	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 3 อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน	230
30	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 4 สัดส่วน	232

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า	
31	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 5 ร้อยละ ...	234
32	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	236
33	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	240
34	คะแนนแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	245



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	10
2 แบบจำลองการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของร็อบไบลเออร์และฮอลล์.....	37
3 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของวุฒิชัย ประสารสอย.....	42
4 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของพรเทพ เมืองแมน.....	44
5 ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนของมนต์ชัย เทียนทอง.....	47
6 ภาพแสดงแนวความคิดดั้งเดิม.....	129
7 ภาพแสดงแนวความคิดใหม่ของเฮร์ซเบิร์ก (Herzberg).....	129



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลกปัจจุบันเจริญขึ้นเพราะการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ ระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่อกิจการงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมีลักษณะของความเป็นผู้นำทางสังคม (สิริพร ทิพย์คง. 2545: 1) ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551:1-2)

ในระบบการศึกษาไทยช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ยังมีปัญหาต่อเนื่องหลายประการ อาทิ ด้านคุณภาพ การพัฒนาการสอนของครูไม่ทันกับหลักสูตรที่เปลี่ยนแปลง จากท่องจำมาเป็นหลักคิดวิเคราะห์นั้น ทำให้ไม่สามารถสนองตอบต่อหลักสูตรที่เปลี่ยนแปลงไปได้ ซึ่งสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา ได้สรุปปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในเรื่องนี้ไว้อย่างชัดเจนว่าเนื่องจากความไม่พร้อมด้านครู ด้านสื่อและเทคโนโลยี เนื่องจากมีความขาดแคลนสื่อและเทคโนโลยี ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ อีกทั้งเน้นด้าน hardware มากกว่า software ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552ก: 24-25) นอกจากนี้ ทักษะคิดและความนิยมในการใช้สื่อเพื่อการเรียนการสอนยังตามหลังและทิ้งห่างพัฒนาการทางเทคนิคอยู่มาก ที่ผ่านมามีครูมักมองสื่อเป็นเพียงอุปกรณ์อย่างหนึ่งซึ่งจะมีหรือไม่มี ก็สามารถบรรลุหน้าที่การสอนได้ สื่อถูกจัดให้เป็นอุปกรณ์มือสองรองจากตำรา น้อยคนจะยอมรับว่าซอฟต์แวร์ (software) ทางการศึกษาเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนอย่างขาดไม่ได้ (วิภา อุดมฉันท. 2544: คำนำ) ดังนั้น ครูผู้สอนซึ่งถือเป็นบุคคลสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนจำเป็นต้องปฏิรูปการสอนของตนเองเสียก่อน (สุคนธ์ สินธพานนท์. 2551: บทนำ) จะต้องเปลี่ยนแปลงบทบาทจากการเป็นผู้ชี้แนะ ผู้ถ่ายทอดความรู้ไปเป็นผู้ช่วยเหลือ ส่งเสริม และสนับสนุนผู้เรียนในการแสวงหาความรู้จากสื่อ และแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ รวมทั้งให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่ผู้เรียนเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ (คณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายประถม. 2552: 48) นอกจากนี้การที่ครูขาดความเข้าใจถึงทักษะทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยครูยังยึดการสอนในแนวเดิม มีแต่การบรรยาย ครูเป็นผู้มีบทบาทเพียงอย่างเดียววันนั้น ส่งผลเกิดปัญหาในการสอน

คณิตศาสตร์ที่พบอยู่เป็นประจำคือ นักเรียนคิดแก้ปัญหาไม่เป็น ครูต้องอธิบายวิธีทำให้ แล้วนักเรียนทำตาม โดยที่นักเรียนไม่มีโอกาสได้คิด การที่นักเรียน ทำแบบฝึกหัด ได้โดยฟังครูอธิบาย นั้นแสดงว่านักเรียนไม่ได้คิด ก็ย่อมไม่เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง (เสริมศักดิ์ สุรวัฒน. 2535: 98)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวครูผู้สอนควรตระหนักให้มากกว่า เราควรจะสอนอย่างไร ฝึกอย่างไร จึงจะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. 2539: 121) ส่งผลให้นักวิชาการทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาต่างตื่นตัวที่จะช่วยกันพัฒนางานด้านการศึกษา โดยเฉพาะครูผู้สอนในทุกช่วงชั้น ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างพยายามที่จะปฏิรูปการเรียนรู้ เพราะความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นสมรรถนะสำคัญประการหนึ่งของผู้เรียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 6) ครูควรจัดการเรียนการสอนที่มีการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการเลือกปัญหาที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ซึ่งเป็นโจทย์ที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้น มีการทดสอบความรู้พื้นฐานและทบทวนทักษะที่ขาดหายไปก่อนลงมือสอนการแก้ปัญหา ให้อิสระในการคิดแก่นักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าจะสามารถใช้ความคิดรวบยอด ทักษะและหลักการใดในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยให้มีแบบฝึกหลายระดับ ทั้งยากปานกลางและง่าย เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาและเป็นการเสริมกำลังใจให้กับนักเรียน (สิริพร ทิพย์คง. 2536: 157-159) ในส่วนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาดังที่ได้กล่าวมานั้น มีความสอดคล้องกับคุณสมบัติเฉพาะของการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ช่วยก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอน เช่นเดียวกับงานวิจัยของวรรณ พิมพันธ์ (2553: บทคัดย่อ) เกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า มีประสิทธิภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียสูงกว่าเกณฑ์ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของบราวน์ (Brown. 1993: 2080-A) เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาบทเรียนแบบ Tutorial สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่จะเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นฐานฟังก์ชันแคลคูลัส ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ชั้นสูง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ การคิดแก้ปัญหา และมีการพัฒนาทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน แคลคูลัสได้ดีขึ้น

การสร้างหรือพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เป็นการจัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ และเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะสร้างความสนใจได้สูง เนื่องจากเป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่ มีการสื่อความหมายที่ชัดเจน ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนจะเป็นการผสมผสานสื่อหลาย ๆ ประเภทที่หลากหลายเข้าด้วยกัน ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนได้ดี ชวนให้น่าติดตามตลอดบทเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสร้างสื่อช่วยสอนมัลติมีเดีย

ในรูปแบบของการ์ตูน เพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ทางวิชาการนั้น จะทำให้เกิดความน่าสนใจ และหากการ์ตูนคือภาพที่เคลื่อนไหวได้ นอกจากจะทำให้เกิดความน่าสนใจแล้วยังทำให้น่าติดตาม ทำให้การเรียนรู้ที่ง่ายและน่าจดจำมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ในระบบการศึกษา การ์ตูนจึงเป็นสื่อตัวหนึ่งที่สามารถดึงดูดผู้เรียนให้สนใจเนื้อหาสาระได้อย่างจดจ่อ รับรู้เรื่องราวและจดจำได้อย่างแม่นยำ (ศักดิ์ชัย เกียรติจินา คินทร์. 2534: คำนำ) เกิดการคงทนทางการเรียนในการจดจำเนื้อหาได้ดีกว่าสื่อชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียยังส่งผลให้การเรียนรู้ของผู้เรียนประสบความสำเร็จสูง เนื่องจากได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน รวมถึงให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน มีความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง อีกทั้งช่วยให้ครูผู้สอน สามารถบริหารการสอนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการออกแบบโดยการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ การทดสอบ แบบฝึกหัด และการวิเคราะห์ผล ให้เหมาะสมและสอดคล้องกันกับเวลาในการเรียนรู้ ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้สอนซ่อมเสริมได้ รวมทั้งยังสามารถเก็บข้อมูลที่ไต่จากการประเมินผลผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนและผู้สอนทราบถึงผลของการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

ดังนั้นผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่มีความสำคัญและเป็นสิ่งที่จะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ เพราะมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เป็นบทเรียนที่ช่วยตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เมื่อผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ ก็สามารถทราบผลของการเรียนรู้ได้ทันที นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำการ์ตูนมาใช้ประกอบการดำเนินเรื่องและเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เพื่อช่วยเราและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้เกิดความสุขในการเรียน และเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้สอนอยู่ ซึ่งถือเป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนประการหนึ่ง เมื่อผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว ผู้เรียนก็จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ และเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 รวมทั้งศึกษาถึงความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน ซึ่งผู้วิจัยมองเห็นถึงคุณค่าและคุณประโยชน์ที่จะได้รับจากการเรียนรู้ผ่านสื่อทางเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อนำมาพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 65
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 65
6. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พัฒนาและปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน ในเนื้อหาและระดับชั้นอื่นๆต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 298 คน ซึ่งมีการแบ่งห้องเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จากจำนวน 8 ห้องเรียน แล้วจับสลากเลือกมา 1 ห้องเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 16 คาบเรียน ดังนี้

อัตราส่วน	2 คาบเรียน
อัตราส่วนที่เท่ากัน และการตรวจสอบอัตราส่วน	2 คาบเรียน
อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน	2 คาบเรียน
สัดส่วน	4 คาบเรียน
ร้อยละ	6 คาบเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบเรียนคาบเรียนละ 50 นาที โดยทดลองสอน 16 คาบเรียน ทดสอบ 4 คาบเรียน คือ ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบเรียน และหลังเรียน 2 คาบเรียน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ผลของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือโดยทั่วไปเรียกว่า บทเรียน CAI (Computer-Assisted Instruction; Computer-Aided Instruction: CAI) หมายถึง บทเรียนโปรแกรมชนิดหนึ่งที่มีคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหา พร้อมทั้งมีแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ การเสนอเนื้อหาดังกล่าวเป็นการเสนอโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านทางจอภาพหรือแป้นพิมพ์ ซึ่งผู้เรียนจะโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยการกดเปลี่ยนเนื้อหาหรือพิมพ์คำตอบจากการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ การตอบคำถามจะถูกประเมินและเป็นผลป้อนกลับให้ผู้เรียนทราบถึงผลการเรียนรู้ และจะเสนอแนะขั้นตอนหรือระดับในการเรียนขั้นต่อไป กระบวนการเหล่านี้เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถในการเรียนรู้และความต้องการของผู้เรียนเอง โดยผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาที่ตนเองสนใจหรือเพื่อทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านไปแล้วได้

2. มัลติมีเดีย หมายถึง การนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่างๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วย ตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Still Image) ภาพเคลื่อนไหวหรือแอนิเมชัน (Animation) เสียง (Sound) และวิดีโอ (Video) โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมายกับผู้ใช้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) และได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย หมายถึง บทเรียนโปรแกรมชนิดหนึ่งที่มีคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหา โดยการนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่างๆ มาทำงานร่วมกัน ซึ่งประกอบด้วย ตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Still Image) ภาพเคลื่อนไหวหรืออนิเมชัน (Animation) เสียง (Sound) และวิดีโอ (Video) โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมายกับผู้เรียนอย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความต้องการ และได้บรรลุผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

4. การ์ตูน หมายถึง ภาพวาดลายเส้นง่ายๆ ที่มีลักษณะเลียนแบบของจริง และมีคำพูดประกอบเพื่อแสดงเรื่องราวหรือบอกเล่าเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อเป็นการถ่ายทอดอารมณ์หรือแสดงความรู้สึกออกเป็นรูปภาพ ให้ความรู้สึกสนุกสนาน เพลินเพลิน ช่วยให้เข้าใจเรื่องราวต่างๆ ได้ดีขึ้น

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน หมายถึง บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนโดยการนำเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนผ่าน การ์ตูนภาพกราฟฟิก 2 มิติในลักษณะภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ร่วมกับตัวอักษร และเสียง ประกอบบทเรียน มาใช้ในการดำเนินเนื้อหาต่างๆในบทเรียน เพื่อให้บรรลุผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

6. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพ การ์ตูน หมายถึง คุณภาพหรือความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ ภาพการ์ตูน เมื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนแล้ว ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 โดยมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก เป็นคะแนนในการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยคิดได้เป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

80 ตัวหลัง เป็นคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังจบบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยคิดได้เป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

หลังการทดลอง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ประสิทธิภาพของ บทเรียนที่ได้ควรจะไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5 %

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมี ความสนใจศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังจากนักเรียนได้รับการเรียนการสอน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียแบบการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จึง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่ง สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้จากการทำแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งได้มีการตรวจสอบคุณภาพและปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว โดย แบบทดสอบนั้น มีสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ตามที่วิลสัน (Wilson. 1971: 643-685) จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

7.1 ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) เกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และความสามารถพิเศษ

7.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากอีกแบบหนึ่งไปเป็นอีก แบบหนึ่ง การติดตามแบบเหตุผล การอ่านและการตีความตามโจทย์ปัญหา

7.3 การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ ประสบอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน

7.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เกี่ยวกับการพิสูจน์ การสร้างสูตรและการทดสอบความถูกต้องของสูตร เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาของที่เรียน

8. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ประสบการณ์ ทักษะ ความรู้ การตัดสินใจ และยุทธวิธีต่างๆ เข้าด้วยกัน ในการแสดงแนวคิดเพื่อดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้มาคำตอบหรือข้อสรุปของคำถามหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบแบบอัตโนมัติจำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งได้มีการตรวจสอบคุณภาพและปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว โดยนักเรียนทำแบบทดสอบที่มีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนใน 4 ด้าน ดังนี้

8.1 ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา คือ การพิจารณาว่าปัญหากำหนดอะไรมาให้ เป็นส่วนใดหรือขั้นตอนใดของคำถาม และปัญหาต้องการทราบอะไรบ้าง

8.2 ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา คือ การพิจารณาว่ามีวิธีการใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และปัญหานั้นมีความเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือปัญหาที่มีมาก่อนหรือไม่ และมีการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ปัญหากำหนดกับสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ ร่วมกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ เพื่อกำหนดแนวทางในการดำเนินการแก้ปัญหา

8.3 ความสามารถในการดำเนินการตามแผน คือ การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ร่วมกับการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนในการแก้ปัญหา โดยการอธิบายรายละเอียดและเหตุผลต่างๆประกอบ เพื่อให้ชัดเจนและให้ได้คำตอบหรือค้นพบวิธีการใหม่

8.4 ความสามารถในการตรวจสอบ คือ การพิจารณาผลและการดำเนินการแก้ปัญหา โดยการมองย้อนกลับ เพื่อให้แน่ใจว่าการแก้ปัญหาที่ได้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ และมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขหรือมีวิธีการแก้ปัญห่อื่นอีกหรือไม่

9. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งปรับปรุงมาจากการให้ระดับผลการเรียนรายวิชาของกลุ่มสาระการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552: 18) ดังนี้

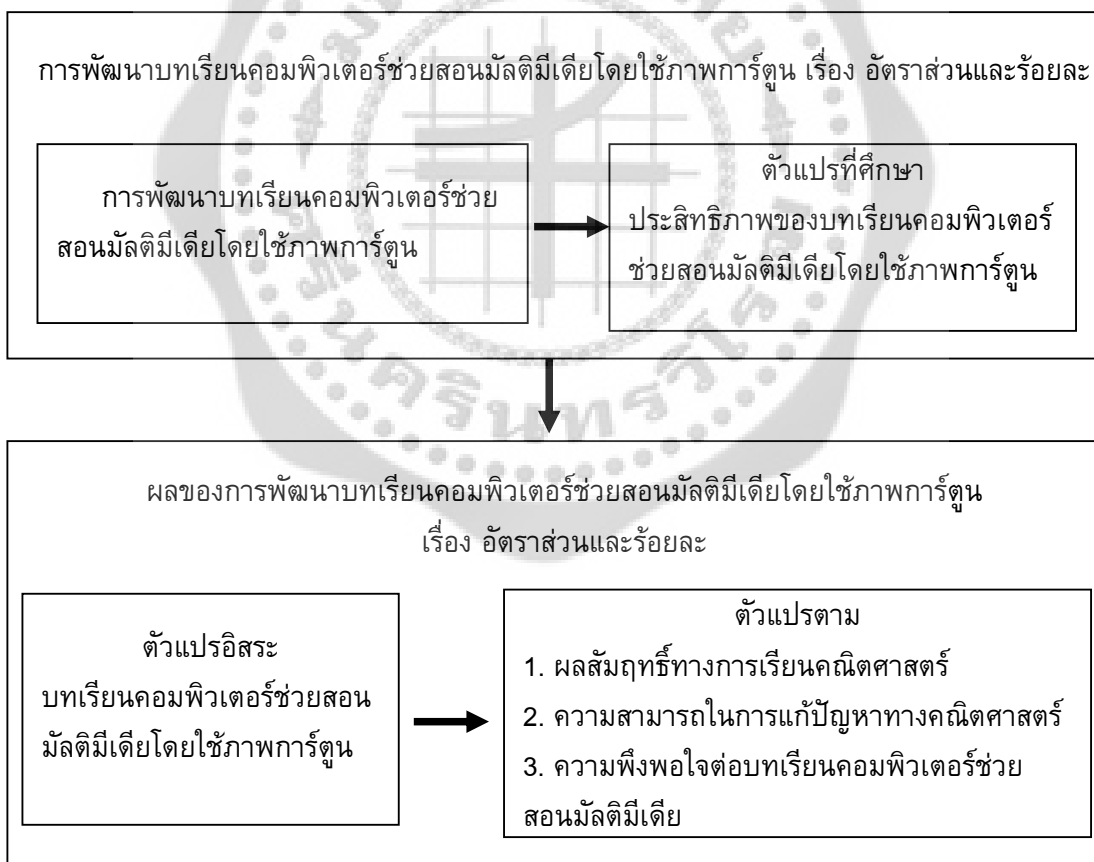
คะแนนร้อยละ	ความหมายของผลการประเมิน	ระดับผลการเรียน
80-100	ดีเยี่ยม	4
75-79	ดีมาก	3.5
70-74	ดี	3
65-69	ค่อนข้างดี	2.5
60-64	ปานกลาง	2
55-59	พอใช้	1.5
50-54	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	1
0-49	ต่ำกว่าเกณฑ์	0

10. ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย หมายถึง ความพอใจ ความชอบใจ ความสบายใจ ความสมหวัง และมีความสุข ที่สำเร็จประโยชน์ตามความต้องการหรือเป้าหมายในระดับใดๆ ที่ตั้งใจไว้บรรลุผลหรือสมหวังนั่นเอง สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษา ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับปรุงจากแบบสอบถามความพึงพอใจของ วิลาสินี นาคสุข (2549: 94 - 96) ที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ โดยมีการกำหนดค่าคะแนนออกมาเป็น 5 ระดับดังนี้

ความพึงพอใจมากที่สุดมีค่าเท่ากับ	4.50-5.00 คะแนน
ความพึงพอใจมากมีค่าเท่ากับ	3.50-4.49 คะแนน
ความพึงพอใจปานกลางมีค่าเท่ากับ	2.50-3.49 คะแนน
ความพึงพอใจน้อยมีค่าเท่ากับ	1.50-2.49 คะแนน
ความพึงพอใจน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ	1.00-1.49 คะแนน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียมีเป้าหมายสำคัญ ในการใช้เป็นบทเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ (พรเทพ เมืองแมน. 2544ก: 2) และมีหลักการในการออกแบบตามหลักการเรียนรู้ 9 ขั้นของกาเย่ ที่เน้นความสอดคล้องของบทเรียนกับกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในมนุษย์ (Internal Processes of Learning) (Gagne, 1988: 180-181) นอกจากนี้มีผู้กล่าวว่าการ์ตูนเป็นสื่อดึงดูดผู้เรียนให้สนใจเนื้อหาสาระได้อย่างจดจ่อ ในการศึกษาทุกระดับ ถ้าใช้การ์ตูนเป็นเครื่องมือเรียนรู้วิชาการ การเรียนรู้ก็จะง่ายและมีความสุข และเนื่องจากการ์ตูนทำให้การเรียนรู้มีความสุข จึงเป็นเครื่องมือจะปรับเปลี่ยนให้เป็นนครักการเรียนรู้ได้ และมีประโยชน์มหาศาลต่อการพัฒนาชีวิตและพัฒนาประเทศ ดังนั้นการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน จะช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้ จึงกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียน
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65
6. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับมาก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย
 - 1.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.2 รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.3 ลักษณะการเรียนรู้จากของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.4 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี
 - 1.5 องค์ประกอบสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.6 ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.7 ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.8 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.9 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.10 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.11 ความหมายของมัลติมีเดีย
 - 1.12 องค์ประกอบของมัลติมีเดีย
 - 1.13 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย
 - 1.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ์ตูน
 - 2.1 ความหมายของการ์ตูน
 - 2.2 ลักษณะของภาพการ์ตูน
 - 2.3 รูปแบบของการ์ตูน
 - 2.4 ลักษณะของการ์ตูนที่ดี
 - 2.5 หลักการเลือกการ์ตูนที่ใช้ประกอบในการเรียนการสอน
 - 2.6 ประโยชน์ของการ์ตูนต่อการเรียนการสอน
 - 2.7 จุดมุ่งหมายของการ์ตูน
 - 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ์ตูน
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.4 ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี
- 3.5 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.6 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.7 องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.8 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.9 แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
 - 5.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 5.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
 - 5.3 วิธีการสร้างความพึงพอใจในชั้นเรียน
 - 5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย

1.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือโดยทั่วไปเรียกว่า บทเรียน CAI (Computer-Assisted Instruction; Computer-Aided Instruction: CAI) นั้นมีผู้ให้ความหมายไว้มากมายดังนี้

ซินน์ (Zinn. 1976: 268) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกหัดแบบฝึกหัด และทบทวนลำดับบทเรียนให้นักเรียนและบางทีก็ช่วยนักเรียนในด้านการโต้ตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนการสอน

พรีนิส (Prenis. 1977: 20) ได้ให้ความหมายว่า เป็นคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอนในขณะที่มีการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนนั้น

คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถามให้ คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำให้แก่นักเรียนได้

ซิปปี้ล (Sippl. 1991: 87) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน โดยนำมาประยุกต์ในการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามขั้นตอนที่จัดไว้ ซึ่งสามารถบอกข้อบกพร่องของผู้เรียนเมื่อทำผิดพลาดได้

สเปนเซอร์ (Spencer. 1992: 70) ได้ให้ความหมายไว้ว่าเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ให้เป็นกระบวนการเรียนการสอนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอนแก่นักเรียนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียนการสอนนั้นขึ้นอยู่กับตัวของนักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของนักเรียนแต่ละคนได้

สารกิ ศิริพันธ์พัฒน์ (2540: 21) กล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนที่สร้างขึ้นอย่างมีระบบมีขั้นตอนเพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามหลักจิตวิทยา โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อและสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ได้ โดยมีการกระตุ้นตอบตามความแตกต่างของแต่ละบุคคลและมีการเสริมแรงแก่ผู้เรียน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541: 7) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาที่ละเอียดจนภาพ โดยเนื้อหาความรู้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะได้รับการถ่ายทอดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา โดยมีเป้าหมายสำคัญคือ การได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้

บุรณะ สมชัย (2542: 14) ให้ความหมายว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำหน้าที่เป็นสื่อการเรียนการสอนเหมือนแผ่นใส (Transparent) สไลด์ (Slide) หรือวิดิทัศน์ (Video) ที่ใช้ประกอบการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายในเวลาอันจำกัดและตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้นๆ ผู้เรียนสามารถนำไปทบทวนเนื้อหา และสามารถศึกษาด้วยตนเอง

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 243) กล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อในการสอน จะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างนักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถตอบสนองการป้อนข้อมูลของนักเรียนในรูปแบบของการเสริมแรงให้แก่นักเรียน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543: 65) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีทางการสอนรายบุคคลโดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ที่มี

ความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกัน ด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นเครื่องช่วยสอนอย่างหนึ่ง que ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง เป็นผู้ที่จะต้องปฏิบัติกิจกรรมต่างๆที่ส่งมาทางจอภาพ ผู้เรียนจะตอบทางแป้นพิมพ์ แสดงออกทางจอภาพมีทั้งรูปภาพและตัวหนังสือหรือบางที่อาจใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นด้วย เช่น สไลด์ เทปวีดิทัศน์ เป็นต้น

วุฒิชัย ประสารสอย (2543: 10) ได้กล่าวถึงความหมายและองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้ว่า คำว่า “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน” โดยทั่วไปมักจะเรียกว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” หรือ “บทเรียนซีไอไอ” (Computer-Assisted Instruction; Computer-Aided Instruction: CAI) มีความหมายว่าเป็นการจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายโยงเนื้อหาความรู้ไปสู่ผู้เรียน และปัจจุบันได้มีการบัญญัติศัพท์ที่ใช้เรียกสื่อชนิดนี้ว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน”

พรเทพ เมืองแมน (2544ก: 3) กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมในรูปแบบต่างๆที่เน้นผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยมีเป้าหมายสำคัญในการเป็นบทเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้

มนต์ชัย เทียนทอง (2545: 3) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนสำเร็จรูปที่นำเสนอเนื้อหา สื่อ กิจกรรม การตรวจปรับ การประเมินผล และกระบวนการเรียนรู้อื่นๆด้วยคอมพิวเตอร์

จากการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือโดยทั่วไปเรียกว่า บทเรียน CAI (Computer-Assisted Instruction; Computer-Aided Instruction: CAI) หมายถึง บทเรียนโปรแกรมชนิดหนึ่งที่มีคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหา พร้อมทั้งมีแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ การเสนอเนื้อหาดังกล่าวเป็นการเสนอโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านทางจอภาพหรือแป้นพิมพ์ ซึ่งผู้เรียนจะได้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยการกดเปลี่ยนเนื้อหาหรือพิมพ์คำตอบจากการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ การตอบคำถามจะถูกประเมินและเป็นผลป้อนกลับให้ผู้เรียนทราบถึงผลการเรียนรู้ และจะเสนอแนะขั้นตอนหรือระดับในการเรียนขั้นต่อ ๆ ไป กระบวนการเหล่านี้เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถในการเรียนรู้และความต้องการของผู้เรียนเอง โดยผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาที่ตนเองสนใจหรือเพื่อทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านไปแล้วได้

1.2 รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมอร์ริล (Merrill, 1992: 11-13) กล่าวถึงการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็น ผู้สอนนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 5 รูปแบบ ดังนี้

1. แบบฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เสนอปัญหาหรือแบบฝึกหัดและให้ผู้เรียนได้โต้ตอบ คอมพิวเตอร์จะประเมินคำตอบของผู้เรียนและแสดงผลย้อนกลับที่เหมาะสม หากผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องคอมพิวเตอร์จะแสดงคำตอบที่ถูกต้องและนำเสนอปัญหาหรือแบบฝึกหัดข้ออื่นต่อไป โปรแกรมบทเรียนจึงประกอบด้วย คำถาม คำตอบ และเกณฑ์ประเมินระดับความรู้ของผู้เรียนที่ทำการฝึกและปฏิบัติ

2. แบบศึกษาเนื้อหา (Tutorial) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์สอนเนื้อหา หรือสารสนเทศใหม่ นักเรียนจะสามารถศึกษาเนื้อหาตามลำดับที่โปรแกรมบทเรียนกำหนดเนื้อหา จะถูกวิเคราะห์แยกออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อประโยชน์ในการนำเสนอและมีคำถามประกอบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน โปรแกรมบทเรียนประเภทนี้จะสามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับ ทบทวนบทเรียนตอบคำถามซ้ำ ซ้ำเนื้อหาที่ผู้เรียนรู้แล้ว หรือนำเนื้อหาที่ยากขึ้น ตามระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ ยังสามารถบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนและระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนได้

3. แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอสถานการณ์ที่จำลองมาจากสถานการณ์จริง ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดอันตรายที่เกิดจากการเสี่ยงและย่นระยะเวลาในการศึกษาจากสถานการณ์จริง การตัดสินใจหรือการแก้ปัญหาของผู้เรียนที่โต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ จะสามารถแสดงผลลัพธ์ให้เห็นได้ทันที

4. แบบแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ของปัญหา ซึ่งอาจจะจำลองหรือไม่ได้จำลองมาจากสถานการณ์จริง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เพิ่มพูนทักษะในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องพยายามค้นหาคะบวนกรและใช้ทักษะในการให้เหตุผลเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ

5. แบบเกม (Games) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอเกมการศึกษาเพื่อดึงดูดและสร้างความสนใจของผู้เรียน โปรแกรมบทเรียนประเภทเกมการศึกษานี้ จะช่วยพัฒนาความคิด การตัดสินใจ การแก้ปัญหาและให้ความรู้ต่างๆแก่ผู้เรียน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541: 11-12) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทด้วยกัน คือ ประเภทติวเตอร์ ประเภทแบบฝึกหัด ประเภทเกม ประเภทจำลองและประเภทแบบทดสอบ (นักเทคโนโลยีการศึกษาบางท่านได้มีการแบ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 7 ประเภท อีก 2 ประเภทที่ไม่ได้อภิปรายในที่นี้ ได้แก่ ประเภทการแก้ไขปัญหา (Problem Solving) และประเภทการสาธิต (Demonstration)

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่ อย่างไรก็ตามจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนจะสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้ใช้งานแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ ได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษาทั้งนี้เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญๆ ได้โดยที่ครูผู้สอน ไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่การนำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (problem-solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลพีชในการตัดสินใจนั้นๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาเพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบคือ การที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีกด้วย

บุญเกื้อ ควรรหาเวช (2543: 65-68) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กันในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายรูปแบบ นักวิชาการและนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้จัดแบ่งลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่างๆ ล้วนคลึงกัน พอสรุปได้ดังนี้

1. บทเรียน (Tutorial) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นในลักษณะของบทเรียนโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นส่วนย่อยๆ เป็นการเรียนแบบการสอนของครู คือจะมีบทนำ คำอธิบาย ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบาย และแนวคิดที่จะสอนในรูปแบบของข้อความ ภาพ และเสียงหรือทุกแบบรวมกัน หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถามเพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน มีการแสดงผลย้อนกลับ ตลอดจนมีการเสริมแรง สามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับไปเรียนบทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่ผู้เรียนเรียนรู้แล้วไปได้ นอกจากนี้ ยังสามารถบันทึกผลว่าผู้เรียนทำได้เพียงไร อย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับผู้เรียนบางคนได้

2. ฝึกทักษะและปฏิบัติ (Drill and Practice) ส่วนใหญ่ใช้เสริมการสอน เมื่อครูหรือผู้สอนได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์เป็นการวัดความเข้าใจ ทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ ลักษณะแบบฝึกหัดที่นิยมกันมาก คือการจับคู่ชี้ว่า ถูก-ผิด และเลือกข้อถูกจาก 3-5 ตัวเลือก การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อฝึกทักษะต่างๆ จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก หากโปรแกรมที่ใช้มีประสิทธิภาพดี โปรแกรมในด้านการฝึกทักษะและปฏิบัติไม่ได้ช่วยผู้เรียนเฉพาะในด้านความจำเพียงด้านเดียว แต่ยังช่วยผู้เรียนให้รู้จักคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์มักจะป้อนคำถามให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่เสมอ

3. จำลองแบบ (Simulation) ในบางบทเรียนการสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งสำคัญและเป็นสิ่งจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญ แต่ในหลายๆวิชาไม่สามารถทดลองให้จริงได้ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสง และการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือปรากฏการณ์ทางเคมีที่ต้องใช้เวลาหลายวันจึงปรากฏผลให้เห็น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจำลองแบบ ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น เช่น การสอนเรื่องโปรเจกต์ไคล์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราสามารถสร้างแบบจำลองเป็นรูปภาพด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนเห็นจริงและเข้าใจได้ง่าย การจำลองแบบบางเรื่อง ช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ทางห้องปฏิบัติการได้มาก การจำลองแบบอาจช่วยย่นระยะเวลาและลดอันตรายได้

4. เกมทางการศึกษา (Educational Game) เกมการศึกษาหลายๆเรื่อง ช่วยพัฒนาความคิดอ่านต่างๆได้ดี เช่น เกมเติมคำ เกมการคิดแก้ปัญหา เกมการคิดแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากการเล่น ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้และความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อมๆกัน เป้าหมายหลักของเกมการศึกษาคือช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นสำคัญ สำหรับในส่วนที่มีลักษณะเหมือนเกมทั่วไป คือเรื่องของการแข่งขัน แต่ก็เป็นการนำเกมไปสู่การเรียนนั่นเอง

5. การสาธิต (Demonstration) เป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีหนึ่งที่ครูผู้สอน มักนำมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การสอนด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้แสดงให้ผู้เรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎีหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสาธิตการใช้คอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่การใช้คอมพิวเตอร์นั้นน่าสนใจกว่า เพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งกราฟที่สวยงาม อีกทั้งสีและเสียงอีกด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ โครงสร้างอะตอม เป็นต้น

6. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์มักจะต้องการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักการต่างๆคือ การสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวัดวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอนสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

7. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ในแบบให้ข้อมูลข่าวสาร คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่ายๆที่ผู้เรียนสามารถทำได้ เพียงแค่กดหมายเลขหรือใส่รหัส หรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้นๆ การ

ใส่รหัสหรือหมายเลข จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

8. การแก้ปัญหา (Problem Solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่เน้นให้ฝึกการคิดการตัดสินใจ โดยการกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนแต่ละข้อ เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา

9. แบบวิธีต่างๆเข้าด้วยกัน (Combination) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ประยุกต์เอาวิธีการหลายแบบเข้ามารวมกันตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

พรเทพ เมืองแมน (2544ก: 24-25) ได้กล่าวถึงรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผู้ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ช่วยในการเรียนการสอนนั้นมีรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้บทเรียน ซึ่งพอจะแบ่งได้ดังนี้

1. บทเรียนแบบเสนอเนื้อหา (Tutorial) เป็นบทเรียนที่มุ่งเน้นเสนอเนื้อหาเป็นหลักไม่ว่าจะเป็นการเสนอเนื้อหาใหม่หรือทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม บทเรียนในลักษณะนี้จะทำหน้าที่คล้ายติวเตอร์ ซึ่งอาจจะใช้สอนเนื้อหาใหม่หรือใช้ในการทบทวนหรือสอนเสริม โดยอาศัยแนวคิดเช่นเดียวกับบทเรียนแบบโปรแกรมที่เป็นสิ่งพิมพ์ แต่ใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่มีเหนือกว่า

2. บทเรียนแบบฝึกหัด (Drill and Practice) บทเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกและทำแบบฝึกหัด เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดทักษะในเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วมากยิ่งขึ้น บทเรียนประเภทนี้จะไม่มีการเสนอเนื้อหา แต่จะมีคำถามหรือแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึกทำ และจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เช่น มีคำเฉลยหรือคำอธิบายเพิ่มเติม หรือประเมินผลการเรียนทันทีทำให้ผู้เรียนสามารถฝึกหัดได้ด้วยตนเองจนเป็นที่พอใจ

3. บทเรียนแบบทดสอบ (Test) มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง หรือผู้สอนอาจใช้เป็นแบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนของผู้เรียนก็ได้ โดยบทเรียนในลักษณะของแบบทดสอบนี้จะมีการประเมินผลการเรียนได้ทันที

4. บทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) บทเรียนในลักษณะของการจำลองสถานการณ์ ซึ่งเป็นข้อเด่นของสื่อประเภทคอมพิวเตอร์ เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีความสามารถในด้านต่างๆ อันทำให้สามารถสร้างสถานการณ์จำลองที่เหมือนจริงได้ ทำให้บทเรียนมีความสมจริงและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น บทเรียนประเภทนี้ค่อนข้างจะสร้างยาก ต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์และต้องใช้เวลาในการสร้าง แต่อย่างไรก็ดี ก็นับเป็นบทเรียนที่ให้ผลการเรียนรู้ที่ดีประเภทหนึ่งเช่นกัน

5. เกมเพื่อการเรียนการสอน (Instructional Games) มีลักษณะเป็นเกมที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนานและท้าทาย แต่มิใช่จะเป็นเพียงแค่สนุกสนานอย่างเดียวเหมือนกับเกมทั่วไป แต่เป็นเกมที่ให้เกิดการเรียนรู้ด้วย ซึ่งบทเรียนในลักษณะนี้จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน มีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนอีกด้วย

จากการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เป็น 7 รูปแบบ ดังนี้

1. รูปแบบเนื้อหา คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอในรูปแบบของการนำเสนอเนื้อหาทั้งเนื้อหาใหม่ และเนื้อหาเก่าเพื่อเป็นการทบทวนความรู้หรือสอนเสริมให้ผู้เรียน
 2. รูปแบบสาธิต คือ คอมพิวเตอร์จะแสดงการสาธิตเนื้อหา เหมือนครูแสดงการสาธิตให้ดู แต่สอนการใช้คอมพิวเตอร์นั้นน่าสนใจกว่า เพราะคอมพิวเตอร์สาธิตได้น่าสนใจกว่า มีทั้งภาพกราฟิก เสียงที่น่าตื่นเต้น และสีสันทที่สวยงาม ส่วนใหญ่จะใช้กับวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์
 3. รูปแบบแบบฝึกหัด คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เน้นการทำแบบฝึกหัดเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาหรือเกิดความคิดรวบยอดตามที่เรียนต้องการ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดซ้ำ เพื่อเป็นการทบทวน ผู้เรียนที่เรียนช้าก็สามารถเรียนทบทวนหรือเพิ่มเติมได้ตามความสนใจ
 4. รูปแบบทดสอบ คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่รวบรวมแบบทดสอบเพื่อให้ นักเรียนทดสอบ เนื่องจากระบบมีการวัดและประเมินผล ทำให้ผู้เรียนสามารถทราบผลการทดสอบได้ทันที
 5. รูปแบบสถานการณ์จำลอง หรือจำลองแบบ คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เน้นการสร้างสถานการณ์ให้เหมือนจริง เหมาะกับการเรียนการสอนที่ไม่สามารถทดลองได้จริง ช่วยลดค่าใช้จ่าย ย่นระยะเวลา และลดความอันตรายลงได้
 6. รูปแบบเกมการศึกษา คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอเนื้อหาเพื่อการเรียนรู้ในรูปแบบของเกมการแข่งขัน เพื่อเป็นการกระตุ้นและสร้างความสนใจให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
 7. รูปแบบผสมผสาน คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการนำเอารูปแบบต่างๆ มากกว่าหนึ่งรูปแบบที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น มารวมเข้าด้วยกัน
- สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นรูปแบบผสมผสาน คือมีการนำรูปแบบต่างๆ ที่กล่าวสรุปไว้แล้วข้างต้นมานำเสนอเนื้อหาเพื่อสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลิตมีเดียแบบการ์ตูน เรื่อง อัตรารส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.3 ลักษณะการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 69-71) กล่าวถึง ลักษณะการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกเป็น 5 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน จะเริ่มต้นทักทายผู้เรียนและบอกจุดประสงค์ของการเรียน เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วเขาจะสามารถทำอะไรได้บ้าง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการในรูปแบบที่น่าสนใจได้ไม่ว่าจะเป็นลักษณะภาพเคลื่อนไหวเสียงหรือ

สื่อผสมผสานหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนให้มุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียน บางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนหรือมีรายการ (Menu) เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ และผู้เรียนสามารถจัดลำดับการเรียนก่อนหลังได้ด้วยตนเอง

2. ชั้นเสนอเนื้อหา เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนในเรื่องใดแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอเนื้อหาที่นอกเป็นกรอบๆ (Frame) ในรูปแบบที่เป็นตัวอักษร ภาพ เสียง ภาพกราฟิก และภาพเคลื่อนไหวเพื่อสร้างความสนใจในการเรียน และสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่างๆ แต่ละครอบ หรือเสนอเนื้อหาเรียงลำดับไปที่ละอย่างทีละประเด็น โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเอง เพื่อที่จะให้ได้เรียนรู้ได้มากที่สุด ตามความสามารถ และมีการชี้แนะหรือการจัดเนื้อหาสำหรับการช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

3. ชั้นคำถามและคำตอบ หลังจากเสนอเนื้อหาของบทเรียนไปแล้ว เพื่อที่จะวัดผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วเพียงใดก็จะมีบททวนโดยการทำแบบฝึกหัด และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น ให้ทำแบบฝึกหัดชนิดคำถาม แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบเติมคำ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้น่าสนใจมากกว่าแบบทดสอบธรรมดา และผู้เรียนตอบคำถามผ่านทางแป้นพิมพ์หรือเมาส์ (Mouse) นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ด้วย ถ้าผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ในเวลาที่กำหนดไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอความช่วยเหลือให้

4. ชั้นการตรวจคำตอบ เมื่อระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับคำตอบจากผู้เรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะตรวจสอบคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบ การแจ้งเป็นแบบข้อความ กราฟิก หรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) เช่น การให้คำชมเชย เสียงเพลง หรือภาพกราฟิกสวยๆ และถ้าผู้เรียนตอบผิด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะบอกใบ้ให้การซ่อมเสริมเนื้อหาแล้วให้คำถามนั้นใหม่ เมื่อตอบได้ถูกต้อง จึงก้าวไปสู่หัวข้อใหม่ต่อไปจะหมุนเวียนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนในหน่วยนั้นๆ

5. ชั้นการปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจนจบบทเรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำการประเมินผลของผู้เรียนโดยการทำแบบทดสอบ ซึ่งจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือสามารถสุ่มข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่ได้สร้างเก็บไว้ และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยที่ไม่เหมือนกันจึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจำคำตอบจากการทำในครั้งแรกๆ นั้นได้ หรือแบบไปรู้คำตอบนั้นมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ เมื่อทำแบบทดสอบนั้นเสร็จแล้ว ผู้เรียนจะได้รับทราบคะแนนการทำแบบทดสอบของตนเองว่าผ่านตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่วันแรก รวมทั้งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะบอกเวลาที่ใช้ในการเรียนในหน่วยนั้นๆได้ด้วย

วุฒิชัย ประสารสอย (2547: 13-14) กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นกระบวนการรับรู้ต่อสิ่งเร้าที่เกิดภายในตัวของผู้เรียน แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นสนใจปัญหา (Motivation)** หรือขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน และเป็นการแนะนำความรู้ในบทเรียน เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเรื่องที่จะเรียน เพราะการเรียนรู้ที่ดีจะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีความพร้อม ความตั้งใจ และความสนใจที่จะเรียน

ดังนั้น การให้แรงเสริมในโปรแกรมการเรียนในขั้นตอนนี้ จึงควรที่จะอธิบายเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของบทเรียน รวมถึงคำแนะนำในการใช้บทเรียนซึ่งจัดรูปแบบการนำเสนอที่ดึงดูดความสนใจ และนอกจากนั้นยังอาจจัดให้มีการนำเสนอกิจกรรมก่อนการเรียนที่นำไปสู่ความพร้อมในการที่จะเรียน หรือนำเสนอในรูปของการสอบถามเจตคติที่ผู้เรียนมีต่อเนื้อหาที่จะเรียน และความคาดหวังของผู้เรียนในด้านประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้บทเรียน โดยกำหนดให้มีการบันทึกข้อมูลเอาไว้เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับความก้าวหน้าเชิงความรู้ที่ได้จากขั้นสำเร็จผล (Progress)

2. **ขั้นศึกษาข้อมูล (Information)** หรือขั้นการเสนอเนื้อหาความรู้ต่างๆ เมื่อผู้เรียนประสบปัญหาและมีความต้องการหรือสนใจที่จะแก้ปัญหานั้น แต่ด้วยเหตุผลที่เป็นปัญหาแปลกใหม่ซึ่งไม่เคยรู้มาก่อน จึงต้องมีการศึกษาข้อมูลและทำการประมวลความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่เข้ากับความรู้ที่แสวงหาได้จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา การนำเสนอเนื้อหาในขั้นนี้เป็นการสร้างเนื้อหาความรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนให้ได้รับความรู้ตรงตามความต้องการที่จะนำไปใช้แก้ปัญหานั้น เนื้อหาที่นำเสนอในขั้นนี้ควรมีคุณภาพและมีปริมาณเพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียน

3. **ขั้นพยายาม (Application)** เนื้อหาความรู้ที่ผู้เรียนได้รับอาจไม่เพียงพอที่จะใช้แก้ปัญหานั้น นอกจากนี้อาจพบว่าการรับความรู้แต่เพียงอย่างเดียวนั้นยังไม่เกิดการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนไม่ได้พยายามที่จะเอาความรู้ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนจะต้องพยายามทำแบบฝึกหัดและแสวงหาข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ดังนั้น การนำเสนอบทเรียนในขั้นตอนนี้ จึงควรจัดให้อยู่ในรูปของแบบฝึกกิจกรรมในการเรียนหรือแบบที่ใช้ร่วมกับสื่ออื่นๆ ในขณะที่ใช้บทเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ และเตรียมความพร้อมที่จะรับการประเมินในด้านการบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

4. **ขั้นสำเร็จผล (Progress)** การได้พยายามแก้ปัญหาย่อมทำให้เกิดผลของการแก้ปัญหานั้นหากบทเรียนนั้นมีเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ถูกต้องและเพียงพอจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลเหล่านั้นเพื่อแก้ปัญหานั้นจากสถานการณ์ต่างๆ จนสำเร็จผลได้ หากการแก้ปัญหานั้นไม่สำเร็จ ก็จะต้องย้อนขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้เหล่านั้นอีกครั้ง ดังนั้นขั้นสำเร็จผลจึงเปรียบเสมือนเป็นขั้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการฝึกหัดแก้ปัญหานั้นๆ รวมถึงการที่ได้ทดสอบความรู้ จากการทำแบบทดสอบที่กำหนดเกณฑ์มาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดระดับการบรรลุผลเอาไว้ หากผู้เรียนไม่สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานการเรียนรู้ข้อใดจะได้ออกกลับไปทบทวนเนื้อหาเรื่องนั้นอีกครั้งหนึ่ง

จากการศึกษาค้นคว้าถึงลักษณะการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลักษณะเช่นเดียวกับการเรียนการสอนโดยครูผู้สอน ซึ่งสามารถสรุปเป็นลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียนหรือขั้นสนใจปัญหา เป็นลำดับขั้นที่มีการทักทายหรือกิจกรรมที่นำไปสู่ความพร้อมในการเรียน คำชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ และคำแนะนำในการใช้บทเรียนให้แก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นการนำเสนอเรื่องราวในลักษณะของการจูงใจหรือเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ เพราะการเรียนรู้ที่ดีจะเกิดขึ้นได้ เมื่อผู้เรียนมีความพร้อม ความตั้งใจ และความสนใจที่จะเรียน นอกจากนี้ อาจมีการนำเสนอในรูปแบบของการสอบถามเจตคติที่ผู้เรียนมีต่อเนื้อหาที่จะเรียน และความคาดหวังของผู้เรียนในด้านประโยชน์ที่จะได้รับจากบทเรียน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับความก้าวหน้าเชิงความรู้ที่ได้หลังจากจบบทเรียน

2. ขั้นสอนหรือขั้นการเรียนรู้ เป็นขั้นที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนำเสนอเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ที่มีการจัดลำดับเนื้อหาแยกเป็นประเด็น โดยเริ่มจากง่ายไปยาก เพื่อให้ผู้เรียนสามารถลำดับการเรียนรู้ได้ตามความสามารถในการเรียนรู้ของตนเอง และมีตัวช่วยหรือตัวชี้แนะเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น ในขั้นนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีเนื้อหาเพียงพอและเหมาะสมตรงตามความต้องการของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้นๆ ในขณะเดียวกันการกระตุ้นหรือเร้าความสนใจด้วยลักษณะตัวอักษร ภาพ เสียง สี และกราฟิกที่น่าสนใจ จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนมากขึ้น

3. ขั้นทำแบบฝึกหัดหรือทำแบบทดสอบ เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้หรือทบทวนเนื้อหาตามต้องการเสร็จสิ้น เพื่อเป็นการวัดความรู้ความเข้าใจ ผู้เรียนจะทบทวนบทเรียนด้วยการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบและเพิ่มเติมความรู้ความชำนาญ เช่น การทำแบบฝึกหัดแบบเติมคำแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด และแบบจับคู่ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีการนำเสนอได้อย่างน่าสนใจ ผู้เรียนตอบคำถามผ่านแป้นพิมพ์หรือเมาส์ มีการจับเวลาในการตอบคำถาม หากผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ทันตามเวลาที่กำหนด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอความช่วยเหลือให้

4. ขั้นสรุปหรือขั้นประเมินผลผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะตรวจสอบคำตอบ แล้วแจ้งให้ผู้เรียนทราบ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หากผู้เรียนทำแบบฝึกหัด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจจะแจ้งให้ผู้เรียนทราบผลแล้วอธิบายวิธีการหรือแนวคิดให้ผู้เรียนทราบทันทีเมื่อทำเสร็จแต่ละข้อ แล้วประเมินผลให้ทราบเมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้วทุกข้อ เช่นเดียวกับการทำแบบทดสอบ แต่การทำแบบทดสอบ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจอธิบายวิธีการหรือแนวคิดให้ผู้เรียนทราบหลังจากทำแบบทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว หากผู้เรียนไม่ผ่านการประเมินอาจต้องกลับไปทบทวนบทเรียนใหม่ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ในขั้นนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ว่าต้องการให้ผู้เรียนทราบผลและต้องการเรียนซ้ำหรือทบทวนบทเรียนในลักษณะเช่นไร

1.4 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

แฮนนาฟิน และเพค (Hannafin; & Peck. 1988: 113-114) กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีไว้ดังนี้

1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาสาระที่น่าเสนอ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา
2. จัดแบ่งบทเรียนเป็นส่วนย่อย ๆ อย่างเหมาะสม โดยอาจเสนอเนื้อหา มโนคติแล้วมีคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน
3. ลำดับความคิดของบทเรียน ต้องเริ่มจากง่ายไปหายาก จากสิ่งที่เป็นพื้นฐานไปสู่ที่ซับซ้อน มีการผูกโยงสาระให้น่าสนใจชวนติดตาม
4. จัดทำโปรแกรมให้ความยืดหยุ่น เปิดกว้างให้มีการปรับปรุง เพิ่มเติมเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกันได้มีโอกาสต่อไป
5. ทันสมัย ทันเหตุการณ์ มีการกล่าวถึงสิ่งที่เป็นปัจจุบัน และใกล้ตัวผู้เรียน และมีการดูแลอย่างต่อเนื่อง เพราะในบางกรณี อาจต้องมีการแก้ไขสาระบางประการในบทเรียนทุกปี เพื่อให้บทเรียนล้ำสมัย
6. ใช้เวลาที่เหมาะสมในการศึกษาบทเรียน ทั้งในกรณีของผู้เรียนดี เรียนปานกลาง และเรียนอ่อนและผู้เรียน สามารถควบคุมอัตราเร็วของการศึกษาบทเรียนในแต่ละช่วงได้ด้วยตนเอง
7. ออกแบบให้มีการใช้หน้าจออย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ มีความประณีตจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ อ่านง่าย สบายตา ระมัดระวังไม่ให้มีตัวหนังสือแน่นหน้าจอกเกินไป
8. จัดพิมพ์สาระที่น่าเสนอด้วยตัวหนังสือที่มีขนาดเหมาะสม ตัวสะกด การันต์ถูกต้อง
9. ใช้สี กราฟิก และเสียงอย่างเหมาะสมกับเนื้อหา ไม่ควรให้เกิดบทเรียนที่มีสีสันสวยงาม ใช้เทคนิคต่าง ๆ เป็นที่น่าตื่นตา ตื่นใจ แต่ถ้อยคำในเนื้อหาสาระ หรือในทางตรงข้าม บทเรียนมีสาระทรงคุณค่าในเชิงวิชาการ แต่นำเสนอในรูปแบบที่ไม่น่าสนใจ ก็จะไม่จูงใจผู้เรียน สิ่งที่ต้องคำนึงอีกประการหนึ่ง ก็คือ ก่อนที่เผยแพร่บทเรียน จำเป็นต้องสร้างคู่มือการใช้งานของบทเรียนดังกล่าว เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ทิพสุคนธ์ ศรีแก้ว (2546: 27-28) กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีไว้ดังนี้

1. เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยสอนให้ได้รับการออกแบบหรือวางแผนการผลิตอย่างดี
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องได้รับการหาประสิทธิภาพตามหลักเกณฑ์หรือเกณฑ์ที่กำหนดอย่างถูกต้อง

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีสีสันทันหรือให้ความสนใจจากผู้เรียนเป็นอย่างดี

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ดังนี้

1. มีความสอดคล้องกับหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาสาระของบทเรียน การวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
2. จัดลำดับเนื้อหาในการนำเสนออย่างเหมาะสม เพียงพอกับความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียน
3. มีการนำเสนอเนื้อหาแยกประเด็นหัวข้อย่อยหรือประเด็นอย่างชัดเจน ลำดับความรู้จากง่ายไปยาก เพื่อให้ง่ายแก่การเกิดความคิดรวบยอด ความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาการเรียนรู้ที่ดีที่สุด
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ควรมีความยืดหยุ่นในการแก้ไขปรับปรุง และพัฒนาในเวลาต่อไป เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเป็นปัจจุบันอยู่เสมอ
5. การออกแบบ ตัวอักษร ภาพ สี และการนำเสนอบทเรียนควรกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี
6. การออกแบบจัดวางองค์ประกอบต่างๆภายในบทเรียน เช่น ภาพ เนื้อหา ข้อความหรือตัวอักษร ให้เป็นระบบ อ่านง่าย สบายตา
7. เวลาที่ใช้ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องมีความเหมาะสม กล่าวคือ ในแต่ละชั้นของการเรียนรู้เวลาต้องมีความเหมาะสม ยืดหยุ่นให้กับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน
8. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องผ่านการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน เพื่อให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.5 องค์ประกอบสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541: 8-11) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 4 ประการ ได้แก่

1. สารสนเทศ (Information) ในที่นี้หมายถึง เนื้อหาสาระ (content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหานี้อาจจะเป็นการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจจะเป็นในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือ ลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง จึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด กล่าวคือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตน รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนได้ การควบคุมการเรียนของตนนี้ก็มีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน ลักษณะสำคัญๆ ได้แก่

2.1 การควบคุมเนื้อหา การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียนเมื่อใด หรือย้อนกลับมาเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษา เช่น มีเมนูหรือรายการที่แยกเนื้อหาตามหัวข้ออย่างชัดเจนหรือปุ่มควบคุมต่างๆ ในการสืบไป (navigate) ในบทเรียน

2.2 การควบคุมลำดับของการเรียน การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ก่อนหลังหรือการสร้างลำดับการเรียนด้วยตนเอง เช่น ในลักษณะการเรียนเนื้อหาแบบโยงใยหรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมกันอยู่ในปัจจุบัน อาจอยู่ในรูปของส่วนของการเชื่อมโยงแบบฮอตเวิร์ด (Hotword) หรือข้อความหลายมิติ (Hypertext) ก็ได้ ผู้เรียนสามารถที่จะกดเลือกข้อมูลที่ต้องการเรียนตามความสนใจ ความถนัดหรือตามพื้นฐานความรู้ของตนได้

2.3 การควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ ความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติหรือทำแบบทดสอบหรือไม่ หากจะทำจะทำมากน้อยเพียงใด เช่น การมีปุ่มควบคุมต่างๆ จัดหาไว้ทุกหน้าที่จำเป็น เช่น ปุ่มเลิกทำ ปุ่มกลับไปหน้าเดิม นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แบบอาจจะต้องมีการนำระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มาประยุกต์ใช้ เพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การจัดเสนอเนื้อหา (หรือแบบฝึกหัด) ในระดับความยากง่ายที่ตรงกับพื้นฐานความสามารถและความสนใจของผู้เรียน

3. การโต้ตอบ (Interaction) ในที่นี้คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนการสอนที่ดีที่สุดก็คือการเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด นอกจากนี้การที่มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น หากใช้เกิดขึ้นเพียงจากการสังเกตเท่านั้น หากจะต้องมีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน การอนุญาตให้ผู้เรียนเพียงแต่การคลิกเปลี่ยนหน้าจอไปเรื่อยๆ ที่ละหน้าไม่ถือว่าเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เพียงพอสำหรับการรับรู้

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ลักษณะที่ขาดไม่ได้อีกประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การให้ผลป้อนกลับโดยทันที ตามแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) แล้ว ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (reinforcement) อย่างหนึ่ง

การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหมายรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นวิธีที่อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ ทั้งนี้มีงานวิจัยหลายชิ้นซึ่งสนับสนุนว่าการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนได้เป็นอย่างดี ความสามารถในการให้ผลป้อนกลับโดยทันทีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เองที่ถือได้ว่าเป็นจุดเด่นหรือข้อได้เปรียบประการสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทียบกับสื่อประเภทอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นสื่อสิ่งพิมพ์หรือสื่อโสตทัศนวัสดุแล้วเนื่องจากสื่ออื่นๆ นั้นไม่สามารถที่จะประเมินผลการเรียนของผู้เรียนพร้อมกับการให้ผลป้อนกลับโดยฉับพลันเช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สุพจน์ มงคลพิชฎรักษ์ (2542: 56-57) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 4 ประการ เรียกว่า 4I's ดังนี้

1. สารสนเทศ (Information) หมายถึงเนื้อหาสาระ (Content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดีจากผู้เชี่ยวชาญเนื้อหานั้นๆ มีการจัดทอนให้มีความเหมาะสมเพื่อนำเสนอผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ เรียงลำดับขั้นตอนจากง่ายไปสู่เนื้อหาที่ยากขึ้น และที่สำคัญมีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ปลายทางไว้ชัดเจน สามารถวัดและประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ สารสนเทศจึงเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างจากเกมส์คอมพิวเตอร์ (ส่วนใหญ่เกมส์คอมพิวเตอร์จะเน้นที่ความเพลิดเพลินและความบันเทิงของผู้ใช้โดยไม่คำนึงถึงการให้ความรู้หรือทักษะแก่ผู้เรียน)
2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) หมายถึง CAI จะถูกสร้างขึ้นเพื่อรองรับผู้เรียนที่มีความหลากหลายทั้งบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้เดิมที่แตกต่างกัน ผู้เรียนแต่ละคนจะมีโอกาสเลือกวิธีการศึกษาที่เห็นว่าเหมาะสมกับตนเองมากที่สุด (บางครั้งบทเรียนจะเป็นผู้กำหนดให้ผู้เรียนเอง) การควบคุมวิธีการศึกษานี้ เรียกว่า Learner Control แต่ถ้าบทเรียนเป็นผู้กำหนดก็จะเรียกว่า Program Control ดังนั้นบทเรียนเดียวกัน หากผู้เรียนเป็นคนละคน ก็แปลว่าอาจใช้เวลาในการเรียนไม่เท่ากัน รวมทั้งแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในบทเรียนก็อาจไม่เหมือนกัน หรือเหมือนกันเป็นบางส่วน แต่ที่เหมือนกันก็คือวัตถุประสงค์การเรียนรู้ปลายทาง
3. การโต้ตอบ (Interaction) คำว่า “ปฏิสัมพันธ์” คำนี้ถูกอ้างถึงหรือพูดถึงบ่อยมาก คำว่าปฏิสัมพันธ์แปลตรงตัวก็คือการโต้ตอบนั่นเอง CAI จะต้องถูกสร้างให้มีการโต้ตอบอย่างมีจุดมุ่งหมายกับผู้เรียนมากที่สุด การโต้ตอบที่ว่านี้ไม่จำกัดอยู่แค่ การกดเมาส์ เพื่อเปลี่ยนเนื้อหาไปเรียนหน้าต่อไป อย่างนี้ในระบบของ CAI ยังไม่ถือว่าเป็นการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์ ซอฟต์แวร์มากมายที่โฆษณาตนเองว่าเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อลองเปิดใช้กันจริงๆ แล้ว ไม่น่าเรียกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เลย ทั้งนี้เพราะผู้สร้างไม่ได้ใช้คุณลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ ปฏิสัมพันธ์ของ CAI นั้นจะต้องมีความหมาย (meaningful) ผู้สร้างจำเป็นต้องใช้เวลาในส่วนของ การสร้างความคิด วิเคราะห์และสร้างสรรค์เพื่อให้ได้มาซึ่งกิจกรรมการ

เรียน (Activities) หรืองาน (Task) ที่เกี่ยวเนื่องกับบทเรียนและเอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น ให้ผู้เรียนใช้เมาส์เคลื่อนย้ายสิ่งของมาประกอบกัน ไม่ว่าทำถูกหรือผิด ก็จะมีข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้ทราบผลของการทำงาน

4. การให้ผลป้อนกลับทันที (Immediate Feedback) การให้ผลป้อนกลับหรือข้อมูลย้อนกลับเป็นลักษณะที่สำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการบอกให้ผู้เรียนทราบผลของการทำงานหรือการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน การที่ CAI ทราบผลความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนได้นั้นก็เป็นเพราะข้อมูลย้อนกลับนี้เอง และข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) จะเป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และทราบผลความก้าวหน้าในการเรียนได้ทันที ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาจจะอยู่ในรูปแบบของ balloon ข้อความ เสียง ภาพเคลื่อนไหวก็ได้ ภาพกราฟิก กราฟ หรือการ์ตูน ขึ้นอยู่กับระดับของผู้เรียน ในเด็กอาจเป็นภาพการ์ตูนเคลื่อนไหวก็ได้ การให้ผลป้อนกลับทันที จึงเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงกับมัลติมีเดียซีดีรอมทั่วไป ที่ไม่ได้มีการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนแต่อย่างใด และมุ่งนำเสนอเนื้อหาเพียงด้านเดียวเป็นหลัก

วุฒิชัย ประสารสอย (2543: 10-13) กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า ได้มีนักการศึกษาพยายามที่จะอธิบายองค์ประกอบตามวัตถุประสงค์ของการสอนดังนี้

1. การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นการใช้อุปกรณ์สร้างปฏิสัมพันธ์ให้ผู้เรียนติดตามหรือค้นหาความรู้ในบทเรียน และส่งเสริมให้เรียนรู้และประสบผลสำเร็จด้วยวิธีการของตนเอง โดยยึดหลักที่สำคัญคือ บทเรียนจะต้องมีความง่าย และสะดวกที่จะใช้ ความสวยงาม ดูดีและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่ ถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว และครบถ้วน การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นใช้เทคนิควิธีการที่แตกต่างไปจากการเรียนแบบอื่นเนื่องจากการที่จะนำไปใช้ ช่วยครูสอน (Adjunct) หรือการใช้ สอนแทนครู (Primary) หรือใช้ฝึกอบรมเป็นรายบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ได้ในระดับใดนั้นขึ้นอยู่กับธรรมชาติหรือโครงสร้างของเนื้อหา เทคนิควิธีการนำเสนอบทเรียน และกลยุทธ์ถ่ายโยงความรู้ ตลอดจนแบบแผนการวัดและประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ เพื่อรับประกันได้ว่าสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ช่วยครูสอนและใช้สอนแทนครูได้

2. การออกแบบบทเรียนก่อนการเรียนการสอน ปัจจุบันนี้อัตราส่วนความรับผิดชอบของผู้สอนต่อผู้เรียนมีมากขึ้น ดังนั้นการสอนจึงต้องเน้นการประยุกต์เอาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษามาใช้ให้มากขึ้น โดยผู้สอนจะออกแบบการสอนและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพัฒนาสื่อตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหาวิชาการออกแบบบทเรียนจำเป็นต้องเริ่มต้นจากการวิเคราะห์และออกแบบการสอน ทั้งในด้านปริมาณเนื้อหา วิธีประมวลความรู้ แผนการผลิตสื่อ และการตรวจสอบประสิทธิภาพด้านปริมาณเนื้อหา วิธีประมวลความรู้ แผนการผลิตสื่อ และการตรวจสอบประสิทธิภาพเพื่อให้ได้สื่อที่นำไปใช้กระตุ้นกระบวนการใส่ใจและกระบวนการรู้จักสภาพแวดล้อมรอบตัวของผู้เรียน

3. ผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียนผ่านคอมพิวเตอร์ ได้แก่ การใช้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์หรือการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียนอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งบทเรียน ดังนั้น ผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนจึงต้องเข้าใจวิธีสร้างปฏิสัมพันธ์ และควรเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้ นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องเข้าใจวิธีเสริมสร้างความรู้สึกในทางบวกแก่ผู้เรียนต่อการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น สร้างส่วนทักทายกับผู้เรียน ใช้หลักการออกแบบจอภาพและโครงสร้างบทเรียน เพื่อสร้างการนำเสนอที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสิทธิ์ที่จะคิดและตัดสินใจโดยไม่รู้สึกว่าตนถูกกลั่นแกล้งอำนาจการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ

4. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้แก่ ความแตกต่างในด้านความนึกคิด อารมณ์ และความรู้สึกภายในของบุคคลที่แตกต่างกันออกไป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีลักษณะยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตน รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนเอง ตัวอย่างเช่น

4.1 การควบคุมเนื้อหา ผู้เรียนสามารถเลือกเนื้อหาในส่วนที่ต้องการ หรือออกจากบทเรียนเมื่อใดก็ได้ ความสามารถที่จะควบคุมเนื้อหาบทเรียนสัมพันธ์กับพฤติกรรมของผู้เรียนที่จะแสดงออกมาตามที่คาดหวัง

4.2 การควบคุมลำดับและอัตราการเรียน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมลำดับและอัตราการเรียนด้วยตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนลดความวิตกกังวล เพราะผู้เรียนสามารถที่จะเลือกเรียนเนื้อหาตามความสนใจและความต้องการได้

4.3 ควบคุมการฝึกปฏิบัติ มีการกำหนดรายการเลือกเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นความสนใจจนเกิดพัฒนาการทั้งด้านความรู้ เจตคติ และทักษะ

จากการศึกษาค้นคว้า องค์ประกอบสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สารสนเทศ คือเนื้อหาสาระที่ได้รับการเรียบเรียงเป็นอย่างดี เพื่อนำเสนอในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากการเรียนการสอนผ่านคอมพิวเตอร์ ดังนั้น เนื้อหาควรมีการจัดเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีเพียงพอและเหมาะสมตรงตามความต้องการของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล คือ การตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน ในเรื่องความสามารถในการเรียนรู้ ระดับสติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง จึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด กล่าวคือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตน รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนได้ การควบคุมการเรียนของตอนนี้ก็มีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน ลักษณะสำคัญๆ ได้แก่ เนื้อหา ลำดับในการเรียนรู้ และแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ

3. การปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะถูกสร้างเพื่อให้มีการโต้ตอบอย่างมีจุดมุ่งหมายกับผู้เรียนมากที่สุด หากมีเพียงการกดเมาส์เพื่อเปลี่ยนเนื้อหาไปเรียน

หน้าต่อไป ไม่ถือว่าเป็นการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรมีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์ทั้งจากผู้เรียนไปสู่บทเรียนและจากบทเรียนมาสู่ผู้เรียนหรือที่เรียกกันว่าข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้ทราบผลของการทำงานด้วยเช่นกัน

4. การให้ผลป้อนกลับ ถือว่าเป็นลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการบอกให้ผู้เรียนทราบผลของการทำกิจกรรมหรือการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ผลของความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนเป็นข้อมูลย้อนกลับที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะแจ้งให้ทราบ และข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) จะเป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และทราบผลความก้าวหน้าในการเรียนได้ทันที ข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาจจะมีอยู่ในรูปแบบของ balloon ข้อความ เสียง ภาพเคลื่อนไหวก็ได้ ภาพกราฟิก กราฟ หรือการ์ตูน ขึ้นอยู่กับระดับของผู้เรียน การให้ผลป้อนกลับทันที จึงเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI แตกต่างกับมัลติมีเดียซีดีรอมทั่วไป ที่ไม่ได้มีการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนแต่อย่างใด และมุ่งนำเสนอเนื้อหาเพียงด้านเดียวเป็นหลัก

1.6 ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฮอลล์ (Hall. 1982: 362) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

1. ช่วยลดชั่วโมงในการสอน เพื่อจะได้ปรับปรุงการสอน
2. ช่วยลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียน ทำให้ครูมีเวลาสนใจนักเรียนเป็นรายบุคคลเพิ่มขึ้น
3. ทำให้ครูมีเวลาในการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ทำงานวิจัยและพัฒนา เพื่อเพิ่มความสามารถในการเรียนการสอนให้มากยิ่งขึ้น
4. ช่วยการสอนในชั้นเรียนสำหรับผู้ที่มีงานสอนมาก โดยการเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียนมาใช้ฝึกทักษะด้วยคอมพิวเตอร์แทน
5. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ สำหรับหลักสูตรและวัสดุเพื่อการศึกษา
6. เพิ่มวิชาสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของนักเรียน
7. ช่วยพัฒนางานทางด้านวิชาการ
8. ช่วยให้มีเวลาสำหรับการตรวจสอบและพัฒนาหลักสูตร ตามหลักวิชาการ
9. ช่วยเพิ่มวัตถุประสงค์ของการสอนเท่าที่จะเป็นไปได้ เช่น การฝึกหัดดนตรี การจัดนิทรรศการงานกราฟิก ช่วยแก้ปัญหาของผู้เรียนเกี่ยวกับสถาปัตยกรรม

ไพร์ซ์ (Price. 1991: 3-7) กล่าวว่า ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ อันจะทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน (Active Learner) ช่วยให้การเรียนการสอนมีบรรยากาศที่ดี ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามอัตรา

ความสามารถของตนเอง อันเป็นการสนองตอบผู้เรียนแต่ละคนซึ่งมีความแตกต่างกันได้เป็นอย่างดี ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ทำให้การออกแบบบทเรียนให้สนองตอบผู้เรียนแต่ละคนได้ และสามารถประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการดูแลผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการนำออกไปใช้

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541: 12) กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ช่วยในการสอนเสริมหรือทบทวนการสอนปรกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทันหรือจัดการสอนเพิ่มเติม

2. ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลาและสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก เช่น แทนที่จะต้องเดินทางมายังชั้นเรียนตามปรกติ ผู้เรียนก็สามารถเรียนด้วยตนเองจากที่บ้านได้ นอกจากนี้ยังสามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ เป็นต้น

3. ข้อได้เปรียบที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้องตามหลักของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้น (motivated) ที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนตามแนวคิดของการเรียนรู้ในปัจจุบันที่ว่า "Learning is fun" ซึ่งหมายถึงการเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 68-69) ได้กล่าวถึงประโยชน์ต่อผู้เรียนมากมาย พอสรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเอกัตภาพ
2. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนซ้ำได้หลายครั้งเท่าที่ต้องการ
3. ผู้เรียนมีโอกาสโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ และสามารถควบคุมวิธีการเรียนเองได้
4. มีภาพ มีภาพเคลื่อนไหว มีสี และเสียงที่ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายเนื้อหาที่เรียน

5. ตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ความแตกต่างของผู้เรียนไม่มีผลต่อการเรียนรู้ดังเช่นวิธีการอื่นๆ

6. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนไปตามขั้นตอนได้ เรียนจากง่ายไปหายาก หรือเลือกเรียนในหัวข้อที่ตนเองสนใจก่อนได้

7. ช่วยฝึกผู้เรียนให้คิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องแก้ปัญหาตลอดเวลา

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 253-254) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่

2. การใช้สี ภาพลายเส้นที่ดูคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด ทำกิจกรรมต่างๆ

3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในวางแผนบทเรียนในขั้นตอนต่อไป

4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไม่เร่งรีบโดยไม่ต้องอายุผู้อื่นและไม่ต้องอายเครื่องเมื่อตอบคำถามผิด

6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

วรรณา พิมพันธ์ (2553: 27-28) กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ทำให้ครูสามารถสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนได้ทุกเวลาทั้งในและนอกห้องเรียน และผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามต้องการของตนเอง

2. นักเรียนที่เรียนช้าสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียนซ่อมเสริมให้ทันเพื่อนโดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น โดยใช้ภาพ เสียง กราฟิกต่างๆให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย ในการเรียนรู้

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนตามเอกัตภาพ มีโอกาสเรียนซ้ำได้หลายครั้งตามความต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล แยกเป็นกลุ่ม เก่ง ปานกลาง อ่อน ตามความต้องการของผู้เรียน

5. คอมพิวเตอร์สามารถบริหารการสอนได้อย่างดี เนื่องจากสามารถกำหนดจุดประสงค์ของการจัดการเรียนการสอน การทดสอบ การวิเคราะห์ผล และเห็นการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนตามระยะเวลา มีการเก็บข้อมูลต่างๆ สามารถเรียกดูได้ตามความต้องการ

จากการศึกษาค้นคว้าข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยกระตุ้นและเพิ่มแรงจูงใจให้ผู้เรียน หากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถูกออกแบบมาเป็นอย่างดี จะมีลูกเล่นมากมาย ได้แก่ ภาพ แสง สี เสียง และกราฟิกต่างๆ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้มากขึ้น

2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเอกัตภาพ ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้ สติปัญญา และความสนใจที่ต่างกัน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง
3. ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้สอนซ่อมเสริม หรือให้ผู้เรียนสามารถทบทวนหรือเลือกเรียนได้ตามความสามารถของตนเองได้ทุกเวลา
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถบริหารการสอนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีการออกแบบโดยการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ การทดสอบ แบบฝึกหัด และการวิเคราะห์ผล ให้เหมาะสมและสอดคล้องกันกับเวลาในการเรียนรู้
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนและผู้สอนทราบถึงผลของการเรียนรู้ซึ่งสามารถเก็บไว้ดูได้ตามความต้องการ

1.7 ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มาโนชญ์ ไชยสวัสดิ์ (2540: 26) กล่าวถึงข้อจำกัดของการใช้ CAI ในกระบวนการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. จะต้องมียุทธศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปใช้ได้ นั้นหมายถึงสถานศึกษาจะต้องลงทุนซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือผู้เรียนจะต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้าน
2. ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานของการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เนื่องจากก่อนที่จะเรียกใช้โปรแกรม CAI นั้น ผู้เรียนจะต้องผ่านขั้นตอนของการ Operate เครื่องคอมพิวเตอร์ ด้วยเหตุนี้ความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์จึงมีความจำเป็น
3. การออกแบบโปรแกรม ทั้งทางด้านรูปแบบและเนื้อหาจะต้องมีความถูกต้องและสมบูรณ์ในการพัฒนา CAI นั้น ผู้พัฒนาควรตระหนักอยู่เสมอว่า “ความรู้ที่ได้จากผู้สอนที่ไม่มีประสิทธิภาพจะมีมากกว่าเรียนรู้ที่เกิดจากระบบ CAI ที่ไม่ดี”

กิตานันท์ มลิทอง (2543: 254) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ถึงแม้ว่าขณะนี้ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่างๆเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จะลดลงมากแล้วก็ตาม แต่การที่จะนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาในบางสถานที่นั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายตลอดจนการดูแลรักษาด้วย
2. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้นนับว่ายังมีน้อยเมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในวงการด้านอื่นๆ ทำให้โปรแกรมบทเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยมีจำนวนจำกัดที่จะนำมาใช้เรียนในวิชาต่างๆ

3. ในขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานระดับเดียวกัน เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกัน เป็นต้นว่าซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้กับคอมพิวเตอร์ ระบบของไอบีเอ็มไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของแม็กคินทอชได้

4. การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองนั้นนับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างยิ่ง ทำให้เป็นการเพิ่มภาระของผู้สอนให้มากยิ่งขึ้น

5. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางโปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้าจึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

6. ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่อาจจะไม่ชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

วิราพร นพพิทักษ์ (2546: 19-20) กล่าวถึงข้อจำกัดของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ราคาอุปกรณ์ที่ใช้ค่อนข้างสูง เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ทำให้ได้จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมีจำกัด ไม่เพียงพอต่อจำนวนของนักเรียน

2. นักเรียนต้องมีพื้นฐานการใช้คอมพิวเตอร์พอสมควร จึงจะสามารถทำให้การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบรรลุไปด้วยดี ไม่ต้องสอนความรู้คอมพิวเตอร์ให้เป็นผลกระทบต่อการเรียนรู้วิชาที่สอนในขณะนั้น

3. เกี่ยวกับแสงจอภาพทำให้ประสิทธิภาพทางสายตาสำหรับนักเรียนที่ไม่เคยชินกับการมองจอภาพนานๆ อาจทำให้นักเรียนมีอาการเบลอไม่เข้าใจบทเรียนได้

4. คุณสมบัติเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ทันสมัย หรือไม่ครบองค์ประกอบ เช่น จอภาพมองจอภาพขาวดำ ไม่มีการ์ดเสียง ไม่มีเครื่อง CD-ROM หรือที่เป็นเครื่องรุ่นเก่า อาจไม่สามารถใช้กับบทเรียนที่สร้างขึ้นในยุคปัจจุบันได้

5. ผู้สอนไม่มีความสามารถในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นยังไม่สามารถแก้ไขสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการสอน เช่น โปรแกรมมีปัญหาหรือคอมพิวเตอร์มีปัญหา เป็นต้น

6. ความแตกต่างและปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการใช้ Software ทำให้ไม่สามารถใช้กับบทเรียนที่จะใช้สอนได้

7. การใช้สภาพแวดล้อมการทำงานบนวินโดวส์ เสียงและภาพจะถูกเก็บไว้ในรูปของ File การกำหนดเส้นทางที่ถูกต้องและสมบูรณ์ จะทำให้การใช้มีประสิทธิภาพ ซึ่งหากนำไปใช้กับเครื่องอื่นแล้ว อาจไม่สามารถใช้บทเรียนได้อย่างสมบูรณ์

สิริวรรณ จันทร์งาม (2548: 22-23) กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. การที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาในบางสถานที่นั้น จำเป็นต้องมี การพิจารณากันอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายตลอดจนการดูแลรักษา
 2. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้น ยังมีน้อย เมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในวงการด้านอื่นๆ ทำให้โปรแกรมบทเรียนหรือการสอน ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจำนวนและขอบเขตจำกัดที่จะนำมาใช้เรียนในวิชาต่างๆ
 3. ในการออกแบบโปรแกรมบทเรียน นับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถ
 4. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของผู้เรียนได้เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางโปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้า จึงมีลำดับ ขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้
 5. ผู้เรียนบางคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่อาจจะไม่ชอบลักษณะ โปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้
- วรรณา พิมพันธ์ (2553: 29-30) กล่าวถึงข้อจำกัดของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนไว้ดังนี้
1. ค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์มีค่าใช้จ่ายสูงโรงเรียนอาจไม่มี งบประมาณเพียงพอในการสนับสนุนการพัฒนาด้านอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์
 2. บุคลากรทางคอมพิวเตอร์ที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ตรงกับ ความ ต้องการครูผู้สอนมีน้อย ครูผู้สอนจะต้องออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองต้องใช้เวลา สติปัญญา ความ พยายาม ทำให้เพิ่มภาระให้ครูผู้สอนเป็นอย่างมาก
 3. การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ ถ้าบทเรียนมีขนาดใหญ่อาจมี ปัญหาเกี่ยวกับการเก็บข้อมูล และนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นอาจเกิดปัญหาอุปสรรคใน การนำบทเรียนไปใช้ในการเรียนการสอน
 4. นักเรียนต้องมีพื้นฐานการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์พอสมควร และบางคนไม่มี ความเคยชินกับการมองจอภาพนานๆ ทำให้นักเรียนมีอาการเบื่อไม่เข้าใจบทเรียนได้
- ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีอยู่มากมาย แต่ในขณะเดียวกัน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็มีข้อจำกัดเช่นกัน จากการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปได้ดังนี้
1. ค่าใช้จ่ายในการสร้างและนำไปใช้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ค่อนข้างสูง ใน บางโรงเรียนงบประมาณ หรือจำนวนคอมพิวเตอร์อาจมีไม่เพียงพอแก่การจัดการเรียนการสอน
 2. บุคลากรในการสร้างหรือพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีน้อย ในบาง โรงเรียนที่มีขนาดเล็กอาจไม่มีบุคลากร
 3. การสร้างหรือพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้เวลา สติปัญญา และ ความสามารถค่อนข้างมาก ทำให้เป็นการเพิ่มภาระงานให้แก่ครูผู้สอน
 4. ความรู้ในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้เรียนและครูผู้สอนที่มีไม่ เพียงพอในการใช้ ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้และเวลาในการทบทวนการใช้บทเรียน

5. หากระบบคอมพิวเตอร์ไม่มีประสิทธิภาพ และข้อมูลในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีมาก ส่งผลให้การทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีประสิทธิภาพ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะประมวลผลผิดพลาดและล่าช้าเป็นอุปสรรคต่อการเรียน

6. รูปแบบและเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหากไม่ถูกต้องและสมบูรณ์จะส่งผลต่อผลที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งทำให้ไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้มากกว่าระบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่ดี

7. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนโปรแกรมที่มีการจัดลำดับขั้นตอนไว้ล่วงหน้าอย่างมีข้อจำกัด จึงไม่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ และผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะผู้ใหญ่อาจไม่ชอบการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรม จึงทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

8. ปัจจุบันยังขาดอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานระดับเดียวกัน เพื่อให้สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกันได้ เพราะผู้ผลิตหรือผู้ประกอบการจะแข่งขันกันเชิงธุรกิจ ทำให้โรงเรียนหรือผู้เรียนเสียค่าใช้จ่ายเพิ่ม และผู้สอนต้องพัฒนาตนเองตามภาระที่เพิ่มขึ้น

1.8 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

อลเลซซี และทรอลลิป (Alessi; & Trollip. 1985: 275) กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียน
2. รวบรวมเอกสารต่างๆ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น
3. ระดมความคิดจากแหล่งต่างๆ เพื่อที่จะจัดทำเป็นบทเรียน
4. สร้างเป็นบทเรียนของตนเอง
5. ผลิตบทเรียนเป็นกรอบภาพลงบนกระดาษ
6. เขียนผังงานของบทเรียน
7. ลงมือเขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
8. ประเมินคุณภาพ และประสิทธิภาพของบทเรียน

เคมพ์ (Kemp. 1985: 248) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามีความสำคัญ แบ่งเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. จัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จะใช้งาน
2. ออกแบบและเขียนผังงาน (Flow Chart) ตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการสอน
3. พัฒนาคำถามที่จะใช้สำหรับทบทวนและเสนอแนะ
4. วางแนวคิดที่จะเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์
5. ลงมือเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

6. เพิ่มความสนใจให้แก่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เทคนิคทางด้านกราฟิกและทางด้านเสียง

7. จัดเตรียมวัสดุและสิ่งพิมพ์ที่จะใช้ประกอบบทเรียน

8. ทดสอบและปรับปรุงบทเรียน

โรบไบลเออร์และฮอลล์ (Roblyer; & Hall. 1985: 62) ได้เสนอแบบจำลองขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมี 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบ

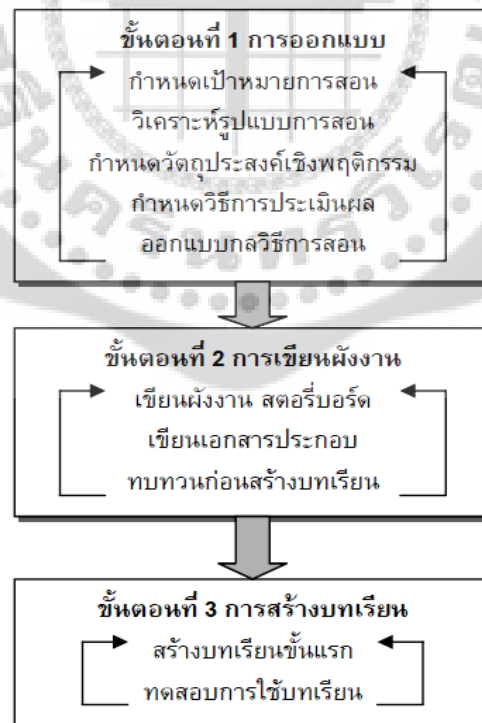
เริ่มด้วยการกำหนดเป้าหมายการสอน ตามด้วยการวิเคราะห์รูปแบบการสอนที่เหมาะสม การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดวิธีการประเมินผลและการออกแบบกลวิธีการสอน

ขั้นตอนที่ 2 การเขียนผังงาน

ประกอบด้วย การเขียนผังงาน การสร้างสตอรี่บอร์ดและการเขียนเอกสารประกอบ พร้อมทั้งการทบทวนการออกแบบก่อนการสร้างบทเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างบทเรียน

ประกอบไปด้วยการสร้างบทเรียนขั้นแรก และทดสอบการใช้บทเรียนในที่สุด
ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แบบจำลองการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของโรบไบลเออร์และฮอลล์

ที่มา: Roblyer, M. & Hall, K. (1985). *Systematic Instructional Design of Computer Courseware : A Workshop Handbook*. p. 65.

ข้อเด่นของแบบจำลองนี้ได้แก่ กระบวนการย้อนกลับเพื่อการทดสอบและปรับปรุง ซึ่งมีอยู่ในทุกขั้นตอน นอกจากนี้ ความยืดหยุ่นของขั้นตอนนับเป็นข้อได้เปรียบสำคัญอีกประการหนึ่ง กล่าวคือ ผู้ออกแบบสามารถที่จะสลับขั้นตอนการทำงานได้ และรีอบเบิลเออร์กับฮอลล์ยังได้เน้นถึงการทำงานเป็นทีม ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญการสร้างโปรแกรม และการใช้เวลาให้มากที่สุด ในช่วงของการออกแบบ ก่อนที่จะมีการสร้างโปรแกรมจริง

รอมมิสซอร์วสกี (Romiszowski. 1986: 171-172) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 7 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ
2. การวิเคราะห์พฤติกรรมเป้าหมายของผู้เรียนที่ต้องการ และกฎเกณฑ์เพื่อสร้างรูปแบบบทเรียน

3. การออกแบบบทเรียน
4. การสร้างบทเรียนตามที่ได้ออกแบบเอาไว้
5. การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาที่เหมาะสม
6. การทดลองเพื่อพัฒนาบทเรียน
7. การประเมินผลความเที่ยงตรงทั้งทางด้านเทคนิคคอมพิวเตอร์ และด้านการ

สอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541: 31-39) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์สอนไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)

ในขั้นตอนแรกของการออกแบบบทเรียนเป็นขั้นตอนในการเตรียมพร้อมก่อนที่จะทำการออกแบบบทเรียน ในขั้นตอนการเตรียมนี้ผู้ออกแบบจะต้องเตรียมพร้อมในเรื่องของความชัดเจนในการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives) หลังจากนั้นผู้ออกแบบควรเตรียมการในการรวบรวมข้อมูล (Collect Resources) นอกจากนี้ยังควรที่จะเรียนรู้เนื้อหา (Learn Content) เพื่อให้เกิดการสร้างหรือระดมความคิด (Generate Ideas) ในที่สุด เพราะขั้นตอนการเตรียมนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากตอนหนึ่งที่ผู้ออกแบบต้องใช้เวลาให้มาก เพราะการเตรียมพร้อมในส่วนนี้จะทำให้ขั้นตอนต่อไปในการออกแบบเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดตอนหนึ่งในการกำหนดว่าบทเรียนจะออกมาลักษณะใด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ทอนความคิด (Elimination of Ideas) ประเมินดูว่า ข้อคิดใดที่น่าสนใจ เริ่มจากการคัดเอาข้อคิดที่ไม่อาจปฏิบัติได้ หรือข้อคิดที่ซับซ้อนเกินไปและรวบรวมความคิดที่น่าสนใจที่เหลือนั้นมาพิจารณาอีกครั้ง

2.2 วิเคราะห์งานและแนวคิด (Task and Concept Analysis) เป็นการพยายามในการวิเคราะห์ขั้นตอนเนื้อหา ผู้เรียนจะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิด (Concept Analysis) คือ ขั้นตอนเนื้อหาซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาอย่างพิถีพิถันพิจารณา ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนและเนื้อหาที่มีความชัดเจนเท่านั้น การคิดวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดรวมไปถึงการนำเนื้อหาทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาอย่างละเอียดและตัดเนื้อหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้อง ออกไปหรือที่ทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่ายออกไป

2.3 ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Preliminary lesson Description)

หลังจากที่มีการวิเคราะห์งานและแนวคิด ผู้ออกแบบจะต้องนำงานและแนวคิดทั้งหลายที่ได้มานั้นมาผสมผสานให้กลมกลืนและออกแบบให้เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ ประกอบไปด้วยการกำหนดประเภทของการเรียนรู้ ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การกำหนดขั้นตอนและทักษะที่จำเป็น การกำหนดปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละประเภทและสุดท้ายคือ การจัดระบบความคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งการออกแบบลำดับ (sequence)

2.4 ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and revision of the design) การประเมินนั้นเป็นสิ่งที่ต้องทำอยู่เรื่อยๆ ระหว่างการออกแบบไม่ใช่หลังจากการออกโปรแกรมเสร็จแล้วเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)

ผังงานคือชุดของสัญลักษณ์ต่างๆ ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนผังงานเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอและปฏิสัมพันธ์นี้จะสามารถถูกถ่ายทอดออกมาได้อย่างชัดเจนที่สุดในรูปของสัญลักษณ์ซึ่งแสดงกรอบการตัดสินใจและกรอบเหตุการณ์ การเขียนผังงานจะไม่เสนอรายละเอียดหน้าจอบนจอเหมือนสตอรี่บอร์ด แต่การเขียนผังงานจะนำเสนอลำดับขั้นตอน โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งทำหน้าที่เสนอข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

การสร้างสตอรี่บอร์ดเป็นขั้นตอนการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพรวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่างๆลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่างๆเหล่านี้เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป ขณะที่ผังงานนำเสนอลำดับและขั้นตอนของการตัดสินใจ สตอรี่บอร์ดนำเสนอเนื้อหาและลักษณะของการนำเสนอ ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ดรวมไปถึงการเขียนสคริปต์ (สคริปต์ในที่นี้คือ เนื้อหาข้อความในบทเรียน) ที่ผู้เรียนจะได้เห็นบนหน้าจอ ซึ่งได้แก่ เนื้อหา ข้อมูล คำแนะนำ คำชี้แจง ข้อความเรียกความสนใจ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (Program Lesson)

ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรมนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งในขั้นตอนนี้ ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องรู้จักเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials)

เอกสารประกอบบทเรียนอาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่างๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมต่างๆไป

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

ในช่วงสุดท้าย บทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมด ควรที่จะได้รับการประเมิน โดยเฉพาะการประเมินในส่วนของของการนำเสนอและการทำงานของบทเรียน

วุฒิชัย ประสารสอย (2543: 28-31) กล่าวว่า การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกระบวนการที่จะต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่องมาก โดยมีเป้าหมายอยู่ที่การสร้างคุณภาพหรือประสิทธิภาพเชิงความรู้ เพื่อรับประกันได้ว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นนั้นมีคุณค่าต่อการศึกษาและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์จากการใช้บทเรียนนั้นได้ในระดับใดบ้าง ตลอดจนสามารถสร้างสรรค์รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาความรู้ให้เหมาะสมกับพฤติกรรมและการตอบสนองของผู้ใช้บทเรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป (Goal/Objectives) ได้แก่ กำหนดว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นนี้ต้องการจะนำไปใช้ เพื่อใคร? และต้องการให้เรียนรู้ อะไรบ้าง? จากการศึกษาและวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รวมไปถึงแผนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่ต้องการนำมาสร้างเป็นสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกด้วย
2. รายละเอียดของเนื้อหา (Content Specification) ได้แก่ เนื้อหาความรู้ที่กำหนดเอาไว้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ ซึ่งอาจจะได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสัมภาษณ์ทางวิชาการ หรือค้นหาเพื่อจัดระบบจากแหล่งทรัพยากรอื่น แล้วนำมาวิเคราะห์ความสำคัญและคุณค่าของบูรณาการด้านเนื้อหา รวมไปถึงการศึกษาและกำหนดคุณสมบัติของเนื้อหาความรู้และกิจกรรมบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนด้วย
3. วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) วิธีการนี้จะเริ่มต้นจากการ วิเคราะห์งาน (Task Analysis) เพื่ออธิบายกิจกรรมการเรียนการสอนและจัดลำดับกิจกรรมเหล่านั้นให้เหมาะสมถูกต้อง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั่วไปจนได้รายละเอียดของเรื่องที่จะสอนหรือหัวข้อการสอน (Topic Content) ต่อจากนั้นจึงนำเอารายละเอียดที่ได้มาทำการแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยตามความเหมาะสม การแบ่งเนื้อหาควรแบ่งแต่ละตอนให้สมดุลและสัมพันธ์กัน อาจสลับหัวข้อใหม่หรือรวมหัวข้อที่คล้ายคลึงกันได้เพื่อให้ต่อเนื่อง หรือเพิ่มเติมเพื่อความเข้าใจก็ยอมทำได้ข้อสำคัญ คือ ไม่ควรตัดทอนเนื้อหาให้น้อยกว่าที่กำหนด

4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) เป็นการกำหนด พฤติกรรมเชิงความรู้ (Knowledge-Base Behavior) เพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้ว่าเมื่อเรียนจบบทเรียน แล้วจะได้รับสิ่งใดจากการเรียน การกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนเอาไว้ล่วงหน้าอย่างแน่ชัด และ เฉพาะเจาะจง เป็นการบอกให้ผู้เรียนได้รับรู้ว่าตนเองจะได้รับการพัฒนาความสามารถ (Competency-Base Learning) จนประสบผลสำเร็จในการเรียนอย่างไร และช่วยผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ ตามระดับความสามารถจากการกำหนดระดับขั้นเพื่อจัดสภาวะการณ์การเรียนการสอนล่วงหน้า นั่น คือความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกมาให้ตรวจสอบและประเมินได้หลังจากการเรียนในแต่ละ เรื่องจบไปแล้ว

5. กลยุทธ์ทางการสอนและนำเสนอ (Teaching Strategies & Models of Delivery) ได้แก่ การเลือกว่าจะใช้วิธีสื่อสารเพื่อให้เกิดการรับรู้ เช่น การนำเสนอข้อมูลเนื้อหาด้วย ข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยกำหนดหลักการให้สอดคล้องกันกับวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรมและธรรมชาติของเนื้อหาวิชา เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในที่สุด การกำหนดกลยุทธ์ทางการ สอนและนำเสนอโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่สัมพันธ์ กันเป็นอย่างดี และนำเสนอเนื้อหาความรู้ที่ละเอียดน้อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนที่ ต่อเนื่องกัน และถ้าผู้เรียนได้ใช้ศักยภาพภายในตนเองอย่างเต็มที่แล้วยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ก็ยังสามารถเรียนซ้ำได้ไม่จำกัดครั้ง

6. ออกแบบและลงมือสร้างบทเรียน (Design & Implementation) ในขั้นตอนนี้ เกี่ยวข้องกับการเตรียมผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ การนำเอารายละเอียดที่ได้จาก การปฏิบัติที่ผ่านมาทั้งหมดมาจำแนกรายละเอียดเป็นการเฉพาะในแต่ละส่วน และเป็นการกำหนด แผนและวิธีการปฏิบัติในรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลในการปฏิบัติ หากพบว่ามี ข้อบกพร่องที่ส่วนใดควรปรับปรุงและแก้ไขให้บกพร่องมีน้อยที่สุดเรียกขั้นตอนการเขียนบทดำเนิน เรื่อง หรือที่เรียกว่า “การเขียนสคริปต์”

7. นำเสนอต่อผู้เรียน (Delivery) เป็นวิธีการที่จะนำไปสู่กระบวนการหา ประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักการด้านความยืดหยุ่น (Flexibility) และสร้างรูปแบบนำเสนอให้ เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน

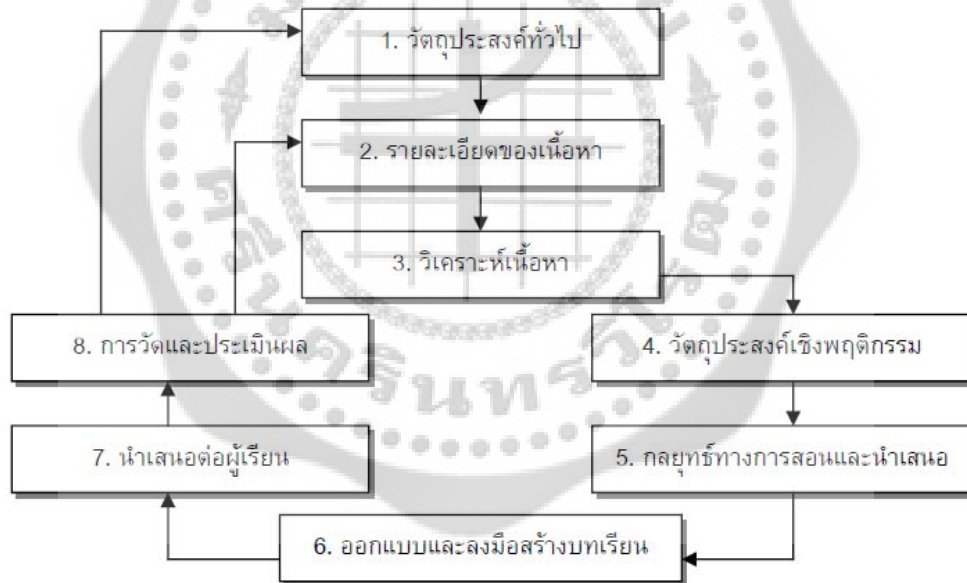
การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อจำกัดในด้านความยืดหยุ่นเมื่อ เปรียบเทียบกับการสอนโดยครูผู้สอน เพราะผู้เรียนจะเผชิญหน้าและติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิตจิตใจตลอดเวลา ดังนั้นควรเลือกวิธีนำเสนอความรู้อย่างรอบคอบรัดกุม โดย อาจจะใช้วิธีออกแบบกิจกรรมในบทเรียนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้รับการสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งเป็นการ สร้างบรรยากาศของการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับสภาวะการณ์สำหรับการสอนตาม แนวความคิดของการสอนแนวใหม่ (Alternative Teaching) ที่มุ่งเน้นให้บรรลุในหลักการสำคัญโดย สรุปคือ

1. เน้นความเป็นกันเองระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและไม่เคร่งเครียด
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน
3. ผู้เรียนมีเสรีภาพในการเลือกเรียนสิ่งที่ตนเองสนใจและใช้เวลาเรียนได้

อย่างเต็มที่

4. เน้นกิจกรรมแบบความร่วมมือกันของกลุ่มมากกว่าการแข่งขัน
ดังนั้น หากพบว่ามีข้อบกพร่องในบทเรียนตอนใดตอนหนึ่ง ควรปรับปรุงหรือแก้ไขให้สมบูรณ์มากที่สุดก่อนการนำไปใช้ในการเรียนการสอน

8. การวัดผลประเมินผล (Evaluation) ได้แก่ การประเมินระหว่างการศึกษา ด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน เพื่อให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเอาไว้ในเบื้องต้น เช่น การประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสม และการครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนที่จะจัดให้มีขึ้นในบทเรียนนั้น รวมทั้งการประเมินสรุป ซึ่งเป็นขั้นการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางเอาไว้เพื่อการหาประสิทธิภาพของบทเรียน ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของวุฒิชัย ประสารสอย

ที่มา: วุฒิชัย ประสารสอย. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา*. หน้า 30.

พรเทพ เมืองแมน (2544ก: 46) ได้เสนอแนะถึงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากแนวคิดและแบบจำลองขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักการศึกษาหลายๆ ท่านไว้ 4 ขั้นตอนด้วยกันคือ

1. การวางแผน ในการวางแผนเพื่อการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีส่วนต้องนำมาพิจารณา 3 ประการ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และผู้เรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างเนื้อหา วัตถุประสงค์ของบทเรียน และความต้องการของผู้เรียน

1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน เป็นการระบุสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะได้รับ หลังจากการเรียนรู้บทเรียน

1.3 การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาบทเรียน และความรู้หรือทักษะที่ต้องการจะให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

2. การออกแบบบทเรียน หลังจากที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และผู้เรียนและได้กำหนดวัตถุประสงค์ รวมทั้งกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว จึงนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 การออกแบบบทเรียนขั้นแรก โดยการแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยๆ และจัดลำดับของเนื้อหา เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ตามธรรมชาติของเนื้อหาบทเรียน แล้วจึงกำหนดเป็นโครงสร้างของบทเรียน

2.2 การเขียนผังงาน โดยการเขียนผังแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาบทเรียน กิจกรรม การฝึก การประเมินผลการเรียน ฯลฯ เพื่อแสดงให้เห็นโครงสร้างรวมทั้งความสัมพันธ์ของกิจกรรมที่ต้องนำเสนอในบทเรียน เป็นการอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

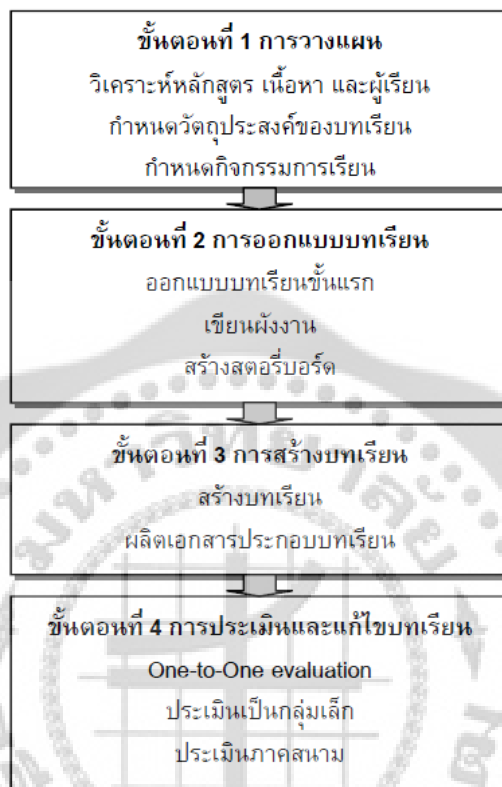
2.3 การสร้างสตอรี่บอร์ด เป็นขั้นตอนการออกแบบการนำเสนอเนื้อหาทั้งที่เป็นข้อความ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยการออกแบบลักษณะของจอภาพที่ผู้เรียนจะเห็นบนหน้าจอบทเรียน เพียงแต่สตอรี่บอร์ดเป็นการออกแบบลงบนกระดาษ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการสร้างสตอรี่บอร์ดสำหรับการผลิตสไลด์หรือโทรทัศน์นั่นเอง

3. การสร้างบทเรียน เป็นขั้นตอนของการดำเนินการสร้างบทเรียนโดยการแปลงบทหรือสตอรี่บอร์ดให้เป็นบทเรียนที่สามารถนำไปใช้ได้จริง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การสร้างบทเรียน โดยใช้ภาษาหรือโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีให้เลือกหลายโปรแกรม เช่น Authorware Professional, Multimedia Toolbook หรือ Director เป็นต้น

3.2 การผลิตเอกสารประกอบบทเรียน เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น เพราะจะเป็นการช่วยให้ผู้สอนหรือผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเอกสารอาจจะเป็นลักษณะของคำแนะนำการใช้บทเรียน คู่มือสำหรับผู้สอน คู่มือสำหรับผู้เรียน ใบงานหรือแบบฝึกหัด เป็นต้น เพื่อให้การใช้บทเรียนเกิดประสิทธิผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. การประเมินผลและแก้ไขบทเรียน จะกระทำเมื่อต้องการทราบประสิทธิภาพของบทเรียนที่ได้จัดทำขึ้น ก่อนจะนำไปใช้งาน ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของพรเทพ เมืองแมน
ที่มา: พรเทพ เมืองแมน. (2544ก). *การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia* ด้วย
Authorware. หน้า 46.

ไพร์ส (Price. 1991: 60) กล่าวว่า การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ต้องมีการกระทำทั้งในรูปแบบของการประเมินระหว่างการสร้างบทเรียน (Formative Evaluation) และการประเมินเพื่อสรุปรวบยอด (Summative Evaluation) เพื่อการเผยแพร่ในวงกว้างหรือการตีพิมพ์เป็นรายงานการสร้างบทเรียนในเชิงการวิจัยและพัฒนา

ในการประเมินระหว่างการสร้างบทเรียนนั้น ควรเริ่มตั้งแต่ในระหว่างที่กำลังดำเนินการเขียนโครงร่างของเนื้อหาบทเรียน ออกแบบแนวการสอน สร้างบทฉบับร่าง โดยขอความร่วมมือจากผู้ที่มีความชำนาญด้านเนื้อหา ด้านการผลิตบทเรียนมาให้ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจจะทำอย่างไม่เป็นทางการนัก แต่จะให้ผลดีอย่างมากต่อการสร้างบทเรียนที่มีคุณภาพ หลังจากได้แก้ไข

ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิข้างต้นแล้ว ก็ต้องมีการทดลองใช้กับตัวอย่างประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจะต้องเลือกสรรให้เป็นตัวแทนที่ดี กล่าวคือ มีผู้เรียนทั้งในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน มีทั้งเพศหญิงและชาย เป็นต้น การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ในขณะที่กำลังใช้บทเรียนก็เป็นสิ่งที่ควรกระทำ อีกทั้งข้อมูลย้อนกลับจากผู้เรียน ทั้งในแง่ผลสัมฤทธิ์ และเจตคติต่อบทเรียนจะต้องนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาบทเรียนก่อนจะนำไปเผยแพร่ต่อสาธารณชน

มนต์ชัย เทียนทอง. (2545 : 105) ได้กล่าวว่า ในขั้นตอนของการออกแบบบทเรียนนี้เป็นเทคนิคการออกแบบบทเรียนที่ใช้ได้กว้าง ๆ แต่โดยวัตถุประสงค์ของเทคนิคดังกล่าวก็เพื่อการวางแผนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ เทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง ดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์นั้น การออกแบบทั้ง 9 ขั้นตอนนี้ไม่จำเป็นต้องแยกแยะออกไปเป็นลำดับที่เรียงไว้และไม่จำเป็นว่าจะต้องครบทั้ง 9 ข้อ จะออกแบบบทเรียนโดยใช้เทคนิคการนำเสนอบทใดหรือครอบคลุมขั้นตอนการสอนอย่างไร ขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอและเนื้อหาของบทเรียนนั้นด้วย

ดังนั้น หลักในการออกแบบการเรียนการสอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีขั้นตอนหลัก ๆ อยู่ 5 ขั้นตอนด้วยกันคือ

1. การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis) เป็นขั้นตอนแรกของการออกแบบระบบการเรียนการสอน เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญยิ่งเนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ส่งผลไปยังขั้นตอนอื่นๆ ทั้งระบบ ถ้าการวิเคราะห์ไม่ละเอียดเพียงพอจะทำให้ขั้นตอนต่อไปขาดความสมบูรณ์ ในขั้นตอนนี้จึงใช้เวลาดำเนินการค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ โดยพิจารณาถึงรายละเอียดของภารกิจและเป้าหมายที่จะต้องดำเนินการภายใต้ขอบเขตของความต้องการ ประกอบด้วย การดำเนินการต่างๆ ดังนี้

- 1.1 ประเมินความต้องการ (Needs Assessment)
- 1.2 แยกแยะปัญหา (Problem Identification)
- 1.3 วิเคราะห์งานหรือภารกิจ (Task Analysis)
- 1.4 ศึกษาความรู้พื้นฐานของผู้เรียน (Prerequisite Learning) ผลลัพธ์ที่ได้

จากขั้นตอนการวิเคราะห์ได้แก่

- 1.4.1 ข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Learning Profile)
- 1.4.2 รายละเอียดของข้อจำกัดต่างๆ (Description of Constraints)
- 1.4.3 ข้อกำหนดเกี่ยวกับความต้องการและปัญหา (Needs and

Problem)

2. การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการต่างๆ ที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้โดยออกแบบบทเรียนตามกลยุทธ์ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการทำงานด้านเอกสารเช่นกัน ประกอบด้วย การดำเนินการต่างๆ ดังนี้

- 2.1 เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Write Objectives)

2.2 วางแผนการเรียนการสอน (Plan Instructional)

2.3 แยกแยะแหล่งข้อมูล (Identify Resources)

2.4 ออกแบบเครื่องมือวัดผล (Design Assessment Instrument) ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบได้แก่

2.4.1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

2.4.2 กลยุทธ์ด้านการเรียนการสอน (Instructional Strategy)

2.4.3 รายการข้อกำหนดเกี่ยวกับบทเรียนต้นแบบ (Prototype Specifications)

3. การสร้าง (Building) ขั้นตอนนี้เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบมาดำเนินการต่อ เป็นการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อพัฒนาบทเรียนตามแผนการที่วิเคราะห์ไว้ตั้งแต่ขั้นตอนแรก โดยใช้เครื่องมือหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยการดำเนินการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งบทเรียนต้นแบบที่พร้อมจะนำไปทดลองใช้ในขั้นต่อไป ประกอบด้วยการดำเนินการต่างๆ ดังนี้

3.1 ปฏิบัติงานร่วมกับผู้ผลิตและผู้สร้างบทเรียน (Work with Producers and Building)

3.2 สร้างหนังสืองานหรือโปรแกรม (Building Workbook or Program)

3.3 พัฒนาแบบฝึกหัดปฏิบัติ (Building Practice Exercises)

3.4 สร้างข้อสอบ (Building Test Items)

3.5 สร้างสรรค์สภาพแวดล้อมทางการเรียน (Create Learning environment) ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการสร้าง ได้แก่

3.5.1 บทดำเนินเรื่องและสคริปต์บทเรียน (Storyboard and Lesson Script)

3.5.2 บทเรียน CBI (Computer Based Instruction)

3.5.3 เครื่องมือสำหรับตรวจปรับบทเรียน (Feedback Instrument)

3.5.4 เครื่องมือสำหรับวัดผลบทเรียน (Measuring Instrument)

3.5.5 บทเรียน CMI (Computer Mediated Instruction)

3.5.6 การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning)

3.5.7 บทเรียน WBT (Web-Based Training)

4. การทดลองใช้ (Implementation) เป็นการนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายตามวิธีการที่วางแผนไว้ตั้งแต่ต้น ประกอบด้วยการดำเนินการต่างๆ ดังนี้

4.1 การทดลองใช้งานระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนแบบตัวต่อตัว (Instructor / Student Training, one to one)

4.2 การทดลองใช้เป็นบทเรียนนำร่อง (Pilot Training) ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการทดลอง ได้แก่

4.2.1 คำแนะนำของผู้ใช้ (User Comment)

4.2.2 ข้อมูลการประเมินผล (Evaluation Data)

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อประเมินผลตัวบทเรียน และนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขส่วนต่างๆ ที่พบข้อบกพร่องเพื่อให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพ ประกอบด้วย การดำเนินการต่างๆ ดังนี้

5.1 บันทึกข้อมูลด้านเวลา (Record Time Data)

5.2 แปลผลสรุปของข้อคำถามบทเรียน (Interpret Course Review Question Results)

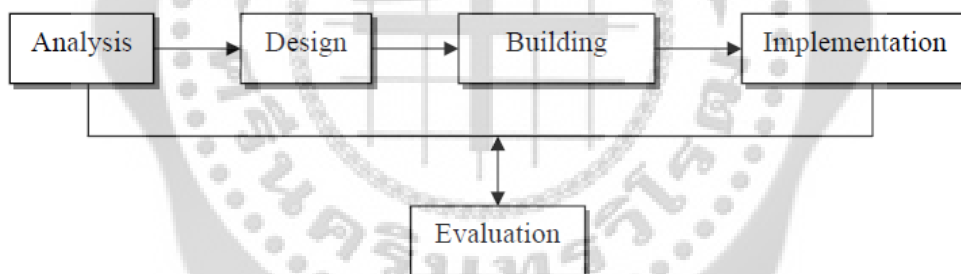
5.3 สํารวจผู้ใช้บทเรียนและผู้ควบคุม (Survey Trainees and Supervisors)

5.4 สรุปกิจกรรม (Revise Activities) ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการประเมินผล ได้แก่

5.4.1 คำแนะนำ (Recommendation)

5.4.2 รายงานการประเมินผล (Evaluation Report)

5.4.3 วัสดุสำหรับฝึกอบรมที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว (Revised Training Materials) ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนของมนต์ชัย เทียนทอง

ที่มา: มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. หน้า 105.

จากการศึกษาค้นคว้า สามารถสรุปขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้อุ้กลุ่มสาระ เนื้อหาวิชา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. กำหนดเป้าหมาย วิเคราะห์รูปแบบการสอน ได้แก่ การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล และการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน
3. ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวางแนวทางในการนำเสนอเนื้อหา โดยเขียนบทบาท (Story Board) เป็นแผ่นเรื่องราวโดยในแต่ละแผ่นประกอบไปด้วย เนื้อหา การกำหนดสี รูปแบบ/ขนาด ตัวอักษร สีพื้น รวมถึงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. ตรวจสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น โดยการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวนตั้งแต่ 3 ท่านขึ้นไป ตรวจสอบความชัดเจน ความถูกต้อง และความสอดคล้องของเนื้อหา กับจุดประสงค์ และประเมินคุณภาพของบทเรียนแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม ตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะ
6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ไปทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการหาประสิทธิภาพแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการประเมินและแก้ไขบทเรียน

1.9 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สกินเนอร์ (Skinner) นักจิตวิทยาการศึกษา ได้กล่าวว่าระบบการเรียนการสอนที่ดี จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ 5 ประการ คือ (นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531: 24-28)

1. ระบบการเรียนการสอนที่ดีจะต้องแบ่งเนื้อหาเป็นตอนๆ มีความยาวเหมาะสมกับวุฒิภาวะทางการรับรู้ของผู้เรียน โดยคำนึงถึงหลักการทางพฤติกรรมศาสตร์ ตามทฤษฎีที่ว่า “ถ้าเราแบ่งเนื้อหาวิชาที่จะถ่ายทอดให้ผู้เรียนเป็นตอนๆ ที่สั้นๆ เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน ผู้เรียนจะสามารถรับความรู้ได้ดี การให้ความรู้แก่ผู้เรียนครั้งละมากๆ “ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถเก็บและเรียกข้อมูลเนื้อหาวิชาที่ละตอนได้สะดวกและรวดเร็วมาก”
2. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์กำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ตอบสนองอย่างชัดเจน
3. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับทราบผลการเรียนรู้และกิจกรรมที่ปฏิบัติทันทีที่ปฏิบัติสำเร็จ หมายถึง การเฉลยคำตอบหรือปฏิบัติการที่ถูกต้องหลังจากผู้เรียนปฏิบัติการนั้นสำเร็จ โดยฉับพลัน ซึ่งหลักเกณฑ์ข้อนี้ เป็นจุดเด่นของระบบคอมพิวเตอร์ที่ดีกว่าสื่ออื่นๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ ผู้เรียนสามารถแอบดูเฉลยคำตอบ หรือเฉลยกิจกรรมก่อนการลงมือตอบ หรือปฏิบัติกิจกรรมให้ทราบผลว่าถูกหรือผิดทันที ภายในเสี้ยววินาที
4. จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ คือการดำเนินการกิจกรรมที่ถูกต้อง

5. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่ดี เช่น การให้รางวัลเป็นข้อความชมเชยหรือรางวัลรูปอื่น ๆ ที่ระบบคอมพิวเตอร์จะทำให้ได้ เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในแต่ละขั้น แต่ถ้าผู้เรียนเกิดการผิดพลาดในการปฏิบัติกิจกรรมหรือตอบสนองกิจกรรมไม่ถูกต้อง ระบบคอมพิวเตอร์เรื่องการเรียนการสอนจะตอบสนองโดยไม่ติเตียน ให้กำลังใจที่จะพยายามกระทำกิจกรรมต่อไปให้ถูกต้องซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมอยากเรียนรู้สูงกว่าการเรียนปกติ และไม่เลิกเรียนกลางคัน

กาเย่ (Gagne. 1988: 180-181) ได้เสนอแนวทางในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เน้นความสอดคล้องของบทเรียนกับกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในมนุษย์ (Internal Processes of Learning) โดยเสนอแนะขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน 9 ขั้นตอนด้วยกัน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ความสนใจ (Alertness)

ความสนใจอยากเรียนรู้เป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง ดังนั้น ในบทเรียนจึงควรมีการสร้างความสนใจผู้เรียน (Gain the Learner's Attention) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากเรียนรู้ในสิ่งนั้นๆซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างความสนใจด้วยภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง สี ที่ดึงดูดความสนใจผู้เรียน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะผู้เรียนแต่ละคนว่ามีความชอบหรือสนใจสิ่งใด นักออกแบบและพัฒนาบทเรียนจึงควรศึกษาเป้าหมายของผู้เรียนเสียก่อน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ

ขั้นตอนที่ 2 ความคาดหวัง (Expectancy)

ความคาดหวังในขั้นตอนที่ 2 นี้ บทเรียนควรบอกกับผู้เรียนถึงจุดประสงค์ของบทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถคาดเดาเนื้อหาของบทเรียนโดยคร่าว ๆ ก่อน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียกคืนความจำของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องที่ผู้เรียนเรียนไปแล้วนั้นได้ง่ายขึ้น การบอกวัตถุประสงค์ ผู้เรียนควรใช้คำพูดสั้นๆที่ง่ายต่อความเข้าใจ

ขั้นตอนที่ 3 หน่วยความจำในการปฏิบัติงาน (Retrieval to working Memory)

การเรียนรู้เกิดจากการผสมระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ดังนั้นก่อนที่จะนำเสนอเนื้อหาใหม่ให้แก่ผู้เรียน บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เดิม (Stimulant Recall Prior Learning) ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่ต้องการสอน การทบทวนความรู้เดิมอาจทำได้ด้วย การถามคำถาม หรือลำดับความเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิมที่เรียนมาก่อนแล้วก็ได้

ขั้นตอนที่ 4 เลือกสิ่งที่ต้องรับรู้ (Selective Perception)

เมื่อผู้เรียนรับทราบจุดประสงค์ของบทเรียนที่ชัดเจนแล้วเกิดความคาดหวังที่จะศึกษาเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ดังนั้นในขั้นตอนนี้ บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาใหม่ อาจนำเสนอในรูปแบบของข้อความ ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว และเสียงประกอบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ลักษณะผู้เรียน เนื้อหา ความสามารถของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 5 เข้ารหัสภาษา (Semantic Encoding)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรนำเสนอเนื้อหาในลักษณะที่ช่วยชี้แนวทางให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (Guide the Learning) ซึ่งอาจทำได้โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 6 การปฏิสัมพันธ์ และการตอบสนอง (Interactive and Responding)

ในขั้นตอนนี้ บทเรียนควรมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนอง (Elicit the Desired Performance) โดยการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การตอบคำถามเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว การที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกสนุกสนานในการเรียน ไม่เบื่อหน่ายต่อบทเรียนรวมทั้งยังช่วยให้เกิดการเรียนรู้อีกด้วย ดังนั้น บทเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอยู่ตลอดเวลา

ขั้นตอนที่ 7 การเสริมแรง (Reinforcement)

การเสริมแรงด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นสิ่งสำคัญมาก ผลย้อนกลับนอกจากจะบอกผู้เรียนถึงผลการกระทำแล้ว ยังช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ สนใจอยากที่จะเรียนอีกด้วย การให้ผลย้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากที่ผู้เรียนสนองตอบกับสิ่งเร้าจากบทเรียน และอาจมีหลายรูปแบบ เช่น การให้ผลย้อนกลับด้วยข้อความ ภาพหรือเสียง ทั้งนี้ผลย้อนกลับควรมีความเหมาะสมกับผู้เรียน และเนื้อหาบทเรียน

ขั้นตอนที่ 8 กำหนดตัวชี้เพื่อการเรียกคืนข้อมูล (Cueing Retrieval)

ในขั้นตอนนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีการประเมินหรือทดสอบความรู้ผู้เรียน (Access Performance) ส่วนใหญ่แล้ว การทดสอบความรู้ผู้เรียนมักอยู่ในรูปแบบของแบบทดสอบของบทเรียนเพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียนมากน้อยเพียงใด

ขั้นตอนที่ 9 การนำไปใช้ได้ทั่วไป (Generalizing)

เมื่อผู้เรียนเรียนเนื้อหาจบบทเรียนแล้ว บทเรียนควรมีการสรุปประเด็นสำคัญต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความเข้าใจกับบทเรียนเพื่อให้เกิดความจดจำ และสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Enhance Retention and Learning Transfer)

จากแนวทางในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533: 65-66) ได้กล่าวถึงหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด โดยดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่ ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้ด้วยความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียนโดยการให้สิ่งเร้า เช่น รูปภาพ ภาพยนตร์ การใช้คำ การสาธิต และการนำเสนอสิ่งเร้าเหล่านั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ
2. การบอกให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอนและเป็นแนวทางไปสู่จุดประสงค์นั้น การบอกจุดประสงค์อาจบอกให้ทราบโดยตรงหรือบอกโดยใช้คำถามก็ได้

3. การกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกความรู้อื่นๆที่ตนมีก่อน อาจใช้คำถามหรือบรรยายเพื่อทบทวนความรู้อื่นๆ แล้วนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ให้มีความพร้อมที่จะเรียนต่อ
4. การนำเสนอสิ่งเร้า สิ่งเร้าที่ประกอบการสอน ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการเรียนการสอนอื่นๆ
5. การชี้แนะการเรียนรู้ อาจใช้คำถามนำไปสู่การเรียนรู้การแนะนำการใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ
6. จัดให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรม คือให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ผู้สอนคอยให้ความสะดวกจัดเตรียมเครื่องมือ ให้พร้อมสำหรับการปฏิบัติ
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าการทำงานกิจกรรมปฏิบัติการทดลองได้ผลถูกต้องหรือต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้
8. การวัดผลการเรียน การวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในการทำกิจกรรมอาจทำได้โดยการใช้คำถาม ให้ทำแบบฝึกหัดหรือทำข้อสอบความรู้วัดในขณะที่เรียนและเมื่อสิ้นสุดการเรียน เพื่อปรับปรุงแก้ไข
9. การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และถ่ายโยงการเรียนรู้ คือการให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติซ้ำๆกัน เพื่อให้มีความคงทนของความรู้ ให้มีการทบทวนและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อฝึกการถ่ายโยงการเรียนรู้

พรเทพ เมืองแมน (2544: 22-23) ได้กล่าวถึงหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าพัฒนามาจากบทเรียนแบบโปรแกรม เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมที่อาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอบทเรียนในลักษณะของสื่อหลายมิติ และอาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนในลักษณะของสื่อหลายมิติ และอาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ดังนั้นในการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงอาศัยหลักการและทฤษฎีการเรียนรู้ เช่นเดียวกับการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้สอนหรือผู้สนใจในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม

บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นบทเรียนที่ได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนได้โต้ตอบ หรือมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนและมีการให้ผลย้อนกลับทันที เพื่อให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง พร้อมทั้งมีการเสริมแรง เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนในการออกแบบบทเรียนแบบโปรแกรมอาศัยหลักจิตวิทยาการเรียนรู้สำหรับการเรียนรายบุคคล โดยเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องมียุทธศาสตร์ดังนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) โดยการให้ผู้เรียนได้ทราบวัตถุประสงค์ของบทเรียน ร่วมวางแผนในการเรียน เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน

2. ให้ผู้เรียนเรียนรู้ทีละน้อยและตามลำดับ (Gradual Approximation) โดยการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยๆ เรียงลำดับเนื้อหาให้สัมพันธ์ต่อเนื่องกันเป็นอย่างดีตามลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ และให้ผู้เรียนเรียนจากง่ายไปหายาก

3. ให้ผู้เรียนรู้ผลการกระทำทันที (Immediate Feedback) โดยการให้ผลย้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนได้ทำการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่บทเรียนมีให้ไม่ว่าการตอบสนองนั้นจะถูกหรือผิด การให้ผู้เรียนได้รู้ผลการกระทำทันที จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี

4. ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Successful Experience) โดยการออกแบบบทเรียนให้ง่ายต่อการเรียนรู้ ไม่ซับซ้อนจนเกินไป และทำทนายพอสมควร อาจจะมีการชี้แนะหรือบอกแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน อันจะช่วยให้ผู้เรียนมีกำลังใจที่จะเรียนต่อไป

มนต์ชัย เทียนทอง (2545: 95-105) ได้กล่าวถึง หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า ได้ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของ Robert Gagne โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention) ก่อนที่จะเริ่มเรียนนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากเรียน ดังนั้นบทเรียนควรจะเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI การเตรียมผู้เรียนในขั้นแรกนี้คือการนำเสนอชื่อเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้ก็คือการนำเสนอชื่อเรื่องนั้นควรออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ แต่หากว่าการนำเสนอชื่อเรื่องดังกล่าวต้องตอบสนองจากผู้เรียนโดยผ่านแป้นพิมพ์ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น การกดแคร่ยาว (Space Bar) หรือ การกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

2. บอกวัตถุประสงค์ (Define Objective) การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น นอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้างๆ นี้เอง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น และนอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว การวิจัยยังพบว่าผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนบทเรียนจะสามารถจำแนกและเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าอีกด้วย

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Pre-knowledge) ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่กับผู้เรียนในส่วนของเนื้อหาและแนวคิดนั้นๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ ทั้งนี้นอกจากเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่ เช่น การทดสอบก่อน

การเรียนรู้ (Pretest) และยังคงตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนได้รู้มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่ด้วย

4. การนำเสนอเนื้อหา (Present Information) ก่อนเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบ คำพูดที่สั้นและง่ายได้ใจความ เป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือคำเขียนเพียงอย่างเดียว ภายใต้หลักการที่ว่าภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการหลายๆ วิธีที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้แต่จำนวนน้อยก็ยังจะดีกว่าคำเขียนทั้งหมด

5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) ตามหลักการเรียนรู้ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้กล่าวว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเป็นความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI ในขั้นนี้ก็คือ พยายามหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคการให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง อาจช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจเนื้อหาต่างๆ ชัดเจนขึ้น

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีได้กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถาม การตอบ ในด้านของการจำนั้นย่อมจะดีกว่าหากผู้ออกแบบบทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรมขั้นตอนต่างๆ

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) การวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI นั้น จะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้นถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เรียน โดยการบอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน และให้การตรวจปรับเพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การตรวจปรับที่เป็นภาพจะช่วยเร้าความสนใจยิ่งขึ้น ถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตามการตรวจปรับที่เป็นภาพนี้อาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูว่าหากทำผิดมากๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้เกมส์แขวนคอ (Hanged Man) ในการสอนศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบด้วยวิธีการกดแคร่ยาวไปเรื่อยๆ ไม่สนใจเนื้อหา ทั้งนี้เพื่ออยากดูรูปคนถูกแขวนคอ เป็นต้น วิธีการหลีกเลี่ยงก็คือภาพการตรวจปรับนี้ควรเป็นภาพในทางบวก เช่น แล่นเรือเข้าหาฝั่ง ขับยานสูดวงจันทร์ และจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น เป็นต้น อย่างไรก็ตามถ้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI ที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายในระดับสูงขึ้นการตรวจปรับด้วยคำเขียนหรือภาพ เช่น กราฟ ก็เป็นการเหมาะสมดีพอแล้ว

8. ทดสอบความรู้หลังบทเรียน (Access Performance) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียนหรือการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียนเป็นสิ่งที่จำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำที่สุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือยังต้องศึกษาเนื้อหาเพิ่ม การทดสอบดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนรู้แล้วยังมีผลในการจรรยาบรรณของผู้เรียนด้วย ข้อสอบจึงควรถามเรื่องลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนหลายส่วนอาจจะแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกหนึ่งชุดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนเองว่าจะต้องการแบบใด

9. การจำและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) ในการเตรียมการสอนสำหรับชั้นเรียนปกตินั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

จะเห็นได้ว่า นักการศึกษาส่วนใหญ่มีหลักในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งสามารถสรุปหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดังนี้

1. การเรียนรู้ด้วยความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งที่นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นหรือเร้าความสนใจ เพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีการนำสิ่งเร้าต่างๆมาใช้ประกอบการเรียนรู้ เช่น รูปภาพ แสง สี เสียง หรือประกอบจากหลายๆสิ่ง ซึ่งสิ่งเร้าที่สร้างขึ้นมีผลต่อความสนใจของนักเรียน และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการศึกษาบทเรียน

2. การบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการแจ้งให้นักเรียนทราบถึงสาระการเรียนรู้ของบทเรียนอย่างกว้างๆ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว นักเรียนจะได้รับอะไรจากการเรียนด้วยบทเรียนนี้

3. การทบทวนความรู้เดิม ก่อนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนควรได้รับการประเมินความรู้ความจำเดิมที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ โดยการทดสอบก่อนเรียนหรือบทเรียนควรมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เดิม ซึ่งทำได้โดยการถามคำถามหรือลำดับเนื้อหาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ระลึกถึงความรู้เดิม

4. การนำเสนอเนื้อหา เมื่อมีการทบทวนความรู้เดิมแล้ว บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาหรือความรู้ใหม่ อาจนำเสนอในรูปแบบของข้อความ ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว และเสียงประกอบ ซึ่งการใช้ภาพประกอบช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจดจำได้ดีกว่าการใช้คำพูดหรือข้อความแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีหลักการว่าภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการเรียนรู้ แม้เนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการสร้างภาพประกอบแต่ควรพิจารณาวิธีการที่หลากหลาย

5. การชี้แนวทางในการเรียนรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรมีการชี้แนวทางในการเรียนรู้ ทำได้โดยกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ หรือกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิม โดยมีหลักการว่าการเรียนรู้ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง

6. การกระตุ้นการตอบสนองหรือการปฏิสัมพันธ์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีการตอบสนองต่อกิจกรรมต่างๆ หากนักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนในส่วนของเนื้อหา การถาม การตอบ จะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ไม่เกิดความเบื่อหน่ายต่อบทเรียน ดังนั้นบทเรียนควรให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนตลอดเวลา

7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ หรือการเสริมแรง เป็นสิ่งสำคัญมากเพราะช่วยให้นักเรียนทราบถึงผลของการทำกิจกรรมหรือการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ การให้ข้อมูลย้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมีหลายรูปแบบ เช่น การให้ผลป้อนกลับด้วยข้อความ ภาพหรือเสียง ทั้งนี้ผลป้อนกลับควรมีความเหมาะสมกับผู้เรียนและเนื้อหา

8. การทดสอบความรู้หลังเรียน เป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เช่น การทดสอบระหว่างเรียน หรือการทดสอบหลังจบบทเรียน เป็นการทดสอบเพื่อให้ให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง อาจเป็นการทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่านักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้เพื่อจะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือไม่หรือต้องศึกษาเพิ่มเติม

9. การนำไปใช้ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว ควรมีการสรุปสาระสำคัญเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ความเข้าใจเพื่อให้เกิดความจำ แล้วสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ หรืออาจเป็นการแนะนำความรู้ใหม่หรือการแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

2.10 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ณัฐพล บัวอุไร (2551: 2) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. บทนำเรื่อง (Title) เป็นส่วนแรกของบทเรียน ช่วยกระตุ้น ได้รับความสนใจ ให้ผู้เรียนอยากติดต่อเนื้อหาต่อไป
2. คำชี้แจงบทเรียน (Instruction) การใช้บทเรียน การทำงานของบทเรียน แนะนำวิธีการใช้โปรแกรม เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียน
3. วัตถุประสงค์บทเรียน (Objective) แนะนำ อธิบายความคาดหวังของบทเรียน
4. รายการเมนูหลัก (Main Menu) แสดงหัวเรื่องย่อยของบทเรียนที่จะให้ผู้เรียนศึกษา
5. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre Test) ส่วนประเมินความรู้ขั้นต้นของผู้เรียน เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานในระดับใด

6. เนื้อหาบทเรียน (Information) นำเสนอเนื้อหาที่จะนำเสนอ ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูล เนื้อหา ข้อความ รูป ภาพเคลื่อนไหว เสียง

7. แบบทดสอบท้ายบทเรียน (Post Test) ส่วนนี้จะนำเสนอเพื่อตรวจสอบผลวัดสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

8. บทสรุป และการนำไปใช้งาน (Summary - Application) ส่วนนี้จะสรุปประเด็นต่างๆ ที่จำเป็น และยกตัวอย่างการนำไปใช้งาน

มงคล จิตรโสภิต (2553: 35-37) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนที่ประยุกต์หลักการและวิธีการมาจากบทเรียนสำเร็จรูป แต่เพิ่มเทคนิควิธีการนำเสนอและส่วนประกอบอื่นๆ อันเป็นลักษณะคุณสมบัติพิเศษของเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าไปทำให้กลายเป็นบทเรียนที่สร้างความสนใจให้กับผู้เรียนได้สูงสามารถใช้สอนแทนผู้สอนได้ ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงอยู่ในบรรทัดฐานเดียวกันกับบทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งออกแบบขึ้นโดยยึดหลักการศึกษาระเบียบและเงื่อนไขการเรียนรู้ จากทฤษฎีของนักการศึกษาและนักจิตวิทยากลุ่มต่างๆ ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1. บทนำเรื่อง (Title) บทนำเรื่องประกอบด้วยภาพนำเรื่อง ชื่อเรื่อง และเทคนิคต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนแรกของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างความสนใจให้ผู้เรียนติดตามบทเรียน และตามหลักการของ Robert Gagne กล่าวว่าในขั้นตอนนี้จะต้องใช้เทคนิคต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก สี เสียง ผสมผสานกัน เพื่อเร่งรัดความสนใจของผู้เรียนด้วยการนำเสนอสื่อต่างๆ ในเวลาอันสั้น กระชับ และตรงจุด ซึ่งอาจตามด้วยชื่อหัวข้อเรื่องบทเรียน และอาจจะค้างภาพดังกล่าวไว้บนจอภาพ จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นใด ๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียนในการมีส่วนร่วมในบทเรียนเป็นการเริ่มต้น

บทนำเรื่องจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนติดตามบทเรียน ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรให้ความสำคัญในการนำเสนอภาพ ข้อความ และเทคนิคต่างๆ ที่ช่วยสร้างความสนใจได้สูง อย่างไรก็ตาม ไม่ควรใช้เวลาในการนำเสนอมากเกินไป เพราะผู้เรียนอาจเกิดความเบื่อหน่ายได้

2. คำชี้แจงบทเรียน (Instruction) ส่วนนี้เป็นลำดับที่สองของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นส่วนที่แจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงวิธีการใช้บทเรียนและการควบคุมบทเรียน เช่น การใช้แป้นพิมพ์ การใช้เมาส์ ตลอดจนการคิดคะแนนและเก็บรักษาบทเรียนเป็นต้น ตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนเห็นว่ามีหน้าที่ความจำเป็นที่ควรชี้แจงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการใช้บทเรียนโดยไม่เกิดการเสียหายต่อบทเรียนและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอบทเรียน และควรนำเสนอด้วยข้อความสั้นๆ กระชับ เป็นทางการ และไม่ควรใช้เทคนิคพิเศษแต่อย่างใด แต่อาจจะใช้เทคนิคพิเศษในการปฏิสัมพันธ์บ้างก็ได้ เมื่อเห็นว่าคำชี้แจงส่วนนั้นสามารถสร้างเสริมให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมได้ เช่น การใช้เมาส์ อาจสร้างสถานการณ์จำลองการใช้เมาส์เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนคุ้นเคยก่อนใช้งานเป็นต้น

3. จุดประสงค์ (Objective) ในส่วนนี้กำหนดไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบความคาดหวังของบทเรียนหรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนจะแสดงออกเมื่อสิ้นสุดบทเรียน โดยระบุเป็น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามหลักการเรียนรู้ถือว่าจุดประสงค์มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นเป้าหมายที่กำหนดไว้ให้ผู้เรียนไขว่คว้าให้บรรลุตามเป้าหมายนั้น จำนวนข้อของจุดประสงค์ขึ้นอยู่กับปริมาณของเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์มาแล้วตั้งแต่ขั้นตอนแรกๆ การนำเสนอจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในส่วนนี้อาจจะนำเสนอแต่ละข้อหรือนำเสนอครั้งเดียวครบทุกข้อได้แต่ไม่ควรใช้เวลาในขั้นตอนนี้มากนักนอกจากนี้ยังอาจสร้างไว้เป็นรายการให้ผู้เรียนเลือกก็ได้เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกอ่านเมื่อต้องการเท่านั้น

4. รายการให้เลือก (Main Menu) รายการให้เลือก เป็นส่วนที่แสดงหัวเรื่องย่อยๆ ทั้งหมดที่มีอยู่ในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามลำดับก่อนหลังหรือตามความสามารถของตนเอง (ถ้าบทเรียนเปิดโอกาสให้เลือก) ส่วนนี้ประกอบด้วยเฟรมข้อความเพียงเฟรมๆ เดียว โดยมีรายการให้เลือกด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ป้อนตัวเลขหรือตัวอักษร เลื่อนแถบแสดง คลิกเมาส์ หรือวิธีการอื่นๆ ในกรณีที่บทเรียนมีเพียงหัวเรื่องเดียวโดยไม่มีหัวเรื่องย่อยๆ ก็อาจไม่ต้องมีรายการให้เลือกนี้

การนำเสนอในส่วนนี้ อาจจะนำเสนอในลักษณะของ Learning Map ก็ได้ซึ่งหมายถึงการแสดงหัวเรื่องย่อยในลักษณะของไดอะแกรม เช่น บล็อกไดอะแกรม แสดงรายชื่อของหัวเรื่องย่อยทั้งหมดในรูปแบบของความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่องกัน เพื่อแสดงให้ผู้เรียนทราบถึงความสัมพันธ์ของหัวเรื่องทั้งหมด

5. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ มีไว้เพื่อประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนในขั้นต้น ก่อนที่จะเริ่มเรียนว่ามีความรู้พื้นฐานเพียงพอหรือไม่ หรือมีความรู้อยู่ในระดับใด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะนำผลการทดสอบไปใช้อย่างไรหรือไม่ เช่น นำไปใช้จัดลำดับการเข้าสู่บทเรียน ผู้ที่ได้คะแนนแบบทดสอบก่อนข้างดี อาจจะข้ามบทเรียนบางส่วนแล้วไปเรียนในเนื้อหาส่วนที่ยาก ในทางตรงกันข้ามหากผลทดสอบของผู้เรียนคนใดที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ อาจจะถูกตัดสิทธิ์ไม่ให้เข้าเรียนหรือต้องเรียนตั้งแต่ต้นบทเรียนก็ได้ แบบทดสอบที่นิยมใช้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเป็นแบบที่ตรวจวัดง่ายและแปรผลเป็นคะแนนได้สะดวก เช่น แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด บางกรณีอาจจะใช้แบบเติมคำตอบสั้นๆ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบบทเรียน การพิจารณาว่าควรมีแบบทดสอบก่อนเรียนหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนและลักษณะของเนื้อหาวิชา ถ้าเป็นเรื่องต่างๆ ไปอาจจะไม่ต้องมีแบบทดสอบก่อนเรียนก็ได้

6. เนื้อหาบทเรียน (Information) ส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และใช้เวลามากกว่าส่วนอื่นๆ เป็นส่วนที่นำเสนอเนื้อหาใหม่แก่ผู้เรียนตามหลักการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของ Robert Gagne ได้เสนอแนะว่าควรใช้วิธีนำเสนอด้วยภาพประกอบข้อความโดยใช้คำถามสร้างสรรค์บทเรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่างๆ ตามที่บทเรียนกำหนดไว้ ส่วนประกอบของเนื้อหาบทเรียน จำแนกได้ดังนี้

6.1 เนื้อหาใหม่ (New Information) ในส่วนนี้จะนำเสนอเป็นเฟรมๆ ประกอบด้วยข้อความสั้นๆ โดยพยายามใช้ภาพแทนคำพูดหรือคำอธิบายให้มากที่สุด ทั้งภาพจริง

ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว หรือภาพกราฟิก นอกจากนี้การนำเสนอเนื้อหาใหม่ยังต้องยึดหลักการเรียนรู้รายบุคคล ได้แก่

6.1.1 การตรวจปรับเนื้อหา (Feedback)

6.1.2 การเสริมแรง (Reinforcement)

6.1.3 การสรุปเนื้อหา (Summary)

6.2 เฟรมช่วยเหลือ (Help Frame) เพื่อให้การตรวจปรับเนื้อหาระหว่างการนำเสนอเนื้อหาใหม่ สามารถตอบสนองการเรียนรู้ได้อย่างได้ผล จึงควรมีเฟรมช่วยเหลือเพื่อแนะแนวทางการเรียนรู้หรือเฉลยคำตอบให้ผู้เรียนทราบในกรณีที่ผู้เรียนทำไม่ได้ เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือตอบคำถามผิด เพื่อปรับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาช่วงต่อไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะตัดสินใจช่วยเหลืออย่างไร

6.3 สื่อประกอบ (Performance Aids) ใช้เพื่อแนะแนวทางการเรียนรู้กรณีที่ผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียน เช่น ตอบคำถามไม่ได้ ผู้ออกแบบบทเรียนอาจจะกำหนดสื่อประกอบอย่างอื่น เช่น ให้นำเนื้อหาเพิ่มเติมใช้สื่ออย่างอื่น ๆ ช่วยเหลือ และแนะแนวทางการเรียนของผู้เรียน

7. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) แบบทดสอบท้ายบทเรียนเป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ถัดจากส่วนเนื้อหา มีไว้เพื่อตรวจสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Performa) เพื่อตรวจวัดและประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้อาจจะออกแบบบทเรียนให้ผู้เรียนเรียนซ้ำในส่วนที่ทำแบบทดสอบไม่ได้ หรือกลับไปสู่รายการให้เลือกใหม่ก็ได้ เช่นเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนที่นิยมใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เนื่องจากการแปลผลเป็นคะแนนทำได้ง่ายกว่า ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของแบบทดสอบท้ายบทเรียนใช้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาผ่านไปแล้ว นอกจากนี้ยังใช้เพื่อประเมินคุณภาพของบทเรียนตามหลักสถิติการศึกษาที่นิยมหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการเปรียบเทียบระหว่างผลคะแนนการทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียน ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจึงควรมีแบบทดสอบหลังเรียน

8. สรุปผลและการนำไปใช้ (Summary and application) ประกอบด้วยเฟรมนำเสนอข้อความที่สรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่ผ่านมาในบทเรียนเพื่อสรุปประเด็นต่างๆ ให้กับผู้เรียนที่จะสามารถนำไปใช้งานหรือไปใช้ศึกษาต่อในหัวเรื่องถัดไป หรือใช้ในรายวิชาอื่นต่อไป

จากการศึกษาค้นคว้า สามารถสรุปส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดังนี้

1. บทนำเรื่อง (Title) เป็นส่วนแรกของบทเรียน ช่วยกระตุ้น ได้รับความสนใจ ให้ผู้เรียนอยากติดตามเนื้อหาต่อไป

2. คำชี้แจงบทเรียน (Instruction) การใช้บทเรียน การทำงานของบทเรียน แนะนำวิธีการใช้และควบคุมบทเรียน ตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนเห็นว่ามีความจำเป็นควรชี้แนะให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการใช้บทเรียน

3. จุดประสงค์ (Objective) เป็นการบอกความคาดหวังของบทเรียนหรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกเมื่อสิ้นสุดบทเรียน โดยระบุเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. รายการเมนูหลัก (Main Menu) แสดงหัวเรื่องย่อยทั้งหมดที่มีในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามลำดับก่อนหลังของบทเรียนที่จะให้ผู้เรียนศึกษา

5. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre Test) เป็นส่วนที่สำคัญ มีไว้เพื่อประเมินความรู้ขั้นต้นของผู้เรียน เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานในระดับใด

6. เนื้อหาบทเรียน (Information) ส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญและใช้เวลามากกว่าส่วนอื่นๆ เป็นส่วนที่นำเสนอเนื้อหาใหม่ตามหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของกาเย ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาใหม่ เฟรมช่วยเหลือ และสื่อประกอบ

7. แบบทดสอบท้ายบทเรียน (Post Test) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากเนื้อหา ซึ่งแบบทดสอบหลังเรียนมีวัตถุประสงค์หลักคือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเมื่อเรียนผ่านไป แล้ว เพื่อวัดและประเมินว่าผู้เรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ หากผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจให้ผู้เรียนเรียนซ้ำในส่วนที่ทำแบบทดสอบไม่ได้หรือกลับไปดูรายการให้เลือกใหม่ นอกจากนี้แบบทดสอบหลังเรียนยังมีไว้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกด้วย

8. บทสรุป และการนำไปใช้งาน (Summary - Application) ประกอบด้วยเฟรมนำเสนอข้อความที่สรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่เรียนผ่านมา ซึ่งถือว่าเป็นประเด็นที่จำเป็นเพื่อให้ผู้เรียนนำไปใช้งานหรือไปใช้ศึกษาต่อในหัวข้อถัดไป

1.11 ความหมายของมัลติมีเดีย

กาเยสกี (Gayeski. 1993: 4) กล่าวว่า มัลติมีเดียคือการใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดระบบการติดต่อสื่อสารแบบปฏิสัมพันธ์ในการคิดสร้างสรรค์ จัดเก็บข้อมูลการสื่อสาร และการแสดงข้อมูลกราฟิก และการเชื่อมโยงข่าวสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ

กรีน (Green. 1993: 2577-A) ให้ความหมายของมัลติมีเดียว่า เป็นการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาควบคุมสื่อต่างๆ เพื่อให้ทำงานร่วมกัน เช่น การสร้างโปรแกรมเพื่อนำเสนองานที่เป็นข้อความ มีความเคลื่อนไหว หรือมีเสียงบรรยายประกอบสลับไปกับเสียงดนตรี เพื่อสร้างบรรยากาศให้น่าสนใจ เป็นสื่อที่เข้ามามีในระบบมีทั้งภาพและเสียงพร้อม ๆ กัน โดยนำเสนอเนื้อหา วิธีการเรียน และการประเมินผล

ไฮนิก และคณะ (Heinicht; et al. 1993: 267) ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดีย หมายถึง การรวมสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความกราฟิก เสียง ภาพ และภาพวีดิทัศน์ ระบบของ

คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะมีความคล้ายคลึงกับระบบวีดิทัศน์ปฏิสัมพันธ์ จะแตกต่างกันตรงที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน

เฟรเทอร์ และพอลลิสเซน (Frater; & Paulissen. 1994: 3) กล่าวว่า มัลติมีเดียคือ การใช้คอมพิวเตอร์รวมสื่อและควบคุมอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิด เช่น จอคอมพิวเตอร์ เครื่องเล่นวีดิโอแบบเลเซอร์ดิสก์ เครื่องเล่นแผ่นเสียงจากซีดี เครื่องสังเคราะห์คำพูด และเสียงดนตรี เพื่อสื่อความหมายบางประการ

กิตานันท์ มลิทอง (2539: 292) คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง วิธีการที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในการเสนอสารสนเทศ โดยการใช้สื่อมากกว่าหนึ่งอย่างในการเสนอ เช่น ภาพกราฟิก

ครรชิต มาลัยวงศ์ (2540: 104) ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดียว่า เป็นการประยุกต์คอมพิวเตอร์ที่รวมภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ข้อความ และข้อมูลไว้ด้วยกัน ทำให้ผู้ใช้ได้รับข้อมูลและข่าวสารในรูปแบบต่างๆ ได้ครบถ้วน และน่าสนใจมากกว่าเป็นข้อความอย่างเดียว

สุประวี ว่องวีระโชติกิจ (2551: 25-26) กล่าวว่า มัลติมีเดีย (Multimedia) เป็นการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิต การเสนอเนื้อหา และควบคุมการทำงานของสื่อต่าง ๆ ให้ทำงานร่วมกันในลักษณะของการผสมผสานกันอย่างเป็นระบบ เพื่อเสนอเนื้อหาที่เป็นตัวอักษร (Text) เสียง (Sound) ภาพนิ่ง (Still Image) และวีดิทัศน์ (Video) รวมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ผู้ใช้และสื่อสามารถมีปฏิสัมพันธ์ตอบสนองซึ่งกันและกันได้ทันที และสามารถควบคุมการทำงานได้ตามต้องการ

จากการศึกษาความหมายของมัลติมีเดีย สรุปได้ว่า มัลติมีเดีย หมายถึง การนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่างๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วย ตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Still Image) ภาพเคลื่อนไหวหรือแอนิเมชัน (Animation) เสียง (Sound) และวีดิโอ (Video) โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมายกับผู้ใช้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) และได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

ดังนั้นจึงสามารถให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ได้ว่า บทเรียนโปรแกรมชนิดหนึ่งที่มีคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหา โดยการนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่างๆ มาทำงานร่วมกัน ซึ่งประกอบด้วย ตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Still Image) ภาพเคลื่อนไหวหรือแอนิเมชัน (Animation) เสียง (Sound) และวีดิโอ (Video) โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมายกับผู้เรียนอย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความต้องการ และได้บรรลุผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

1.12 องค์ประกอบของมัลติมีเดีย

คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่รวมความสามารถหลายๆด้าน ช่วยสร้างความน่าสนใจในสื่อ มีทั้งระบบการนำเสนอภาพและเสียงพร้อมๆกัน ช่วยลดปริมาณงานที่เป็นเอกสาร เพิ่มระบบการค้นหาคำที่เป็น ระบบในงานเอกสารที่เรียกว่า Hypertext เพิ่มความมีชีวิตชีวาในงาน (Sound and Animation) ฉะนั้นมัลติมีเดียจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ (Green. 1993: 12-16; Linda. 1995: 5-7) ดังนี้

1. ข้อความ (Text) หมายถึง ตัวหนังสือและข้อความที่สามารถสร้างได้หลายรูปแบบหลายขนาด การออกแบบให้ข้อความเคลื่อนไหวให้สวยงาม แปลกตาและน่าสนใจ ได้ตามต้องการ ทั้งยังสามารถสร้างข้อความให้มีการเชื่อมโยงกับคำสำคัญอื่นๆ ซึ่งอาจเน้นคำสำคัญเหล่านั้นด้วยสี หรือขีดเส้นใต้ ที่เรียกว่า ไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) สามารถทำได้โดยการเน้นสีตัวอักษร (Heavy Index) เพื่อให้ผู้ใช้ทราบตำแหน่งที่จะเข้าสู่คำอธิบายเพิ่มเติม ทั้งนี้คำอธิบายเหล่านั้นอาจสร้างไว้ในรูปแบบที่น่าสนใจ เช่น pop-up boxes, video, sound, เป็นต้น

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

2.1 เสียง ในระบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เป็นสัญญาณดิจิทัล หมายถึง การนำเอาสัญญาณเสียงต่อเนื่องที่เรียกว่า “อนาล็อก” เปลี่ยนเป็นสัญญาณ “ดิจิทัล” โดยการสุ่มเป็นช่วงๆแล้วเก็บค่าความแรงของสัญญาณเป็นตัวเลข นำไปบันทึกแล้วตัดต่อเข้ากับข้อมูลปกติ อัตราการสุ่มเสียง เรียกว่า Sampling Rate ซึ่งก็หมายถึง จำนวนครั้งในการอ่านสัญญาณเสียงต่อวินาที จำนวนบิตที่ใช้เก็บค่าสัญญาณแต่ละค่าที่ได้จากการสุ่มแต่ละครั้ง เรียกว่า Sampling Size ระบบมัลติมีเดียโดยทั่วไปมี Sampling Size เท่ากับ 8 บิต หรือ 16 บิตที่เป็นมาตรฐานของ CD-DA (Compact Disc Digital Audio) คือ 16 บิต Sampling Size 44.1 KHz ซึ่งเชื่อว่าให้เสียงได้ทุกเสียงเท่าที่ความสามารถของหูมนุษย์ทุกคนจะได้ยิน

2.2 แฟ้มเสียง เสียงดิจิทัลที่บันทึกด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์แมคอินทอช นิยมใช้ชื่อแฟ้มลงท้ายด้วย .aif หรือ .snd ส่วนในระบบวินโดวส์ .wav แฟ้มเสียงที่เกิดจากเครื่องดนตรีสังเคราะห์ที่มีระบบมิตี้จะลงท้ายไฟล์ด้วย .mid ย่อมาจาก Music Instrument Digital Interred เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1980 เพื่อสังเคราะห์เสียงดนตรีจากผู้ผลิตหลายยี่ห้อ สามารถติดต่อกันโดยส่งสัญญาณข้อมูลผ่านสายเคเบิล MIDI มีวิธีการส่งภาษาดนตรีให้แก่กัน โดยการส่งตัวเลขระบุตัวโน้ต ลำดับของตัวโน้ตและเครื่องดนตรีที่กำเนิดตัวโน้ตนั้นๆ โดยทั่วไปสามารถบันทึกข้อมูลเสียงดนตรีได้ 16 ช่องสัญญาณ และเล่นกลับได้ในช่องสัญญาณที่ต่างกัน ผู้ใช้สามารถอัดเสียงร้องเพลง และเสียงจากคีย์บอร์ดหรือดนตรีอื่นๆพร้อมๆกันเข้าไปใหม่

3. ภาพ (Picture) นำเสนอด้วยภาพวาด ภาพถ่าย หรือนำเสนอในรูปแบบไอคอนแทนการเสนอภาพทั้งหมดในเวลาเดียวกัน ซึ่งไอคอนนี้ผู้ใช้สามารถเข้าไปสุรายละเอียดทั้งหมดได้

3.1 ภาพนิ่ง (Still Picture) สามารถสร้างได้โดยใช้เครื่องสแกนภาพมาเก็บไว้ หรือใช้โปรแกรมสำหรับสร้างภาพขึ้นมา เช่น โปรแกรมประเภท CAD 3D Studio

3.2 ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) ภาพเคลื่อนไหวเกิดจากการนำภาพนิ่ง ที่ต่อเนื่องกันมาแสดงติดต่อกันด้วยความเร็วที่สายตาไม่สามารถจับได้ จำนวนภาพที่ใช้สำหรับ โทรทัศน์โดยทั่วไป 30 ภาพต่อวินาที ภาพนิ่ง 1 ภาพ เรียกว่า 1 เฟรม เนื่องจากการสร้างภาพสีต้องใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมาก จึงได้มีการคิดค้นการบีบอัดสัญญาณภาพให้มีจำนวน หน่วยความจำน้อยลงเรียกว่า Video Compression หรือที่รู้จักกันดี คือ MPEG (Moving Picture Express Group) ซึ่งสามารถบีบอัดได้ทั้งภาพและเสียง ระบบวีดีโอคอมพิวเตอร์ชั้นทำให้สามารถใช้ CD บันทึกภาพได้ทั้งเรื่อง ปัจจุบันนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียพีซีในการดูภาพยนตร์

3.3 การปฏิสัมพันธ์ (Interactive) นับเป็นคุณสมบัติที่มีความโดดเด่นกว่าสื่อ อื่นที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับสื่อได้ด้วยตัวเอง และมีโอกาสเลือกที่จะเข้าสู่ส่วนใดส่วนหนึ่งของการ นำเสนอเพื่อการศึกษาได้ตามความพอใจ

พัลลภ พิริยะสุวรรณค์ (2542: 11-12) กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการ ออกแบบมัลติมีเดีย ดังนี้

1. ตัวอักษร ถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ ในการเขียนโปรแกรม มัลติมีเดียโปรแกรมประยุกต์โดยมากมีตัวอักษรให้ผู้เขียนเลือกได้หลายๆแบบ และสามารถที่จะ เลือกสีของตัวอักษรได้ตามต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดขนาดของตัวอักษรได้ตามความ เหมาะสมการโต้ตอบกับผู้ใช้ก็ยังนิยมใช้ตัวอักษร รวมถึงการใช้ตัวอักษรในการเชื่อมโยงแบบ ปฏิสัมพันธ์ได้
2. ภาพนิ่ง เป็นภาพกราฟิกที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น ภาพถ่ายหรือภาพวาด ภาพนิ่งมีบทบาทสำคัญต่อมัลติมีเดียมาก ทั้งนี้เนื่องจากภาพจะให้ผลในเชิงของการเรียนรู้ด้วยการ มองเห็น ภาพนิ่งสามารถผลิตได้หลายวิธี เช่น การวาด การสแกนภาพ เป็นต้น
3. เสียง ในมัลติมีเดีย จะจัดเก็บในรูปแบบของข้อมูลดิจิทัล และสามารถเล่นซ้ำได้จาก เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล การใช้เสียงในมัลติมีเดียเพื่อนำเสนอข้อมูลหรือสร้างสภาพแวดล้อม ให้นำสนใจยิ่งขึ้น เช่น เสียงน้ำไหล เสียงเดินของหัวใจ เสียงสามารถใช้เสริมอักษร หรือนำเสนอวัตถุ ที่ปรากฏบนจอภาพได้อย่างดี เสียงที่ใช้ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์สามารถบันทึกเป็นข้อมูลแบบ ดิจิทัลจากไมโครโฟน แผ่นซีดี เทปและวิทยุ เป็นต้น
4. ภาพเคลื่อนไหว หมายถึง การเคลื่อนไหวของภาพกราฟิก เช่น การเคลื่อนไหว ของลูกสูบและวาล์วในระบบการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจระบบการ ทำงานของเครื่องยนต์ได้อย่างดี ดังนั้นภาพเคลื่อนไหวจึงมีขอบข่ายตั้งแต่การสร้างภาพด้วยกราฟิก อย่างง่าย จนถึงกราฟิกที่มีรายละเอียดแสดงการเคลื่อนไหว
5. การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ หมายถึง การที่ผู้ใช้มัลติมีเดียสามารถเลือก ข้อมูลได้ตามต้องการโดยใช้ตัวอักษร หรือปุ่มสำหรับตัวอักษรที่สามารถเชื่อมโยงได้จะเป็น

ตัวอักษรที่มีสีแตกต่างจากตัวอักษรตัวอื่น ๆ ส่วนปุ่มก็จะมีลักษณะคล้ายปุ่มเพื่อชมภาพยนตร์ หรือคลิกลงบนปุ่มเพื่อเข้าหาที่ต้องการ หรือเปลี่ยนหน้าต่างของข้อมูลต่อไป

6. วิดีทัศน์ การใช้มัลติมีเดียในอนาคตจะเกี่ยวข้องกับการนำภาพยนตร์วีดิทัศน์ซึ่งอยู่ในรูปของดิจิตอลรวมเข้าไปในโปรแกรมประยุกต์ที่เขียนขึ้น โดยทั่วไปของวีดิทัศน์จะนำเสนอด้วยเวลาจริงที่จำนวน 30 ภาพต่อวินาที ในลักษณะนี้จะเรียกว่าวีดิทัศน์ดิจิตอล (Digital Video) คุณภาพของวีดิทัศน์ดิจิตอลจะทัดเทียมกับคุณภาพที่เห็นได้จากโทรทัศน์ ดังนั้นวีดิทัศน์ดิจิตอล และเสียงจึงเป็นส่วนที่ผนวกเข้าสู่การนำเสนอและเขียนโปรแกรมมัลติมีเดีย วีดิทัศน์สามารถนำเสนอได้ทันทีด้วยจอคอมพิวเตอร์ในขณะที่เสียงสามารถเล่นออกไปยังลำโพงภายนอกได้โดยผ่านการ์ดเสียง

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 271-272) กล่าวถึงองค์ประกอบของมัลติมีเดียในลักษณะของสื่อหลายมิติ จะต้องประกอบสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. ภาพนิ่ง ก่อนที่ภาพถ่าย ภาพวาดหรือภาพต่างๆที่เป็นภาพนิ่งจะเสนอบนจอคอมพิวเตอร์ให้แลดูสวยงามได้นั้น ภาพเหล่านี้จะต้องถูกเปลี่ยนรูปแบบก่อนเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถใช้ และเสนอภาพเหล่านั้นได้ โดยมีรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก 2 รูปแบบ คือ

1.1 กราฟิกแผนที่บิต (bitmapped graphics) หรือ กราฟิกแรสเตอร์ (raster graphics) เป็นกราฟิกที่แสดงด้วยจุดภาพในแนวตั้ง และแนวนอนเพื่อประกอบรวมเป็นภาพ ภาพที่อยู่ในรูปแบบนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย .gif, .tiff และ .bmp

1.2 กราฟิกเส้นสมมติ (vector graphics) หรือกราฟเชิงวัตถุ (object-oriented) เป็นกราฟิกที่ใช้สูตรคณิตศาสตร์ในการสร้างภาพ โดยที่จุดภาพจะถูกระบุด้วยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แทนที่จะอยู่ในแนวตั้งและแนวนอน ภาพกราฟิกประเภทนี้จะสร้างและแก้ไขได้ง่าย และมองดูสวยงามกว่ากราฟิกแผนที่บิต ภาพในรูปแบบนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย .eps, .wmf และ .pict

2. ภาพเคลื่อนไหว ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ในสื่อประสมจะหมายถึง ภาพกราฟิกเคลื่อนไหวหรือที่เรียกกันว่าภาพ “แอนิเมชัน” (animation) ซึ่งนำภาพกราฟิกที่วาดหรือถ่ายเป็นภาพนิ่งไว้ สร้างให้แลดูเคลื่อนไหวด้วยโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการจำลองสถานการณ์จริง เช่น ภาพการขับเครื่องบิน นอกจากนี้ยังอาจใช้การเพิ่มผลพิเศษ เช่น การหลอมภาพ (morphing) ซึ่งเป็นเทคนิคการทำให้เคลื่อนไหวโดยใช้ “การเติมช่องว่าง” ระหว่างภาพที่ไม่เหมือนกันเพื่อให้ดูเหมือนว่าภาพหนึ่งถูกหลอมละลายไปเป็นอีกภาพหนึ่ง โดยมีการแสดงการหลอมของภาพหนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่งให้ดูด้วย

3. ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ การบรรจุภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ในคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องใช้โปรแกรมและอุปกรณ์เฉพาะในการจัดทำ ปกติแล้วแฟ้มภาพวีดิทัศน์จะมีขนาดเนื้อที่บรรจุใหญ่มาก ดังนั้นจึงต้องลดขนาดแฟ้มภาพลงด้วยการใช้เทคนิคการบีบอัดภาพ (compression) ด้วยการลดพารามิเตอร์บางส่วนของสัญญาณในขณะที่คงเนื้อหาสำคัญไว้ รูปแบบของภาพวีดิทัศน์บีบอัดที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ Quicktime, AVI และ MPEG

4. เสียง เช่นเดียวกับข้อมูลภาพ เสียงที่ใช้ในสื่อประสมจำเป็นต้องบันทึกและจัดรูปแบบเฉพาะเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและใช้ได้ รูปแบบเสียงที่นิยมใช้กันมากจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ Waveform (WAV) และ Musical Instrument Digital Interface (MIDI) แฟ้มเสียง WAV จะบันทึกเสียงจริงดังเช่นเสียงเพลงในแผ่นซีดี และจะเป็นแฟ้มขนาดใหญ่จึงจำเป็นต้องได้รับการบีบอัดก่อนนำไปใช้แฟ้มเสียง MIDI จะเป็นการสังเคราะห์เสียงเพื่อสร้างเสียงใหม่ขึ้นมา จึงทำให้แฟ้มมีขนาดเล็กกว่าแฟ้ม WAV แต่คุณภาพเสียงจะด้อยกว่า

5. ส่วนต่อประสาน เมื่อมีการนำข้อมูลต่างๆ มารวบรวมสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลด้วยโปรแกรมสร้างสื่อประสมแล้ว การที่จะนำองค์ประกอบต่างๆ มาใช้งานได้นั้นจำเป็นต้องใช้ส่วนต่อประสาน (Interface) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานโต้ตอบกับข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้นได้ ส่วนต่อประสานที่ปรากฏบนจอภาพจะมีมากมายหลายรูปแบบ อาทิเช่น รายการเลือกแบบผุดขึ้น (pop-up menus) แถบเลื่อน (scroll bars) และสัญรูปต่างๆ

6. การเชื่อมโยงหลายมิติ ส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของการใช้งานในรูปแบบสื่อประสมในลักษณะของสื่อหลายมิติคือ ข้อมูลต่างๆ สามารถเชื่อมโยงกันได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้จุดเชื่อมโยงหลายมิติ (hyperlink) การเชื่อมโยงนี้จะสร้างการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลตัวอักษร ภาพและเสียงโดยการใช้สี ข้อความขีดเส้นใต้หรือสัญรูป ที่ใช้แทนสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น รูปลำโพง รูปฟิล์ม ฯลฯ เพื่อให้ผู้ใช้คลิกที่จุดเชื่อมโยงเหล่านั้นไปยังข้อมูลที่ต้องการ

จากการศึกษาค้นคว้า พบว่าสามารถจำแนกองค์ประกอบของสื่อต่างๆ ได้เป็น 5 ชนิด ประกอบด้วย ข้อความที่เป็นเนื้อหาหรือตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Still Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Sound) และภาพวิดีโอ (Video) ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ข้อความที่เป็นเนื้อหาหรือตัวอักษร (Text) ถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของมัลติมีเดีย ระบบมัลติมีเดียที่นำเสนอ ผ่านจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ นอกจากจะมีรูปแบบและสีของตัวอักษรให้เลือกมากมายตามความต้องการแล้วยังสามารถกำหนดลักษณะของการปฏิสัมพันธ์ (โต้ตอบ) ในระหว่างการนำเสนอได้อีกด้วย

ข้อความ เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของมัลติมีเดีย ใช้แสดงรายละเอียด หรือเนื้อหาของเรื่องที่น่าสนใจซึ่งปัจจุบัน มีหลายรูปแบบ ได้แก่ ข้อความที่ได้จากการพิมพ์ ข้อความจากการสแกน เป็นข้อความในลักษณะภาพ หรือ Image และข้อความไฮเปอร์เท็กซ์ (Hyper Text) เป็นข้อความใช้เทคนิค การลิงก์ หรือเชื่อมข้อความ ไปยังข้อความ หรือจุดอื่นๆ ได้

2. ภาพนิ่ง (Still Image) ภาพนิ่งเป็นภาพที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น ภาพถ่าย ภาพวาด และภาพลายเส้น เป็นต้น ภาพนิ่งนับว่ามีบทบาทต่อระบบงานมัลติมีเดียมากกว่าข้อความหรือตัวอักษร ทั้งนี้เนื่องจากภาพจะให้ผลในเชิงการเรียนรู้หรือรับรู้ด้วยการมองเห็นได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายทอดความหมายได้ลึกซึ้งมากกว่าข้อความหรือตัวอักษรนั่นเองซึ่งข้อความหรือตัวอักษรจะมีข้อจำกัดทางด้านความแตกต่างของแต่ละภาษา แต่ภาพนั้นสามารถสื่อความหมายได้กับทุกชนชาติ ภาพนิ่งมักจะแสดงอยู่บนสื่อชนิดต่างๆ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์หรือวารสารวิชาการ เป็นต้น

3. ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หมายถึง ภาพกราฟิกที่มีการเคลื่อนไหวเพื่อแสดงขั้นตอนหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น การเคลื่อนที่ของอะตอมในโมเลกุล หรือการเคลื่อนที่ของลูกสูบของเครื่องยนต์ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อสร้างสรรค์จินตนาการให้เกิดแรงจูงใจจากผู้ชม การผลิตภาพเคลื่อนไหวจะต้องใช้โปรแกรมที่มีคุณสมบัติเฉพาะทางซึ่งอาจมีปัญหาก่อเกิดขึ้นอยู่บ้างเกี่ยวกับขนาดของไฟล์ที่ต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมากกว่าภาพนิ่งหลายเท่านั่นเอง

4. เสียง (Sound) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของมัลติมีเดีย โดยจะถูกจัดเก็บอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัลซึ่งสามารถเล่นซ้ำกลับไปกลับมาได้ โดยใช้โปรแกรมที่ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับทำงานด้านเสียงหากในงานมัลติมีเดียมีการใช้เสียงที่เร้าใจและสอดคล้องกับเนื้อหาในการนำเสนอ จะช่วยให้ระบบมัลติมีเดียนั้นเกิดความสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยสร้างความน่าสนใจและน่าติดตามในเรื่องราวต่างๆ ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากเสียงมีอิทธิพลต่อผู้ชมมากกว่าข้อความหรือภาพนิ่งนั่นเอง ดังนั้นเสียงจึงเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับมัลติมีเดียซึ่งสามารถนำเข้าเสียงผ่านทางไมโครโฟน แผ่นซีดี ดีวีดี เทป และวิทยุ เป็นต้น

1.13 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย

แชมเบอร์และสเปรชเชอร์ (Chamber; & Sprecher. 1983: 70-74) ระบุว่า การประเมินบทเรียนย่อมขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการสร้างบทเรียน การประเมินอาจทำได้โดยใช้แบบสอบถาม แบบเสนอรายการต่างๆ (Checklist) ให้ผู้ใช้บทเรียนทำการประเมิน รายการที่จะประเมินนั้นขึ้นกับลักษณะบทเรียนที่นำเสนอ เช่น รายการที่จะประเมินของบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง อาจแตกต่างกับบทเรียนแบบการสอนเสริม การฝึกหัดหรือการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม รายการนี้เป็นเพียงเครื่องมือชนิดหนึ่งในการวัดเท่านั้น ดังนั้นผู้สร้างบทเรียนจึงไม่ควรคำนึงเฉพาะค่าตัวเลขที่ได้จากการจัดการในเชิงสถิติเท่านั้น แต่การประเมินจำเป็นต้องใช้ความรู้ความสามารถของผู้ประเมิน มาพิจารณาบทเรียนทุกด้านอย่างรอบคอบอีกด้วย

ในการสร้างรายการที่จะสอบถามเพื่อประเมินบทเรียนนั้น แชมเบอร์และสเปรชเชอร์ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรกล่าวถึงหัวข้อต่อไปนี้

1. การนำทฤษฎีการสอน ทักษะการสอนที่เหมาะสมมาใช้ในการสร้างบทเรียน
2. เวลาที่ใช้ในการศึกษาบทเรียนเหมาะสม
3. มีการสรุปสาระสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้นาน
4. มีการสร้างบทเรียนในลักษณะของมืออาชีพ มีความประณีต ไม่มีความผิดพลาดที่เกิดจากความสะเพร่าของผู้ผลิตบทเรียน หรือขาดการพิสูจน์อักษรที่ดี
5. มีความสะดวกต่อการใช้งาน (User Friendliness) สามารถเรียนได้ โดยมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์น้อยมาก
6. สีสันทที่ใช้สวยงาม ก่อให้เกิดความสบายตา เหมาะกับวัยของผู้เรียน

7. ช่วงระยะเวลาที่ดำเนินการแต่ละขั้นตอนเหมาะสม ไม่ปล่อยให้ผู้เรียนต้องรอเป็นเวลานาน ถ้าหากจำเป็นต้องมีข้อความปรากฏบนจอ เพื่อให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน เช่น “โปรดรอสักครู” หรือ “กำลังประมวลผล” เป็นต้น

8. รูปแบบและขนาดของตัวอักษร มีความเหมาะสม อ่านง่าย

9. มีแรงจูงใจให้ผู้เรียนติดตามบทเรียนอย่างต่อเนื่องจนจบบทเรียน โดยไม่เกิดความเบื่อหน่าย

10. ผู้เรียนสามารถควบคุมเวลา และขั้นตอนในการดำเนินไปของบทเรียน ตามความสามารถของตน มีการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อต้องการ และสามารถออกจากบทเรียนได้โดยสะดวก

11. ผลที่ได้รับจากการใช้บทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และบทเรียนได้ทำหน้าที่ที่ควรจะทำได้อย่างดี นอกจากจะทำการประเมิน เพื่อพัฒนาคุณภาพของบทเรียนในด้านวัตถุประสงค์เนื้อหาสาระ ความสวยงาม ความประณีตของสาระที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และความพึงพอใจของผู้เรียนแล้ว ควรจะมีการประเมินเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนและการศึกษาเพื่อให้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีผลต่อการเรียนรู้หรือการพัฒนาทักษะของผู้เรียนเป็นที่น่าพอใจหรือไม่ โดยอาจดำเนินการในลักษณะของการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนกับหลังเรียน หรือเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์กับการสอนโดยวิธีการอื่นๆ เป็นต้น

ดิกและแคร์รี่ (Dick; & Carey, 1985: 90) ได้เสนอแนวทางในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า ควรจะดำเนินการ 3 ประการดังนี้

1. การประเมินบทเรียนในแต่ละองค์ประกอบ (One-to-One Evaluation) เป็นการประเมินอย่างไม่เป็นทางการในระหว่างการออกแบบบทเรียน เช่น ผู้ออกแบบต้องการจะใช้วิธีการพิเศษบางอย่างในการนำเสนอบทเรียนก่อนจะดำเนินการอย่างเต็มรูปแบบ เพื่อให้เกิดความมั่นใจยิ่งขึ้น ผู้ออกแบบอาจจะปรึกษากับเพื่อนร่วมงาน เพื่อให้คำแนะนำข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ หรือการให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาช่วยพิจารณาความสมบูรณ์ของลำดับแนวความคิดอย่างต่อเนื่อง สิ่งที่ไม่ควรลืมกระทำก็คือ การให้ตัวแทนของผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อบทเรียนที่ผู้ออกแบบได้พยายามทำขึ้น เพื่อพวกเขาจะได้มีสื่อที่มีประสิทธิภาพไว้ประกอบการเรียน

2. การประเมินเป็นกลุ่มเล็ก (Small-Group Evaluation) ควรกระทำหลังจากที่ได้สร้างบทเรียนฉบับร่างฉบับสุดท้าย ก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นฉบับจริงโดยให้ผู้เรียนได้ทดลองใช้จำนวนผู้เรียนที่เหมาะสมของการประเมินเป็นกลุ่มเล็ก คือ 3-5 คน เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับในด้านต่างๆ เช่น บทเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ความเหมาะสมของการนำเสนอเนื้อหาคุณภาพของโปรแกรม ความมีประสิทธิภาพในแง่ของแรงจูงใจให้ผู้เรียนติดตามบทเรียน เทคนิคที่ใช้ในการประเมินบทเรียนจากผู้เรียนเป็นกลุ่มที่มีขนาดเล็กนี้ อาจใช้ในการสัมภาษณ์ การสังเกต หรือการตีความจากข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียน

3. การประเมินภาคสนาม (Field-Test Evaluation) จะกระทำเมื่อบทเรียนต้นแบบได้เสร็จสมบูรณ์แล้ว เพื่อต้องการจะให้เกิดความมั่นใจว่า หลังจากการปรับปรุงบทเรียนจากข้อมูลใน

ขั้นตอนที่ 1 และ 2 แล้ว บทเรียนมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพอใจ การประเมินในขั้นนี้ต้องจัดสถานการณ์ในการใช้บทเรียนให้เหมือนจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ควรได้จากการสุ่ม เพื่อให้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ควรมีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่กำลังศึกษา

บทเรียนมีการบันทึกเวลาที่ผู้เรียนใช้ในการศึกษา และสัมภาษณ์ผู้เรียนเกี่ยวกับความน่าสนใจของบทเรียน ความชัดเจนของการนำเสนอเนื้อหา ช่วงไหนของบทเรียนที่ผู้เรียนชอบที่สุด จุดด้อยของบทเรียน มีข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ไขปรับปรุงบ้างหรือไม่และคุณภาพของบทเรียนในภาพรวมเป็นอย่างไร เป็นต้น

จากการทดสอบภาคสนาม จะช่วยให้ผู้สร้างบทเรียนมีข้อมูลในการนำมาพิจารณาเพื่อการแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง อันจะส่งผลให้บทเรียนมีคุณภาพยิ่งขึ้นก่อนจะนำไปเผยแพร่ในวงกว้าง

เสาวณี สิกขาบัณฑิต (2538: 284-285) กล่าวถึงการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัย ไว้ดังนี้

1. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจว่าหากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นกระทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น 1 E (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) 2 E (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 หรือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความจำมักจะตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 70/70, 75/75

2. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \qquad E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคิดเป็นร้อยละ จากการ
ทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบระหว่างเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละชุดของนักเรียน
ทั้งหมด

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบ
หลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งบท ของนักเรียนทั้งหมด

$$\begin{aligned} & \sum X \text{ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัด} \\ & \sum Y \text{ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน} \\ & A \text{ แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด} \\ & B \text{ แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ} \\ & N \text{ แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด} \end{aligned}$$

3. ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วจะต้องนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลอง
หาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน คือ

3.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) โดยนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปทดลอง
ใช้กับนักเรียน 3 คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ เพื่อจะดูว่าคอมพิวเตอร์ช่วย
สอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียนอย่างไร และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อบกพร่องอย่างไร
เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

3.2 ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (1:10) นำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจาก
การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ไปทดลองใช้กับนักเรียน 6-10 คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปาน
กลาง และต่ำ (ละผู้เรียน) หลังจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

3.3 ทดลองภาคสนาม (1:100) นำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดสอบกับกลุ่มเล็กและ
ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนทั้งชั้น 30-100 คน นำผลที่ได้ไปหาค่าประสิทธิภาพเพื่อ
ตรวจสอบหาประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. การยอมรับประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มี 3 ระดับคือ

4.1 “ สูงกว่าเกณฑ์ ” เมื่อประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับเกณฑ์
ที่ตั้งไว้มีค่าเกินกว่า 2.5 เปอร์เซนต์ขึ้นไป

4.2 “ เท่ากับเกณฑ์ ” เมื่อประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับเกณฑ์
ที่ตั้งไว้หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่มีค่าไม่เกิน 2.5 เปอร์เซนต์

4.3 “ ต่ำกว่าเกณฑ์ ” เมื่อประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่ำกว่าเกณฑ์
ที่ตั้งไว้แต่มีค่าไม่ต่ำกว่า 2.5 เปอร์เซนต์ ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2533: 127-133) กล่าวถึงเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นควรใช้เกณฑ์ 90/90 ประสิทธิภาพของบทเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เป็นความรู้ความเข้าใจควรใช้เกณฑ์ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นวิชาทักษะควรใช้เกณฑ์ 80/80 การจะยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนหรือไม่นั้น ให้ถือค่าความแปรปรวน 2.5-5% นั่นคือ ประสิทธิภาพของบทเรียนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 5% แต่ปกติจะกำหนดไว้ 2.5% เช่น ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 90/90 เมื่อทดลองแบบ 1:100 แล้วบทเรียนนั้นมีประสิทธิภาพ 87.5/87.5 เราก็สามารถยอมรับได้ว่าบทเรียนนั้นมีประสิทธิภาพ

มนต์ชัย เทียนทอง (2545: 329) กล่าวว่าถึงการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการศึกษาค้นคว้าและวิจัย ควรพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ของบทเรียน ดังนี้

ประสิทธิภาพของบทเรียน (Efficiency) หมายถึง ความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้กับผู้เรียนมีความสามารถทำแบบทดสอบระหว่างเรียน แบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบหลังเรียน ได้บรรลุวัตถุประสงค์ประสงคในระดับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ การหาประสิทธิภาพบทเรียนจึงต้องกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขึ้นก่อน โดยทั่วไปจะใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เกิดจากแบบฝึกหัดหรือคำถามระหว่างบทเรียนกับคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบแล้วนำมาคำนวณเป็นร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบกันในรูปของ Event1/Event2 โดยเขียนอย่างย่อเป็น E_1/E_2 เช่น 90/90 หรือ 85/85 และจะต้องกำหนดค่า E_1 และ E_2 เท่านั้น เนื่องจากง่ายต่อการเปรียบเทียบและการแปลความหมาย

ความหมายของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

- ร้อยละ 95 - 100 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพยอดเยี่ยม (Excellent)
- ร้อยละ 90 - 94 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดี (Good)
- ร้อยละ 85 - 89 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดีพอใช้ (Fair Good)
- ร้อยละ 80 - 84 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพพอใช้ (Fair)
- ต่ำกว่าร้อยละ 80 หมายถึง บทเรียนต้องปรับปรุงแก้ไข (Poor)

ข้อพิจารณาสำหรับเกณฑ์การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพของบทเรียนคือ ถ้ากำหนดเกณฑ์ที่สูงจะทำให้บทเรียนมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนมากขึ้น แต่ก็ไม่ใช่เรื่องง่ายนักที่จะพัฒนาบทเรียนให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนถึงเกณฑ์ในระดับนั้น อย่างไรก็ตาม ไม่ควรกำหนดต่ำกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากจะทำให้บทเรียนลดความสำคัญลงไป ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนไม่สนใจบทเรียนสามารถกำหนดคร่าวๆ ได้ดังนี้

1. บทเรียนสำหรับเด็กเล็ก ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 95-100
2. บทเรียนสำหรับเนื้อหาวิชาทฤษฎี หลักการ มโนคติ และเนื้อหาพื้นฐานสำหรับวิชาอื่นๆ ที่กำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 90-95
3. บทเรียนที่มีเนื้อหาวิชายากและซับซ้อน ต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษามากกว่าปกติ ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 85-90

4. บทเรียนวิชาปฏิบัติ วิชาประลอง หรือวิชาทฤษฎีที่ปฏิบัติ ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 80-85

5. บทเรียนสำหรับบุคคลทั่วไปไม่ระบุกลุ่มเป้าหมายที่แน่นอน ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 80-85

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2 เป็นวิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับความนิยมแพร่หลายที่สุด เนื่องจากเป็นเกณฑ์ที่ผ่านการวิจัยมาแล้วหลายครั้ง โดยได้รับการยอมรับสามารถใช้เกณฑ์ดังกล่าววัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตรงที่สุด โดยที่ E_1 และ E_2 ได้จากค่าระดับคะแนนดังต่อไปนี้

1. E_1 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบฝึกหัด (Exercise) หรือแบบทดสอบ (Test) ของบทเรียนแต่ละชุด หรือคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการตอบคำถามระหว่างบทเรียนแต่ละชุด สูตรการหาค่า E_1 คือ

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

2. E_2 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน (Posttest) สูตรการหาค่า E_2 คือ

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

โดย E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้

E_2 แทน ประสิทธิภาพของการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

$\sum Y$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายบทเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบรวม

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

โดยปกติแล้วค่าที่ได้จากการวิจัย ค่าของ E_2 จะมีค่าต่ำกว่าค่า E_1 เนื่องจาก E_1 เกิดจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบ แบบฝึกหัด หรือคำถามระหว่างเรียน ซึ่งเป็นการวัดผลในระหว่างการนำเสนอเนื้อหา หรือวัดผลทันทีที่ศึกษาเนื้อหาจบในแต่ละสิ่ง ระดับคะแนนจึงมีค่าสูงกว่าค่าของ E_2 ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียนที่ศึกษาเนื้อหาผ่านเวลาหลายชั่วโมงหรือหลายสัปดาห์ จึงอาจเกิดความสับสนหรือลี้มเลือนได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้นิยามประสิทธิภาพของของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หมายถึง คุณภาพหรือความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เมื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนแล้ว ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 โดยมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก เป็นคะแนนในการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยคิดได้เป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

80 ตัวหลัง เป็นคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังจบบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยคิดได้เป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

หลังการทดลอง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ประสิทธิภาพของบทเรียนที่ได้ควรจะต้องใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5 %

1.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย

งานวิจัยต่างประเทศ

แฟรงค์ (Franke. 1989: 3666-A) ได้ประเมินผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 การศึกษาครั้งแรกพบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้คะแนนเฉลี่ยในการทดลองสูงกว่ากลุ่มที่ควบคุม ที่ไม่ได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเล็กน้อย ส่วนการศึกษาพบว่า กลุ่มการทดลองไม่ได้พัฒนาไปมากกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากในการศึกษาครั้งแรกนักเรียนในกลุ่มทดลองเต็มใจที่จะเรียนใน ขณะที่การศึกษาครั้งที่ 2 นักเรียนได้รับมอบหมายงาน ให้นักเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าความตั้งใจของนักเรียนที่จะใช้คอมพิวเตอร์ สภาพแวดล้อมรอบๆตัว และวิธีการนำเสนอของบทเรียนเป็นสิ่งสำคัญ ที่สามารถจะส่งผลต่อบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มิกเคนส์ (Mickens. 1992: 704-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอนเสริมพีชคณิตพื้นฐาน โดยให้นักเรียนกลุ่มทดลองได้เรียนเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังชั่วโมงเรียนระหว่างปิดเทอมภาคฤดูร้อน ต้นเดือนสิงหาคม (1989) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและในกลุ่มทดลองผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหญิงสูงกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

บราวน์ (Brown. 1993: 2080-A) ได้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนแบบ Tutorial สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่จะเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นฐานฟังก์ชัน แคลคูลัส ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ขั้นสูง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ การคิดแก้ปัญหา และมีการพัฒนาทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน แคลคูลัสได้ดีขึ้น

ริดเดิล (Riddle. 1995: abstract) ได้ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียในห้องเรียน พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพจะทำให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นักเรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้รวดเร็วและง่ายต่อการใช้งานด้วยตนเอง ส่งผลดีต่อการเรียนรู้และพัฒนาในเรื่องความคิด ความรู้สึก มากกว่าการสอนในห้องเรียนแบบบรรยาย

บราวน์ (Brown. 1996: abstract) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเชื่อมโยงความรู้ด้วยการเรียนจากการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย พบว่า การนำสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมในการเรียนการสอนวิชาปรัชญานั้น ผู้สอนควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบในสัดส่วนที่เหมาะสมการออกแบบและพัฒนาการโต้ตอบของโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรมีความเชื่อถือได้ และควรออกแบบกิจกรรมการเรียนหรือกฎเกณฑ์การโต้ตอบที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ซึ่งการเชื่อมโยงความรู้ด้วยการเรียนจากการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะก่อให้เกิดความรู้แบบถาวรกระบวนการเรียนควรเน้นให้ผู้เรียนเปิดรับความรู้ด้วยตนเอง และสนับสนุน ฝึกฝนทักษะความรู้ให้เกิดความชำนาญ

แบร์ (Blair. 2000: 38-04) ศึกษาเกี่ยวกับ “การประเมินการเรียนการสอนผ่านเว็บในการออกแบบการศึกษา: การศึกษานำร่อง” ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้การเรียนการสอนผ่านเว็บประกอบมีระดับผลสัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ำกว่ากลุ่มที่เรียนแบบอื่น ๆ ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับกลุ่มที่มีการเรียนการสอนบนเว็บ มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการเรียนการสอนบนเว็บที่ใช้หน่วยเกรด และใช้เกรดเฉลี่ยสำหรับการทดสอบครั้งที่ผ่านมาในชั้นเรียน

ซู (Suh. 2000: 61-07A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ “ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคณะครูที่นำการเรียนการสอนผ่านเว็บมาใช้ในการศึกษาระดับสูง” ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของการเรียนไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนในครั้งก่อน นั่นคือ ร้อยละของจำนวนครูที่ใช้ประโยชน์จากการเรียนการสอนผ่านเว็บสูงกว่าจำนวนครูที่ไม่ใช้หรือในอีกแง่หนึ่งอาจกล่าวได้ว่าบทเรียนผ่านเว็บที่เป็นอยู่ในขณะนี้สามารถใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นได้ แต่ก็มีข้อขัดแย้งระหว่างสภาพความเป็นจริงและข้อจำกัดของศักยภาพของการเรียนการสอนผ่านเว็บที่จัดทำขึ้น

บัมพ์ (Bump. 2004: A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียทางคณิตศาสตร์มาใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับปริญญาตรี ใน

มหาวิทยาลัย Houston พบว่า นักเรียนที่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยในประเทศ

กัลยกร อนุฤทธิ์ (2550: บทคัดย่อ) ทำการศึกษาค้นคว้า เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่องบทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 82.01/82.81 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

นันทพร ระภักดี (2551: บทคัดย่อ) ศึกษาค้นคว้าเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย-นिरนัย เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย-นिरนัย สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60

มงคล จิตรโสภิต. (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.06/85.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” อยู่ในระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณภา พิมพันธ์ (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 820.04/81.97 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิต สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และบรรลุตาม

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ยังช่วยให้เรียนรู้ได้รวดเร็วและง่ายต่อการใช้งานด้วยตนเอง ส่งผลดีต่อการเรียนรู้และพัฒนาในเรื่องความคิด ความรู้สึกมากกว่าการสอนในห้องเรียนแบบบรรยาย ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ดี ควรวางแผนการออกแบบการโต้ตอบหรือการมีปฏิสัมพันธ์ที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ที่ก่อให้เกิดความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้อาจเน้นให้ผู้เรียนเปิดรับความรู้ด้วยตนเอง และสนับสนุน ผักผ่อนทักษะความรู้ให้เกิดความชำนาญ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ์ตูน

2.1 ความหมายของการ์ตูน

คินเดอร์ (Kinder. 1959: 339) ได้กล่าวว่า การ์ตูนหมายถึง ภาพที่ผู้ดูสามารถจะตีความหมายได้จากสัญลักษณ์ที่มีอยู่และส่วนใหญ่เป็นภาพที่เกินจริง เพื่อสื่อความหมายหรือเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่ทันสมัย ตัวบุคคล หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ทันที

เมเยอร์ (Mayer. 1965: 63) ได้กล่าวว่า การ์ตูนหมายถึง ภาพวาดบนกระดาษแข็ง บนกำแพงผ้ามัน กระดาษ หน้ต่าง โปสเตอร์บนหินอ่อน และงานศิลปะอื่นๆ ที่ต้องใช้ความประณีตและความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ยังเป็นภาพวาดที่ก่อให้เกิดอารมณ์ขันหรือเสียดสี เป็นภาพวาดง่ายๆ ที่ให้ความบันเทิง วิจารณ์การเมืองหรือสังคม

วิลเลียม (Williams. 1972: 728) กล่าวว่า การ์ตูน (Cartoon) มาจากคำในภาษาอิตาเลียนว่า คาโตน (Carton) และจากภาษาละตินว่า Carta มีความหมายว่า กระดาษ (paper) ตามความหมายที่เข้าใจกัน คือ การเขียนภาพลงบนกระดาษหนาหนัก ซึ่งในสมัยแรกเป็นเพียงการออกแบบเพื่องานเขียนภาพประดับกระจกและลายกระเบื้องเคลือบสี (Mosaic)

คมศักดิ์ หาญสิงห์ (2543: 21) ได้กล่าวว่า การ์ตูนหมายถึง ภาพวาดที่มีลักษณะเฉพาะซึ่งอาจเป็นการเลียนของจริง หรือแตกต่างไปจากของจริงก็ได้ แต่เป็นไปเพื่อบรรยายรายละเอียดของเนื้อเรื่องในรูปแบบของตลกขบขัน การล้อเลียนเสียดสี การชี้ชวนโฆษณาประชาสัมพันธ์ตลอดจนการนำเสนอบทเรียนให้น่าสนใจยิ่งขึ้น

พาวา พงษ์พันธ์ (2544: 20) ได้กล่าวว่า การ์ตูนคือ ภาพวาดง่ายๆ ที่มีรูปร่างล้อเลียนของจริงเป็นภาพที่เน้นเรื่องเส้นและอารมณ์เป็นสำคัญ โดยลดรายละเอียดที่ไม่จำเป็นของภาพออก มีจุดมุ่งหมายให้ทั้งความขบขัน สนุกสนาน หรือช่วยให้เกิดความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ

บุษบา ชูคำ (2550: 28) กล่าวว่า การ์ตูน หมายถึง ภาพวาดที่เขียนขึ้นอย่างง่ายๆ เพื่อแสดงเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ดูทราบเนื้อหา ด้วยสนุกสนาน เพลิดเพลิน ตลกและขบขัน ซึ่งช่วยให้เกิดความเข้าใจในเรื่องราวได้ดีกว่าการใช้ภาษาเพียงอย่างเดียว

ไหมสาเราะ โตะยะลา (2550: 7) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การ์ตูน คือ ภาพวาดง่ายๆ ที่มีการเลียนแบบสิ่งมีชีวิตต่างๆ เป็นการถ่ายทอดหรือแสดงความรู้สึก ออกเป็นรูปภาพ สอดแทรกความตลกขบขัน สนุกสนาน เพื่อสื่อให้ผู้อ่านได้เข้าใจเรื่องราวได้ดียิ่งขึ้น

สายพิรุณ ผุสดี (2552: 18) กล่าวว่าการ์ตูน คือ ภาพวาดหรือเขียน อาจเป็นภาพดลก ล้อเลียนหรือสอดแทรกอารมณ์ขัน ส่วนใหญ่มักจะเป็นภาพวาดที่เกินเลยไปจากของจริงและมีการใช้ คำพูดประกอบซึ่งช่วยให้เกิดความสนุกสนานหรือช่วยให้เกิดความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ ได้ดีกว่าการใช้ ตัวอักษรเพียงอย่างเดียว

จากการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปได้ว่า การ์ตูน หมายถึง ภาพวาดลายเส้นง่ายๆ ที่มี ลักษณะเลียนแบบของจริง และมีคำพูดประกอบเพื่อแสดงเรื่องราวหรือบอกเล่าเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อ เป็นการถ่ายทอดอารมณ์หรือแสดงความรู้สึกออกเป็นรูปภาพ ให้ความรู้สึกสนุกสนาน เพลินเพลิน ช่วยให้เข้าใจเรื่องราวต่างๆ ได้ดีขึ้น

2.2 ลักษณะของภาพการ์ตูน

ศักดิ์ชัย เกียรติจินาจันทร์ (2534: 10-11) ได้แบ่งประเภทของการ์ตูนไว้ 4 ประเภท คือ

1. ภาพเลียนแบบธรรมชาติ (Natural Cartoon) แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะย่อย คือ การ์ตูนรูปสัตว์ รูปสัตว์นี้ยังแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 การ์ตูนรูปสัตว์กิริยาท่าทางเหมือนสัตว์จริง หมายถึงรูปสัตว์ที่เขียน เลียนแบบธรรมชาติ อาจมีลักษณะเหมือนจริง หรือลดตัดทอนให้ผิดแปลกไปอย่างภาพการ์ตูน แต่ กิริยาท่าทางยังคงเป็นสัตว์ประเภทนั้น ๆ

1.2 การ์ตูนรูปสัตว์ท่าทางคน หมายถึงรูปสัตว์ต่าง ๆ ที่เขียนเลียนแบบ ธรรมชาติจริง แต่มีกิริยาท่าทางการแต่งตัวเลียนแบบคนการ์ตูนรูปคน ลักษณะการเขียนจะ เลียนแบบคนจริง หรือลดทอนจากของจริงโดยเน้นเฉพาะลักษณะเด่น ๆ ของคนก็ได้

2. การ์ตูนภาพวิจิตร (Fine Cartoon) หมายถึงลักษณะการ์ตูนที่มีลวดลายการ เขียนสวยงามในลักษณะวิจิตรศิลป์ การใช้เส้นตกแต่งลวดลายทำอย่างประณีต วิจิตร พิสดาร จน อาจถือได้ว่าเป็นงานศิลปะที่มีค่า

3. การ์ตูนภาพกราฟิก (Graphic Cartoon) หมายถึง การ์ตูนที่มีลักษณะการเขียน ภาพเหมือนงานออกแบบ รูปร่างการ์ตูนมักเป็นรูปร่างง่าย ๆ ทางเรขาคณิต เช่น วงกลม สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม เป็นต้น การระบายสีมักเป็นสีเรียบ หรือไล่สีน้ำหนกอ่อนจางเล็กน้อย มีขอบเขต ของการลงสีแน่นอน รูปเส้นขอบชัดเจน ในลักษณะเดียวกันกับงานออกแบบกราฟิก

4. การ์ตูน 3 มิติ (Three-Dimension Cartoon) หมายถึง การสร้างรูปการ์ตูนจาก วัสดุต่างๆ เช่น ดินน้ำมัน ไม้ พลาสติก เพื่อให้เป็นรูปการ์ตูน 3 มิติก่อนแล้วจึงถ่ายเป็นภาพหรือ ภาพยนตร์การ์ตูน 2 มิติอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งถ้าถ่ายทำเป็นภาพยนตร์ยังสามารถใช้เทคนิคถ่ายทำให้หุ่น การ์ตูนนั้นเคลื่อนไหวได้เหมือนมีชีวิตจริง

มนตรี เพชรอินทร์ (2546: 47 – 50) ได้อธิบายถึงรูปแบบของภาพการ์ตูนไว้ว่า ไม่ว่าจะ เป็นการ์ตูนธรรมดา หรือการ์ตูนเรื่องก็ตาม ถ้าพิจารณาตามคตินิยมทางศิลปะของนักเขียน การ์ตูนแล้วจะพบว่ามีลักษณะใหญ่ๆ อยู่ 2 แบบ คือ

1. **เลียนแบบของจริง (Realistic type)** เป็นการเขียนภาพให้ใกล้เคียงความเป็นจริงในธรรมชาติ ทั้งในเรื่องสัดส่วน รูปร่าง ลักษณะท่าทางและสภาพแวดล้อม ภาพแบบนี้มีลักษณะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาก แต่ไม่ถึงกับเป็นภาพวาดเหมือนจริง

ลักษณะภาพการ์ตูนแบบเลียนของจริงนี้ พบมากในการ์ตูนเรื่องของอเมริกา หนังสือพิมพ์รายวันของไทยบางฉบับ ได้นำภาพการ์ตูนเรื่องแบบเลียนของจริง ตัดตอนมาลงพิมพ์ในหนังสือของตน เพื่อให้ผู้อ่านติดตามอ่านทุกวัน นอกจากนี้ยังมีการ์ตูนเป็นเล่มโดยเฉพาะ เป็นการ์ตูนเรื่องเกี่ยวกับนิทานไทย ต่างประเทศ เกี่ยวกับวรรณคดี ประวัติศาสตร์ และสารคดี เป็นต้น

2. **แบบล้อของจริง (Cartoon type)** เป็นภาพที่เขียนบิดเบือนไปจากความจริง มักเน้นเฉพาะลักษณะเด่นๆ หรือที่สำคัญมีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เป็นการล้อเลียนและทำให้เกิดอารมณ์ขบขันแก่ผู้ดู ลักษณะการ์ตูนล้อของจริง จะพบในเรื่องที่เกี่ยวกับการเมืองและสังคมในปัจจุบัน หนังสือพิมพ์แทบทุกฉบับมักไม่ขาดภาพการ์ตูนล้อของจริงเหล่านี้ ทั้งในหนังสือพิมพ์ต่างประเทศ และในประเทศไทยนักเขียนภาพล้อที่มีชื่อเสียงหลายท่าน เช่น ประยูร จรรย์วาทษ์ สุชีพ ฤ สงขลา และชัยราชวัตร เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าภาพการ์ตูนมีลักษณะแตกต่างกันไปตามจินตนาการ และวิธีการวาดหรือการสร้างภาพการ์ตูนของผู้เขียน ว่าต้องการสื่อหรือแสดงอะไร ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบในการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ และสามารถทำเป็นภาพเคลื่อนไหวหรือที่เรียกกันในปัจจุบันแบบแอนิเมชันก็ได้

2.3 รูปแบบของการ์ตูน

คินเดอร์ (Kinder. 1965: 152) ได้แบ่งประเภทของการ์ตูนตามเนื้อหา ไว้ดังต่อไปนี้

1. การ์ตูนธรรมดาได้แก่ภาพวาดสัญลักษณ์หรือภาพล้อเลียนเสียดสีบุคคลสถานที่ สิ่งของหรือเรื่องราวที่น่าสนใจ
2. การ์ตูนเรื่อง หมายถึง การ์ตูนธรรมดาหลายๆภาพซึ่งจัดลำดับเรื่องราวให้สัมพันธ์ต่อเนื่องกันไปเป็นเรื่องราวอย่างสมบูรณ์

กระทรวงศึกษาธิการและธนาคารกสิกรไทย (2524: 1-2) ได้แบ่งการ์ตูนไว้ ดังนี้

1. การ์ตูนบทบรรณาธิการและการ์ตูนล้อเลียนการเมือง (Editorial Cartoons and Political Cartoons) เป็นการ์ตูนที่สืบเนื่องมาจากสาระสำคัญของบทบรรณาธิการหรือเหตุการณ์ทางการเมืองที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดเห็น อาจมีคำบรรยายหรือไม่ก็ได้
2. การ์ตูนเรื่องราวและการ์ตูนช่องเดียว (Comic Strips and Panels) มีลักษณะเป็นตัวการ์ตูนที่ผู้วาดกำหนดบุคลิกให้ อาจเป็นการ์ตูนประเภทวันต่อวันหรือวันเดียวจบ คำพูดของตัวการ์ตูนจะอยู่ในวง (Balloons) ข้างๆ หัวผู้พูด

3. การ์ตูนตลก (Gag Cartoons) เน้นความตลกขบขันเป็นหลัก เป็นการ์ตูนช่องเดียวโดยมีคำบรรยายสั้นๆ เป็นคำพูดของการ์ตูนนั้นหรืออาจจะไม่มีคำบรรยายเลยให้อ่านตีความจากท่าทางของตัวการ์ตูนเอง

4. การ์ตูนภาพประกอบ (Illustrative Cartoons) ไม่ค่อยมีความหมายในตัวเอง มักประกอบเป็นแบบเรียนหรือโฆษณาเพื่อการสอนหรืออธิบาย

5. ภาพยนตร์การ์ตูน (Animated Cartoons) คือการทำให้ภาพการ์ตูนมีชีวิตเคลื่อนไหวได้โดยการนำภาพการ์ตูนหลายๆ ภาพมาเรียงตามลำดับต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็วเป็นอากัปกริยาของตัวการ์ตูนบันทึกไว้ในแผ่นฟิล์มภาพยนตร์ ภาพยนตร์การ์ตูนขนาดสั้นจะต้องใช้ภาพวาดประมาณ 10,000 – 15,000 ภาพและภาพยนตร์การ์ตูนขนาดยาวอาจจะต้องใช้ภาพวาดถึง 2 ล้านภาพ ใช้จิตรกรนับร้อยคน

คมศักดิ์ หาญสิงห์ (2543: 22) ได้สรุปประเภทของการ์ตูนไว้ดังนี้

1. แบ่งตามรูปแบบของภาพการ์ตูน

1.1 แบบเลียนของจริง เป็นการเขียนภาพให้มีลักษณะใกล้เคียงกับความเป็นจริงในธรรมชาติ ทั้งในเรื่องสัดส่วน รูปร่าง ลักษณะต่าง ๆ ท่าทางและสภาพแวดล้อม ภาพแบบนี้มีลักษณะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาก แต่ไม่ถึงกับเป็นภาพวาดเหมือนจริง

1.2 แบบล้อของจริง เป็นภาพเขียนที่บิดเบือนไปจากความเป็นจริง มักเน้นเฉพาะลักษณะเด่น ๆ หรือสิ่งที่สำคัญมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะให้เป็นการล้อเลียนและให้เกิดอารมณ์ขำขันแก่ผู้อ่าน

1.3 แบบการ์ตูนโครงสร้างหรือภาพก้านไม้ขีด เป็นภาพวาดเส้นขาวดำต่างๆ มีสัดส่วนลักษณะผิดไปจากของจริง ภาพชนิดนี้ใช้เป็นภาพประกอบการสอนในฐานะเป็นสัญลักษณ์ของรูปภาพซึ่งเป็นที่เข้าใจกันระหว่างครูกับนักเรียน ไม่ได้เน้นเรื่องความเหมือนจริง ไม่เกี่ยวกับการแสดงความตลกขบขันของภาพ อาจใช้เส้นเขียนลงบนกระดานดำเลย หรือวาดลงบนกระดาษติดหน้าชั้นเรียนให้นักเรียนดูก็ได้

2. แบ่งตามลักษณะงานที่นำการ์ตูนไปใช้

2.1 เป็นภาพแทรกในหน้าหนังสือพิมพ์รายวัน นิตยสารรายสัปดาห์ รายปักษ์ และรายเดือน โดยส่วนมากเป็นเรื่องเทปนิยาย นิทานไทย เรื่องในวรรณคดี เป็นต้น

2.2 เป็นรูปเล่มหนังสือการ์ตูน เฉพาะเรื่องเดียวจบในฉบับหรือมีต่อกันเป็นเล่มซึ่งโดยส่วนมากเป็นเรื่องการผจญภัย ตื่นเต้น หวาดเสียว บางทีก็ลอกหรือเลียนแบบมาจากหนังสือการ์ตูนต่างประเทศ หรือภาพยนตร์ โทรทัศน์ เป็นต้น

2.3 เป็นรูปเล่มที่มีหลายเรื่องหลายรส แบบเดียวกันกับนิตยสาร คือมีการ์ตูนเรื่องยาวประจำฉบับ เรื่องสั้นจบเป็นตอนๆ เรื่องตลกขบขันประกอบด้วยคำบรรยายและสาระอื่นๆ ผสมรวมกัน

3. แบ่งตามรูปแบบของกระทรวงศึกษาธิการและธนาคารกสิกรไทย

3.1 การ์ตูนบทบรรณาธิการและการ์ตูนล้อเลียนการเมือง (editorial cartoons and political cartoons) เป็นการ์ตูนที่สืบเนื่องมาจากสาระสำคัญของบทบรรณาธิการหรือเหตุการณ์ทางการเมืองที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความคิดเห็นอามีคำบรรยายหรือไม่ก็ได้

3.2 การ์ตูนเรื่องราวและการ์ตูนช่องเดียว (comic strips and panels) มีลักษณะเป็นตัวการ์ตูนที่ผู้วาดกำหนดบุคลิกให้ อาจเป็นการ์ตูนประเภทวันต่อวันหรือวันเดียวจบ คำพูดของการ์ตูนจะอยู่ในวง (balloons) ข้างๆ หัวผู้พูด

3.3 การ์ตูนตลก (gag cartoons) เน้นความตลกขบขันเป็นหลัก เป็นการ์ตูนช่องเดียวโดยมีคำบรรยายสั้น ๆ เป็นคำพูดของการ์ตูนนั้นหรืออาจไม่มีคำบรรยายเลย ให้ผู้อ่านตีความจากท่าทางของตัวการ์ตูนเอง

3.4 การ์ตูนประกอบ (illustrative cartoons) ไม่ค่อยมีความหมายในตัวเองมักประกอบเป็นแบบเรียนหรือโฆษณาเพื่อการสอนหรืออธิบาย

3.5 ภาพยนตร์การ์ตูน (animated cartoons) คือ การทำให้ภาพยนตร์มีชีวิตเคลื่อนไหวได้โดยการนำภาพการ์ตูนหลาย ๆ ภาพมาเรียงตามลำดับต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็วเป็นอากัปกิริยา ของตัวการ์ตูนบันทึกไว้ในแผ่นฟิล์มภาพยนตร์ ภาพยนตร์การ์ตูนขนาดสั้นจะต้องใช้ภาพวาดประมาณ 10,000 – 15,000 ภาพ และภาพยนตร์การ์ตูนขนาดยาวอาจจะต้องใช้ภาพวาดถึง 2 ล้านภาพ

จากการศึกษาค้นคว้า พบว่า การ์ตูนสามารถแบ่งออกได้หลายประเภท ตามการกำหนดลักษณะของประเภทการ์ตูน เช่น การแบ่งประเภทการ์ตูนตามการนำเสนอ หรือแบ่งตามเนื้อหา อย่างไรก็ตามการนำการ์ตูนแต่ละประเภทมาใช้ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของลักษณะการ์ตูนนั้น ๆ ต่อการใช้งาน โดยเฉพาะควรคำนึงถึงผู้อ่านว่าอยู่ในช่วงวัยใด ควรเลือกภาพการ์ตูนที่เหมาะสม ซึ่งปัจจุบัน พบว่ารูปแบบของการ์ตูนมีการพัฒนาออกมามากขึ้น บางครั้งเป็นจินตนาการสู่ออนาคต แปลกใหม่ ไร้อัจฉริยะ และเสนอเรื่องราวที่ลึกซึ้งได้ สร้างจินตนาการให้ผู้อ่านเรียนรู้ได้เร็ว การ์ตูนถูกสร้างขึ้นในรูปแบบต่างๆ นอกจาก หนังสือเรียนแล้ว ในรูปแบบอื่น เช่น ภาพยนตร์ ภาพแอนิเมชันที่ใช้สำหรับ web page เป็นต้น ทั้งในรูปแบบ 2 มิติ และพัฒนาขึ้นเป็น 3 มิติที่สามารถสร้างภาพจำลอง นำเรื่องราวเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

2.4 ลักษณะของการ์ตูนที่ดี

งานวิจัยของโชเนลล์ (Schonell. 1961: 219) เกี่ยวกับการอ่านหนังสือการ์ตูนของเด็กอายุระหว่าง 5-10 ปี พบว่า เด็กช่วงอายุ 8-10 ปี สนใจอ่านหนังสือการ์ตูนแทบทั้งหมด ซึ่งผลการวิจัยของโชเนลล์สอดคล้องกับผลการวิจัยของมีด (Mead. 1963: 709) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสนใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 248 คน ที่มีต่อการอ่านหนังสือการ์ตูน โดยการสัมภาษณ์ ผลปรากฏว่าทดลองเด็กอายุประมาณ 8 ปี มีความสนใจอ่านหนังสือการ์ตูนประเภทเกี่ยวกับการผจญภัย

สมหญิง กลั่นศิริ (2521: 35) กล่าวว่า การ์ตูนที่ดีควรมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. แสดงภาพให้ผู้ดูเข้าใจความหมายตรงกับที่ผู้เขียนวางจุดมุ่งหมายไว้
2. ภาพที่เขียนเป็นภาพง่าย ๆ แสดงเฉพาะลักษณะเด่น ๆ ไม่มีความซับซ้อนหรือแสดงส่วนละเอียดมากเกินไป
3. ภาพการ์ตูนแต่ละภาพควรมีจุดมุ่งหมายเดียวและเป็นจุดเด่นของภาพ
4. ถ้ามีคำบรรยายประกอบ ควรเป็นคำบรรยายสั้น ๆ กระชับและช่วยให้ภาพสมบูรณ์

บุญเหลือ ทองเอี่ยม และสุวรรณ นาฎ (2531: 131) ได้กล่าวถึงลักษณะที่ดีของการ์ตูนคือ ให้ผลตามความมุ่งหมายของผู้ที่เขียนขึ้นมา ซึ่งลักษณะที่ดีนั้นจะต้องแสดงให้เห็นเพียงแนวความคิดเดียวโดยการใช้ภาพที่แสดงให้เห็นถึงการเสียสละ สร้างจินตนาการที่ลึกซึ้งและให้สามารถมองเห็นเป็นเรื่องจริงจากสัญลักษณ์ประจำตัวของการ์ตูน ซึ่งทำให้เกิดอารมณ์ร่วมแก่ผู้ดู เช่น อารมณ์ขัน ตื่นเต้น เศร้าโศก โกรธแค้น เป็นต้น

นอกจากนี้ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2534: 35) ได้ทำการสำรวจความสนใจและรสนิยมในการอ่านของเด็กและเยาวชน พบว่า หนังสือการ์ตูนที่เด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาชอบมากที่สุดจำนวนถึงร้อยละ 96.48 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชอบอ่านถึงร้อยละ 94.48 จากกรายงานดังกล่าวทำให้ทราบว่านักเรียนจะเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาแล้วแต่ก็ยังคงมีความสนใจในการอ่านหนังสือการ์ตูนเป็นอย่างมาก

ศักดิ์ชัย เกียรติดิโนจันทร์ (2534: 14-15) ได้กล่าวว่า การ์ตูนที่ดีนอกจากให้ความรู้และให้ความบันเทิงแล้ว ควรมีลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมการค้นคว้าและความคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์ เพื่อปลูกฝังให้เด็กสนใจทดลองค้นคว้าหาเหตุผลที่จะได้มาซึ่งความจริง
2. ควรหลีกเลี่ยงเรื่องราวเกี่ยวกับบิทธิฤทธิ์ปาฏิหาริย์ วิญญาณ โชคลาง อันหาเหตุผลที่จะพิสูจน์ความจริงมิได้ เพื่อมิให้ผู้อ่านหลงเชื่อจนยึดถือเป็นแนวทางในการตัดสินใจต่าง ๆ
3. เนื้อหาการ์ตูนควรมีลักษณะใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ตัวเอกของเรื่องมีชีวิตต่อสู้อุปสรรคต่างๆ เพื่อความสำเร็จในบั้นปลายท้ายเรื่องซึ่งเนื้อหาลักษณะนี้จะกระตุ้นให้ผู้อ่านมีความคิดสร้างสรรค์และกำลังใจที่จะต่อสู้และแก้ปัญหาชีวิตของตนเองได้
4. มีเนื้อหาธำรงไว้ซึ่งคุณธรรม การนำเสนอเนื้อหาไม่ควรจะใช้วิธีสอนโดยตรงเพราะจะทำให้หน้าเบื่อแต่ควรแทรกไว้ในพฤติกรรมของตัวละครไม่ว่าจะตัวเอกหรือตัวร้าย
5. ส่งเสริมให้เป็นคนที่มีเมตตา ปรานี รักธรรมชาติ เคารพในสิทธิหน้าที่ของมนุษย์แต่ละคน
6. นำเสนอเรื่องที่เป็นจริงมิใช่ชวนฝัน

ชลียา ลิ้มปิยากร (2540: 76) ได้กล่าวถึงลักษณะของการ์ตูนที่ดี ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ควรมีความคิดรวบยอดเดียว

2. ควรวาดให้เกินจริง

3. ควรสื่อสารด้วยภาพมากกว่าการเขียนบรรยายด้วยภาษา

4. ควรวาดลายเส้นง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน แต่มากด้วยความหมาย

แต่ในยุคปัจจุบันนี้ เนื้อหาเรื่องราวของการ์ตูนนั้นมีการตัดแปดไปอย่างมากมาย ซึ่งแนวโน้มของเนื้อหาการ์ตูนบางส่วนจะสะท้อนภาพทรูดโทรม ทั้งทางเศรษฐกิจและการเมือง ทำให้มีการ์ตูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับความรุนแรงทางอาชญากรรม เรื่องเพศ เรื่องยาเสพติด ตลกหยาบคาย การฆ่าฟันสยดสยอง เป็นต้น บางครั้งยังแสดงความเจ้าเล่ห์ทำให้ผู้ดูซึมซับสิ่งเลวร้ายเหล่านี้เข้าไป โดยไม่รู้ตัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นเด็กและเยาวชนผู้บริโภคการ์ตูนเหล่านี้ จะพลอยรับความรุนแรง ความก้าวร้าวเหล่านี้ไปด้วย (จินตนา ไบกาชฎี, 2538: 228-229) ดังนั้นการเลือกเนื้อหาการ์ตูนให้เหมาะสมกับวัยของเด็กเป็นสิ่งสำคัญ ผู้เลือกควรจะเข้าใจถึงพัฒนาการและความต้องการของเด็กในแต่ละช่วงวัย ศักดิ์ชัย เกียรติธนาสินทร์ (2534: 13) ได้อ้างถึงคำกล่าวของกิติกร มีทรัพย์ อาจารย์นักจิตวิทยาของไทย เกี่ยวกับการแบ่งลักษณะเนื้อหาของการ์ตูนที่สอดคล้องกับวัยของผู้บริโภคไว้ 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มนักเรียนก่อนวัยเรียน (3-5 ปี) เนื้อหาการ์ตูนสำหรับเด็กกลุ่มนี้มีลักษณะแปลก เพื่อฝึกฝนความเป็นจริง ลักษณะก้าวร้าวบ้างโดยเน้นผู้ชนะเป็นพระเอก ลักษณะการ์ตูนเป็นการ์ตูนรูปสัตว์ท่าทางแบบสัตว์ และการ์ตูนสัตว์ที่มีท่าทางอย่างคน มีการดำเนินเรื่องเร็ว ชัดเจน และเนื้อเรื่องขนาดสั้น

2. กลุ่มเด็กวัยเรียน (6-12 ปี) ลักษณะการ์ตูนคล้ายกับกลุ่มก่อนวัยเรียนแต่มีลักษณะเป็นการ์ตูนรูปคนมากกว่าการ์ตูนรูปสัตว์ มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่ชัดเจนเป็นจริงมากกว่าตัวละครอาจมีลักษณะเป็นกลุ่มเด็ก ๆ มีเนื้อหาซับซ้อนและยาวขึ้น

3. กลุ่มวัยรุ่น (13-20 ปี) ลักษณะภาพการ์ตูนมีความเหมือนจริงมากขึ้น ลักษณะการ์ตูนคล้ายสัตว์ไม่เป็นที่น่าสนใจของเด็กกลุ่มนี้อีกแล้ว เนื้อเรื่องมีลักษณะค้นหาความจริงสัจจะแห่ง การดำเนินชีวิตคุณธรรม อาจมีเรื่องเพศเข้ามาเกี่ยวข้อง เน้นผู้ชนะและผู้แพ้อย่างชัดเจน

4. กลุ่มผู้ใหญ่ (21 ปีขึ้นไป) ผู้ใหญ่อ่านการ์ตูนเพื่อผ่อนคลาย พักผ่อน การ์ตูนสำหรับผู้ใหญ่สามารถนำเสนอได้หลากหลายรูปแบบ

จากการศึกษาค้นคว้า จะเห็นได้ว่า ลักษณะของการ์ตูนที่ดีนั้น ควรพิจารณาจากหลายปัจจัย ดังนี้

1. อายุหรือวัยของผู้อ่าน ซึ่งมีผลต่อลักษณะการ์ตูนที่ใช้สื่อเนื้อหาหรือความสนใจของผู้อ่าน

2. เนื้อหา สาระ และลักษณะของภาพที่สื่อผ่านตัวการ์ตูน ควรมีความคิดรวบยอดหรือความหมายจะสื่อเพียงอย่างเดียว ไม่ซับซ้อน ในการตีความหมาย

3. นอกเหนือจากความสนุกสนานเพลิดเพลินที่ได้รับจากการ์ตูนแล้ว การ์ตูนที่ดีควรให้ความรู้ด้านวิชาการ ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม ให้แก่ผู้อ่านหรือผู้รับ

2.5 หลักการเลือกการ์ตูนที่ใช้ประกอบในการเรียนการสอน

การเลือกการ์ตูนไปใช้ประกอบการเรียนการสอนควรจะต้องทราบถึงคุณลักษณะของการ์ตูนที่มีประโยชน์ และที่ทำให้เกิดข้อจำกัดต่อการศึกษา และการ์ตูนนั้นสามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนได้ในหลายลักษณะ ควรเลือกให้สอดคล้องกับวัย และธรรมชาติของผู้เรียน สามารถสื่อได้ดี และควรคำนึงถึงประโยชน์ที่ผู้เรียนจะได้รับ

บุญเหลือ ทองเอี่ยม และสุวรรณ นาฎ (2531: 131) ได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์การ์ตูนในการสอน ไว้ดังนี้

1. เลือกการ์ตูนที่เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้เรียน คือผู้สอนจะต้องคำนึงถึงว่าผู้เรียนนั้นได้เคยศึกษาหรือประสบกับสิ่งนั้นๆ มาแล้วเป็นพื้นฐานหรือไม่
2. เลือกการ์ตูนที่ไม่เป็นนามธรรมมากเกินไป ควรเลือกแบบง่าย ๆ มีสัญลักษณ์ที่เด่นชัด
3. เลือกการ์ตูนที่เป็นสัญลักษณ์บ่งชี้เฉพาะจงเฉพาะเรื่อง เช่น การ์ตูนที่มีสัญลักษณ์เสียดสีทางการเมือง เป็นต้น
4. เลือกการ์ตูนที่มีขนาดเหมาะสม คือ เหมาะสมทั้งขนาดความยาวของเรื่อง ภาพ สีสัน วัย และระดับของผู้เรียน

ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ตันบรรจง (2531: 302 - 306) กล่าวถึงการใช้การ์ตูนประกอบการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจนำมาใช้ได้ ดังนี้

1. การ์ตูนที่เป็นภาพลายเส้น ครูควรจะทำอย่างง่าย ๆ เขียนภาพไปขณะที่เขียนโจทย์ไม่ ควรเขียนจนจบแล้วจึงอธิบาย
2. การ์ตูนที่เป็นภาพสำเร็จ (ภาพเดี่ยว)
3. การ์ตูนที่เป็นภาพสำเร็จที่แต่งเป็นเรื่องราว

วาสนา ชาวหา (2533: 78) กล่าวว่า ผู้สอนควรพิจารณา เลือกใช้การ์ตูนในการสอนให้เหมาะสมตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ให้นำเข้าสู่บทเรียน เนื่องจากการ์ตูนสามารถดึงดูดความสนใจ ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นผู้สอนอาจนำมาใช้เพื่อสร้างความสนใจหรือจูงใจให้ผู้เรียนพอใจที่จะเรียนรู้ในบทเรียนนั้น ๆ
2. ใช้ประกอบการบรรยายหรืออธิบาย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องราวได้เป็นอย่างดี เพราะการ์ตูนทำให้บทเรียนเป็นรูปธรรมมากขึ้น
3. ใช้เป็นกิจกรรมการเรียนของผู้เรียน โดยการส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกหัดวาดการ์ตูนง่ายๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
4. ใช้สรุปบทเรียน เพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดได้ง่ายและสามารถจดจำได้นาน

การนำการ์ตูนมาใช้ประกอบการสอนนั้น สามารถนำมาใช้ประกอบได้ในทุกช่วง กระบวนการสอนโดยพิจารณาเลือกการ์ตูนจากคุณลักษณะ ประโยชน์ และข้อจำกัด ให้สอดคล้องกับการเรียนการสอน และผู้เรียนอย่างเหมาะสม

สุพจน์ พวงนิล (2538 : 52) ได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์ในการเลือกการ์ตูนมาใช้ประกอบการสอน ไว้ดังนี้

1. เลือกการ์ตูนที่เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้เรียน โดยต้องคำนึงถึงประสบการณ์เดิมของผู้เรียน หรือความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนเป็นสำคัญ การใช้การ์ตูนประกอบการสอนจึงจะได้ผลดี
 2. เลือกการ์ตูนที่ออกแบบง่าย ๆ ไม่สลับซับซ้อนมากนัก มีคำอธิบายประกอบภาพอย่างสั้น ๆ หรือบางภาพไม่จำเป็นต้องมีคำอธิบาย แต่สามารถสื่อความคิดแก่ผู้เรียนได้
 3. เลือกการ์ตูนที่มีลักษณะให้ความหมายชัดเจน และควรเลือกการ์ตูนที่เด็กคุ้นเคยและเข้าใจความหมายได้ดีมาใช้ประกอบการสอน
 4. เลือกการ์ตูนที่มีขนาดเหมาะสม คือ เหมาะสมทั้งขนาดของภาพ สี สัน ความยาวของเรื่อง วัยของผู้เรียน และระดับของผู้ดูเป็นสำคัญ
- จากการศึกษาค้นคว้า สามารถสรุปหลักในการเลือกการ์ตูนเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนได้ดังนี้

1. เลือกให้เหมาะสมกับผู้เรียน ได้แก่ วัย ความสนใจ และประสบการณ์หรือความรู้เดิมของผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. การ์ตูนที่เลือกใช้ควรเป็นภาพที่มีการออกแบบง่าย ๆ เหมาะสมทั้งขนาดของภาพ สี สัน ความยาวของเรื่อง สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายและชัดเจนว่าผู้สอนต้องการสื่ออะไรให้แก่ผู้เรียน
3. การเลือกการ์ตูนเพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนสามารถใช้การ์ตูนได้ในทุกช่วงเวลาของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทั้งในช่วงขั้นนำ ขั้นสอน หรือขั้นสรุป เพราะการ์ตูนจะช่วยเร้าความสนใจ และสร้างเจตคติที่ดีให้เกิดกับนักเรียนได้ โดยพิจารณาเลือกการ์ตูนจากคุณลักษณะ ประโยชน์ ข้อจำกัด ให้สอดคล้องกับการเรียนการสอน และผู้เรียนอย่างเหมาะสม

2.6 ประโยชน์ของการ์ตูนต่อการเรียนการสอน

คินเดอร์ (Kinder. 1965: 399) กล่าวถึงความคิดเห็นของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาเกี่ยวกับการนำการ์ตูน ไปใช้ในการเรียนการสอนว่า การ์ตูนมีคุณค่าทางการศึกษาในแง่ของความกระชับและการดึงดูดความสนใจเพราะเนื้อหาเพียงเล็กน้อยการ์ตูนก็สามารถสื่อความหมายได้ดีกว่าคำบรรยายหลายคำ นอกจากนี้ยังพบว่าประโยชน์ของการ์ตูนอยู่ที่ใช้เป็นภาพประกอบการดึงดูดความสนใจ การจูงใจ การให้ความคมชัด การเน้นให้เกิดอารมณ์ขันเสียก่อน

สมหญิง กลั่นศิริ (2521: 35) กล่าวถึงประโยชน์และข้อจำกัดของการ์ตูนต่อการเรียนการสอน ดังนี้

ประโยชน์ของการ์ตูนต่อการเรียนการสอน

1. ส่งเสริมการสอนของผู้สอน
2. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น
3. กระตุ้นความสนใจผู้เรียน ทำให้รู้สึกสนุกสนาน
4. ช่วยผ่อนคลายอารมณ์ของผู้เรียน

ข้อจำกัดของการ์ตูน

1. การ์ตูนนั้นมีลักษณะแตกต่างไปจากธรรมชาติ ในแง่ของสัดส่วนและรายละเอียดไม่สามารถนำมาประกอบการอธิบายในบางเรื่องได้

2. ต้องใช้ทักษะในการผลิตมากพอสมควร จึงจะได้ภาพการ์ตูนที่มีลักษณะที่ดี บุญเหลือ ทองเอี่ยม และสุวรรณ นาฏ (2531: 131) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการ์ตูนที่มีต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. สำหรับเป็นเครื่องกระตุ้นให้เกิดการอยากเรียน เป็นการเร้าความสนใจแก่นักเรียนและเป็นจุดเริ่มต้นให้มีการอภิปรายถึงปัญหาต่างๆ
2. สำหรับใช้ประกอบคำอธิบายข้อความต่างๆ ให้เข้าใจง่ายขึ้น เช่น การอธิบายประโยคภาษาอังกฤษ เป็นต้น
3. สำหรับใช้เป็นกิจกรรมนักเรียน โดยให้นักเรียนหัดเขียนการ์ตูนเพื่อประกอบคำอธิบายในวิชาที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่ และให้นักเรียนใช้ภาพวาดการ์ตูนจัดป้ายนิเทศในแต่ละวิชา

สุพจน์ พวงนิล (2538: 51) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการ์ตูนต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจเรื่องที่เรียนมากขึ้นและจำได้นาน
2. ช่วยอธิบายเรื่องต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
3. ฝึกทักษะการอ่านและเพิ่มความสนใจในการอ่าน
4. ฝึกให้ผู้เรียนหรือผู้อ่านได้ใช้สมอง ใช้ความคิดเพื่อทำความเข้าใจกับภาพการ์ตูน เหล่านั้น
5. ใช้สำหรับเขียนประกอบบนวัสดุอื่นๆ เช่น แผนภูมิ สถิติ เป็นต้น
6. ใช้ส่งเสริมให้นักเรียนหัดวาดภาพการ์ตูนง่ายๆ เพื่อแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา
7. ใช้เป็นสื่อสำหรับสอนผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ดี
8. ทำให้เกิดอารมณ์ขันและสนุกสนานเพลิดเพลิน คลายเครียด
9. ช่วยสรุปข้อความได้ดี
10. ใช้เป็นเครื่องเตือนใจได้

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับประโยชน์ของการ์ตูน พบว่านอกจากความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ที่ผู้อ่านหรือผู้รับได้จากการ์ตูนแล้วนั้น ประโยชน์ของการ์ตูนต่อการเรียนการสอน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การ์ตูนช่วยสร้างความสนใจและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้มากขึ้น
2. สามารถสื่อ อธิบายและสร้างความคิดรวบยอดในเรื่องราวต่างๆ ได้ง่ายและดีขึ้น
3. ช่วยส่งเสริมทักษะในการอ่านให้กับนักเรียน
4. หากให้นักเรียนหัดวาดการ์ตูน ก็จะทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมา
5. การ์ตูนบางเรื่องสามารถสอนหรือส่งเสริมคุณธรรม และจริยธรรมให้เกิดขึ้นกับนักเรียนนอกเหนือจากความรู้ที่นักเรียนได้รับจากรายวิชานั้นๆ

2.7 จุดมุ่งหมายของการใช้ภาพการ์ตูน

วิททิช และชูเลอร์ (Wittich; & Schuller. 1957: 137-139) ได้กล่าวถึง จุดมุ่งหมายของการใช้การ์ตูนในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ใช้ในการสร้างแรงจูงใจและสร้างความสนใจในบทเรียน
2. ใช้เพื่อประกอบคำอธิบาย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนแทนที่ผู้สอนจะอธิบายเพียงปากเปล่าก็สามารถใช้ภาพการ์ตูนที่เขียนขึ้นเองได้ง่ายๆ หรืออาจเลือกมาจากหนังสือต่างๆ ก็จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องราวได้ดี โดยครูผู้สอนจะต้องชี้แจงจุดมุ่งหมายของการใช้ภาพการ์ตูนประกอบการสอนให้ผู้เรียนทราบด้วย เพื่อผู้เรียนจะได้ไม่สนใจรายละเอียดอย่างอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ผู้สอนต้องการสอน

3. ใช้เพื่อส่งเสริมกิจกรรมของนักเรียน การให้นักเรียนเขียนภาพการ์ตูนด้วยตนเอง ซึ่งภาพที่เขียนขึ้นนั้นเหมาะกับบุคลิกภาวะของเขา อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ จึงนับว่าเป็นประโยชน์อย่างมาก

แลร์ริค (Larrick. 1964: 90 - 92) ได้ให้คุณลักษณะของการ์ตูน และสาเหตุที่ทำให้เด็กอ่านหนังสือการ์ตูน ดังนี้

1. หนังสือการ์ตูนให้ความพึงพอใจ สนองตอบความชอบความต้องการของเด็กในด้านการดำเนินพฤติกรรม และการผจญภัย
2. เหตุการณ์ ในเรื่องดำเนินไปอย่างรวดเร็วแต่ละบทตอนสั้นกะทัดรัด สร้างความพึงพอใจให้แก่เด็กได้เร็ว
3. อ่านง่าย คนที่อ่านไม่คล่องก็สามารถเข้าใจเนื้อหาเรื่องได้โดยการดูรูปภาพ
4. หาอ่านได้โดยทั่วไป
5. การ์ตูนเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป เป็นที่ยอมรับของทุกกลุ่ม ทุกวัย ไม่สร้างให้เกิดจุดด้อยที่ทำให้อยู่นอกสังคม
6. เด็กหลายคนไม่มีหนังสืออ่าน จึงหันมาอ่านหนังสือการ์ตูน

จากการศึกษาค้นคว้า สามารถสรุปจุดมุ่งหมายของการใช้การ์ตูนในการเรียนการสอน ได้ดังนี้

1. การ์ตูนช่วยกระตุ้นและเร้าให้เกิดความสนใจในการเรียนได้เป็นอย่างดี
2. การ์ตูนช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ง่ายขึ้น เพราะมีการดำเนินเนื้อหาที่รวดเร็ว นักเรียนที่อ่านไม่คล่องสามารถเข้าใจได้ง่าย เนื่องจากการสื่อโดยใช้รูปภาพ
3. การ์ตูนช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ์ตูน

งานวิจัยต่างประเทศ

คินเดอร์ (Kinder. 1965: 68-69) ได้สำรวจการใช้การ์ตูนประกอบการสอนของครู ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 300 คน ปรากฏผลดังนี้

1. ครูทุกคนมีความพอใจในประโยชน์ของการ์ตูน
2. นักเรียนร้อยละ 97 ชอบเรียนกับครูที่ใช้การ์ตูน
3. การ์ตูนมีประโยชน์มากที่สุดสำหรับครูที่สอนวิชาสังคมศึกษา ศึกษาศาสตร์และ วิชาภาษาไทย
4. ประโยชน์ของการ์ตูนอยู่ที่การใช้ภาพประกอบ การดึงดูดความสนใจ การจูงใจ การให้ความชัดเจน การเน้นให้เกิดอารมณ์ขัน

ครราวลี และมิลส์ (Crowley; & Mills. 1986: 15) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการบำบัดเด็กที่มี ปัญหาด้านอารมณ์ด้วยการ์ตูน โดยใช้สิ่งแวดล้อมภายในชั้นเรียนเป็นการใช้ประโยชน์ของการ์ตูน โดยใช้วิธีการทางการแพทย์ ผลการทดลองจะสังเกตได้จากพฤติกรรมของนักเรียนในชั้นเรียนวิธีการ ดำเนินการทดลอง คือ การให้นักเรียนเลือกการ์ตูน และเล่าเรื่องราวหรือใช้คำอุปมาอุปไมย คำ สุภาษิตที่เกี่ยวกับการ์ตูนที่เลือก การเล่าเรื่องเด็กอาจจะเล่าตามความเป็นจริงของตัวเอง หรือจาก จิตนาการของเขาก็ได้ จากการเล่าเรื่องนี้เอง ประสบการณ์ต่างๆ ที่มีในตัวเด็กและจะแสดงออกมาให้ นักบำบัดได้เห็นในระหว่างนี้ นักบำบัดก็จะให้การแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยทางอ้อมให้แก่ เด็กด้วย

นาคากาวา (Nakagawa. 2004: abstract) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเรียนภาษาญี่ปุ่น จากนิทานผ่านสื่อระบบดิจิทัล ผลปรากฏว่า ผู้วิจัยใช้นิทานเรื่อง อูราซึมา ทาโร่ ซึ่งเป็นนิทาน พื้นบ้านที่โด่งดังของชาวญี่ปุ่น สอนภาษาญี่ปุ่นผ่านทางเว็บไซต์ นิทานการ์ตูนเรื่อง อูราซึมา ทาโร่ ช่วยให้ผู้มีทักษะทางภาษาญี่ปุ่นดีขึ้น และช่วยให้กระตุ้นความสนใจในการเรียน ผู้เรียนรู้สึก สนุกสนานมากขึ้น

โซวาค (Sovak. 2006: 42) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการแยกส่วนประกอบ ของรูปภาพสำหรับภาพสี่ ซึ่งเป็น การแยกส่วนประกอบของรูปภาพออกเป็น ส่วนๆ เพื่อทดสอบ เทคนิคการให้สีที่มีผลต่อโครงสร้างของรูปการ์ตูน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าพฤติกรรมในการแยก

ส่วนประกอบส่วนต่าง ๆ ของรูปภาพจะส่งผลต่อเทคนิคในการให้สีแตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือ RGB, HIS และ CB

งานวิจัยในประเทศ

คมศักดิ์ หาญสิงห์ (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมจากครูแบบปกติ และจากบทเรียนการ์ตูน โดยได้ทำการทดลองกับนักเรียนโรงเรียนเทพศิรินทร์ร่วมเกล้ากรุงเทพมหานคร ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนการ์ตูนกับการสอนซ่อมเสริมโดยครูตามปกติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ร้อยละ 50 ขึ้นไป มีจำนวนคิดเป็น 62.50% ของจำนวนนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมทั้งหมด

จุฑารัตน์ จันทะนาม (2543: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองที่ใช้การ์ตูนประกอบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งได้ทดลองกับนักเรียนโรงเรียนราชินี จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 80 คน ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน แบบแก้ปัญหาโดยใช้ชุดการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองที่ใช้การ์ตูนประกอบกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรอุมา ไชยโยธา (2547: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้การ์ตูนประกอบ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางบางกะปิ กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้การ์ตูนประกอบสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุษบา ชูคำ. (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับผลของการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์แบบ E-Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์ แบบ E-Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าค่าเกณฑ์ (60%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์ หลังการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์แบบ E-Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์แบบ E-Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การ์ตูนมีบทบาท มีคุณค่า และมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ในทางการศึกษา การนำการ์ตูนมาใช้ในการเรียนการสอน มีการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบ และวิธีการนำเสนอเรื่อยมา เพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด โดยเฉพาะนักเรียนใน

ระดับอนุบาล ประถมศึกษา และมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งถือว่าเป็นวัยที่มีความสนใจในการ์ตูน เพราะการ์ตูนสามารถสร้างแรงจูงใจและเร้าความสนใจในการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ดี ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

แอนเดอร์สัน และพินกรี (Anderson; & Pingry. 1973: 228) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบ ซึ่งผู้ตอบจะทำได้ดีต้องมีวิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ ประสบการณ์และการตัดสินใจโดยพร้อมมูล

อดัมส์ เอลลิสและบีสัน (Adams Ellis; & Beeson. 1977: 173-174) ได้ให้ความหมายของปัญหาว่า คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุ วิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาต้องค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใดในการหา คำตอบของปัญหา นั่นคือ การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา จะได้จากการพิจารณาว่าจะต้องทำอะไร

ครูอิกแซงก์ และเซฟฟีลด์ (Cruikshank; & Sheffield. 1992: 37) กล่าวว่า “ปัญหาเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ท้าให้งงงวย ปัญหาควรจะเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที หรือรู้วิธีหาคำตอบโดยทันที ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ไม่ได้หมายความว่า จะเกี่ยวข้องกับจำนวนเท่านั้น ปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนก็ได้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใดต้องใช้ทักษะความรู้ และอุปกรณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในขณะนี้

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ (2542: 127) ได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งต้องการคำตอบ คำตอบที่ได้จะเกี่ยวข้องกับ

ปริมาณ ด้วยปัญหาคณิตศาสตร์มีมากมายหลายชนิด เช่น ปัญหาที่ปรากฏในหนังสือเรียน ปัญหาที่พบในหนังสือเรียนทั่วไป ปัญหาให้ค้นพบ ปัญหาให้พิสูจน์

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 142) กล่าวว่า ปัญหาคือ กิจกรรมที่ต้องบรรลุเป้าหมาย แต่มีเหตุขัดข้องเกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้นั้นคือ ปัญหา

จากการศึกษาค้นคว้า ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการหาคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือคำอธิบายการให้เหตุผล เป็นสถานการณ์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ต้องใช้ประสบการณ์ ทักษะ ความรู้ วิธีการและตัดสินใจ หลายๆอย่างเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบหรือข้อสรุปนั้นได้

3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1980: 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อจะให้ได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่สิ่งที่เหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

ครูลิก และรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1987: 4) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ก่อนที่จะได้มาซึ่งความรู้ ทักษะและความเข้าใจ เพื่อจะดำเนินการตามความต้องการของสถานการณ์ที่ไม่เคยเจอ นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ต่าง ๆ ที่ตัวเองมีและประยุกต์ความรู้เหล่านั้นต่อสถานการณ์ใหม่ๆ และสถานการณ์ที่ต่างกัน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 8) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

จากการศึกษาค้นคว้า สามารถสรุปความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสบการณ์ ทักษะ ความรู้ และการตัดสินใจ และยุทธวิธีต่างๆ เข้าด้วยกัน ในการแสดงแนวคิดเพื่อดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้มาคำตอบหรือข้อสรุปของคำถามหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถวัดได้จากความสามารถ 4 ด้าน ดังนี้

6.1 ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา คือ การพิจารณาว่าปัญหากำหนดอะไรมาให้ เป็นส่วนใดหรือขั้นตอนใดของคำถาม และปัญหาต้องการทราบอะไรบ้าง

6.2 ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา คือ การพิจารณาว่ามีวิธีการใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และปัญหานั้นมีความเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือปัญหาที่มีมาก่อนหรือไม่ และมีการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ปัญหากำหนดกับสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบร่วมกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ เพื่อกำหนดแนวทางในการดำเนินการแก้ปัญหา

ความสามารถในการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนเพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจนและแสดงผลในการคิดแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

6.3 ความสามารถในการดำเนินการตามแผน คือ การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ร่วมกับการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนในการแก้ปัญหา โดยการอธิบายรายละเอียดและเหตุผลต่างๆ ประกอบ เพื่อให้ชัดเจนและให้ได้คำตอบหรือค้นพบวิธีการใหม่

6.4 ความสามารถในการตรวจสอบ คือ การพิจารณาผลและการดำเนินการแก้ปัญหา โดยการมองย้อนกลับ เพื่อให้แน่ใจว่าการแก้ปัญหาที่ได้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ และมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขหรือมีวิธีการแก้ปัญห่อื่นอีกหรือไม่

3.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1985: 123-127) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่จะต้องพิสูจน์

ดวงเดือน อ่อนนวม (2536:10 -17) ได้แบ่งลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ปัญหาเกี่ยวกับสาระ ได้แก่ ปัญหาตามที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียนทั่วไป เป็นปัญหาที่นำความรู้เกี่ยวกับวิธีคิดคำนวณที่เรียนมาแล้วมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จึงอาจกล่าวได้ว่า ปัญหาชนิดนี้มุ่งขยายประสบการณ์ด้านการคิดคำนวณมากกว่าการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างแท้จริง เช่น ตัวอย่างปัญหาหลังบทเรียนแต่ละเรื่อง เช่น เรื่องการคูณเศษส่วนกับจำนวนนับ นักเรียนแทบจะไม่ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาที่ต้องแก้เลยเพราะรู้อยู่แล้วว่าจะต้องใช้วิธีการคูณเศษส่วน นักเรียนก็ใช้วิธีการนั้นเลย

2. ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ เป็นปัญหาที่มุ่งเน้นกระบวนการในการหาคำตอบมากกว่าตัวคำตอบเอง ในการหาคำตอบในบางครั้งไม่จำเป็นต้องนำการบวก ลบ คูณ หาร มาใช้ แต่ใช้กระบวนการคิดอื่นๆ ปัญหาชนิดนี้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีและยังส่งเสริมวิธีการคิดอย่างหลากหลาย และสร้างสรรค์ อีกทั้งยังสร้างความรู้สึกท้าทายอีกด้วย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62-63) กล่าวถึงประเภทของปัญหาพอสรุปได้ ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยการพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่ให้ค้นพบคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือหาวิธีการ คำอธิบาย พร้อมให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

2. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยการพิจารณาจากผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาได้ 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหา มีความคุ้นเคยในโครงสร้าง และวิธีการในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามอง ประมวลความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาค้นคว้า สามารถแบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบได้ในหนังสือเรียน เป็นปัญหาที่ให้ผู้เรียนหาคำตอบ หรือพิสูจน์ มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ ในการใช้กฎ นิยาม สูตร และทฤษฎีที่ได้ศึกษามา ใช้ในการแก้ปัญหา

2. ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบในชีวิตประจำวัน เป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียน ต้องประมวลความรู้ความสามารถ ทักษะ และประสบการณ์หลายอย่างเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบ หรือข้อสรุปนั้นได้ ซึ่งปัญหาที่พบอาจเป็นปัญหาที่ยากหรือมีความซับซ้อน

3.4 ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 90) กล่าวว่า สิ่งที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการจัดกิจกรรม การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือตัวปัญหาที่จะนำมาให้นักเรียนคิดหาคำตอบ ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่ดีมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ทำท้าทายความสามารถของนักเรียน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ถ้า ง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไปนักเรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ได้ สำเร็จ

2. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะกับวัยของนักเรียน สถานการณ์ของปัญหาควร เป็นเรื่องที่ไม่ห่างไกลเกินไปกว่าที่นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ และนอกจากนี้ถ้าเป็น สถานการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ก็จะเป็นประโยชน์

3. แปลกใหม่ ควรเป็นปัญหาที่ไม่ธรรมดา และนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ ใน การแก้ปัญหานั้นมาก่อน

4. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด หาทหาลองในการหาคำตอบได้หลายวิธี และได้พิจารณาเปรียบเทียบเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด

5. ใช้ภาษาที่กระชับ รัดกุมถูกต้อง ปัญหาที่ดีไม่ควรทำให้นักเรียนต้องมีปัญหากับภาษาที่ใช้ควรเน้นอยู่ที่ความเป็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบของตัวปัญหามากกว่า

สิริพร ทิพย์คง (2544: 79) กล่าวว่า ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรเป็นดังนี้

1. ภาษาที่ใช้สามารถเข้าใจง่าย ไม่สั้นและยาวเกินไป
2. ช่วยกระตุ้นพัฒนาความคิด
3. ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับความสามารถของเด็กในวัยนั้นๆ
4. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
5. ข้อมูลที่มีอยู่ต้องทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
6. สามารถใช้การวาดแผนภาพไดอะแกรมหรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา
7. ในการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยประสบการณ์หรือความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว
8. ก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหาซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในทาง

ความคิด

9. คำตอบที่ได้ควรเป็นคำตอบที่มีเหตุผล ไม่ใช่คำตอบที่ได้จากการจำจากการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุป ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี ได้ดังนี้

1. ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม
2. กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ทำทลายความสามารถของนักเรียน
3. สถานการณ์หรือปัญหาต้องเป็นเรื่องใกล้ตัว สามารถเชื่อมโยงไปใช้ใน

ชีวิตประจำวันได้

4. ต้องมีความทันสมัยและเป็นไปได้จริงในสถานการณ์ปัจจุบัน
5. มีความเหมาะสมกับความสามารถหรือพัฒนาการของเด็กแต่ละคน เพื่อสร้าง

แรงจูงใจในการเรียนรู้ให้เกิดขึ้น

6. ควรมีวิธีการหาคำตอบที่หลากหลาย เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้เกิดทางเลือกใน

การหาคำตอบได้หลายวิธีด้วยเหตุผลไม่ใช่จากการจำ

3.5 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ โพลยา (Polya. 1957: 16-17) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

เป็นการมองไปที่ตัวปัญหาพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไรปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะ อยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน

เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใดจะแก้ปัญหาอย่างไร ปัญหาที่ทำให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ แล้วกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

เป็นขั้นตอนที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาและมีวิธีการแก้ปัญห่อื่นอีกหรือไม่
ขนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 75) ได้สรุปกระบวนการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มี 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา

ทำความเข้าใจปัญหาโดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล โจทย์ถามอะไรและให้ข้อมูลอะไรบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา

จะสมมติสัญลักษณ์อย่างไร จะต้องหาข้อมูลต่างๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งที่ไม่รู้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่รู้แล้วอย่างไร หาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎีต่างๆ ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ

ขั้นที่ 3 การคิดคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง

เป็นขั้นที่ต้องคำนวณแก้สมการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของปัญหา โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้ จะต้องรู้จักวิธีการคำนวณที่เหมาะสมตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบด้วย

จากการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปขั้นตอนของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา พิจารณาว่าปัญหาให้อะไรมา สิ่งที่มาเป็นส่วนใดหรือขั้นตอนใดของปัญหา และปัญหาต้องการทราบอะไรบ้าง แล้วพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งที่ปัญหาให้มากับสิ่งที่ต้องการทราบ

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ต้องพิจารณาว่ามีวิธีการใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และปัญหานั้นมีความเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือปัญหาที่มีมาก่อนหรือไม่ จัดลำดับวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

3. ขั้นตอนดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบหรือค้นพบวิธีการใหม่

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตรวจสอบคำตอบ และวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ให้เกิดความมั่นใจในผลและวิธีการที่เลือกใช้แก้ปัญหา เพื่อการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

3.6 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

เคนเนดี (Kennedy. 1984: 82) ได้ให้ความคิดเห็นในเรื่องยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การหารูปแบบ

เป็นการจัดระบบของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดและจัดเป็นรูปแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจเป็นรูปแบบของจำนวนหรือรูปแบบของรูปเรขาคณิต เช่น การหารูปทั่วไปของจำนวนสามเหลี่ยม (Triangular Number)

2. เขียนแผนผังหรือภาพประกอบ

เป็นการเขียนแผนผังหรือภาพต่างๆ ของสถานการณ์ปัญหา เพื่อช่วยให้เห็นความสัมพันธ์และแนวทางในการหาคำตอบ เช่น กำหนดปัญหา “ครูมานะต้องการจัดนักเรียน 12 คน ทำกิจกรรม 2 อย่างโดยมีเงื่อนไขให้นักเรียนทำกิจกรรมแรกจำนวน 3 คน และทำกิจกรรมแต่ละอย่าง” เขียนแผนภาพแทนสถานการณ์ปัญหาข้างต้นได้ดังนี้



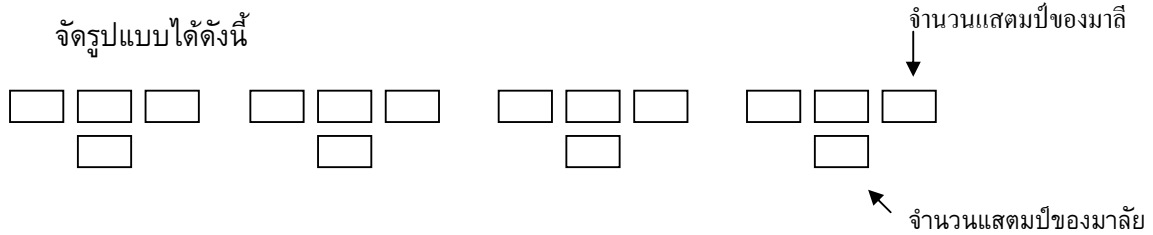
จากแผนภาพจะได้ว่า

กิจกรรมแรกมีนักเรียน 7 คน

กิจกรรมที่สองมีนักเรียน 9 คน

3. สร้างรูปแบบ

เป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่คล้ายกับการเขียนแผนภาพ แต่มีประโยชน์ดีกว่าตรงที่นักเรียนสามารถเคลื่อนสิ่งที่นำมาจัดรูปแบบได้ เช่น เมื่อกำหนดปัญหา “มาลีมีแสดมปีเป็นสามเท่าของมาลัย ถ้ามาลัยมีแสดมปีมากกว่าที่มีอยู่เดิม 8 ดวง เขาทั้งสองจะมีแสดมปีเท่ากัน จงหาว่ามาลีมีแสดมปีกี่ดวง”



จะได้ว่า มาลีมีแสดมปี 12 ดวง

มาลัยมีแสดมปี 4 ดวง

4. การสร้างตารางหรือกราฟ

การจัดข้อมูลลงในตารางเป็นการนำเสนอข้อมูลที่ง่ายและนำไปสู่การค้นพบรูปแบบและข้อชี้แนะอื่นๆ

5. การเดาและตรวจสอบ

เป็นการหาคำตอบของปัญหาจากสามัญสำนึก ผู้แก้ปัญหาคาดเดาแล้วตรวจสอบ ถ้าไม่ได้คำตอบก็เปลี่ยนการเดาและตรวจสอบอีกครั้งจนกระทั่งได้คำตอบของปัญหา การเดาและการตรวจสอบเป็นวิธีการที่ง่าย แต่อาจใช้เวลามากกว่ายุทธวิธีอื่นๆ

6. การแจกกรณีที่เป็นไปได้

เป็นการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา ใช้ได้ดีในกรณีที่มีจำนวนที่เป็นไปได้ที่แน่นอน มักจะใช้ตารางช่วยในการแจกกรณี

7. เขียนประโยคทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงสถานการณ์ของปัญหา มีเป้าหมาย 2 ประการ คือ เป็นการแสดงความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและเป็นการแสดงให้รู้ว่าต้องคิดคำนวณอย่างไรในการแก้ปัญหา นักเรียนที่เขียนประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องแสดงว่าเข้าใจปัญหานั้นและนำไปสู่การดำเนินการหาคำตอบได้ถูกต้อง

8. การดำเนินการแบบย้อนกลับ

ยุทธวิธีนี้เริ่มจากข้อมูลที่ได้รับจากขั้นตอนสุดท้าย แล้วทำย้อนขั้นตอนกลับสู่ข้อความสำคัญที่กำหนดเริ่มต้น ใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

9. ระบบข้อมูลที่ต้องการและข้อมูลที่กำหนดให้

10. การแบ่งปันเป็นปัญหาย่อยๆ หรือเปลี่ยนมุมมองของปัญหา

บางปัญหามีความซับซ้อนหรือมีหลายขั้นตอน เพื่อความสะดวกอาจแบ่งปัญหาให้เป็นปัญหาที่เล็กลงเพื่อง่ายต่อการหาคำตอบ แล้วนำผลการแก้ปัญหาย่อยๆ นี้ไปตอบปัญหาที่กำหนดหรือบางปัญหาอาจต้องใช้การคิดและเปลี่ยนมุมมองที่ต่างไปจากที่คุ้นเคยที่ต้องทำตามขั้นตอนที่ละขั้น

แคโรล กรีนส์และคณะ (ยูพิน พิพิทกุล. 2530: 134-135; อ้างอิงจาก Carole Greens and Others. 1972. *Problem Solving in The Mathematics Laboratory*. P. 67) ได้กล่าวถึงวิธีการในการแก้ปัญหาว่าอาจจะใช้กลวิธีหลายๆ อย่าง จึงจะแก้ปัญหาได้ กลวิธีต่างๆ มีดังนี้

1. วิธีการคาดคะเนหรือเดาคำตอบไว้ล่วงหน้า ลองเดาดูเสียก่อนเพื่อจะได้หาสิ่งที่จะต้องอ้างอิงต่อไป

2. การทำให้เป็นอย่างง่าย ๆ มี 2 แบบ คือ

2.1 ทำโจทย์ให้เป็นกรณีที้ง่ายๆ เท่าที่จะทำได้แล้วลองหารูปและความสัมพันธ์เพื่อขยายไปเป็นโจทย์เดิมที่ซับซ้อนขึ้น

2.2 แยกแยะโจทย์เดิม วิเคราะห์ปัญหาย่อยๆ แล้วรวบรวมผลเข้าสู่ปัญหาเดิม

3. การทดลอง ใช้การทดลองเพื่อแก้ปัญหา เช่น การโยนลูกเต๋า การสร้างรูป การวัด การคำนวณ ฯลฯ คอยสังเกตดูว่าผลจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร เป็นการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลพิจารณา

4. การสร้างแผนภาพ ช่วยทำให้ปัญหาเป็นรูปธรรมที่เห็นได้ชัดเจน ซึ่งทำให้มองเห็นแนวทางในการคิด ช่วยในการหาคำตอบได้

5. การทำตารางเก็บข้อมูลจากโจทย์ปัญหา การทำตารางจะช่วยให้มองเห็นข้อที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน เห็นรูปแบบได้ชัดเจน อันจะนำไปสู่การสรุปการแก้ปัญหาได้

6. การเขียนกราฟ กราฟเป็นสิ่งที่แทนข้อมูลต่างๆ ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลเห็นแนวทางของสิ่งที่น่าจะเป็นไปได้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 64) ได้เสนอยุทธวิธีวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

วิธีการแก้ปัญหามีความน่าสนใจในเรื่องกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการพัฒนาวิธีการแก้ไขสิ่งที่ไม่รู้ ดังนั้นนักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องมี “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” ซึ่งจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ด้วยความระมัดระวังในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ และใช้คุณสมบัติที่เหมาะสมในการกำหนดปัญหาบนสถานการณ์พื้นฐานที่เขพบ ตัวอย่างเช่น เด็กน้อยคนหนึ่งรู้สึกประหลาดใจเมื่อเขาคิดว่า จะต้องใช้เวลานานเท่าไรในการนับเลขจากหนึ่งถึงล้าน

การแก้ปัญหาที่ดีเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกจะทำให้ความรู้ของเขามั่นคงและเพิ่มพูนโดยจะกระตุ้นให้เกิดความสนใจที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ซึ่งความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ทั้งหลายนั้นสามารถที่จะเกิดขึ้นได้โดยผ่านทางปัญหาพื้นฐานและจากมวลประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนหรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสนใจที่จะหาสูตรทำพ้นซ์ (punch) ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างน้ำกับน้ำตาลไม้ เพื่อให้มีรสผลไม้มากขึ้น ซึ่งนักเรียนพยายามคิดวิธีที่แตกต่างกัน ถึงตอนนี้ครูช่วยให้นักเรียนเกิดการใช้ทักษะสัมพันธ์ร่วมกัน การกระทำดังนี้เป็นความสำคัญอันดับแรกที่จะนำไปสู่ความคิดรวบยอดที่สูงขึ้นไป

นักเรียนต้องการที่จะพัฒนากรอบของยุทธวิธีวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจใช้แผนภาพสังเกตหาแบบรูป หรือพยายามหาความหมายพิเศษ หรือเลือกใช้การตรวจสอบ ยุทธวิธีเหล่านี้ต้องการ

ชี้แนะอย่างยั้ง เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาควรต้องมีความสอดคล้องกับหลักสูตรด้วย ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน ที่จะตรวจสอบและปรับปรุงยุทธวิธี ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

การสอนของครูมีบทบาทที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหของนักเรียนครูต้องเลือกปัญหาที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน หาวิธีการ สถานการณ์แวดล้อมที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจ ลองผิดลองถูก แบ่งปันความล้มเหลว และความสำเร็จร่วมกัน ซึ่งครู ควรใช้คำถามนำเรื่อยไป ดังนั้นภายในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเชื่อมั่นและต้องการที่จะสำรวจปัญหาต่างๆ สามารถพิจารณาและตัดสินใจภายใต้ยุทธวิธีการแก้ปัญหของตนเองได้

สุลัดดา ลอยฟ้า และคณะ (2530: 13-15) กล่าวถึงทักษะซึ่งเป็นยุทธวิธีที่ต้องนำมาใช้ในวิธี การเรียนแบบแก้ปัญหา คือ

1. ทักษะการเขียนประโยคสัญลักษณ์ ครูจะต้องสอนให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อความที่เป็นคำพูดให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้
2. ทักษะการคิดคำนวณ เป็นทักษะที่จำเป็นหลังจากเปลี่ยนโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์
3. ทักษะการเขียนภาพ หรือวาดภาพแทนโจทย์ปัญหา ปัญหาหลายปัญหาจะชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้น ถ้าวาดภาพหรือเขียนแผนภาพประกอบ ทักษะการเขียนภาพหรือวาดภาพแทนปัญหาถือว่าเป็นทักษะที่จำเป็นในการแก้ปัญหา
4. ทักษะการใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหา
5. ทักษะการพิจารณาข้อมูลหรือส่วนที่จำเป็นเพิ่มเติม ในการแก้ปัญหามีหลายกรณีที่เกี่ยวข้องหรือข้อมูลที่กำหนดให้ในสถานการณ์ของปัญหายังไม่เพียงพอที่จะหาคำตอบได้ นักเรียนควรมีประสบการณ์ในการพิจารณาข้อมูลหรือเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการหาคำตอบที่ขาดหายไป
6. ทักษะการพิจารณาข้อมูลหรือส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องสำหรับการหาคำตอบ
7. ทักษะการประมาณค่าผลลัพธ์หรือคำตอบ การประมาณค่าเป็นทักษะที่สำคัญมากที่ใช้ในชีวิตประจำวัน มีหลายสถานการณ์ที่จำเป็นต้องหาคำตอบอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ถ้านักเรียนมีทักษะในการประมาณค่าจะช่วยให้นักเรียนพิจารณาคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าเป็นคำตอบที่เป็นไปได้และสมเหตุสมผล
8. ทักษะการสร้างปัญหา นักคณิตศาสตร์หลายท่านเชื่อว่า ถ้านักเรียนมีประสบการณ์ ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนได้ดีขึ้น เพราะนักเรียนจะเข้าใจปัญหาและโครงสร้างปัญหาได้ดีกว่า
9. ทักษะการอ่านแผนภูมิ การเสนอข่าวสารข้อมูลที่จำเป็นในชีวิตประจำวันทุกวันนี้ ส่วนมากมักจะพบเสมอในแผนภูมิหรือแผนภาพต่างๆ จึงจำเป็นที่นักเรียนจะต้องมีทักษะในการอ่าน เพื่อจะเก็บข้อมูลที่จำเป็นสำหรับแก้ไขปัญหได้ถูกต้อง

10. ทักษะการเขียนแผนผัง (Flow Charts) เป็นทักษะที่ถือว่าสำคัญสำหรับสังคมปัจจุบัน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 25-79) ได้เสนอกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาไว้ 10 กลวิธี ได้แก่

1. กลวิธีเดาและตรวจสอบ กลวิธีนี้เป็นกลวิธีพื้นฐานที่เรานำมาใช้แก้ปัญหาย่อยเสมอสามารถนำมาใช้แก้ปัญหได้ในกรณีที่การแก้ปัญหานั้นโดยตรงอาจยุ่งยาก ใช้เวลามากหรือผู้แก้ปัญหาลืมวิธีการไปแล้ว การเดานั้นต้องเดาอย่างมีเหตุผล มีทิศทางเพื่อให้สิ่งที่เดานั้นใกล้เคียงคำตอบที่ต้องการมากที่สุด การเดาครั้งหลัง ๆ ต้องอาศัยพื้นฐานข้อมูลจากการเดาครั้งต้น ๆ

2. กลวิธีการเขียนภาพ แผนภาพ และสร้างแบบจำลอง กลวิธีการเขียนภาพ แผนภูมิและสร้างแบบจำลองช่วยให้มองเห็นปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม ทำให้ผู้แก้ปัญหาคิด ความรู้สึกว่าได้สัมผัสกับปัญหานั้นอย่างแท้จริง ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาคำความเข้าใจกับปัญหาได้ง่ายขึ้นสามารถกำหนดแนวทางวางแผนแก้ปัญหได้อย่างชัดเจนอีกด้วย

3. กลวิธีสร้างตาราง การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีสร้างตารางนี้มีประเด็นที่ควรพิจารณาดังนี้

- 3.1 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีต่างๆที่เป็นไปได้ทั้งหมด
- 3.2 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีที่เป็นไปได้บางกรณี
- 3.3 สร้างตารางเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด
- 3.4 สร้างตารางเพื่อค้นหารูปแบบทั่วไปของความสัมพันธ์

4. กลวิธีใช้ตัวแปร การใช้ตัวแปรแทนตัวที่ไม่ทราบค่า เป็นวิธีการแก้ปัญหาย่างหนึ่งที่ใช้กันในวิชาคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหามีการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆที่ปัญหาคำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้น และในบางปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้อยู่ในรูปสมการได้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ 2 ลักษณะคือ

4.1 ใช้ตัวแปรสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและพิจารณาคำตอบของปัญหาจากข้อความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นนั้น

4.2 สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆของปัญหาในรูปแบบการเท่ากันสามารถสร้างสมการที่สอดคล้องกับปัญหานั้นได้การหาคำตอบทำโดยแก้สมการหรือพิจารณาคำตอบจากสมการนั้น

5. กลวิธีการค้นหารูปแบบ กลวิธีการค้นหาแบบเป็นกลวิธีที่สำคัญมากในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เหมาะที่จะนำมาใช้แก้ปัญหเกี่ยวกับรูปแบบของจำนวน ผู้แก้ต้องศึกษาปัญหาที่มีอยู่ วิเคราะห์ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น และคาดเดาคำตอบซึ่งอาจเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ จากปัญหาเดียวกันข้อมูลชุดเดียวกัน ผู้แก้ปัญหแต่ละคนอาจพบปัญหาที่แตกต่างกันก็ได้

6. กลวิธีแบ่งเป็นกรณี โจทย์ปัญหาหลายปัญหาสามารถแก้ปัญหได้ง่ายขึ้น เมื่อแบ่งปัญหาเป็นกรณีมากกว่า 1 กรณีซึ่งในแต่ละกรณีจะมีความชัดเจนมากขึ้นเมื่อแก้ปัญหของทุกกรณีได้แล้วให้พิจารณาคำตอบของทุกกรณีร่วมกันจะได้ภาพรวมซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาเริ่มต้น

7. กลวิธีการใช้เหตุผลตรง กลวิธีการใช้เหตุผลตรงนี้มักพบอยู่ตลอดเวลาในการแก้ปัญหโดยผู้แก้มักใช้ร่วมกับกลวิธีอื่นๆ ข้อความที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางตรงมักอยู่ในรูป “ถ้า A แล้ว B” โดยที่ข้อความ A เป็นเหตุบังคับให้เกิดข้อความ B การใช้การให้เหตุผลตรงในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์เป็นการใช้ข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้ ประมวลเข้ากับความรู้และประสบการณ์ที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่แล้ว ให้เหตุผลนำไปสู่คำตอบของปัญหาที่ต้องการ ปัญหาที่ใช้กลวิธีนี้อาจไม่มีการคิดคำนวณเลยก็ได้ แต่เป็นการเน้นให้เหตุผล

8. กลวิธีการใช้เหตุผลทางอ้อม โจทย์ปัญหาบางปัญหาไม่ย่นักที่จะแก้ปัญหโดยการใช้การให้เหตุผลทางตรง ในกรณีเช่นนี้การใช้เหตุผลทางอ้อมนับว่าเป็นวิถีทางที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้การให้เหตุผลทางอ้อมมักเป็นปัญหาให้พิสูจน์ สำหรับปัญหาให้ค้นหาจะใช้การให้เหตุผลโดยการพิสูจน์เพื่ออธิบายคำตอบของปัญหา

9. กลวิธีย้อนกลับ โจทย์ปัญหาบางปัญหาสามารถแก้ได้ง่ายกว่า ถ้าเริ่มต้นแก้ปัญหโดยพิจารณาจากผลลัพธ์สุดท้าย แล้วย้อนมาสู่ตัวปัญหาอย่างมีขั้นตอน กลวิธีทำย้อนกลับใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลย้อนกลับไปหาเหตุซึ่งจะต้องหาเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

10. กลวิธีสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ ปัญหาบางปัญหาถ้าแก้ปัญหานั้นโดยตรงอาจทำได้ยากการสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ให้เกี่ยวข้องกับปัญหาเดิมแล้วศึกษาวิธีการแก้ปัญหใหม่ที่สร้างขึ้นนี้เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดแนวคิดในการเริ่มต้นการแก้ปัญหที่มีอยู่ ปัญหาที่สร้างขึ้นใหม่อาจสร้างให้ครอบคลุมปัญหาเดิมทั้งหมด หรือสร้างขึ้นใหม่เพียงบางส่วนของปัญหาเดิมก็ได้ ซึ่งสามารถแยกกล่าวได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

10.1 กลวิธีนึกถึงปัญหาที่สัมพันธ์กัน

10.2 กลวิธีแก้ปัญหที่ง่ายกว่า

10.3 กลวิธีกำหนดเป้าหมายรอง

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2542: 36-38) ได้เสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะของปัญหา (Characterize the problem) อะไรคือสิ่งที่กำหนดอะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรขาดหายไป ท่านกำลังค้นหาอะไร ข้อมูลที่จำเป็นกำหนดมาให้หรือไม่ จงดูตัวอย่างมีกรณีพิเศษใดหรือไม่ที่กำหนดขอบข่ายของคำตอบที่เป็นไปได้ ท่านสามารถทำปัญหานั้นให้ง่ายลง โดยใช้ประโยชน์จากการสมมาตรหรือทำข้อความ “โดยไม่สูญเสียความเป็นกรณีทั่วไป” เพื่อย่อโจทย์ทั้งข้อเป็นกรณีเฉพาะได้หรือไม่

2. ท่านเคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ (Have you seen this before?) หรือท่านเคยเห็นปัญหานี้ในรูปแบบที่แตกต่างไปเพียงเล็กน้อยไหม ถ้าเคย ท่านสามารถถ่ายทอดไปสู่ปัญหา

นี้แล้วใช้วิธีการบางตอนที่เคยแก้ปัญหามาใช้ได้หรือไม่ จงตั้งปัญหาที่คล้ายคลึงกันที่มีตัวแปรน้อยกว่าแล้วแก้ดูโดย “การคล้าย” เงื่อนไขในข้อหนึ่งหรือมากกว่านั้น ท่านสามารถเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหาเดิมบ้างหรือไม่

3. ค้นหารูปแบบ (Look for a Pattern) โดยการพิจารณาลักษณะโดยภาพรวมของอนุกรม $1 + 2 + \dots + 100$ หนุ่มน้อย Frederick Gauss ก็สร้างรูปแบบนี้ได้ : $1+100 = 2 + 99 = \dots 101$ ความเข้าใจยังรู้นี้ได้นำไปสู่การสังเกตทันทีว่า ตัวเลขอีก 50 คู่ เช่นนี้ก็สามารสร้างขึ้นมาได้ โจทย์การหาผลบวกตั้งแต่ 1 ถึง 100 ก็กลายเป็นงานหาผลคูณอย่างง่าย, $50 \times 101 = 5,050$

4. การทำให้ง่ายลง (Simplification) บางครั้งความสัมพันธ์หรือรูปแบบง่ายๆ อาจถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบหรือนิพจน์ที่ “ยุ่งเหยิง” จงพยายามแทนค่ารูปที่ยุ่งเหยิงด้วยสัญลักษณ์ง่ายๆ แล้วค้นหาความสัมพันธ์ที่อยู่เบื้องหลัง การจัดพจน์ในนิพจน์ที่ซับซ้อนเสียใหม่อาจจะนำไปสู่ผลสำเร็จที่ปลายทางเดียวกัน

5. การลดลง (Reduction) ปัญหาของท่านสามารถแบ่งปัญหาย่อยๆ ที่จะแก้ได้ง่ายขึ้นหรือไม่

6. การทำย้อนกลับ (Work backwards) เมื่อท่านพยายามพิสูจน์ทฤษฎีบทที่ท่านทราบอยู่แล้วว่าเป็นจริง อาจจะง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นทำจากข้อสรุปขึ้นไปหาเหตุผล

7. จัดทำรายการ (Make a list) ถ้าท่านใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ มันอาจจะเป็นไปได้ที่จะจัดทำรายการทั้งหมดของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการบางอย่าง ถ้าท่านสนใจในผลลัพธ์ใดโดยเฉพาะของกระบวนการนั้น มันก็ควรจะรวมอยู่ในรายการทั้งหมดนั้น

8. สถานการณ์จำลอง (Simulation and modeling) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อาจสร้างโดยการเลียนแบบกระบวนการที่ซับซ้อนในคณิตศาสตร์หรือในโลกแห่งความจริงนั้นถ้าผลที่ได้รับโดยใช้สถานการณ์จำลองถูกต้องแม่นยำแล้ว สถานการณ์จำลองนั้นคือความสำเร็จ

9. ตรรกศาสตร์ทางการ (Formal Logic) อุปนัยทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในคณิตศาสตร์หลายสาขา เช่นเดียวกับเทคนิคที่เรียกว่า การพิสูจน์โดยอ้อม (Indirect prove) ซึ่งเป็นที่รู้จักว่าเป็นการพิสูจน์แบบ Contra positive ด้วย

10. คำตอบของท่านมีความหมายหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบของท่านโดยใช้สามัญสำนึกและการให้เหตุผลแบบมีทางเลือก

11. ข้อสุดท้าย เมื่อใดก็ตามที่ท่านพยายามจะแก้ปัญหา จงค้นหาวิธีหลายๆ วิธี เพื่อเป็นตัวแทนลักษณะของปัญหา จงสร้างรูปและระบุชื่อประกอบ จัดทำรายการคุณลักษณะ เขียนรายการแสดงความสัมพันธ์ เป็นต้น ยิ่งท่านมีวิธีแทนปัญหาได้มากเท่าใด ก็ยังมีแนวโน้มที่ท่านจะค้นพบความสัมพันธ์ที่แอบแฝงอยู่ ซึ่งจะเป็นกุญแจไขไปสู่คำตอบได้มากเท่านั้น

จากการศึกษาค้นคว้าสามารถสรุปยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1. การเดาและตรวจสอบ เป็นยุทธวิธีหนึ่งในการนำคำตอบที่ใกล้เคียงเพื่อตัดสินใจว่าแนวทางแก้ปัญหานั้นจะเป็นวิธีใด คำตอบที่สันนิษฐานไว้ต้องสัมพันธ์กับคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา มักเป็นวิธีการที่นำไปใช้เมื่อวิธีในการแก้ปัญหาโดยตรงนั้นยุ่งยาก ใช้เวลามากหรือลึกลับวิธี

ในการแก้ปัญหาไปแล้ว แต่การเตาและตรวจสอบต้องทำอย่างมีเหตุผล เพื่อให้คำตอบที่ได้นั้น
ใกล้เคียงกับคำตอบที่ต้องการมากที่สุด

2. การค้นหารูปแบบ เป็นวิธีในการหาแนวโน้มหรือทิศทางของข้อมูลโดยพิจารณา
จากข้อมูลที่กำหนดให้ว่าจะมีแบบรูป (Pattern) เป็นอย่างไร เพื่อหาทิศทางของคำตอบนั้น เป็นวิธีที่
สำคัญมากในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เหมาะที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบของ
จำนวน ผู้แก้ต้องศึกษาปัญหาที่มีอยู่ วิเคราะห์ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น และคาด
เดาคำตอบซึ่งอาจเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ จากปัญหาเดียวกันข้อมูลชุดเดียวกัน ผู้
แก้ปัญหาแต่ละคนอาจพบปัญหาที่แตกต่างกันก็ได้

3. การทำปัญหาให้ง่ายหรือแยกเป็นส่วนย่อย โจทย์ปัญหาหลายปัญหาสามารถ
แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น เมื่อมีการแยกเป็นกรณีย่อยๆ มากกว่า 1 กรณี มักใช้กับโจทย์ปัญหาที่ยากและ
มีความซับซ้อน

4. การใช้ตัวแทนหรือ นอกจากนั้นการสร้างตัวแทนเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ช่วยให้
มองเห็นภาพโดยรวมในการแก้ปัญหา โดยการนำเสนอปัญหาเหล่านั้นในรูปแบบของการสร้าง
ตัวแทน เพื่อใช้แทนปัญหานั้น ทำให้ผู้แก้ปัญหาสามารถมองเห็นแนวทางในการหาคำตอบที่ชัดเจน
ยิ่งขึ้น ซึ่งการสร้างตัวแทนดังกล่าว อาจได้แก่ การวาดรูปหรือการเขียนแผนภาพการเขียนแผนภูมิ
การสร้างตาราง กราฟ สัญลักษณ์ การใช้ตัวแปร และการใช้แบบจำลองหรือวัตถุจริง เป็นต้น

5. การใช้ตัวแปรในการแก้ปัญหา การใช้ตัวแปรแทนตัวที่ไม่ทราบค่า เป็นวิธีการ
แก้ปัญหาอย่างหนึ่งที่ใช้กันในวิชาคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหามารถสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล
ต่างๆที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้น และในบางปัญหามารถสร้างความสัมพันธ์ตาม
เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้อยู่ในรูปสมการได้

6. การทำย้อนกลับ เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยเริ่มจากการพิจารณาที่ผลลัพธ์ของ
ปัญหา แล้วย้อนกลับไปสู่ตัวปัญหา ซึ่งผู้แก้จะต้องอาศัยกระบวนการในการคิดวิเคราะห์ให้ได้ว่า
เงื่อนไขใดที่เป็นตัวที่จะใช้เชื่อมโยงระหว่างเหตุและผลนั้น

7. การสร้างปัญหาขึ้นใหม่ วิธีการแก้ปัญหาใหม่ที่สร้างขึ้นนี้เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้
เกิดแนวคิดในการเริ่มต้นการแก้ปัญหาที่มีอยู่ หากปัญหาดังกล่าวแก้โดยทางตรงยาก การสร้าง
ปัญหาขึ้นใหม่ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเดิมแล้วศึกษาวิธีการแก้ปัญหา โดยปัญหาที่สร้างขึ้นใหม่อาจสร้าง
ให้ครอบคลุมปัญหาเดิมทั้งหมด หรือสร้างขึ้นใหม่เพียงบางส่วนของปัญหาเดิมก็ได้

3.7 องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คิลแพทริก (Kilpatrick. 1985: 1-15) กล่าวถึงวิธีการสอนแก้ปัญหาที่ใช้กันมากมี 5
วิธี ได้แก่

1. ออสโมซิส (Osmosis) สอนการแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมของปัญหาส่งเสริมให้เด็กทำการแก้ปัญหาโดยจัดบรรยากาศแห่งการสนับสนุนไว้ความกดดันในเรื่องเวลา กลัวความล้มเหลวหรือความกดดันอื่นๆ นักเรียนจะเรียนรู้เทคนิควิธีการแก้ปัญหาได้เอง

2. การจดจำ (Memorization) ครูสอนขั้นตอนการหาคำตอบให้แก่ปัญหาที่กำหนดและให้เด็กจดจำวิธีทำ เทคนิค วิธีลัดระดับของปัญหาเป็นเพียงแบบฝึกหัดและไม่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้การแก้ปัญหาชุดอื่นๆ ได้ เทคนิคการจดจำที่นักเรียนใช้กันบ่อยๆ ก็คือ การจดจำวิธีการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา (Polya's Four-Phase Approach) คือขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) วางแผน (Devising a Plan) ดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan) และตรวจสอบ (Looking Back)

3. การเลียนแบบ (Imitation) วิธีนี้ครูจะให้นักเรียนวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคำตอบ (Problem Solution) ของตนกับของผู้เฉลยปัญหา ซึ่งถือว่าเป็นแม่แบบที่ผู้อื่นทำไว้เป็นต้นแบบเช่นของผู้แต่งตำราเล่มที่นักเรียนใช้อยู่ เพื่อจะได้เลียนแบบวิธีการแก้ปัญหานั้นตามแม่แบบ

4. การร่วมมือกับเพื่อน (Co-operation) วิธีการนี้ครูจะส่งเสริมให้นักเรียนร่วมแก้ปัญหาโดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อยเพื่อจะได้ช่วยกันคิดและค้นหาวิธีการหาคำตอบของปัญหา วิธีการนี้ทำให้นักเรียนสามารถประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งถ้านักเรียนคิดและทำคนเดียวอาจยากเกินไปและอาจยากเกินความสามารถ

5. วิธีการสะท้อนความคิด หรือประเมินความคิด (Reflection) พาเพิท (Kilpatrick, 1985: 1-15; citing Papert, n.d.) เชื่อว่าเด็กเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงและโดยการประเมินความคิดของตนเองออกมา การใช้วิธีนี้ครูจะส่งเสริมให้เด็กทำบันทึก (Journal) เกี่ยวกับกิจกรรมการแก้ปัญหาของตนซึ่งรวมทั้งตัวปัญหา วิธีการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหาและการตรวจสอบปัญหา วิธีการและผลลัพธ์

ครูลีค และรูดนิค (Kruilik; & Rudnick, 1987: 45-46) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาต่างๆ ไปได้โดยมีประสิทธิภาพ ด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงจุด (Heuristic) โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การอ่านโจทย์ (Read) ประกอบด้วย การบันทึกคำสำคัญจากโจทย์ การอธิบายปัญหาการทวนปัญหาด้วยคำพูดของตนเอง บอกว่าโจทย์ไม่มีอะไร และบอกว่าโจทย์กำหนดข้อมูลใดมาให้บ้าง

2. การสำรวจรายละเอียดของปัญหา (Explore) ประกอบด้วย การจัดระบบข้อมูล การบอกว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ การบอกว่าข้อมูลมากเกินไปหรือไม่ การวาดรูป หรือไดอะแกรม และการเขียนแผนภูมิ หรือตาราง

3. การเลือกยุทธวิธี (Select a Strategy) ประกอบด้วย การระลึกรูปแบบ การทำงานย้อนกลับ การคาดคะเน และการตรวจสอบ การสร้างสถานการณ์ หรือการทดลอง การเขียนโครงสร้างในการจัดระบบ หรือรายการที่จะช่วยในการแก้ปัญหา การอนุมานทางตรรกศาสตร์ และการแบ่งปัญหาออกเป็นตอนๆ เพื่อเตรียมการแก้ปัญหา

4. การลงมือแก้ปัญหา (Solve) ประกอบด้วย การดำเนินการตามแผน การใช้ทักษะการคำนวณ การใช้ทักษะทางเรขาคณิต การใช้ทักษะทางพีชคณิต และการใช้ตรรกศาสตร์เบื้องต้น

5. การพิจารณาคำตอบ และการขยายผล (Review and Extend) ประกอบด้วย การทบทวนคำตอบ การพิจารณาข้อความปัญหาบางตอนที่น่าสนใจ การใช้คำถาม ถ้า ...แล้ว (if ...then) และการอภิปรายการแก้ปัญหา

ซูยดัม (Suydam. 1990: 36) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้แก่ ความสามารถในการเข้าใจในความคิดรวบยอดและข้อความทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกัน ความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง ความสามารถในการแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและประมาณค่า ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และตีความหมายของข้อเท็จจริงเชิงปริมาณ

ไฮเมอร์ และทรูบลัด (Heimer; & Trueblood. 1997: 30 - 32) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญบางประการที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับภาษาหรือคำพูด สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ
2. ความสามารถในการคำนวณ
3. ความสามารถในการรวบรวมความรู้รอบตัว
4. ความสามารถในการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้มา
5. ความสามารถในการให้เหตุผลสำหรับคำตอบที่ตั้งจุดมุ่งหมายไว้
6. ความสามารถในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป
8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์

สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์

สุวรรณจันทมยุร (2542: 3-4) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับภาษา ได้แก่ คำและความหมายของคำต่างๆ ที่อยู่ในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อมีความหมายอย่างไร
2. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ เป็นขั้นตีความและแปลความจากข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหาออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบด้วยวิธีการบวกลบ คูณและหาร ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดได้ด้วยตนเอง
3. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องมีทักษะในการบวกลบ คูณและหาร ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ
4. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการแสดงวิธีทำ ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนฝึกการอ่าน ย่อความจากโจทย์แต่ละตอน โดยเขียนสั้นๆ รัดกุมและมีความชัดเจนตามโจทย์

5. องค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ผู้สอนจะต้องเริ่มฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทุกคนจากง่ายไปหายาก กล่าวคือเริ่มฝึกทักษะตามตัวอย่างหรือเลียนแบบตัวอย่างที่ครูผู้สอนทำให้ดูก่อน จึงไปฝึกทักษะการแปลความและฝึกทักษะจากหนังสือเรียนต่อไป

ขนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 125) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถตีความ ทำความเข้าใจปัญหา จำแนก แยกแยะ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกจากกัน จะมองปัญหาให้ชัดเจนว่า อะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรคือสิ่งที่เราคาดหวังว่าจะพบและเรามีข้อมูลอะไรอยู่บ้าง การเขียนภาพจะช่วยให้เราเข้าใจปัญหานั้นๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้แก้ต้องค้นพบว่ามีข้อมูลต่างๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งที่ยังไม่รู้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่รู้แล้วอย่างไร แล้วหาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่ แล้วเสนอออกมาในรูปแบบของวิธีการ

3. ความสามารถในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้ผู้แก้ปัญหาจะต้องรู้จักวิธีการคำนวณที่เหมาะสมด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาสามารถฝึกฝนได้ โดยครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดทักษะอื่นๆ เพื่อให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นลำดับต่อไป ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าพบว่า องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจ
 - 1.1 การวิเคราะห์ ตีความ
 - 1.2 การจำแนก แยกแยะประเด็น
 - 1.3 การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล
 - 1.4 การให้สัญลักษณ์ในการแก้ปัญหา เช่น แผนภาพ กราฟ เป็นต้น
2. ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล
 - 2.1 การเก็บและรวบรวมข้อมูล
 - 2.2 การเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 3.1 การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
 - 3.2 การคำนวณ หลักการทางคณิตศาสตร์ หรือการใช้หลักเหตุผล
 - 3.3 การนำเสนอ
4. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ

4.1 การเลือกยุทธวิธีในการตรวจสอบ

4.2 การนำกฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎีมาใช้ประกอบกับข้อมูล

3.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บทบาทครู

คณะกรรมการการศึกษาแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (พนารัตน์ แซ่มชื่น. 2548 : 50 ; อ้างอิงจาก California State Department of Education.1985) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาดังนี้

1. ระบุพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาให้ชัดเจน
2. จัดบรรยากาศภายในชั้นเรียนให้นักเรียนได้คิดและแก้ปัญหาอยู่เสมอ ๆ
3. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบายแนวคิดในแต่ละขั้นของการแก้ปัญหา
4. มีความเข้าใจว่าปัญหาแต่ละปัญหามียุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้หลายวิธี
5. นำเสนอปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง และเป็นปัญหาที่ช่วยเพิ่มประสบการณ์ที่

จะนำไปประยุกต์ใช้ได้

สเตซี และโกรฟ (Schoenfeld. 1989: 83-103; citing Stacey and Groves. n.d.) ได้สรุปบทบาทของครูในการเรียนแก้ปัญหาว่า

1. ช่วยให้นักเรียนยอมรับความท้าทายที่ว่า “ปัญหาจะไม่ใช่ปัญหากจนกว่าเขาต้องการจะแก้มัน”
2. สร้างบรรยากาศที่สนับสนุนการแก้ปัญหา กล่าวคือ บรรยากาศที่เด็กพร้อมจะแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่ตกอยู่ในความกลัวเมื่อติดขัดขณะกำลังทำ
3. ให้เด็กได้ทำงานในแนวทางของตนเองเพื่อหาคำตอบและครูจะช่วยเมื่อจำเป็นแต่ไม่ใช่ด้วยการบอกคำตอบ
4. ให้สอนการทำงาน เช่น ให้เด็กคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ทำ สิ่งทีอภิปราย หรือเขียนออกมาเพื่อให้เด็กเข้าใจกระบวนการที่เกี่ยวข้อง
5. อภิปรายกับเด็กเกี่ยวกับกระบวนการที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้เด็กได้สัมผัสศัพท์ที่จะต้องใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป เด็กจะเรียนรู้มากขึ้น ถ้าครูเบนความสนใจของเขาไปสู่ยุทธวิธีหรือกระบวนการที่เกี่ยวข้อง

สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1991: 57) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อให้เกิดการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนไว้ดังนี้

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิดวิธีการคิดและความรู้สึกของนักเรียน
2. ใช้เวลาในการสำรวจแนวคิดในทางคณิตศาสตร์

3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานทั้งส่วนบุคคลและร่วมมือกัน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลองใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหาและสร้างข้อ

คาดเดา

5. ให้นักเรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์
 อาภา ถนัดช่าง (2534: 23) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนการ
 แก้ปัญหา ไว้ดังนี้

1. ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนให้เด็กมีอิสระ กล้าคิด กล้าแสดงออก เพราะ
 การคิดหรือกล้าแสดงออกเหล่านี้ จะช่วยให้ครูรู้จักนักเรียนดียิ่งขึ้น ทั้งในแง่ของสติปัญญาและ
 อารมณ์หรือปมทางจิตต่างๆ ซึ่งครูควรหาวิธีส่งเสริมและช่วยเหลือให้เหมาะสมต่อไป
2. การให้เด็กคิดและแก้ปัญหาได้อย่างฉลาดนั้น จะต้องอาศัยสิ่งเร้าหรือการ
 กระตุ้นที่ดีคือ มีการเสนอปัญหาหรือประเด็นให้คิดที่ทำทายน่าสนใจและเหมาะสมกับวัยของเด็ก
3. ครูอาจให้ความรู้ในรูปของข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาหาทางเลือกได้แต่ใน
 ขั้นตัดสินใจครูควรให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเอง แม้การตัดสินใจนั้นจะผิดพลาดครูก็ควรจะให้เด็ก
 ได้เรียนรู้ในความผิดพลาดเหล่านั้นด้วยตนเอง เพื่อที่จะให้เด็กได้รับผิดชอบตนเองและรู้จักควบคุม
 ตนเองต่อไป

สิริพร ทิพย์คง (2536: 157-159) เสนอแนะกิจกรรมเสริมทักษะในการแก้ปัญหาไว้
 ดังนี้

1. เลือกปัญหาที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ซึ่งเป็นโจทย์ที่ผู้เรียนมี
 ประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้น
2. ทดสอบความรู้พื้นฐานและทบทวนทักษะที่ขาดหายไปก่อนลงมือสอนการ
 แก้ปัญหา
3. ให้อิสระในการคิดแก่นักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าจะสามารถใช้
 ความคิดรวบยอด ทักษะและหลักการใดในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ
4. สอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยให้มีแบบฝึกหลายระดับทั้ง
 ยาก ปานกลางและง่ายเพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาเป็นการเสริมกำลังใจ
 ให้กับนักเรียน
5. ทดสอบว่านักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหานั้นๆ โดยถามถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และ
 สิ่งที่ต้องการ
6. ฝึกให้นักเรียนรู้จักหาคำตอบโดยการประมาณก่อนการคิดคำนวณ
7. แนะนำให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหาโดยการวาดรูปแผนภาพที่
 นักเรียนเคยพบมาก่อน
8. ช่วยนักเรียนในการหาข้อมูลจากกรณีวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและเทียบเคียงกับ
 โจทย์ที่นักเรียนเคยพบมาก่อน

9. สนับสนุนให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีการของตนเอง แล้วอภิปรายหาวิธีการที่ถูกต้อง

บทบาทของผู้แก้ปัญหา

ซูยแดม (Suydam. 1980: 36) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักแก้ปัญหาที่ดีไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. มีความสามารถในการเข้าใจในความคิดรวบยอด (Concepts) และข้อความทางคณิตศาสตร์

2. มีความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึงกันหรือความแตกต่างกัน

3. มีความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง

4. มีความสามารถแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

5. มีความสามารถในการวิเคราะห์และประมาณค่า

6. มีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และตีความหมายของข้อเท็จจริง

เชิงปริมาณ

7. มีความสามารถในการกล่าวถึงส่วนสำคัญของตัวอย่างที่กำหนดให้

8. มีความสามารถในการเปลี่ยนวิธีการคิดได้อย่างถูกต้อง

9. มีความเชื่อมั่นในตนเองสูงและมีสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่น

10. มีความวิตกกังวลต่ำ

สลุ้ดดา ลอยฟ้า และคณะ (2530: 12-13) ได้เสนอแนะบทบาทของผู้แก้ปัญหาคือจะมีลักษณะดังนี้

1. สังเกตและวิเคราะห์สถานการณ์อะไรคือปัญหา

2. พิจารณาและทำปัญหาให้ง่ายในการแก้ปัญหา เช่น ตัดส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออก

เขียนภาพหรือวาดภาพประกอบ

3. เปลี่ยนให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

4. คิดคำนวณหาผลลัพธ์หรือคำตอบจากประโยคสัญลักษณ์

5. นำผลลัพธ์ไปตอบปัญหา แปลความหมายของผลลัพธ์ไปสู่ปัญหา

6. นำปัญหาที่แก้ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง

ยุพิน พิพิธกุล (2539: 87) ได้กล่าวสรุปพื้นฐานความรู้ของผู้แก้ปัญหาคือว่า

1. ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาอย่างถ่องแท้

2. ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจข้อสรุปทั้งหลายอย่างถูกต้อง

3. ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการอ่าน การตีความ การขยายความ

4. ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการแปลข้อความ เป็นสัญลักษณ์หรือแผนภาพ

5. ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ ความเกี่ยวข้องระหว่าง

ประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ที่มีอยู่ใหม่

6. ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการจัดข้อมูล จัดลำดับตามขั้นตอน วิเคราะห์หารูปแบบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

จากการศึกษาค้นคว้า พบว่าครูมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการแก้ปัญหาแก่นักเรียน โดยครูสร้างบรรยากาศการเรียนให้เด็กมีอิสระ กล้าคิด กล้าแสดงออก เพราะการคิดหรือกล้าแสดงออกเหล่านี้ จะช่วยให้ครูรู้จักนักเรียนดียิ่งขึ้น และการสร้างแรงจูงใจ ให้เด็กคิดและแก้ปัญหาได้อย่างฉลาดนั้น จะต้องอาศัยสิ่งเร้าหรือการกระตุ้นที่ดีคือ มีการเสนอปัญหาหรือประเด็นให้คิดที่ท้าทายน่าสนใจและเหมาะสมกับวัยของเด็ก และควรมีทางเลือกที่หลากหลายในการแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้เรียนรู้หรือทราบถึงความผิดพลาดในการแก้ปัญหานั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับผิดชอบตนเอง และปรับใช้กับสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างเหมาะสม หากผู้สอนมีบทบาทที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีให้กับผู้เรียนแล้ว ก็ย่อมส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

3.9 แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่สำคัญมากอีกกระบวนการหนึ่งๆ และวิธีการที่จะกระตุ้นให้ผู้สอนได้ตื่นตัวก็คือการใช้แบบทดสอบเพื่อไปกระตุ้นและท้าทายความคิดของผู้เรียน และได้มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

โพลยา (Polya. 1973: 5-40) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

ตาราง 1 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจในปัญหา	หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไรและข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ใช้เงื่อนไขความเป็นจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	ความสามารถในการสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจคำตอบ	การพิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

ส.วาสนา ประवालพฤษ์ (2537: 48-49) ได้เสนอแนวทางใหม่ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่เรียกว่า การวัดจากสภาพจริง (Authentic performance Measurement) โดยสร้างข้อคำถามดังนี้

1. เสนอสถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อมูลและข้อจำกัดต่างๆให้นักเรียนหาคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการคิดที่จะได้คำตอบ ซึ่งอาจจะมีวิธีการคิดหลายวิธี

2. เสนอบัญหาประกอบด้วยข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง (หรือไม่จำเป็น) ให้นักเรียนพิจารณาแก้ปัญหาและให้ความเห็นเกี่ยวกับข้อมูลที่ไม่เหมาะสม

3. เสนอบัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาบางส่วนให้นักเรียนวิจารณ์และให้แก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ

4. เสนอบัญหาให้แสดงวิธีการการแก้ปัญหาและการตรวจสอบโดยนำเสนอต่อเพื่อนๆในชั้นเรียนหรือแลกเปลี่ยนคำตอบกัน

คงนิตา เคยนิยม และสุวิมล จรูญโสตร์ (2553: 21) กล่าวว่าควรใช้คำถามที่มีใช้ถามความจำ ความเข้าใจหรือคำถามที่มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น แต่ควรเป็นคำถามแบบปลายเปิดที่นักเรียนต้องคิดกว้างและหลากหลาย ใช้ความคิดระดับสูงในการตอบ มีการนำข้อมูลความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ พัฒนาแนวคิดใหม่ประเมินความเหมาะสม และคิดสร้างสิ่งใหม่

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแทน (Representation) นี้ ใช้เกณฑ์การวัดและการประเมินผลที่เรียกว่า “รูบริค (Rubric)” ซึ่งกำหนดมาตราการวัด (Scale) และรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละจุดในมาตราวัดไว้อย่างชัดเจน การให้คะแนนรูบริคมี 2 แบบ (กรมวิชาการ. 2539: 54-59)

1. การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic Score) คือ การให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่ง โดยพิจารณาภาพรวมของชิ้นงานว่ามีความเข้าใจในความคิดรวบยอด การสื่อความหมาย กระบวนการที่ใช้และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงานหรือความสำเร็จของงานเป็นชิ้นๆโดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0 – 4 หรือ 0 – 6 สำหรับในขั้นต้นการให้คะแนนรูบริคอาจจะแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพเป็น 3 กอง คือ

กองที่ 1 ได้แก่ งานที่คุณภาพเป็นพิเศษและเขียนอธิบายลักษณะของงานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ

กองที่ 2 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้และเขียนอธิบายลักษณะงานที่ยอมรับได้

กองที่ 3 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้น้อยหรือยอมรับไม่ได้ และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้น้อย

จากนั้นก็นำงานแต่ละกองมาให้คะแนนเป็น 3 ระดับ คือ

งานกองที่ 1 จะให้คะแนน 6 หรือ 5

งานกองที่ 2 จะให้คะแนน 4 หรือ 3

งานกองที่ 3 จะให้คะแนน 2 หรือ 1

วิธีที่ 2 กำหนดระดับความผิดพลาด คือพิจารณาตามความบกพร่อง จากคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยจะหักจากระดับสูงสุดลงมาทีละระดับ ดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง คำตอบถูกแสดงเหตุผล แนวคิดชัดเจน

3. หมายถึง คำตอบถูก เหตุผลถูก แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย

2 หมายถึง เหตุผลการคิดคำนวณผิดพลาด แต่มีแนวทางที่

จะนำไปสู่คำตอบ

1 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจหลักการ

ความคิดรวบยอดข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้น้อยมาก และเข้าใจ ไม่ถูกต้องบางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใดเลย

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) เพื่อให้การมองคุณภาพของงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจนจึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนนและการอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับโดยทั่วไปแล้วการแก้ปัญหาจะแยกองค์ประกอบของงาน เป็น 4 ด้านคือ

2.1 ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในการแก้ปัญหาที่ถามอย่างกระจ่างชัด

2.2 การสื่อความหมาย คือ ความสามารถในการอธิบาย การนำเสนอ การบรรยาย เหตุผล แนวคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์

2.3 การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธี กระบวนการในการนำไปสู่การแก้ปัญหาได้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ผลสำเร็จของงานความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงานหรืออธิบายที่มาและตรวจสอบผลงาน

ตัวอย่างการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ Analytic Score เรย์ และคนอื่นๆ (Reys; and others. 1992: 313) ได้กำหนดรูปรีขของความสามารถในการแก้ปัญหาโดยที่แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา จะให้คะแนนตั้งแต่ 0 – 2 คะแนน ตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา

0 หมายถึง ไม่เข้าใจในปัญหาเลย

- คลาดเคลื่อน
- 1 หมายถึง เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วน
 - 2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์
2. การวางแผนแก้ปัญหา
- 0 หมายถึง ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด
 - 1 หมายถึง วางแผนถูกต้องบางส่วน
 - 2 หมายถึง วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
3. คำตอบ
- 0 หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม
 - 1 หมายถึง คัดลอกผิดพลาด จำนวนผิด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มี
- หลายคำตอบ
- 2 หมายถึง ตอบได้ถูกต้องและใช้ภาษาได้ถูก
- ชาร์ลส์และเลสเตอร์ (Charles; & Lester. 1982 :11-12) เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ โดยพิจารณาถึงความสามารถ 3 ประการ ดังนี้
1. ความเข้าใจในปัญหา เป็นความสามารถในการแปลความหมายโจทย์ มีวิธีการให้คะแนนดังนี้
 - 0 หมายถึง แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง
 - 1 หมายถึง แปลความหมายผิดบางส่วน
 - 2 หมายถึง แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง
 2. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้
 - 0 หมายถึง ไม่ลงมือทำหรือทำผิดโดยสิ้นเชิง
 - 1 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องเป็นบางส่วน
 - 2 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)
 3. การตอบปัญหา เป็นการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับทักษะการคำนวณมีวิธีการให้คะแนนดังนี้
 - 0 หมายถึง ตอบผิดและกระบวนการแก้ปัญหาผิด
 - 1 หมายถึง ตอบเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)
 - 2 หมายถึง การคำนวณถูกต้อง
- เลสเตอร์ และโอส์เตฟเฟอร์ (สมสว่าง ธนะพานิชย์สกุล. 2539: 9-20; อ้างอิงจาก Lester; & O' Daffer. 1987) แบ่งสัดส่วนของการให้คะแนนออกเป็น 3 ส่วน คือ ความเข้าใจในการแก้ปัญหาวิธีการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งสามารถวิเคราะห์สัดส่วนและสร้างเป็นเกณฑ์ให้คะแนนได้ ดังนี้

ตาราง 2 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของ เลสเตอร์ และโอส์เตฟเฟอร์

ส่วนที่พิจารณา	พฤติกรรมที่แสดง	คะแนนที่ได้
ความเข้าใจในปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	แปลความหมายผิดทั้งหมด	1
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนมาก	2
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนน้อย	3
	แปลความหมายได้ถูกต้องสมบูรณ์	4
วิธีแก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	วางแผนการทำงานไม่ถูกต้อง	1
	แก้ปัญหาถูกเป็นส่วนน้อย	2
	แก้ปัญหาผิดเป็นส่วนน้อย	3
	วางแผนได้เหมาะสมมีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง	4
ผลลัพธ์ที่ได้	ไม่แสดงอะไร	1
	เขียนผิด คำนวณผิด	2
	คำตอบถูกต้อง	3

ส.วาสนา ประवालพฤษ (2537: 38-40) ได้เสนอการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric) เพื่อประเมินแฟ้มสะสมงานหรือแบบทดสอบ ดังนี้

วิธีที่ 1 แยกประเภทโดยพิจารณาออกเป็นประเด็นย่อยแล้วทำเป็นตารางพิจารณาคำถูกต้องในแต่ละประเด็น กำหนดระดับของคะแนนตามจำนวนที่ปฏิบัติถูกต้องในประเด็นเหล่านี้

ตัวอย่าง กำหนดให้นักเรียนศึกษาว่ากระดาษทิชชู 3 ยี่ห้อ ยี่ห้อไหนจะซับน้ำได้ดีที่สุดโดยใช้อุปกรณ์การทดลองประกอบด้วย หลอดแก้ว ถาด หลอดหยด และตาชั่ง

เกณฑ์การให้คะแนนจะพิจารณาจากวิธีการ การทำอิมตัว การพิจารณาผลการชั่งน้ำหนักและ การสรุปผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคโดยแยกพิจารณาเป็นประเด็นย่อยๆ ตามความถูกต้องในแต่ละประเด็น

คะแนน	วิธีการ	การทำให้ อึดตัว	การพิจารณา ผล	การชั่ง	ผล
4	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก
3	ถูก	ถูก	ถูก	ผิด	ถูก/ผิด
2	ถูก	ถูก	คลาดเคลื่อน	ผิด	ถูก/ผิด
1	ถูก	ถูก	คลาดเคลื่อน	ผิด	ถูก/ผิด
0	ไม่ได้ปฏิบัติเลย/ปฏิบัติผิดหมด				

วิธีที่ 2 กำหนดระดับความสมบูรณ์ ตามเส้นแสดงความต่อเนื่องของ
ความสามารถ เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

ผลงานถูกต้อง	6	
แสดงวิธีการคิดมากกว่าวิธีการที่จะแสวงหาคำตอบ	5	
บอกได้ว่าทำไมคำตอบจึงถูก		
บอกแนวทางในการแก้ปัญหาทางอื่นๆได้	4	
	3	บางตอนหรือบางส่วนของคำตอบไม่ถูกต้องค่อนข้างจะบอกได้ว่าคำตอบนั้นถูกต้อง
	2	ทราบว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นไม่สำเร็จ งานไม่ถูกต้อง
	1	แสดงความพยายามในการแก้ปัญหาไม่สามารถบอกได้ว่าทำไมจึงแก้ปัญหาวีธีนี้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบอัตนัย โดยปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานทางคณิตศาสตร์ของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 311) ดังตาราง 4

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหา ได้ชัดเจน ได้คำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์
3 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการตามวิธีการแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไป โดยเงื่อนไขบางอย่างของปัญหา หรือ - เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม หาคำตอบถูกต้อง แต่ ดำเนินการตามวิธีแก้ปัญหาได้ไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบ ของปัญหาแต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา
2 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม และได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่ง แสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือ - ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้ คำตอบ หรือ - ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่ การหาคำตอบที่ผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบของปัญหาย่อย ๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนด แต่ ดำเนินการต่อไปไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา
1 ยังต้องปรับปรุง	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกความเข้าใจปัญหาบางประการ และมีแนวทางที่จะไม่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - พยายามแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม เพียงแนวทาง เดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหาวิธีการแก้ปัญหาอื่น หรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่หาเป้าหมายย่อย ๆ ของปัญหา แต่ไม่ได้ ดำเนินการต่อ
0 ไม่มีความพยายาม	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา คัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

3.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ยูเล็ป (Ulep. 1990: 105-A) ได้ศึกษากลยุทธ์ 2 วิธี ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยที่จุดประสงค์ของการศึกษาคือ ชี้และเปรียบเทียบกลยุทธ์ที่ใช้แก้ปัญหา 2 วิธีของครูคณิตศาสตร์ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นครูที่มีลักษณะเป็น non - Formal Probability กลุ่มที่ 2 เป็นครูที่มีลักษณะ Formal probability โดยสร้างปัญหาขึ้นมา 12 ปัญหา ให้ทั้ง 2 กลุ่ม โดยที่ทุกปัญหาเคยมีการค้นคว้ามาแล้ว แต่ในการทดลองครั้งนี้จะให้มีการถามและให้ตอบดั่งๆ การประชุมร่วมกันของแต่ละกลุ่มจะถูกอัดเสียงและวิดีโอ จากการทดลองพบว่า มีการใช้กลยุทธ์ง่ายๆ เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดสินใจเกี่ยวกับสถานการณ์ จะรู้ด้วยสัญชาตญาณเป็นไปโดยอัตโนมัติ

เคลลี (Kelley. 1993: 1713-A) ได้ศึกษายุทธวิธีในการแก้ปัญหของนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในวิชาพีชคณิตโดยที่นักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์มักจะมีการเรียนรู้สามารถทำให้ความผิดพลาดทางระบบส่วนบุคคลถูกเปิดเผยออกมา การศึกษาเหล่านี้จะทำให้รู้ข้อผิดพลาดของการทำการบ้านและสามารถบอกข้อผิดพลาดได้ อย่างไรก็ตามการเข้าใจและศึกษาข้อผิดพลาดเหล่านี้จำเป็นต้องค้นหาว่านักเรียนเข้าใจอะไรบ้างเกี่ยวกับการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง แต่ละหัวข้อและพวกเขากำลังคิดอะไรเกี่ยวกับความผิดพลาดที่พวกเขาทำออกมา จุดประสงค์ของการศึกษาก็คือ การเปิดเผยว่า นักเรียนค้นหาอะไรในความยากเกี่ยวกับลำดับของพีชคณิตเพื่อที่จะทำให้ความเข้าใจผิดพลาดของพวกเขาในบทเรียนกระจ่างขึ้น

การศึกษานี้สามารถตรวจสอบคุณลักษณะในการแก้ปัญหาพีชคณิตของนักเรียน 9 คน ในชั้นเรียนที่ 2 โดยที่นักเรียนแต่ละคนจะถูกสังเกตในช่วงที่เรียนหัวข้อพีชคณิต เพื่อให้ทราบข้อผิดพลาดพื้นฐานที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหามากกว่าความยากของเรื่องในหัวข้อนั้นลักษณะของการเรียน คือ การประชุมแก้ไขปัญหาซึ่งประกอบไปด้วยการช่วยเหลือนักเรียน การทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย ทบทวนบทเรียน ทบทวนบททดสอบ การซักถามและการตอบคำถามของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ผลจากการสังเกตการแก้ปัญหาพีชคณิตของนักเรียนครั้งนี้พบว่า มีข้อจำกัดหรืออุปสรรคนักเรียนส่วนใหญ่ที่มีส่วนในการศึกษานี้มีทักษะในการแก้ปัญหาย่างเพียงพอแต่ทักษะเหล่านี้ถูกปิดเอาไว้โดยทักษะพื้นฐานที่ไม่เพียงพอของนักเรียน ความจริงความผิดพลาดจำนวนหนึ่งเป็นผลมาจากความพยายามที่จะทำให้ขบวนการแก้ปัญหาต่อเนื่อง ข้อบกพร่องของหัวข้อหลักซึ่งเสียหายมากที่สุดในการแก้ปัญหาก็คือ จำนวนสัญลักษณ์เศษส่วนและคุณสมบัติพิเศษของ "0"

ทูกอว์ (Tougaw. 1994: 2934-A) ได้ศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนโดยใช้ การแก้ปัญหาที่เป็นแบบเปิดกว้าง (Open approach) ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยศึกษาถึงพฤติกรรม การแก้ปัญหาและเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโดยการแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง หมายถึง การสร้างข้อคาดเดา การสืบค้น การค้นพบ การอภิปราย การพิสูจน์และการหารูปทั่วไป ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนต้องใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการคิดและเจตคติ

ทางบวกเป็นพื้นฐาน ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง มีเจตคติทางบวกเป็นพื้นฐาน ต่อการเรียนและเพศไม่มีความแตกต่างต่อพฤติกรรมในการแก้ปัญหา

เฮอร์มันเดซ และเอ็ดนา (Hernandez; & Edna. 1998: 3053-A) ได้ศึกษาผลกระทบของการสอนวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถส่วนตัวทางคณิตศาสตร์ และองค์ความรู้ทั้งหมด งานวิจัยนี้ได้ใช้แบบแผนการทดลองแบบสอบก่อนทดลอง และสอบหลังทดลอง มีกลุ่มควบคุมโดยเลือกนักเรียนอย่างสุ่ม เข้าเป็นกลุ่มควบคุมกลุ่มหนึ่งในระหว่างการเรียนพิเศษภาคฤดูร้อน นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม จะต้องเรียนวิชาสถิติและความน่าจะเป็นโดยวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มจะใช้วิธีการสอนด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน โดยกลุ่มทดลองแรกจะจัดให้นักเรียนชาย-หญิงเรียนร่วมกัน ส่วนกลุ่มทดลองที่สองจะแยกนักเรียนชาย-หญิงออกจากกัน สำหรับกลุ่มควบคุมจะใช้วิธีสอนแบบเรียนรวมทั้งกลุ่มซึ่งเน้นการแข่งขันและผลการเรียนของแต่ละคน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสถิติและความน่าจะเป็น ความสามารถส่วนตัวและเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จะได้รับการประเมินทั้งก่อนและหลังการทดลอง ข้อมูลที่ได้รับจากการประเมินตัวแปรทั้ง 3 นี้ จะถูกวิเคราะห์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและการวิเคราะห์ฟังก์ชันแบบแยกส่วน ส่วนการประเมินองค์ความรู้ทั้งหมดของนักเรียนจะกระทำโดยกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหาวิชา แม้ว่าในทางทฤษฎีจะเสนอแนะว่าเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (โดยเฉพาะในกลุ่มที่เป็นเพศเดียวกัน) จะเป็นวิธีการสอนที่เป็นประโยชน์มากสำหรับนักเรียนหญิง แต่ผลการวิจัยพบว่า ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือความสามารถทางการเรียนหรือความสามารถส่วนตัวไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนชาย-หญิงในกลุ่มควบคุมผู้ที่มีคะแนนสูงสุด ได้แสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในองค์ความรู้ทั้งหมดดีกว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม นักเรียนชาย-หญิงในกลุ่มควบคุมที่มีคะแนนต่ำได้แสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจใน องค์ความรู้ทั้งหมดน้อยกว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

ซิน (Xin. 2003:4276-A) ได้เปรียบเทียบวิธีการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการแก้ปัญหา โดยเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหา ซึ่งศึกษาความแตกต่างของวิธีการสอนทั้ง 2 วิธี คือ วิธีการสอนแบบ SBI (Explicit Schema – Based Problem Solving Instructional Strategy) และวิธีการสอนแบบ TI (Traditional General Heuristic Instructional Strategy) ทั้งสองกลุ่มมีการทดสอบความรู้ความเข้าใจทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธี SBI และ TI มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน ซึ่งวิธีการสอนแบบ TI มีการทดสอบก่อนเรียน และขณะเรียน(ดำเนินการ 1-2 สัปดาห์) และทำการทดสอบครั้งสุดท้าย (ดำเนินการ 3 สัปดาห์ – 3 เดือน) กลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบ SBI กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธี TI มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งกำหนดแผนการสอนจะเน้นให้มีการถ่ายโยงการเรียนรู้อันในการแก้ปัญหา (วิธีการสอนทั้ง 2 วิธีนี้มีโครงสร้างที่เหมือนกัน แต่มีความซับซ้อนมาก) ในการวัดผลและประเมินผลความรู้ ความเข้าใจและความเอาใจใส่ของนักเรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่ม

นักเรียนที่เรียนโดยวิธีแบบ SBI มีหลักสูตรที่ชัดเจนและทำให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหามากกว่าทั้งก่อนเรียน-หลังเรียน ดังนั้นควรให้เด็กได้ฝึกปฏิบัติและอภิปรายมากขึ้น

งานวิจัยในประเทศ

สุขจิตร ตั้งเจริญ (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียนๆ ละ 49 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหา 4 กลวิธี ได้แก่ กลวิธีเดาและตรวจสอบ กลวิธีสร้างตาราง กลวิธีวาดภาพ และกลวิธีทำย้อนกลับ ก่อนได้รับการเรียนการสอนเรื่องโจทย์สมการ นอกเวลาเรียนปกติ 12 แผนการสอน แผนละ 60 นาที กลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหา ได้รับแต่การเรียนการสอนเรื่องโจทย์สมการตามหลักสูตรปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

วลีพร เตชเดชา (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เพื่อการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมภาพลักษณ์โน้ตศัพท์ทางเรขาคณิต ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาวงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมภาพลักษณ์โน้ตศัพท์ทางเรขาคณิต หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชัยยุทธ บุญธรรม. (2549: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนพระนารายณ์ ตำบลท่าศาลา อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 41 คน ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรชร ภูบุญเต็ม (2550: บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาวงเรขาคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์สมการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้ตัวแทน (Representation) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 60 คน ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์สมการโดยใช้ตัวแทน

(Representation) ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์สมการของนักเรียนหลังการสอน การแก้โจทย์สมการโดยใช้ตัวแทน สูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะความสามารถในการแก้ปัญหามีผลต่อการพัฒนาทักษะต่างๆ ร่วมด้วย เช่น ทักษะความรู้ความจำ การให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ เป็นต้น แต่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานั้นนักเรียนควรได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอ เพราะจะช่วยพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์อื่นๆให้เพิ่มมากขึ้นด้วย

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

กูด (Good. 1959: 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์คือการทำให้สำเร็จ (Accomplishment) หรือ ประสิทธิภาพทางการกระทำที่กำหนดให้หรือในด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์หมายถึง การซึ่งในความรู้ (Knowledge Attained) การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาคะแนนสอบที่กำหนดให้คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

อนาสตาซี (Anastasi. 1959: 187) กล่าวไว้ พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบด้านสติปัญญา และองค์ประกอบด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา ได้แก่ องค์ประกอบด้านเศรษฐกิจ สังคม แรงจูงใจ และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาอื่น ๆ

วิลสัน (Wilson. 1971: 643–696) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (cognitive domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาออกเป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ต้องไม่อาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability of Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียน

มาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มา ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็น โจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้ กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับ ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ (Knowledge of Concepts) เป็น ความสามารถที่ซับซ้อนมากกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนมติเป็นนามธรรมซึ่ง ประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหมายหรือยกตัวอย่างของมโนมติ นั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่ แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็น กรณีทั่วไป (Knowledge of Principle, Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการ นำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการ แก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎ ที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจ จัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและ โครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบ หนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถ ในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็น สมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจาก ความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทาง คณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่ นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่ นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับ นี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาคือคล้ายกับปัญหาที่ประสมอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับ ความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหานั้นได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหานั้น อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสมอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลัทธิและโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability of Recognize Patterns Isomorphism and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจาก ข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหานั้นนักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ที่ไม่เคยประสมมาก่อน (Ability to Solve No routine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ โหมดนิยามตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหานั้นแทนการจำแนกความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษาเพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์ อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมขั้นนี้ ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้ได้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหา และพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

ไอแซนค์, อาร์โนลด์ และ ไมลี (Eysenck; Arnold; & Meili. 1972: 6) ให้ความหมายของคำว่าผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยทั้งความสามารถทั้งทางร่างกายและสติปัญญา ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียน โดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวบุคคล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจได้จากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรืออาจได้ในรูปของเกรดจากโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อน และระยะเวลาพอสมควร หรืออาจได้จากการวัดโดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540: 29) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) ซึ่งในที่นี้หมายถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic achievement) คือ คุณลักษณะที่รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือคือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมอง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543: 18) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้ว ผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้มากน้อยเพียงใด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จจากการเรียนรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเกิดจากความพยายามในการเรียนรู้ ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียน การทดสอบ การสังเกต การทำการบ้าน เป็นต้น ที่แสดงออกในรูปของคะแนนหรือระดับความสามารถในการทำแบบทดสอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังจากนักเรียนได้รับการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียแบบการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จึงหมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ซึ่งสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้จากการทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งได้มีการตรวจสอบคุณภาพและปรึษาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว โดยแบบทดสอบนั้น มีความ

สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive Domain) ตามที่วิลสัน (Wilson. 1971: 643-685) จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) เกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์นิยาม และความสามารถพิเศษ
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากอีกแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามแบบเหตุผล การอ่านและการตีความตามโจทย์ปัญหา
3. การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน
4. การวิเคราะห์ (Analysis) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาของที่เรียน การพิสูจน์ การสร้างสูตรและการทดสอบความถูกต้องของสูตร

4.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยาและการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สถิติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

แคร์รอล (Carroll. 1963: 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมา

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540: 5) ได้ระบุคุณภาพในการจัดการศึกษาของโรงเรียนพิจารณาได้จากปัจจัยต่าง ๆ ใน 5 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้แก่ ครู นักเรียน สภาพโรงเรียน ผู้ปกครองและชุมชน

ณยศ สงวนสิน (2547: 39) กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีปัจจัยและองค์ประกอบทั้งทางตรงคือ ตัวนักเรียน และทางอ้อมได้แก่ สภาพของสังคม ครอบครัว ตัวครู และรวมถึงการสอนของครู

สุบิน ยมบ้านกวย (2550: 76) กล่าวว่า ทุกๆอย่างที่อยู่รอบตัวนักเรียนนั้น ล้วนแต่มีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นองค์ประกอบต่างๆ ที่มาจากครอบครัว สภาพแวดล้อมทั้งทางบ้านและทางโรงเรียน ปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนและคนรอบข้างไม่ว่าเป็นที่บ้านหรือที่โรงเรียน ก็เป็นสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือหรือว่าต่ำได้

นันทพร ระภักดี (2551: 53) กล่าวว่า อิทธิพลที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ มีปัจจัย 2 ประการ ได้แก่ ปัจจัยโดยตรง คือ ตัวนักเรียนเองไม่ว่าจะเป็นสติปัญญา สุขภาพร่างกาย ความสนใจ และเจตคติการเรียน ปัจจัยทางอ้อม คือ ครอบครัว สภาพการเรียน สังคมวัฒนธรรม การบริหารจัดการของโรงเรียน ครู สื่อการสอน วิธีการสอนของครู ฯลฯ

จากการศึกษาค้นคว้า สามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นเกิดจากปัจจัย 2 ประการ คือ ปัจจัยจากตัวผู้เรียน ได้แก่ ความรู้ความสามารถทางสติปัญญา สุขภาพร่างกาย ความสนใจ เจตคติ การปรับตัว เป็นต้น และปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ครอบครัว เพื่อน ครู สถานศึกษา สภาพสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

4.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำนั้นเกิดจากสาเหตุหลายประการ ดังที่มีนักการศึกษากล่าวไว้ดังนี้

เรวัตและคุปตะ (Rawat; & Cupta. 1970: 7-9) ได้กล่าวว่า สาเหตุของการสอบตกและการออกจากโรงเรียนในระดับประถมศึกษาอาจมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง หรือมากกว่านั้น โดยมีด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกลงในการมีส่วนร่วมที่โรงเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม ความเชื่อที่ไม่เหมาะสม

7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกซ้ำชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่น ๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก

ขนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542 : 121) ได้กล่าวถึงสาเหตุหรือที่มาที่ทำให้นักเรียนเรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ เช่น

1. ขอบกพร่องทางร่างกาย หรือสุขภาพไม่เอื้ออำนวย
2. ระดับสติปัญญาต่ำ
3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีในวิชาคณิตศาสตร์มาก่อน ทำให้ฝังใจ เกิดการต่อต้านไม่ยอมรับปิดกั้นตัวเองแบบรู้ตัวและไม่รู้ตัว
4. สิ่งแวดล้อมทางบ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียน ตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่าง ๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม กล้าแสดงออก ความอดทน ความเพียรพยายาม การรู้จักแบ่งเวลา ความมีวินัยในตนเอง ความรับผิดชอบ การมีสมาธิ
5. วุฒิภาวะต่ำ
6. พื้นฐานความรู้เดิมมีไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้เรียนตามเพื่อนไม่ทัน ไม่เข้าใจบทเรียนใหม่

อัษฎนา โพิทพลากร (2545: 96) กล่าวว่าถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน คือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการสร้างเจตคติความรู้สึกร่วมต่อการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะจัดหาวิธีการที่เหมาะสม นำมาใช้ในการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับนักเรียนของตนเพื่อให้เกิดผลสำเร็จในด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ศิรินทิพย์ คำพุทธ (2548: 73) ได้กล่าวว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และส่งผลต่อการเรียนของนักเรียนคือ กระบวนการจัดการเรียนการสอน การสร้างเจตคติ ความรู้สึกร่วมต่อการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะจัดหาวิธีการที่เหมาะสม นำมาใช้ในการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับนักเรียนของตนเพื่อให้เกิดผลสำเร็จในด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

สุบิน ยมบ้านกวย (2550: 78) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น มีด้วยกันมากมายหลายประการซึ่งต่างก็เป็นปัญหาที่ต้องร่วมกันแก้ไข แต่ถ้าเราจะพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาหลักๆ คือ ตัวผู้เรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองและสภาพแวดล้อม ดังนั้นสาเหตุปัญหาทั้งหมดดังกล่าว จึงต้องร่วมมือขจัดสาเหตุของปัญหาออกไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นในส่วนที่เกี่ยวข้อง

นันทพร ระภักดี (2551: 55) ได้กล่าวว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์และมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ การจัดการเรียนการสอน การสร้างเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ การมีส่วนร่วมของนักเรียน สภาพแวดล้อมทางครอบครัว

และวุฒิภาวะ ซึ่งจากสาเหตุดังกล่าวครูจึงจำเป็นต้องจัดหากิจกรรมการเรียนการสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

วรรณา พิมพันธ์ (2553: 101) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอาจเกิดมาจากหลายสาเหตุ ครูผู้สอนควรจะต้องค้นหาสาเหตุของปัญหาของนักเรียนแต่ละคนอย่างแท้จริง ทั้งด้านครอบครัว สติปัญญา ร่างกาย และวุฒิภาวะทางอารมณ์ของนักเรียน แล้วจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียน รวมถึงการสร้างสภาพจิตใจในการเรียนรู้

จากการศึกษาค้นคว้าถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น อาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น จากครูผู้สอน กิจกรรมการเรียนการสอน สภาพแวดล้อม ซึ่งส่งผลต่อเจตคติของนักเรียน เป็นต้น ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับนักเรียน ควรหาแนวทางหรือวิธีการในการแก้ไข โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ครูควรแสวงหาความรู้หรือพัฒนาการสอนอยู่เสมอ โดยการใช้วิธีการ เทคนิค หรือรูปแบบการสอนที่แปลกใหม่ แตกต่างจากการสอนแบบปกติภายในชั้นเรียน การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและมีเจตคติที่ดียิ่งขึ้น เป็นต้น

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

บราวน์ และโฮลซ์แมน (Brown; & Holtman. 1976: 4) ได้ศึกษาพบว่า

1. เจตคติในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ
2. นักเรียนที่มีสติปัญญาเท่าเทียมกัน แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน เพราะมีเจตคติและแรงจูงใจในการเรียนต่างกัน

บูล (Bull. 1993: 54-07A) ได้ศึกษาเรื่อง การสำรวจประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับเกรด 8 โดยใช้การเรียนแก้ปัญหา 4 ชั้นตอน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นครูจำนวน 5 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 274 คน และกลุ่มควบคุม คือ ครูจำนวน 4 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 237 คน กลุ่มทดลองครูจะสอนโดยใช้ชุดการเรียน "Magic Math" มีความสามารถมากกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

ครัมพ์ (Crump. 2004: 3621) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง นักเรียนหญิงเกรด 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นจอร์เจียใต้เป็นลักษณะพิเศษที่ได้พัฒนาจากการศึกษานำร่องโดยการสัมภาษณ์นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา จากข้อมูลโรงเรียน ประวัติของนักเรียน วารสารนักเรียนแลกเปลี่ยน และวารสารวิจัยของครู โดยผู้สัมภาษณ์ได้อัดเทป และถ่ายสำเนา แล้วแบ่งแยกประเภทเพื่อเปรียบเทียบการตอบของนักเรียน ประเภทผลการตอบของนักเรียน กำหนดเป็นลำดับขั้น ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลรวมถึง

ทัศนคติต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหญิง คือ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เหมาะสมกับผู้ชาย มีผลต่อความเป็นผู้ใหญ่ ความอิสระ ความสนใจทางคณิตศาสตร์ แรงจูงใจทางคณิตศาสตร์ ประโยชน์ของคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางเพื่อกำจัดอุปสรรคที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการสร้างหลักสูตรต่อไป

ริโอแดน และนอยซ์ (Riordan; & Noyce. 2001: 368-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของหลักสูตรมาตรฐานหลักวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 ถึงเกรด 8 ศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรเดิม กลุ่มที่ 2 เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลัก ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนตามหลักสูตรเดิม

ไทดแกน (Deighan. 1971: 3333 - A) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 - 6 จำนวน 1,022 คน ครู 44 คน ในโรงเรียนประถมศึกษาที่อยู่ในชนบท โดยใช้แบบวัดเจตคติ 2 ชนิด คือ การตอบ ใช่หรือไม่ใช่ของแอทโทแมน (Attomen) Semantic Differential และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้ JOWN Test of Basic Skills และ LORGE Thorndike of Intelligence วิเคราะห์ผลโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และวิเคราะห์สมการการถดถอย ผลการวิจัยพบว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน แต่เจตคติทางคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียนไม่สัมพันธ์กัน

วิลเลียม (William. 1981: 1605 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เดิม กลุ่มควบคุม 43 คน ส่วนแบบเดิมทำการสอนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สมิธ (Smith. 1982: 3423 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของความรู้ในการเรียนวิชาเรขาคณิต โดยใช้วิธีสอน 3 แบบ คือ แบบเรียนเพื่อรอบรู้ แบบนักเรียนเลือก และแบบปกติ ซึ่งได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 36 คน เป็นนักเรียนเกรด 4 ผลการวิจัยพบว่า การเรียนเพื่อรอบรู้ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนทั้ง 2 แบบ และไม่มีข้อแตกต่างกันในเรื่องการสอนทั้ง 3 แบบ

สมิธ (Smith. 1994: 2528 - A) ได้ทำการศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีการทดสอบภาคสนาม ซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน

แบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งสองแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

วากัส (Vaughn. 2000: 176) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ของจำนวนนักเรียนที่ลงทะเบียน กับความสำเร็จของนักเรียนในการอ่านเกี่ยวกับภาษาและคณิตศาสตร์ โดยได้ทำการทดลองในโรงเรียนในประเทศเม็กซิโก ซึ่งได้ทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในปี 1977 และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-5 ในปี 1978-1981 รวมทั้งสิ้น 566 โรงเรียน ซึ่งจะศึกษาคะแนนจากแบบทดสอบทักษะพื้นฐานการอ่านเกี่ยวกับภาษาและคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ขนาดของโรงเรียนไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่สถานะทางสังคมและชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ฟินน์ และคนอื่นๆ (Finn; et al. 2003: 176) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลักทดลองกับครูจำนวน 40 คน และนักเรียน 1,466 คน จาก 26 โรงเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า สิ่งที่สำคัญมากที่สุด คือการสอนตามหลักสูตร รองลงมา คือ พฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งมีผลในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

งานวิจัยในประเทศ

ณยศ สงวนสิน (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์ โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย เรื่องพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วย ชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย เรื่องพหุนาม สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร แก้วรักษา (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงเรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตรุณี เตชะวงศ์ประเสริฐ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนบูรณาการแบบสอดแทรก ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนบูรณาการแบบสอดแทรกสูงกว่าเกณฑ์ 60% โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณา พิมพันธ์. (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องพื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิตสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงขึ้นอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า วิธีการ รูปแบบ และเทคนิคทางการสอนที่ดี ที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน ล้วนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนสูงขึ้น และยังช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนในรายวิชานั้น ๆ ด้วย นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ดี ควรคำนึงถึงปัจจัยต่างที่มีผลต่อการเรียนรู้ของ นักเรียน เช่น ศักยภาพของนักเรียน ระดับสติปัญญา เป็นต้น เพื่อเลือกวิธีการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

5.1 ความหมายของความพึงพอใจ

วอลเลอร์สไตน์ (Wallerstein. 1971: 256) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย และอธิบายว่าความพึงพอใจ เป็นการ กระทำทางจิตวิทยา ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนแต่สามารถคาดคะเนได้ว่ามีหรือไม่มีจากการ สังเกตพฤติกรรมเท่านั้น การที่จะทำให้เกิดความพึงพอใจจะต้องอาศัยปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็น สาเหตุแห่งความพึงพอใจนั้น

อิลเลีย และแพทริก (Elia; & Patrick. 1972: 173) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ ไว้ว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลในด้านความพอใจ หรือสภาพจิตใจของบุคคลว่าชอบมากน้อยเพียงไร

กู๊ด (Good. 1973: 320) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า หมายถึง คุณภาพ หรือระดับความพอใจซึ่งเป็นผลจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติของบุคคลต่อกิจกรรม

โวลแมน (Wolman. 1973: 320) กล่าวถึงความพึงพอใจ คือความรู้สึกเมื่อได้รับ ผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย ความต้องการหรือแรงจูงใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542: 775) ได้ให้ความหมายของ ความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ ความพึงพอใจหมายถึงความรู้ที่มีความสุขหรือความพอใจเมื่อได้รับ ความสำเร็จ หรือได้รับสิ่งที่ต้องการ

อุบลลักษณ์ ไชยชนะ (2543: 36) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติที่เป็นไปตามความคาดหวัง ที่จะทำให้เกิดความสามารถในการเรียนรู้ได้ดี ยิ่งขึ้น

เชิดชัย ศรีรัตน์ (2548: 8-9) กล่าวถึงความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า เป็น ความรู้สึกส่วนตัวของบุคคลที่มีต่อปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่บุคคลนั้น ๆ ได้รับ ซึ่งเป็นทั้งทางบวก และ

ทางลบ ความพึงพอใจทางบวกจะทำให้บุคคลนั้นมีความรู้สึกดี ส่วนความพึงพอใจในทางลบซึ่งหมายถึงความไม่พึงพอใจจะมีผลตรงข้าม ทำให้ไม่มีความสุขต่อสิ่งที่ได้ประสบหรือได้รับจากสิ่งนั้น

ปิยะดา สีทองคำ (2549: 7) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ความรู้สึกพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับในสิ่งที่ต้องการหรือบรรลุเป้าหมายในระดับหนึ่ง ความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงหรือไม่เกิดขึ้นหากความต้องการหรือจุดหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

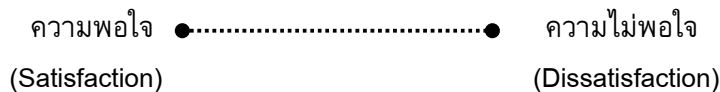
จากการศึกษาค้นคว้า สามารถสรุปความหมายของความพึงพอใจได้ว่า ความพึงพอใจหมายถึง ความพอใจ ความชอบใจ ความสบายใจ ความสมหวัง และมีความสุข ที่สำเร็จประโยชน์ตามความต้องการหรือเป้าหมายในระดับใดๆ ที่ตั้งใจไว้บรรลุผลหรือสมหวังนั่นเอง สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนเรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือนักเรียนที่ได้เรียนด้วยบทเรียนดังกล่าวมีความคาดหวังว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะสามารถช่วยให้ตัวเองสามารถเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้นหรือ ได้ผลการเรียนดีขึ้นนั่นเอง ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจ

5.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

เฮอริชเบิร์ก และคนอื่นๆ (Herzberg; et al. 1959 :60 – 65) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการจูงใจคนในการทำงาน โดยที่เขาและคณะเพื่อนร่วมงานที่สถาบันจิตวิทยาบริการแห่งพิตสเบิร์ก (Psychological Service of Pittsburg) ได้สัมภาษณ์วิศวกรและนักบัญชี 200 คน จากธุรกิจและอุตสาหกรรม 11 แห่ง ณ เมืองพิตสเบิร์ก คำถามที่เขาใช้ในการสัมภาษณ์นั้นเกี่ยวกับสิ่งที่ทำให้คนงานพอใจและมีความสุขในการทำงาน และเป็นสิ่งที่คนงานไม่พอใจและไม่มีความสุขในการทำงาน จากการวิเคราะห์คำตอบที่ได้รับ เฮอริชเบิร์ก ได้ข้อสรุปว่า คนเรามีความต้องการที่แยกออกจากกันโดยอิสระอยู่ 2 ประเภท และแต่ละประเภทมีผลต่อพฤติกรรมของคนในทางที่ต่างกันคือ เมื่อคนรู้สึกไม่พอใจในงาน เขาจะมองในเรื่องสภาพแวดล้อมของงานที่เขาทำ และเมื่อเขารู้สึกพอใจในงาน เขาจะมองในเรื่องงานที่ทำ

เฮอริชเบิร์ก มีความเห็นว่าสิ่งที่ตรงกันข้ามกับความพอใจ (Satisfaction) ไม่ใช่ความไม่พอใจดังที่เชื่อกันแต่เดิม การจัดสิ่งที่ทำให้เกิดความไม่พอใจขึ้นแทนที่เป็นแต่เพียงทำให้เป็นกลาง ก็คือยังยินดีที่จะทำงานต่อไปอย่างเดิมเท่านั้น เขาให้ความเห็นว่า สิ่งที่ตรงข้ามกับความพอใจคือความไม่พอใจและสิ่งที่ตรงข้ามกับความไม่พอใจ คือไม่มีความพอใจ ดังภาพประกอบ 6 และ 7

ความคิดดั้งเดิม



ภาพประกอบ 6 ภาพแสดงแนวความคิดดั้งเดิม

ความคิดใหม่ของเฮอริชเบิร์ก (Herzberg)



ภาพประกอบ 7 ภาพแสดงแนวความคิดใหม่ของเฮอริชเบิร์ก (Herzberg)

แนวความคิดของเฮอริชเบิร์กนี้ แยกสิ่งทำให้เกิดความพอใจกับสิ่งทำให้เกิดความไม่พอใจ ในการแยกออกจากกันอย่างเห็นได้ชัดเจน การลดสิ่งที่ไม่พอใจสามารถทำให้เกิดความสงบในองค์กรได้ และอาจสร้างแรงจูงใจได้บ้างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ไม่ใช่สิ่งที่จูงใจโดยตรง ปัจจัยทั้ง 2 กลุ่ม มีดังนี้

ปัจจัยยอนามัย (Hygiene Factors)	ปัจจัยจูงใจ (Motivators)
1. นโยบายและการบริหารงาน 2. วิธีการบังคับบัญชา 3. สภาพการทำงาน 4. ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในองค์กร	1. ความสำเร็จในการทำงาน 2. การยอมรับนับถือ 3. งานที่ท้าทาย 4. ความรับผิดชอบที่เพิ่มขึ้น
ปัจจัยยอนามัย (Hygiene Factors)	ปัจจัยจูงใจ (Motivators)
5. ความเจริญก้าวหน้า	5. ค่าจ้าง สถานภาพ และความปลอดภัยในการทำงาน 6. การเจริญเติบโตขององค์กร

สำหรับปัจจัยนามัยนั้นจะเห็นว่ามิได้เป็นส่วนภายในของตัวงาน แต่จะเกี่ยวข้องและมีผลต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งมีความหมายในเชิงการแพทย์ คือเป็นการป้องกันมิให้เกิดผลเสียหาย และพบว่าปัจจัยกลุ่มนี้ไม่สามารถจะจูงใจให้เกิดความพอใจจนถึงกับเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของตนได้ เป็นแต่เพียงช่วยส่งเสริมแรงจูงใจให้ได้ผลและช่วยป้องกันมิให้เกิดความไม่พอใจในการทำงานมากขึ้น จนทำให้เกิดความสูญเสียในการปฏิบัติงานเท่านั้น ส่วนปัจจัยจูงใจนั้นก็คือ สิ่งที่ทำให้คนงานเกิดความพอใจและเต็มใจที่จะทำงานให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเมื่อไม่กี่ปีมานี้เองการวิจัยในเรื่องของทฤษฎีสองปัจจัยนี้ได้ขยายตัวออกไปในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ นักบัญชีและพนักงานอื่น ๆ ทุกระดับขององค์กร ตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงลงไปจนถึงคนงานที่จ้างรายชั่วโมงด้วย

ตามทฤษฎีของมาสโลว์ (Maslow, 1970: 80-81) ได้จัดประเภทความต้องการตามความสำคัญออกเป็น 5 ระดับ จากต่ำไปสูง ดังนี้

1. ความต้องการทางร่างกาย (Physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐานเพื่อความอยู่รอด เช่น อาหาร อากาศ น้ำดื่ม ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ความต้องการการยกย่อง และความต้องการทางเพศ
2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety needs) หรือความต้องการที่เหนือกว่าความต้องการเพื่อการอยู่รอด ซึ่งมีมนุษย์ต้องการในระดับที่สูงขึ้น เช่น ต้องการความมั่นคงในการทำงาน ความต้องการได้รับการปกป้องคุ้มครองความต้องการความปลอดภัยจากอันตรายต่างๆ เป็นต้น
3. ความต้องการด้านสังคม (Social needs) หรือความต้องการความรักและการยอมรับ (Love and belongingness needs) เช่น ความต้องการทั้งในแง่ของการให้และการได้รับความรัก ความต้องการเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะ ความต้องการให้ได้รับการยอมรับ
4. ความต้องการการยกย่อง (Esteem needs) ซึ่งเป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว (Self-esteem) ความนับถือ (Recognition) และสถานะ (Status) จากสังคม ตลอดจนเป็นความพยายามที่จะให้มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับบุคคลอื่น เช่น ความต้องการให้ได้รับการเคารพนับถือ ความสำเร็จ ความรู้ ศักดิ์ศรี ความสามารถ สถานะที่ดีและมีชื่อเสียงในสังคม
5. ความต้องการประสบความสำเร็จสูงสุดในชีวิต (Self-actualization needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ซึ่งถ้าบุคคลใดสามารถบรรลุความต้องการในขั้นนี้ จะได้รับการยกย่องเป็นบุคคลพิเศษ เช่น ความต้องการที่เกิดจากความสามารถทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ นักร้องหรือนักแสดงที่มีชื่อเสียง

เช่นเดียวกับ ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ (2541: 138-139) กล่าวว่า ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นได้กับใครนั้นต้องมีสาเหตุที่สำคัญที่ก่อให้เกิดผล สาเหตุนี้คือ การจูงใจ เพราะการจูงใจเป็นสิ่งเร้าและความพยายามที่ตอบสนองความต้องการ ดังนั้นความพึงพอใจนั้นเป็นความพอใจเมื่อความต้องการได้รับการตอบสนอง ดังนั้นความพึงพอใจจึงมีความเกี่ยวข้องกับการจูงใจ ดังที่ทฤษฎีการจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's Theory of Motivation) ได้มีข้อสมมติฐานดังนี้

1. มนุษย์มีความต้องการหลายประการและความต้องการที่ไม่มีที่สิ้นสุด

2. ความต้องการจะมีความสำคัญแตกต่างกัน มนุษย์จึงสามารถจะลำดับความสำคัญของความต้องการได้ (Hierarchy of needs)
3. บุคคลจะแสวงหาความต้องการที่สำคัญที่สุดหรือสำคัญมากกว่าก่อน
4. เมื่อบุคคลได้สิ่งที่ต้องการบำบัดความต้องการของตนแล้ว ความจำเป็นในสิ่งนั้นจะหมดไป

จากการศึกษาค้นคว้า ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ สามารถสรุปได้ว่า ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นได้ เมื่อมีแรงจูงใจ ซึ่งช่วยเราให้เกิดการตอบสนองที่ติดตั้งต้องการ หรือหากต้องการให้เกิดความพึงพอใจในสิ่งหนึ่งสิ่งใด ก็อาจทำได้ด้วยการขจัดหรือนำสิ่งที่ก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจออกไปได้เช่นกัน ดังนั้น ในการนำทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจ และพัฒนาการเรียนการสอนของตนอยู่เสมอ เพื่อเป็นการสร้างความพึงพอใจให้เกิดแก่ผู้เรียน และให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนที่กำหนดไว้ได้

5.3 วิธีการสร้างความพึงพอใจในชั้นเรียน

ไวท์เฮด (Whitehead, 1967: 1-41) กล่าวถึง การสร้างความพอใจ และขั้นตอนของการพัฒนาว่ามี 3 ขั้นตอน คือ จุดยืน จุดแย้ง และจุดปรับ ซึ่งไวท์เฮด เรียกชื่อใหม่เพื่อใช้ในการศึกษาว่าการสร้างความพึงพอใจ การทำความกระจ่าง และการนำไปใช้ในการเรียนรู้ใดๆ ควรเป็นไปตาม 3 จังหวะ คือ

- การสร้างความพึงพอใจ - นักเรียนรับสิ่งใหม่ๆ มีความตื่นเต้น พอใจในการได้พบและเก็บสิ่งใหม่
- การทำความกระจ่าง - มีการจัดระเบียบ ให้คำจำกัดความ มีการกำหนดขอบเขตที่ชัดเจน
- การนำไปใช้ - นำสิ่งใหม่ที่ได้มาไปจัดสิ่งใหม่ที่จะได้พบต่อไป เกิดความตื่นเต้นที่จะเอาไปจัดสิ่งใหม่ๆ ที่เข้ามา

ไวท์เฮด กล่าวถึงการสร้างภูมิปัญญาระบบการศึกษาว่า ได้ปฏิบัติกันอย่างผิดพลาดตลอดโดยใช้วิธีการฝึกทักษะอย่างง่าย ๆ ธรรมดาๆ แล้วคาดเอาไว้จะทำให้เกิดภูมิปัญญาได้ ถนนที่มุ่งสู่ภูมิปัญญาได้มีสายเดียว คือ เสรีภาพและวิทยาการ เป็นสาระสำคัญสองประการของการศึกษา ประกอบกันเป็นวงจรการศึกษาสามจังหวะ คือ เสรีภาพ-วิทยาการ-เสรีภาพ ซึ่งเสรีภาพในจังหวะแรกก็คือ ขั้นตอนของการสร้างความพอใจ วิทยาการในขั้นที่สองก็คือ ขั้นทำความกระจ่าง และเสรีภาพในช่วงสุดท้ายก็คือ ขั้นการนำไปใช้ วงจรเหล่านี้ไม่ได้มีวงจรเดียวแต่มีลักษณะเป็นวงจรซ้อนวงจร วงจรหนึ่งเปรียบได้กับเซลล์หนึ่งหน่วยและขั้นตอนการพัฒนาอย่างสมบูรณ์ของมันก็คือ โครงสร้างอินทรีย์ของเซลล์เหล่านั้น เช่นเดียวกับวงจรเวลาที่มีวงจรเวลาประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน ประจำปี ประจำฤดู เป็นต้น วงจรของบุคคลตามช่วงอายุจะเป็นระดับ ดังนี้

ตั้งแต่เกิดจนถึงอายุ 13-14 ปี เป็นขั้นของความพอใจ

ช่วงอายุ 14-18 ปี เป็นขั้นของการค้นหาทำความเข้าใจ

และอายุ 18 ปีขึ้นไป เป็นขั้นของการนำไปใช้

นอกจากนี้วิทยาการทั้งหลายในแขนงต่างๆ ก็มีวงจรของการพัฒนาการและระดับของพัฒนาการเหล่านี้เช่นกัน

สิ่งที่ไวท์เฮดต้องการย้ำในเรื่องนี้คือ ความรู้ที่ต่างแขนงวิชา การเรียนที่ต่างวิธีการควรให้แก่ผู้เรียนเมื่อถึงเวลาอันสมควรและเมื่อผู้เรียนมีพัฒนาการทางสมองอยู่ในขั้นที่เหมาะสมการพัฒนาคุณลักษณะใดๆ ตามวิถีทางของธรรมชาติ ควรต้องสร้างกิจกรรมที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในตัวมันเอง เพราะความพอใจจะทำให้คนพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสม ส่วนความเจ็บปวดแม้จะทำให้เกิดการตอบสนองแต่ก็ไม่ทำให้คนพอใจ ไวท์เฮด สรุปในที่สุดว่า ในการสร้างพลังความคิดไม่มีอะไรมากไปกว่า สภาพจิตใจที่มีความพึงพอใจในขณะที่ทำกิจกรรมสำหรับการศึกษาค้นคว้าด้านเซวาร์ปัญญานั้น เสรีภาพเท่านั้นที่จำทำให้เกิดความคิดที่มีพลังและความคิดริเริ่มใหม่ ๆ

โรเจอร์ (Rogers. 1969: 485-497) เป็นนักจิตวิทยามนุษย์ผู้ริเริ่มวิธีบำบัดคนไข้ทางจิตแบบยึดคนไข้เป็นศูนย์กลาง บำบัดบนรากฐานการสร้างบรรยากาศ ทำให้คนไข้รู้สึกสบายใจและเป็นอิสระพอที่จะเข้าใจพื้นฐาน แบบแผนชีวิตของตน ค้นหาทางเลือกของการคิด การรู้สึก และการกระทำสิ่งที่เป็นประโยชน์หรือความสุขแก่ตนมากที่สุด กล่าวถึงเสรีภาพกับการเรียน แนวปฏิบัติทางการศึกษา รูปแบบการศึกษาที่พึงปรารถนาตามทัศนะของเขา ต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่ความเป็นบุคคลที่มีสัจจะแห่งตน สามารถทำให้บุคคลอยากรู้อยากเห็นด้วยจิตใจที่เป็นอิสระเลือกทางเดินใหม่ตามความสนใจของตนเองได้ หลักการสำคัญของการเรียนรู้แบบประสบการณ์ คือการสร้างบรรยากาศทางอารมณ์ และสติปัญญา เขาได้ผสมแนวคิดของจิตวิทยามนุษยศาสตร์กับแนวคิดจากแหล่งอื่นๆ ได้เป็นแนวปฏิบัติที่เอื้อต่อการเรียนแบบประสบการณ์ คือ

1. ฝึกการเรียนแบบสืบเสาะหรือแบบค้นพบเพื่อนั้น “วิธีเรียน” มากกว่า “เนื้อหา”
2. ใช้สถานการณ์จำลองเพื่อให้เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมากขึ้น
3. ให้นักเรียนมีโอกาสเลือกลักษณะการเรียนที่กว้างขวางกว่าเดิม นักเรียนควรเลือกว่าจะเรียนแบบ “ห้องเรียนอิสระ” หรือแบบเดิม

4. การจัดกลุ่มที่เหมาะสมแก่การเรียน กลุ่มย่อยมีขนาด 5-6 คน จะทำให้ทุกคนได้ร่วมอภิปราย

5. การฝึกให้คนมีความรู้สึกไว เพื่อให้รู้จักตนเองมากขึ้นในฐานะความเป็นมนุษย์ ทัศนะของโรเจอร์เกี่ยวกับการศึกษาค่อนข้างชัดเจนต่อการนำไปปฏิบัติ แนวทางที่เขาให้ไว้มีลักษณะเป็นการจัดแบบ “ห้องเรียนเปิด” หรือเป็นการศึกษาเป็นรายบุคคล อย่างไรก็ตามสิ่งที่โรเจอร์พยายามจะสื่อกับครูก็คือการให้เสรีภาพในการเรียน จะเป็นการปูพื้นฐานทางด้านอารมณ์ให้นักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะสำรวจสิ่งที่มีความหมายและใช้ความพยายามต่อสิ่งนั้นมากกว่าปกติ

สกินเนอร์ (Skinner. 1972: 96-120, 1-59) มีความเห็นว่าการปรับพฤติกรรมของคนไม่อาจทำได้โดยเทคโนโลยีทางกายภาพและชีวภาพเท่านั้น แต่ต้องอาศัยเทคโนโลยีของพฤติกรรม

ซึ่งหมายถึงเสรีภาพ และความภาคภูมิใจ จุดหมายปลายทางที่แท้จริงของการศึกษา คือการทำให้คนมีความเป็นตัวของตัวเอง มีความรับผิดชอบต่อการกระทำของตน เสรีภาพและความภาคภูมิใจ เป็นครรลองของการไปสู่ความเป็นคนดังกล่าวนั้น

เสรีภาพในความหมายของสกินเนอร์ หมายถึง ความเป็นอิสระจากการควบคุมการวิเคราะห์และเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงรูปแบบใหม่ให้สิ่งแวดล้อมนั้น โดยทำให้อำนาจการควบคุมอ่อนตัวลงจนบุคคลเกิดความรู้สึกว่าตนมิได้ถูกควบคุมหรือต้องแสดงพฤติกรรมใด ๆ ที่เนื่องมาจากความกดดันภายนอกบางอย่าง บุคคลควรได้รับการยกย่องยอมรับในผลสำเร็จของการกระทำ แต่การกระทำที่ควรได้รับการยกย่องยอมรับมากเท่าไร จะต้องเป็นการทำที่ปลอดจากการบังคับหรือสิ่งควบคุมใด ๆ มากเท่านั้น นั่นคือสัดส่วนปริมาณของการยกย่องยอมรับที่ให้แก่การกระทำจะเป็นส่วนกลับกับความเด่นหรือความสำคัญของสาเหตุที่จูงใจให้กระทำ

สกินเนอร์ ได้อ้างคำกล่าวของ จอง - จาค รูสโซ (Jean – Jacques Rousseau) ที่แสดงความคิดในแนวเดียวกันจากหนังสือ “เอมีล” (Emile) โดยได้ให้ข้อคิดแก่ครูว่าจงทำให้เด็กเกิดความเชื่อว่าเขาอยู่ในความควบคุมของตัวเอง แม้ว่าผู้ควบคุมที่แท้จริงคือครู ไม่มีวิธีการใดดีไปกว่าการให้เขาได้ปล่อยให้เด็กได้ทำเฉพาะในสิ่งที่เขาอยากทำ แต่เขาควรจะอยากทำเฉพาะสิ่งที่ครูต้องการให้เขาทำเท่านั้น

แนวคิดของสกินเนอร์ สรุปได้ว่า เสรีภาพนำไปสู่ความภาคภูมิใจ และความภาคภูมิใจนำบุคคลไปสู่ความเป็นตัวของตัวเอง เป็นผู้มีควมรับผิดชอบต่อการคิดตัดสินใจการกระทำ และผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำของตนเอง และนั่นคือ เป้าหมายปลายทางที่แท้จริงของการศึกษา สิ่งที่สกินเนอร์ต้องการเน้น คือ การปรับแก้พฤติกรรมของคน ต้องแก้ด้วยเทคโนโลยีของพฤติกรรมเท่านั้นจึงจะสำเร็จเทคโนโลยีของพฤติกรรมนี้กับใคร อย่างไร ถือเป็นเรื่องของการตัดสินใจใช้ศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยภูมิปัญญาของผู้ใช้เท่านั้นแสดงด้วยความรู้สึกว่า เขามีอิสระเสรีภาพ ด้วยวิธีนี้คนจะมีกำลังด้วยตัวเอง

เมื่อประมวลความคิดของสกินเนอร์ และไวท์เฮดเข้าด้วยกันสรุปได้ว่า เสรีภาพเป็นต้นเหตุของการนำบุคคลไปสู่จุดหมายปลายทางที่การศึกษาต้องการ นั่นคือ การเป็นบุคคลที่มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความรับผิดชอบต่อผลการกระทำของตน

เสรีภาพเป็นบ่อเกิดความพึงพอใจในการเรียน ดังนั้น เสรีภาพในการเรียนจึงเป็นการสร้างความพอใจในการเรียน ความพอใจทำให้คนมีพัฒนาการในตนเอง วิธีการของการให้เสรีภาพในการเรียนเป็นเรื่องที่กำหนดในของเขตเนื้อหาได้ยาก แต่ความหมายกว้างๆ โดยทั่วไป คือ การให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เลือกตัดสินใจด้วยตนเองและเพื่อตนเอง เป็นการควบคุมที่ผู้ถูกควบคุมไม่รู้ตัว ดังนั้นแนวทางปฏิบัติที่ชั้นเจเนบางประการสำหรับการจัดการศึกษา คือ การจัดให้มีวิชาเลือกหลายวิชา หรือจัดให้มีหัวข้อเนื้อหาหลายเรื่องในวิชาเดียวกัน หรือแนวทางการเรียนหลายแนวทางในเรื่องเดียวกัน เป็นต้น

บลูม (Bloom. 1976: 72-74) มีความเห็นว่าถ้าสามารถจัดให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมตามที่ตนเองต้องการก็น่าจะคาดหวังได้แน่นอนว่าผู้เรียนทุกคนได้เตรียมใจสำหรับ

กิจกรรมที่ตนเองเลือกนั้นด้วยความกระตือรือร้นพร้อมด้วยความมั่นใจ เราสามารถเห็นความแตกต่างของความพร้อมด้านจิตใจได้ชัดเจนจากการปฏิบัติของนักเรียนต่องานที่เป็นวิชาบังคับกับวิชาเลือก หรือสิ่งนอกโรงเรียนที่ผู้เรียนอยากเรียน เช่น การขับรถยนต์ การเล่นดนตรี เกม หรือสิ่งที่ผู้เรียนอาสาสมัครและสามารถตัดสินใจได้โดยเสรีในการเรียน การมีความกระตือรือร้น ความพึงพอใจและมีความสนใจเมื่อเริ่มเรียน จะทำให้ผู้เรียนเรียนได้เร็วและมีความสำเร็จสูง

ช่วงสำคัญของการจัดประสบการณ์เพื่อสร้างความรู้ที่ดีต่อการเรียนนี้ ทั้งไว้ท์และบลูมเห็นว่าต้องทำในระดับประถมศึกษาเพราะบุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 14 ปีลงมา มีพัฒนาการอยู่ในขั้นตอนของความสนใจความพึงพอใจ (Whitehead. 1967: 33) และเป็นช่วงการสร้างฐานของการสะสมความรู้สึกที่ดีต่ออดีตประสบการณ์ความสำเร็จ ในชั้นเรียนที่สูงขึ้นไปหรือในเด็กที่อายุมากขึ้น การสร้างหรือการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกจะทำได้ยาก (Bloom. 1976: 104-105)

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่านักจิตวิทยาหลายท่านกล่าวตรงกันว่า การจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้มีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และพบว่า แรงจูงใจที่ผู้สอนจะสร้างให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนนั้น ผู้สอนสามารถสร้างหรือพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนให้ตรงตามความต้องการ ความสามารถ และความสนใจของผู้เรียนได้ ในขณะที่เดียวกันกิจกรรมดังกล่าวก็ต้องตรงตามความต้องการของครูผู้สอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมดังกล่าวด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า ความพร้อม และความอิสระเสรีในการเรียนรู้ก็เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย มีความสนใจที่จะศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

งานวิจัยต่างประเทศ

ไลดิด (Leidig. 1992: 1372) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของการเรียน (Cognitive style) ภาพผังแนวคิดที่มีอยู่ในใจ (Mental maps) ในการใช้ไฮเปอร์เทกซ์เพื่อการเรียนการสอนโดยได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอน พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่าง ใดๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติ วิธีการนำเสนอทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับความพึงพอใจของผู้เรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสามารถในการมองภาพและตีความหมายจากภาพ มีผลทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเกี่ยวกับความพึงพอใจในบทเรียนและปัญหาในการเข้าสู่เนื้อหาใน

ไฮเปอร์เทกซ์ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง รูปแบบในการเรียนและวิธีการในการนำเสนอ ในส่วนที่เกี่ยวกับทัศนคติของผู้เรียน แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โควิงตัน (Covington. 1998: 6990-A) ได้ศึกษาผลการศึกษาล้างสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในการทำงาน ผลการศึกษาพบว่า องค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจในการทำงานได้แก่ รายได้จากการทำงาน การได้รับประสบการณ์และความรู้ขณะอยู่ในโรงเรียน การได้มีโอกาสฝึกงานและได้ทำงานเต็มเวลา ไม่พบความแตกต่างระหว่างผู้ร่วมโครงการเข้าสู่อาชีพกับผู้ร่วมโครงการ

โอเวนส์ (Owens. 1998: 3073) ได้ทำการศึกษาผลการสอนของนักวิทยาศาสตร์วิชาชีพต่อการได้มาซึ่งทักษะกระบวนการแบบบูรณาการและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 8 ซึ่งจะมีกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ได้รับการสอนหลักสูตรการแก้ปัญหาเป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยนักเคมีวิชาชีพ กลุ่มทดลอง 1 มีการสอนเพิ่มเติมโดยวิศวกรอาชีพเป็นเวลา 6 สัปดาห์ กลุ่มควบคุม 2 มีการสอนวิทยาศาสตร์โดยครูประจำชั้น ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองที่สอนโดยนักเคมีมืออาชีพเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ได้คะแนนแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า

ครอททิงเกอร์ (Kroettinger. 2006: 139) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคนไข้ทางจิตวิทยา กับความพึงพอใจในการได้รับการดูแลเอาใจใส่ซึ่งได้ทำการทดลองกับคนไข้ในคลินิกทางตอนเหนือของแคลิฟอร์เนีย จำนวน 84 คน ผลการวิจัยพบว่าคนไข้มีความสัมพันธ์ระหว่างอารมณ์กับความพึงพอใจ 8.4% และยังพบว่า 12.7% ที่อารมณ์กับความพึงพอใจของคนไข้มีความสัมพันธ์กันในทางบวก

งานวิจัยในประเทศ

สุบิน ยมบ้านกวย (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องผลของการใช้บทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับมาก ต่อการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น

มงคล จิตรโสภิต. (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” อยู่ในระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุษบา ชูคำ. (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลของการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์แบบ E- Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความพึงพอใจในวิชา

คณิตศาสตร์ หลังการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์แบบ E-Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์แบบ E-Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณนา พิมพันธ์. (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องพื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องพื้นฐานทางเรขาคณิต สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า หากครูต้องการให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ใดๆ ความพึงพอใจเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้ที่ดีและบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ การจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามศักยภาพ และความสามารถที่ตนเองมีอยู่แล้ว นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจที่จะเรียนรู้ ส่งผลให้ประสบความสำเร็จในการเรียน



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

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

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 298 คน ซึ่งมีการแบ่งห้องเรียนแบบละความสามารถ

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) จากจำนวน 8 ห้องเรียน แล้วจับสลากเลือกมา 1 ห้องเรียน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5. แบบทดสอบประจำหน่วยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

6. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ ขั้นตอนวิธีการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน

1.5 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วนำมากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เพื่อเขียนโครงร่าง (Outline) ของบทเรียนออกเป็น 5 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 อัตราส่วน	2 คาบเรียน
หน่วยที่ 2 อัตราส่วนที่เท่ากัน และการตรวจสอบอัตราส่วน	2 คาบเรียน
หน่วยที่ 3 อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน	3 คาบเรียน
หน่วยที่ 4 สัดส่วน	4 คาบเรียน
หน่วยที่ 5 ร้อยละ	6 คาบเรียน

1.6 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำเนื้อหาที่ได้มาเขียนบทบาท (Story Board) เพื่อนำเสนอเนื้อหา เป็นแผ่นเรื่องราวโดยในแต่ละแผ่นประกอบไปด้วย เนื้อหา การกำหนดสีรูปแบบ /ขนาด ตัวอักษร สีพื้น รวมถึงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.7 นำเนื้อหาบทเรียนเสนอต่อประธานและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา และลำดับขั้นตอนในการเสนอ

1.8 ปรับปรุงแก้ไขจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาบทภาพ (Story Board) เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามคำแนะนำของประธานและผู้เชี่ยวชาญ การจัดการเรียนรู้ แล้วนำไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.9 ออกแบบเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ โดยการกำหนดโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามหลักการออกแบบของกายเอ โดยจะเริ่มต้นบทเรียนด้วยการลงทบทเรียน เพื่อเป็นการลือกอินเข้าสู่บทเรียน หลังจากนั้นก็เข้าสู่หน้าเมนูหลัก เพื่อเลือกศึกษาคำชี้แจงหรือคำแนะนำในการเรียน หลังจากนั้นก็เลือกบทเรียนย่อย ซึ่งภายในแต่ละบทเรียนย่อย ผู้เรียนจะดำเนินการเรียนตามขั้นตอน ซึ่งเริ่มจากการทราจุดประสงค์ การเรียนรู้ การทำแบบทดสอบก่อนเรียน เริ่มเรียนเนื้อหาบทเรียนย่อย ทำแบบฝึกหัดท้ายบท และ รับประทานผลการเรียน ซึ่งผู้เรียนจะดำเนินการศึกษาบทเรียนลักษณะเช่นนี้ไปจบครบทั้ง 5 หน่วย และในลำดับสุดท้าย ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนจบบทเรียนทั้ง 5 หน่วย เพื่อ รับประทานประเมินผล

1.10 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม Flash9 Professional ซึ่งมี ส่วนประกอบดังนี้

- 1.10.1 บทนำเรื่อง
- 1.10.2 คำชี้แจงบทเรียน
- 1.10.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.10.4 รายการเมนูหลัก
- 1.10.5 แบบทดสอบก่อนเรียน
- 1.10.6 เนื้อหาบทเรียน
- 1.10.7 แบบทดสอบท้ายบทเรียน
- 1.10.8 บทสรุป และการนำไปใช้งาน

1.11 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างตามข้อ 1.10 ให้ประธานและกรรมการที่ ควบคุมปริญญาพันธ์ ตรวจสอบความเหมาะสมของการนำเสนอ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความชัดเจน ความถูกต้อง และความสอดคล้องของเนื้อหา กับจุดประสงค์ และประเมิน คุณภาพของบทเรียนแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม ตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะในเรื่องการ เสริมแรง เสียง การเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

1.12 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วน และร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ไปทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ ตามขั้นตอนดังนี้

1.12.1 หาประสิทธิภาพครั้งที่ 1 (1 : 4)

ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน คือ นักเรียนที่เรียนเก่ง : ปานกลาง : อ่อน เป็น สัดส่วน 1:2:1 ตามลำดับ เพื่อพิจารณาทางด้านภาษา กิจกรรมการเรียนการสอน และเวลาที่ใช้ โดยเก็บรวบรวมข้อมูล ต่าง ๆ จากการสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์ การตรวจผลงานจากการทำแบบฝึกทักษะและการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน โดยปรับปรุงสาระการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการเรียน

1.12.2 หาประสิทธิภาพครั้งที่ 2 (1 : 12)

ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขจากการทดลองหาประสิทธิภาพในครั้งที่ 1 ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน คือ นักเรียนที่เรียนเก่ง : ปานกลาง : อ่อน เป็นสัดส่วน 1:2:1 ตามลำดับ โดยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาหาข้อบกพร่องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และความเหมาะสมของเวลาในการเรียน โดยปรับปรุงสาระ การเรียนรู้ ภาษาและเวลาที่ใช้ในการเรียน

1.12.3 หาประสิทธิภาพครั้งที่ 3 (1 : 40)

ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอนการหาประสิทธิภาพครั้งที่ 1 และ 2 แล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน คือ นักเรียนที่เรียนเก่ง : ปานกลาง : อ่อน เป็นสัดส่วน 1:2:1 ตามลำดับ เพื่อหาประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเป็นครั้งสุดท้าย เพื่อนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

1.12.4 การนำบทเรียนไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ ตามเกณฑ์ 80/80

2. ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้

2.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.4 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.5 กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.6 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย

2.6.1 คำอธิบายเหนือแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่แสดงให้เห็นทราบถึงภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นของกลุ่มสาระการเรียนรู้ใด ใช้กับผู้เรียนระดับชั้นและช่วงชั้นใด เรื่องอะไร ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมนานเท่าใด

2.6.2 ตัวแผนการจัดการเรียนรู้

- 1) สาระ
- 2) มาตรฐานการเรียนรู้
- 3) ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้
- 4) สาระสำคัญ
- 5) จุดประสงค์การเรียนรู้
 - ด้านความรู้
 - ด้านทักษะ / กระบวนการ
 - ด้านเจตคติ
- 6) สาระการเรียนรู้
- 7) กิจกรรมการเรียนรู้
- 8) สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้
- 9) ภาระงาน / ชิ้นงาน

10) การวัดและประเมินผล

- เครื่องมือวัดผล
- วิธีการวัดผล
- เกณฑ์การประเมินผล

11) บันทึกหลังการสอน

- ผลการสอน
- ปัญหา/อุปสรรค
- แนวทางแก้ไข

2.7 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งบทเรียนออกเป็น 16 คาบ

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ ระยะเวลาและภาษาที่ใช้

2.9 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามคำแนะนำของประธานและผู้เชี่ยวชาญการจัดการเรียนรู้ โดยปรับแก้ในด้านความถูกต้องของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ แล้วนำไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง

3. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยจำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้

3.3 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ≥ 0.5 ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 39 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิด หรือตอบไม่ถูก หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

3.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % และใช้ตารางสำเร็จรูป จุง เตห์ ฟาน (Fan.1952: 6-32) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 210-212)

3.8 เลือกแบบทดสอบเฉพาะข้อที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.21 – 0.72 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.26 - 0.82 จำนวน 20 ข้อ

3.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาแล้ว เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR- 20 (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 197 -199) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้

4.3 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

4.4 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.5 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผล การศึกษา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ≥ 0.5 ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 13 ข้อ

4.6 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.7 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบอัตนัย ตามเกณฑ์การให้คะแนนโดยปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ ปรีชา เหาะเย็นผล (2544: 311) ดังตาราง

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหา ได้ชัดเจน ได้คำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์
3 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการตามวิธีการแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไป โดยเงื่อนไขบางอย่างของปัญหา หรือ - เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม หากคำตอบถูกต้อง แต่ดำเนินการตามวิธีแก้ปัญหาได้ไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหาแต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา
2 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม และได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือ - ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือ - ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบของปัญหาย่อย ๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนด แต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
1 ยังต้องปรับปรุง	- แสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกความเข้าใจปัญหาบางประการ และมีแนวทางที่จะไม่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - พยายามแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม เพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหาวิธีการแก้ปัญหาอื่น หรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่หาเป้าหมายย่อย ๆ ของปัญหา แต่ไม่ได้ดำเนินการต่อ
0 ไม่มีความพยายาม	- ไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา คัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

4.8 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) เลือกแบบทดสอบเฉพาะข้อที่มีค่าความยาก (P_E) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (ล้วน; สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 199-201) ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่าความยาก (P_E) ตั้งแต่ 0.47-0.57 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.46-0.60 จำนวน 5 ข้อ

4.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาแล้ว เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 248) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92

4.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

5. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบย่อยประจำหน่วย เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนประกอบด้วยเนื้อหา 5 หน่วย และแบบทดสอบย่อยแบบปรนัย มีจำนวนข้อของแบบทดสอบย่อยของแต่ละหน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 อัตราส่วน	4 ข้อ
หน่วยที่ 2 อัตราส่วนที่เท่ากัน และการตรวจสอบอัตราส่วน	10 ข้อ
หน่วยที่ 3 อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน	9 ข้อ
หน่วยที่ 4 สัดส่วน	13 ข้อ

หน่วยที่ 5 ร้อยละ

12 ข้อ

จำนวนรวม 48 ข้อ

ซึ่งแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

- 5.1 ศึกษาหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- 5.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้
- 5.3 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- 5.4 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- 5.5 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประจำหน่วย การเรียนแบบปรนัย จำนวน 48 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้อง ความเหมาะสมของ คำถามและภาษาที่ใช้
- 5.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประจำหน่วย เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

6. ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

6.1 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของแบบสอบถามความพึงพอใจ วิธีการใช้งาน และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดแนวทางการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

6.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน ที่สร้างขึ้น จำนวน 41 ข้อ โดยปรับปรุงจากแบบสอบถามความพึงพอใจของ วิลาสินี นาคสุข (2549: 94 - 96) ที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

ข้อความในแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกชอบหรือความพอใจ ในแต่ละข้อมีตัวเลือก 5 ระดับ ดังนี้

ความพึงพอใจมากที่สุดให้	5 คะแนน
ความพึงพอใจมากให้	4 คะแนน
ความพึงพอใจปานกลางให้	3 คะแนน
ความพึงพอใจน้อยให้	2 คะแนน
ความพึงพอใจน้อยที่สุดให้	1 คะแนน

สำหรับเกณฑ์การประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กำหนดค่าคะแนนออกมาเป็น 5 ระดับดังนี้

ความพึงพอใจมากที่สุดมีค่าเท่ากับ	4.50-5.00 คะแนน
ความพึงพอใจมากมีค่าเท่ากับ	3.50-4.49 คะแนน
ความพึงพอใจปานกลางมีค่าเท่ากับ	2.50-3.49 คะแนน
ความพึงพอใจน้อยมีค่าเท่ากับ	1.50-2.49 คะแนน
ความพึงพอใจน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ	1.00-1.49 คะแนน

6.3 ประชาผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์จำนวน 3 ท่าน โดยพิจารณาความเหมาะสมของการเขียนข้อคำถาม ความครอบคลุมของเนื้อหา สิ่งที่ต้องการวัด ตลอดจนดูว่าข้อคำถามเหล่านั้นสอดคล้องกับความพึงพอใจในบทเรียนหรือไม่ โดยผู้วิจัยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ≥ 0.5 ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 36 ข้อ

6.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่าอำนาจจำแนกโดยวิธีการของการแจกแจงที (t) ของแบบวัดโดยใช้เทคนิค 25% นำมาเปรียบเทียบโดยใช้ t-distribution และคัดเลือกข้อคำถามที่ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติไว้จำนวน 20 ข้อ เฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกที่ค่า t ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 3.923 - 9.247

6.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เลือกไว้ไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 248) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลอง One – Group Pretest – Posttest Design

ตาราง 5 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน	กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
X แทน	การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน
T ₁ แทน	การสอบก่อนที่จะจัดกระทำทดลอง (Pretest)
T ₂ แทน	การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Posttest)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบฉบับละ 50 นาที

2. ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับนักเรียน โดยใช้เวลา 16 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งเป็น 5 หน่วย ดังนี้

อัตราส่วน	2 คาบเรียน
อัตราส่วนที่เท่ากัน และการตรวจสอบอัตราส่วน	2 คาบเรียน
อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน	2 คาบเรียน
สัดส่วน	4 คาบเรียน
ร้อยละ	6 คาบเรียน

3. เมื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนครบทั้ง 5 หน่วยแล้ว ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน

4. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน มาทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบฉบับละ 50 นาที

5. ตรวจสอบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วให้คะแนน บันทึกผล หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบในแต่ละหน่วยของบทเรียน กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบประจำบทเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้เทียบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจโดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t - test for Dependent และ t - test for One Sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean)

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

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

1.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนสอบ คำนวณ จากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 307)

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

เมื่อ	S.D. แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	X แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum X^2$ แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	N - 1 แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)

2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543 : 248-249)

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

เมื่อ	IOC แทน	ดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์
	$\sum R$ แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้เทคนิค 27% ด้วยสูตรการ วิเคราะห์ข้อสอบแบบปรนัยของ ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan.1952: 6-32)

2.3 หาค่าความยาก (P_e) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแบ่งนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนใช้ เทคนิค 25 % ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด ใช้สูตรการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของ วิทนีย์ และ ซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 199-201)

หาค่าความยาก (P_E)

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

เมื่อ	P_E	แทน	ค่าดัชนีความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่ม เก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่ม อ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

หาค่าอำนาจจำแนก (D)

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

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

2.4 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เทคนิค 25% ของการจำแนกกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ และแทนค่าในสูตรเอ็ดเวิร์ด (ลัวัน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 215-217; อ้างอิงจาก Edwards. 1957)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจของแบบทดสอบ
	\bar{X}_H	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	\bar{X}_L	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	S_L^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สูตร KR-20 (ลัว่น สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197 -199)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{\sigma^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนแบบทดสอบ
	p_i	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกต้องในข้อที่ i
	q_i	แทน	สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อนั้นผิด คือ 1-p
	σ^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของ ครอนบัท (Cronbach) (ลัว่น สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 218)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเครื่องมือทั้งฉบับ

โดยที่

$$S_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
$\sum X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ i
$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ i
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ

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

เมื่อ S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.7 หาค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การหาค่าสถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 312)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย
$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัยแต่ละตัว ยกกำลังสอง
$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัยแต่ละตัว ยกกำลังสอง
$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัยกับ คะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร E_1 / E_2 เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่าชุดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ดังนี้ (เสาวณีย์ ศึกษาศาสตร์. 2538: 295)

สูตรที่ 1

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนคิด เป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

สูตรที่ 2

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

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน) คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

$\sum Y$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทดสอบหลังเรียนและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้หลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

3.2 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for Dependent sample เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2540 : 248)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t-Distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนของการทดสอบก่อนและหลังจากการเข้าบทเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	N - 1	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom : df)

3.3 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for One sample เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนกับค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2540: 240)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม)
	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.4 ใช้สถิติ \bar{X} และ S.D. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน) คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม (μ_0) = 13)
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับขั้นดังนี้

1. ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent sample
3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

4. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent sample

5. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

6. การเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ระดับมาก) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

1. ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80 ผลปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยที่	เรื่อง	เกณฑ์ 80/80	
		E ₁	E ₂
1	อัตราส่วน	81.25	86.25
2	อัตราส่วนที่เท่ากัน และการตรวจสอบอัตราส่วน	83.00	83.25
3	อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน	84.00	86.67
4	สัดส่วน	82.17	81.54
5	ร้อยละ	80.17	83.96
ค่าเฉลี่ย		82.46	83.85

จากตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 82.46/83.85 และเมื่อพิจารณาทั้ง 5 หน่วย พบว่าทุกหน่วยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent sample ผลปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

การทดสอบ	N	k	\bar{X}	S.D.	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	30	20	6.40	2.56	248	2,160	23.26
หลังเรียน	30	20	14.67	2.21			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(01,29)} = 2.43$)

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ผลปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ที่กำหนด

การทดสอบ	N	k	μ_0 (65%)	\bar{X}	S.D.	t
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	20	13	14.67	2.22	4.11

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(01,29)} = 2.43$)

จากตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 14.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.20

4. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent sample ผลปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

การทดสอบ	N	k	\bar{X}	S.D.	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	30	20	4.27	2.06	326	3,702	25.38
หลังเรียน	30	20	15.13	1.94			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(01,29)} = 2.43$)

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

5. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ผลปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ที่กำหนด

การทดสอบ	N	k	μ_0 (65%)	\bar{X}	S.D.	t
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	20	13	15.13	1.94	6.01

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(01,29)} = 2.43$)

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.13 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.65

6. การเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ระดับมาก) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ผลปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 การเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ที่กำหนด

การสอบถาม	N	k	μ_0	\bar{X}	S.D.	t
ความพึงพอใจของนักเรียน	30	20	3.50	4.32	0.71	6.33

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(01,29)} = 2.43$)

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ อยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาโดยมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สามารถสรุป สาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ ร้อยละ 65
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและ ร้อยละ
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับ เกณฑ์ร้อยละ 65
6. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย โดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

สมมติฐานในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียน

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65

6. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 298 คน ซึ่งมีการแบ่งห้องเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จากจำนวน 8 ห้องเรียน แล้วจับสลากเลือกมา 1 ห้องเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 16 คาบเรียน ดังนี้

อัตราส่วน	2 คาบเรียน
อัตราส่วนที่เท่ากัน และการตรวจสอบอัตราส่วน	2 คาบเรียน
อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน	2 คาบเรียน
สัดส่วน	4 คาบเรียน
ร้อยละ	6 คาบเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบเรียนคาบเรียนละ 50 นาที โดยทดลองสอน 16 คาบเรียน ทดสอบ 4 คาบเรียน คือ ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบเรียน และหลังเรียน 2 คาบเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
5. แบบทดสอบประจำหน่วยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
6. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิธีดำเนินการทดลอง

1. การประเมินครั้งที่ 1

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 คน เพื่อพิจารณาทางด้านภาษา กิจกรรมการเรียนการสอน และเวลาที่ใช้ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากการสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์ การตรวจผลงานจากการทำแบบฝึกทักษะและการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน โดยปรับปรุงสาระการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการเรียน

2. การประเมินครั้งที่ 2

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน โดยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาหาข้อบกพร่องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และความเหมาะสมของเวลาในการเรียน โดยปรับปรุงสาระ การเรียนรู้ ภาษาและเวลาที่ใช้ในการเรียน

3. การประเมินครั้งที่ 3

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อหาประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเป็นครั้งสุดท้าย เพื่อนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

4. การนำบทเรียนไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 82.46/83.85 ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการทดลองดังนี้

4.1 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest)

4.2 ซึ่งแจ้งเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.3 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

4.4 เมื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษาจบบทเรียนแล้ว ให้ตอบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน

4.5 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน มาทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน (Posttest)

5. ตรวจสอบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วให้คะแนน บันทึกผล หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้สูตร E1/E2 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for Dependent sample เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง
3. ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for One sample เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
4. ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for Dependent sample เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง
5. ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for One sample เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
6. ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for One sample เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน กับค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์

สรุปผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 82.46/83.85 และเมื่อพิจารณาทั้ง 5 หน่วย พบว่า ทุกหน่วยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 14.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.20
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.13 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.65

6. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ อยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 82.46/83.85 และเมื่อพิจารณาทั้ง 5 หน่วย พบว่า ทุกหน่วยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เนื่องจาก

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยนำหลักการพรเทพ เมืองแมน (2544ก: 46) และไพเรส์ (Price, 1991: 60) มาปรับใช้กับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีการแบ่งบทเรียนออกเป็น 5 หน่วย ซึ่งขั้นตอนในการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน ได้รับการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ตามแนวทางการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียของเสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต (2538: 284-285) ซึ่งได้นำเสนอการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพ วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพและการยอมรับประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน

1.2 .การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้นำองค์ประกอบของมัลติมีเดีย ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย เสียงบรรยาย และเทคนิคต่างๆ เพื่อนำเสนอบทเรียน ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ และเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541: 12) ที่กล่าวถึงประโยชน์หรือข้อได้เปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น (motivated) ที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนตามแนวคิดของการเรียนรู้ในปัจจุบันที่ว่า "Learning is fun" ซึ่งหมายถึงการเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก ในส่วนของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวนั้น ได้นำภาพการ์ตูนมาใช้ประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย โดยเลือกการ์ตูนที่มีการออกแบบง่าย ๆ ขนาดของภาพและสีสันทันมีความเหมาะสม เพื่อสร้างแรงจูงใจและเร้าความสนใจของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับสมหญิง กลั่นศิริ (2521: 35) ซึ่งได้กล่าวถึงประโยชน์ของการ์ตูนต่อการเรียนการสอนไว้ว่า การ์ตูนช่วยส่งเสริมการสอนของผู้สอน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น กระตุ้นความสนใจผู้เรียน ทำให้รู้สึกสนุกสนาน และช่วยผ่อนคลายอารมณ์ของผู้เรียน

1.3 การออกแบบเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน ได้มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ 5 หน่วย โดยแต่ละหน่วยมีการแยกเนื้อหาออกเป็นคาบเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) ได้กล่าวว่าระบบการเรียนการสอนที่ดีจะต้องแบ่งเนื้อหาเป็นตอนๆทีละน้อยเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน ผู้เรียนจะสามารถรับรู้ได้ดีกว่าการให้ความรู้แก่ผู้เรียนครั้งละมากๆ (นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531: 24-28) ซึ่งการแบ่งเนื้อหาออกเป็นคาบเรียน เป็นการจัดลำดับการเรียนรู้จากเนื้อหาที่มีความง่ายไปสู่เนื้อหาที่มีความยากหรือซับซ้อน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น

1.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ สารสนเทศหรือเนื้อหาที่ได้รับการเรียบเรียง และตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและเทคโนโลยีทางการศึกษา การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล กล่าวคือบทเรียนมีความยืดหยุ่นพอที่จะให้ผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนในลักษณะต่างๆ ได้แก่ การควบคุมเนื้อหาการควบคุมลำดับการเรียนรู้ และการควบคุมการทดสอบ ที่ได้รับการออกแบบให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน นอกจากนี้ในการทำแบบทดสอบผู้เรียนจะสามารถทราบถึงเกณฑ์และผลจากการประเมินในการทำแบบทดสอบในทันที ซึ่งสอดคล้องกับหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของสกินเนอร์ (Skinner) (นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531: 24-28) ที่ได้กล่าวถึงระบบการเรียนการสอนที่ดี จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างประจักษ์ประจักษ์โดยการใช้คอมพิวเตอร์ กำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนตอบสนองอย่างชัดเจน การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้รับทราบผลการเรียนรู้และกิจกรรมที่ปฏิบัติทันทีที่ปฏิบัติสำเร็จ ประสบการณ์แห่งความสำเร็จ คือการดำเนินการกิจกรรมที่ถูกต้อง และประสบการณ์ในการได้รับการเสริมแรงที่ดี ซึ่งในการทำแบบทดสอบหรือการดำเนินกิจกรรม หากผู้เรียนทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์หรือดำเนินกิจกรรมถูกต้อง ก็จะได้รับข้อความชมเชย แต่ถ้าทำแบบทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์หรือดำเนินกิจกรรมในบทเรียนไม่ถูกต้อง ผู้เรียนจะไม่ได้รับข้อความติเตียน แต่จะเป็นข้อความให้กำลังใจ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมให้สำเร็จ

1.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน ผ่านการทดลองทั้งหมด 4 ครั้ง ซึ่งเป็นการหาประสิทธิภาพของสื่อตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาของเสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2538: 284-285) ที่ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อหาข้อบกพร่องแล้วปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของมงคล จิตรโสภิต (2553: บทคัดย่อ)

ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแจกแจงปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องมาจาก

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน ที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งบทเรียนมีหลักการออกแบบให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จโดยการดำเนินกิจกรรมที่ถูกต้อง และการเสริมแรงที่ดี กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบหรือดำเนินกิจกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียก็ให้ผลป้อนกลับหรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนในทันที สอดคล้องกับแนวคิดของสกินเนอร์ (นิพนธ์ ศุขปริดี, 2531: 24-28) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดประสบการณ์แห่งความสำเร็จและการเสริมแรงที่ดี ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้สูงกว่าการเรียนปกติ และไม่เลิกเรียนกลางคัน

2.2 การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น เป็นการเรียนที่มีลักษณะให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาด้วยตนเอง ทำแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ผู้เรียนสามารถเรียนเสริมนอกเวลาเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียได้ตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541: 12) ซึ่งกล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้

2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนมีการ ได้นำองค์ประกอบของมัลติมีเดีย ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย เสียงบรรยายและเทคนิคต่าง ๆ เพื่อนำเสนอบทเรียน ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ และเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541: 12) ที่กล่าวถึงประโยชน์หรือข้อได้เปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น (motivated) ที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียน

2.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน ได้นำภาพการ์ตูนมาใช้ประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เพื่อดึงดูดความสนใจ กระตุ้นให้เกิดการอยากเรียน สร้างแรงจูงใจและเร้าความสนใจของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับสมหญิง กลั่นศิริ (2521: 35) ซึ่งได้กล่าวถึงประโยชน์ของการ์ตูนต่อการเรียนการสอนไว้ว่า การ์ตูนช่วยส่งเสริมการสอนของผู้สอน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น กระตุ้นความสนใจผู้เรียน ทำให้รู้สึกสนุกสนาน และช่วยผ่อนคลายอารมณ์ของผู้เรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของอรอุมา ไชโยธา (2547: บทคัดย่อ) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้การ์ตูนประกอบ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม

จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงขึ้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 14.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.20 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณภา พิมพ์พันธุ์ (2553: บทคัดย่อ) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิต ทั้งนี้เนื่องมาจาก

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เป็นสื่อการเรียนการสอนใหม่ที่สามารรถสร้างความสนใจและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้โดยใช้องค์ประกอบมัลติมีเดีย มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้มีการแบ่งเนื้อหาเป็นคาบเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสกินเนอร์ (นิพนธ์ สุขปรัดดี. 2531: 24-28) ได้กล่าวว่าระบบการเรียนการสอนที่ดีจะต้องแบ่งเนื้อหาเป็นตอนๆทีละน้อยเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน ผู้เรียนจะสามารถรับรู้ได้ดีกว่าการให้ความรู้แก่ผู้เรียนครั้งละมากๆ ซึ่งการแบ่งเนื้อหาออกเป็นคาบเรียน เป็นการจัดลำดับการเรียนรู้จากเนื้อหาที่มีความง่ายไปสู่เนื้อหาที่มีความยากหรือซับซ้อน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น

3.2 การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน ได้นำคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นสื่อในการเรียนการสอน ร่วมกับการทำแบบฝึกทักษะหลังเรียนและทำแบบทดสอบเมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบถึงผลหรือคะแนนจากการเรียนและบทเรียนยังมีการประเมินผลการทำแบบทดสอบ ช่วยให้ผู้เรียนทราบถึงผลการเรียนรู้และเกิดการพัฒนาตนเองอยู่เสมอ สอดคล้องกับแนวคิดของพรเทพ เมืองแมน (2544ข: 22-23) ที่กล่าวว่าควรให้ผู้เรียนรู้ผลการกระทำโดยทันที โดยการให้ผลย้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนได้ทำการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่บทเรียนมีให้ไม่ว่าการตอบสนองนั้นจะถูกตองหรือผิด ซึ่งการให้ผู้เรียนได้รู้ผลการกระทำทันที จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีและมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของนันทพร ระภักดี (2551: บทคัดย่อ) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย-นิรนัย เรื่อง ความคล้าย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

3.3 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน มีลักษณะการเรียนโดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง บทเรียนจึงถูกออกแบบให้มีการตอบสนองและมีปฏิสัมพันธ์ต่อผู้เรียนตลอดเวลา โดยการทำกิจกรรมต่างๆ ภายในบทเรียน ผู้เรียนต้องใส่คำตอบหรือตอบคำถามเนื้อหาภายในบทเรียน จึงทำให้บรรยากาศในการเรียนไม่น่าเบื่อหน่าย และเกิดความสนุกสนาน สอดคล้องกับแนวคิดของมนชัย เทียนทอง (2545: 95-105) ได้กล่าวว่าทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีกล่าวว่าการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับ

ระดับและขั้นตอนการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้อง
เนื้อหา การถาม การตอบ ในด้านของการจำนั้นย่อมจะดีกว่าหากออกแบบบทเรียนเปิดโอกาสให้
ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรมขั้นตอนต่างๆ

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูง
กว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน มีลักษณะการเรียนรู้
ด้วยตนเอง จึงมีการออกแบบเนื้อหาเป็นหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ โดยแต่ละหน่วยมีการแบ่งเนื้อหา
ออกเป็นคาบเรียน จากง่ายไปยาก เช่นเดียวกับการทำแบบฝึกทักษะ ที่มีผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เรียนเริ่ม
ฝึกจากง่ายไปยาก โดยเริ่มให้ผู้เรียนได้ฝึกภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้วิจัยออกแบบให้
ผู้เรียนสามารถเติมคำตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาภายในบทเรียนตลอดเวลา แล้วเมื่อเรียน
เนื้อหาจบในแต่ละคาบเรียน ผู้เรียนก็จะได้รับการฝึกทักษะการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สอดคล้องกับ
แนวคิดของสุวรร กาญจนมยุร (2542: 3-4) เกี่ยวกับองค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
โดยครูผู้สอนจะต้องเริ่มฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนจากง่ายไปยากกล่าวคือเริ่มฝึกทักษะ
ตามตัวอย่างหรือเลียนแบบตัวอย่างที่ครูผู้สอนทำให้อีกก่อน จึงไปฝึกทักษะการแปลความและฝึกทักษะ
จากหนังสือเรียนต่อไป

4.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เป็นบทเรียนที่
ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนได้ตามเอกัตภาพ มีโอกาสเรียนซ้ำและลำดับการเรียนรู้ได้ตามความสนใจ ช่วย
ให้ผู้เรียนซ้ำสามารถเรียนไปตามความสามารถของตนโดยสะดวกไม่เร่งรีบ มีอิสระในการเรียนรู้ มี
การสร้างสถานการณ์หรือกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน แล้วใช้คำถามกระตุ้นความคิด
ของผู้เรียน โดยถามสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และวิธีการที่นักเรียนใช้ในการ
แก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสิริพร ทิพย์คง (2536: 157-159) กล่าวถึงกิจกรรมที่ช่วยเสริม
ทักษะในการแก้ปัญหาคือ ควรเลือกปัญหาที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ซึ่งเป็นโจทย์ที่ผู้เรียนมี
ประสบการณ์เหล่านั้น แล้วให้อิสระในการคิดแก่ผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดว่าจะสามารถใช้
ความคิดรวบยอด ทักษะและหลักการใดในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ทดสอบนักเรียนโดยถามถึงสิ่งที่
โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการถาม และสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูง
กว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.13 คะแนน คิด
เป็นร้อยละ 75.65 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

5.1 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนได้ฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้แบบฝึกและ
แบบทดสอบที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียน 4 ด้าน คือ

5.1.1 ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา คือ การพิจารณาว่าปัญหากำหนดอะไรมาให้ เป็นส่วนใดหรือขั้นตอนใดของคำถาม และปัญหาต้องการทราบอะไรบ้าง

5.1.2 ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา คือ การพิจารณาว่ามีวิธีการใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และปัญหานั้นมีความเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือปัญหาที่มีมาก่อนหรือไม่ และมีการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ปัญหากำหนดกับสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ ร่วมกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ เพื่อกำหนดแนวทางในการดำเนินการแก้ปัญหา

5.1.3 ความสามารถในการดำเนินการตามแผน คือ การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ร่วมกับการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนในการแก้ปัญหา โดยการอธิบายรายละเอียดและเหตุผลต่างๆประกอบ เพื่อให้ชัดเจนและให้ได้คำตอบหรือค้นพบวิธีการใหม่

5.1.4 ความสามารถในการตรวจสอบ คือ การพิจารณาผลและการดำเนินการแก้ปัญหา โดยการมองย้อนกลับ เพื่อให้แน่ใจว่าการแก้ปัญหาที่ได้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ และมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขหรือมีวิธีการแก้ปัญห่อื่นอีกหรือไม่

เมื่อผู้เรียนเรียนเนื้อหาภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนจบลง ผู้เรียนต้องทำแบบฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา และเมื่อเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นอกจากนี้แบบฝึกและแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และสอดคล้องกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya, 1957: 16-17) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบ โดยการนำเสนอปัญหาหรือประเด็นที่น่าสนใจ เหมาะสมกับผู้เรียน เป็นปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตของผู้เรียน และเมื่อผู้เรียนแก้ปัญหาผิดพลาด ผู้เรียนสามารถทราบถึงความผิดพลาดในการแก้ปัญหานั้นๆ ในทันที ช่วยให้ผู้เรียนรับผิดชอบตนเอง และปรับใช้ในสถานการณ์อื่นๆได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000:64) กล่าวว่า การแก้ปัญหาที่ดี เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกจะทำให้ความรู้ของเขามั่นคงและเพิ่มพูนโดยจะกระตุ้นให้เกิดความสนใจที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ซึ่งความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ทั้งหลายนั้นสามารถที่จะเกิดขึ้นโดยผ่านทางปัญหาพื้นฐานและมวลประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนหรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

5.2 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เมื่อเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยผู้เรียนต้องทำความเข้าใจกับโจทย์ และตอบคำถามว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดข้อมูลใดมาให้ ข้อมูลที่โจทย์ให้ให้มีเพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่ จะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของโจทย์ สามารถสร้างเป็นสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างไร และการพิจารณาคำตอบของแต่ละข้อสอบ หากผู้เรียนไม่มั่นใจหรือจะตรวจสอบคำตอบที่เลือก ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปทบทวนโจทย์ปัญหาและคำตอบในข้อต่างๆได้ก่อนส่งคำตอบให้บทเรียนประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดครูลิขิต

และรูติก (Krulik; & Rudnick. 1987:45-46) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทั่วไปคือ การอ่านโจทย์ การสำรวจรายละเอียดของปัญหา ประกอบด้วยการจัดระบบข้อมูล การเลือกยุทธวิธี การลงมือแก้ปัญหา และการพิจารณาคำตอบ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้แก้ปัญหาทั่วไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงจุด

5.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียมีความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเอกัตภาพ เลือกเรียนเนื้อหา จัดลำดับเนื้อหาในการเรียนรู้ และสามารถทบทวนหรือเลือกเรียนเนื้อหาเพื่อฝึกทักษะได้ตามความต้องการของตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของบราวน์ (Brown. 1993:2080-A) เกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Tutorial พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ การคิดแก้ปัญหา และมีพัฒนาทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันแคลลูลัสได้ดีขึ้น

6. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ อยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของมงคล จิตรโสภิต (2553: บทคัดย่อ) และวรรณ พิมพันธ์ (2553: บทคัดย่อ) พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งนี้เนื่องมาจาก

6.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน มีลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเอกัตภาพ สามารถเรียนซ้ำได้หลายครั้งตามต้องการ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนไปตามขั้นตอน โดยเรียนจากเนื้อหาที่ง่ายไปยากหรือเลือกเรียนหรือทบทวนในหัวข้อที่ตนเองสนใจก่อน ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนของตน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (Bloom. 1976: 72-74) มีความเห็นว่าถ้าสามารถจัดให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมตามที่ตนเองต้องการก็น่าจะคาดหวังได้แน่นอนว่าผู้เรียนทุกคนได้เตรียมใจสำหรับกิจกรรมที่ตนเองเลือกนั้นด้วยความกระตือรือร้นพร้อมด้วยความมั่นใจ และสามารถตัดสินใจได้โดยเสรีในการเรียน จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ความพึงพอใจและมีความสนใจเมื่อเริ่มเรียน จะทำให้ผู้เรียนเรียนได้เร็วและมีความสำเร็จสูง

6.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยภาพการ์ตูน มีลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงมีการออกแบบให้ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล มีความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ กล่าวคือ ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ โดยแต่ละหน่วยมีการแยกเนื้อหาออกเป็นคาบเรียนจากเนื้อหาที่ง่ายไปยาก ผู้เรียนต้องทำการศึกษาเนื้อหาภายในคาบเรียนดังกล่าว แต่หากผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังไม่ได้ศึกษาเนื้อหาในคาบเรียนก่อนหน้าแล้วไม่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาที่เรียนในคาบเรียนปัจจุบันได้ ผู้เรียนสามารถลำดับการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถเลือกเรียนส่วนใด หรือข้ามส่วนใดก็ได้ ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner. 1972: 96-120, 1-59) ที่กล่าวว่าจุดหมายปลายทางที่

แท้จริงของการศึกษา คือการทำให้คนมีความเป็นตัวของตัวเอง มีความรับผิดชอบต่อการกระทำของตน เสรีภาพและความภาคภูมิใจ เป็นครรลองของการไปสู่ความเป็นคน ซึ่งเสรีภาพในความหมายของสกินเนอร์ หมายถึง ความเป็นอิสระจากการควบคุมการวิเคราะห์และเปลี่ยนหรือปรับปรุงรูปแบบใหม่ให้สิ่งแวดล้อมนั้น โดยทำให้อำนาจการควบคุมอ่อนตัวลงจนบุคคลเกิดความรู้อิสระว่าตนมิได้ถูกควบคุมหรือต้องแสดงพฤติกรรมใด ๆ เสรีภาพเป็นต้นเหตุของการนำบุคคลไปสู่จุดหมายปลายทางที่การศึกษาต้องการ นั่นคือ การเป็นบุคคลที่มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความรับผิดชอบต่อผลการกระทำของตน เสรีภาพจึงเป็นบ่อเกิดความพึงพอใจในการเรียน ดังนั้น เสรีภาพในการเรียนจึงเป็นการสร้างความพอใจในการเรียน

6.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ให้แก่ผู้เรียน ถูกออกแบบโดยใช้อองค์ประกอบของมัลติมีเดียต่างๆ เช่น เสียงบรรยาย เสียงบรรยาย ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น ที่ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายเนื้อหาที่เรียน เกิดความสนุกสนานไปกับการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของกิดานันท์ มลิทอง (2543: 253-254) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจ เนื่องจากเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่ และการใช้สี ภาพลายเส้นที่คล้ายการเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเสมือนจริงและเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัดและทำกิจกรรมต่างๆ และสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณิ พิมพันธ์ (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องพื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องพื้นฐานทางเรขาคณิต สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

6.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน ได้ออกแบบองค์ประกอบมัลติมีเดียประเภทภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวให้มีลักษณะเป็นภาพการ์ตูน เพื่อเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ เร้าความสนใจ ดึงดูดความสนใจ จูงใจ และให้ความสนุกสนานแก่ผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของแลร์ริค (Larrick. 1964: 90-92) และวิททิช และชูเลอร์ (Wittich; & Schuller. 1957: 137-139) ที่กล่าวว่า การ์ตูนให้ความพึงพอใจ สร้างแรงจูงใจและเร้าความสนใจในบทเรียน สนองตอบความชอบความต้องการของเด็ก สร้างความพึงพอใจให้แก่เด็กได้เร็ว และสอดคล้องกับงานวิจัยของบุษบา ชูคำ (2550: บทคัดย่อ) พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์หลังใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์แบบ E-Book เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนการใช้บทเรียน

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการศึกษาผลของการการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ในการเรียนการสอนในคาบเรียนแรก นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนไม่มีความคุ้นเคยในการใช้บทเรียน ผู้วิจัยจึงอธิบายและให้คำแนะนำในการใช้บทเรียน นักเรียนจึงสามารถใช้บทเรียนได้

2. นักเรียนให้ความสนใจ และกระตือรือร้นในการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเรียนการสอนที่แตกต่างจากการสอนที่มีครูเป็นผู้บรรยาย และถูกออกแบบโดยใช้องค์ประกอบของมัลติมีเดียต่างๆ เช่น เสียงบรรยาย เสียงบรรยาย ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายเนื้อหาที่เรียน เกิดความสนุกสนานไปกับการเรียน

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปด้วยความเรียบร้อย นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน สังเกตได้จากการเข้าเรียน นักเรียนทุกคนเข้าเรียนตรงเวลา นอกจากนี้นักเรียนจดบันทึกทำใบกิจกรรมและใบงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด

4. เมื่อผู้เรียนดำเนินกิจกรรมต่างๆภายในบทเรียน โดยการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน เช่น เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบถูกต้อง นักเรียนจะได้รับการเสริมแรงจากบทเรียน และหากนักเรียนดำเนินกิจกรรมผิดพลาดหรือทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบไม่ถูกต้อง นักเรียนสามารถทราบถึงผลของการเรียนรู้ในทันที ทำให้นักเรียนนำข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องเหล่านั้นมาปรับปรุงแก้ไข ช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการเรียนอยู่เสมอ

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการออกแบบให้ภายในบทเรียน มีการเติมคำตอบภายในเนื้อหาตลอดเวลา เปรียบเสมือนนักเรียนมีการโต้ตอบกับครูผู้สอน ช่วยให้นักเรียนมีความตื่นตัวในการเรียนรู้ อีกทั้งตัวอย่างภายในบทเรียนที่เป็นโจทย์ปัญหา มีการนำเสนอเป็น 4 ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบ พบว่า เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนจบในแต่ละคาบเรียน นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำใบกิจกรรม ใบงานและแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ได้ถูกต้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

6. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ทำให้นักเรียนกลุ่มอ่อนกล้าแสดงความคิดเห็น สอบถามพูดคุยกับครูผู้สอนมากขึ้น นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีการพัฒนาผลการเรียนของตนเองให้ดีขึ้นได้ด้วย เนื่องจาก เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจ ลืมเนื้อหาที่ได้ศึกษาหรือทำใบกิจกรรม ใบงาน และแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ไม่ถูกต้องในส่วนของหน่วยการ

เรียนใด นักเรียนสามารถกลับไปทบทวนหรือศึกษาเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติมได้ตลอดเวลา

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ก่อนนักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียในแต่ละครั้ง ครูผู้สอนควรให้คำแนะนำหรือชี้แจงการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และจัดเตรียมบทเรียนและอุปกรณ์ให้มีความพร้อมในการใช้งานอยู่เสมอ
2. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะการเรียนรู้และดำเนินกิจกรรมภายในบทเรียนด้วยตนเอง อาจมีนักเรียนบางคนที่ไม่เข้าใจเนื้อหาหรือใส่คำตอบผิดพลาดหลายครั้ง และดำเนินขั้นตอนในการเรียนด้วยบทเรียนผิดพลาด ครูผู้สอนควรดูแล ให้คำอธิบาย ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจอย่างใกล้ชิด
3. ครูควรตั้งข้อตกลงในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้นักเรียนนั่งประจำเครื่องของตนเอง และเมื่อหมดคาบเรียน ให้ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ จัดเก็บเก้าอี้ และอุปกรณ์ประจำเครื่องของตนเองให้เรียบร้อยอยู่เสมอ เพื่อเป็นการฝึกความมีระเบียบวินัยของนักเรียน
4. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มาใช้ทบทวนเนื้อหาทั้งในและนอกเวลาเรียน เพื่อเป็นการทบทวนบทเรียนอยู่เสมอ

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน วิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นอื่นๆและเนื้อหาอื่นๆ เช่น พื้นที่ผิวและปริมาตร ทฤษฎีบทพีทาโกรัส การวัด เป็นต้น
2. ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียในรูปแบบอื่นๆ เช่น รูปแบบสถานการณ์จำลอง รูปแบบเกมการศึกษา รูปแบบสาธิต เป็นต้น
3. ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ร่วมกับความสามารถในด้านอื่นๆทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการให้เหตุผล เป็นต้น



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2534). *การพัฒนาสื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- (2539). *การประเมินจากสภาพจริง*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการและธนาคารกสิกรไทย. (2524). *เอกสารประกอบงานนิทรรศการหนังสือการ์ตูนสำหรับเด็ก*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการและธนาคารกสิกรไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- (2552ก). *นโยบายรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ นายจรินทร์ ลักษณวิศิษฏ์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- (2552ข). *เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กัลยกร อนุฤทธิ์. (2550). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2539). *อธิบายศัพท์ คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต มัลติมีเดีย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คงนิตา เคยนิยม; และสุวิมล จรุงโสตร์. (2553: กันยายน-ตุลาคม). *กิจกรรมเสริมประสบการณ์ สำหรับนักเรียนผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี. นิตยสาร สสวท. 38(168): 21-24.*
- คณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม. (2552). *สาระน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: รวมบทความประสบการณ์สอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คมศักดิ์ หาญสิงห์. (2543). *ผลของการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาห้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมจากครูรูปแบบปกติ และจากบทเรียนการ์ตูน*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ครรชิต มัลลียงศ์. (2540). *ทักษะไอที*. กรุงเทพฯ: กองบินการสารสนเทศ ศูนย์เทคโนโลยี
อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.
- จินตนา ไบกาชฎี. (2538). *การเขียนสื่อการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สุริยะสาส์น.
- จุฑารัตน์ จันทะนาม. (2543). *การพัฒนาชุดการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองที่ใช้การ์ตูน
ประกอบสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉวีวรรณ เศวตมालย์. (2542). *“การแก้ปัญหา,” เอกสารประกอบการอบรมกิจกรรมคณิตศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: สาขามัธยมศึกษาการศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์). คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2539). *ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการจัดค่ายคณิตศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.
- ชลียา ลิมปิยากร. (2540). *เทคโนโลยีการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ฝ่ายเอกสารตำรา สำนักส่งเสริม
วิชาการ สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- ชัยยุทธ บุญธรรม. (2549). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 1*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชูศรี วงศ์รัตน์นะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย
- เชิดชัย ศรีรัตน์. (2548). *ความพึงพอใจของผู้ชมมวยไทยต่อการจัดการในสนามมวย
สถานีโทรทัศน์สีกองทัพบก ช่อง 7*. ปรินญาณิพนธ์ วท.ม. (การจัดการนันทนาการ).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ:
โอเดียนสโตร์.
- ณัฐพล บัวอุไร. (2551). *ใบความรู้ที่ 3 องค์ประกอบและส่วนประกอบของ CAI*. *เอกสาร
ประกอบการเรียน วิชาการสร้างสื่อประสม (ง31102)*. ปทุมธานี: โรงเรียนเตรียม
อุดมศึกษาพัฒนาการลำลูกกา.
- ณยศ สงวนสิน. (2547). *การสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ
อุปมัย-นิรมัยเรื่อง พหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การ
มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ดร.ณิ เตชะวงศ์ประเสริฐ. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้เรื่อง ค่ากลางของข้อมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนบูรณาการแบบสอดแทรก. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนนวม. (2536: พฤศจิกายน). โจทย์ปัญหา ปัญหาโจทย์. วารสารคณิตศาสตร์. ฅนอมพร เลหาจรัสแสง. (2541). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ: วงกลมโปรดักชัน.
- ทิพสุคนธ์ ศรีแก้ว. (2546). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินฎฎานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นันทพร ระภักดี. (2551). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้เทคนิคการสอนแบบอุปนัย-นिरนัย เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. (2531, มิถุนายน-กรกฎาคม). คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน. ส.ค.พ.ท.คอมพิวเตอร์. 15(78): 24-28.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). นวัตกรรมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: SR Printing.
..... (2543). นวัตกรรมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: SR Printing.
- บุญเหลือ ทองเอี่ยม และสุวรรณ นาฎ. (2531). การใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- บุษบา ชูคำ. (2550). ผลของการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์แบบ E-Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุรณะ สมชัย. (2542). การสร้าง CAI-Multimedia ด้วย Authorware 4.0. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด-ยูเคชั่น.
- ปรีชา เนาวิเฒ่นผล. (2537). ประมวลสาระชุดวิชา สาระตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
..... (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาหลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินฎฎานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรการโรจน์. (2546). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: บริษัทพิมพ์ดี จำกัด.

- ปิยะดา สีทองคำ. (2549). ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่ต่อการจัดกิจกรรมธุรกิจนันทนาการของบริษัทในเครือเมเจอร์ ซีเนิเพล็กซ์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) เขตกรุงเทพมหานคร. ปริญญา นิพนธ์ วท.ม. (การจัดการนันทนาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พนารัตน์ แซ่มชื่น. (2548). ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แบบรูป ความสัมพันธ์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรเทพ เมืองแมน. (2544ก). การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- (2544ข). หลักการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Authorware professional 5. ปัตตานี: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2542). การออกแบบและพัฒนามัลติมีเดียแบบฝึกโดยใช้รูปแบบการควบคุมการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พาวา พงษ์พันธ์. (2544). การพัฒนาชุดการเรียนการสอนประกอบภาพการ์ตูนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องเศษส่วน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มงคล จิตรโสภิต. (2553). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "การแจกแจงปกติ" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มนตรี เพชรอินทร์. (2546, มกราคม-กุมภาพันธ์). การ์ตูนในชั้นเรียน. การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี 1. 31(122): 47-50.
- มานุษย์ ไชยสวัสดิ์. (2540, กรกฎาคม-ธันวาคม). แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการสอน. วารสาร มจร. วิชาการ. 1(1): 25-28.

- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2539). *การเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัทการพิมพ์ จำกัด.
- ยุพิน พิพิธกุล; และอรพรรณ ต้นบรรจง. (2531). *สื่อช่วยการสอน*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วรรณา พิมพ์นัฐ. (2553). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องพื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สารนิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วลีพร เดชเดชา. (2547). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมภาพลักษณ์ มโนทัศน์ทางเรขาคณิต*. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วาสนา ซาวหา. (2533). *สื่อการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วิภา อุดมฉันท. (2544). *การผลิตสื่อโทรทัศน์และสื่อคอมพิวเตอร์ : กระบวนการสร้างสรรค์และ เทคนิคการผลิต*. กรุงเทพฯ: บั๊กพอย์ท์.
- วิราพร นพพิทักษ์. (2546). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิลาลินี นาคสุข. (2549). *ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียต่างกัน 2 รูปแบบที่ส่งผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการจำและความพึงพอใจของ นักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีความสามารถทางการเรียนภาษาไทยต่างกัน*. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยี การศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วุฒิชัย ประสารสอย. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี. เจ. พรินต์ติ้ง.
- (2547). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เม็ดทรายปรินต์ติ้ง.

- ศักดิ์ชัย เกียรติจินดา. (2534). การ์ตูน ศาสตร์ และศิลป์แห่งจินตนาการ. ใน *การส่งเสริมและพัฒนาหนังสือการ์ตูนไทย*. กรมวิชาการ. หน้า 7-15. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กรมการศาสนา.
- ศศิธร แก้วรักษา. (2547). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์แบบซีปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงโรงกับชีวิตประจำวัน เรื่องสถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศรินทิพย์ คำพุทธ. (2548). *ชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ STAD เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. (2541). *การวิจัยธุรกิจ*. กรุงเทพฯ: A.N. การพิมพ์.
- ส.วาสนา ประवालพฤษ. (2537). *การวัดผลจากการปฏิบัติจริง. วารสารการวัดผลการศึกษา*.
- สมสว่าง ณะพานิชย์สกุล. (2539). *การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้โจทย์คณิตศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมหญิง กลั่นศิริ. (2521). *โสตทัศนศึกษาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและวิธีการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สายพิรุณ ผุสดี. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยหนังสือการ์ตูนอิเล็กทรอนิกส์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สารภี ศิริพันธ์พัฒน์. (2540). *การพัฒนาบทเรียนไฮเปอร์มีเดียเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม*. กรุงเทพฯ: ไอเดียสแควร์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2536). *เอกสารคำสอนวิชาทฤษฎีและวิธีสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ.
- (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

- สิริวรรณ จันทร์งาม. (2548). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการสอน โดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า (ADVANCE ORGANIZER MODEL) เรื่องปริมาตร และพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุขจิตร ตั้งเจริญ. (2543). การใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2551). นวัตกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุบิน ยมบ้านกาย. (2550). การพัฒนาบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุประวี ว่องวิโรชติกิจ. (2551). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุพจน์ พวงนิล. (2538). การศึกษาเปรียบเทียบความสนใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจ ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๒ โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบภาพการ์ตูนสีกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (ประถมศึกษา). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สุพจน์ มงคลพิชฌวัณษ์. (2542, กุมภาพันธ์). IT 2000 CAI ใครๆ ก็สร้างได้...จริงหรือ?. วารสาร การศึกษานอกโรงเรียน. 2(3): 55-57.
- สุลัดดา ลอยฟ้าและคณะ. (2530). รายงานการวิจัยการพัฒนาแบบการสอนการแก้โจทย์ ปัญหา คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุร กาญจนมยุร. (2542). เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา เล่ม 3. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- เสริมศักดิ์ สุรวัลลภ. (2535). คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตร และการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2538). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- ไหมสาเราะ โต๊ะยะลา. (2550). การพัฒนาบทเรียนการ์ตูนเรื่องเศษส่วนและการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ เรียนโดยใช้บทเรียนการ์ตูนและที่เรียนโดยวิธีปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- อรชร ภูบุญเดิม. (2550). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์สมการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้ตัวแทน (Representation). สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรอุมา ไชโยธธา. (2547). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน ที่ใช้การ์ตูนประกอบ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัญญา โพธิพลกร. (2545). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อมั่นในการเรียนคณิตศาสตร์กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อาภา ถนัดช่าง. (2534, 25 มิถุนายน) การสอนแก้ปัญหา. *วารสารแนะแนว*. 25(135): 15-23.
- อุบลลักษณ์ ไชยชนะ. (2543). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจในการเรียนกับความสอดคล้องในการเลือกคณะของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ปริญญาโท กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Adams, Sam; Leslie C. Ellis; & B. F. Beeson. (1977). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach*. New York: Harper & Row Publishers. Co.
- Alessi, Stephen M.; & Stanly R. Trollip. (1985). *Computer-Based Instruction : Methods And development*. New Jersey: Prentice Hall.
- Anastasi, A. (1959, May-June). Intelligence and Family size. *Psychology Bulletin*. 53: 187-207.
- Anderson, K. B; & R. E. Pingry. (1973). Problem-Solving in Mathematics. In *The Learning of Mathematics : The Theory and Practices*. Washington. D. C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Blair, Katherine Nora. (2000). Evaluation of Web-based instruction in interior design education: A pilot study. *Dissertation Abstracts International*.
- Bloom, B.S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: McGraw-Hill.

- Brown, Christine Anne. (1996). Learning through construction of interactive multimedia. *Dissertation, Ph.D. Australia: University of Wollongong Australia.*
- Brown, F. Eugene, JR. (1993, December). The Design and Development of a Computer Assisted Tutorial Covering the Precalculus Concepts Involved in Sketching Function. *Dissertation Abstracts International.* 54(06): 2080-A.
- Brown, W.F.; & W.H. Holtzman. (1976). *SSHA Manual Survey of Study Habits and Attitude.* New York: Psychological Corporation.
- Bull, Michael Porter. (1993). Rexploring the Effects on Mathematics Achievement of Eighth Grade students that are Taught Problem c Solving Through a Four Step Method that Address the Perceptual Strengths of Each Student (Magic Math),Y *Dissertation Abstracts.* Retrieved January 7, 2010, from <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>.
- Bump, Douglas Edwin. (2004). *The effect of a computer multimedia interactive mathematics program on the mathematics achievement of developmental mathematics college students.* Retrieved January 7, 2010, from <http://proquest.umi.com>.
- Carroll, J. B. (1963, May). A Model of School Learning. *Teacher College Record.* 64(2): 723-733.
- Charles, Randall; & Lester, Frank K. (1982). *Teaching Problem Solving What Why & How.* Palo Alto, California: Dale Semour Publications.
- Chamber, J.A.; & Sprecher, J.W. (1983). *Computer – Assisted Instruction.* New Jersey: Prentice Hall.
- Covington, Myrna A. (1998, December). Beyond High School : Factors That Influence Student Job Satisfaction (School to work). *Dissertation Abstracts International.* 59(6): 6990-A.
- Crowley, Richard V.; & Mills, Joyce C. (1986, April). Cartoon hypnotherapy : An innovative treatment approach for childhood. *The Annual Convention of the American Association for Counseling and Development.* 15(5): 15 – 23.
- Cruikshank, Douglas E.; & Sheffield, Linda Jensen. (1992). *Teaching and Elementary and Middle School Mathematics.* New York: Macmillan Publishing Company.
- Crump, Patia Sheral. (2004, April). *What influences girls, mathematics achievement? The Stories of six high- achieving middle school females.* Retrieved June 7, 2011, from <http://wwwlib.umi.com>.

- Deighan, William Patrick. (1971, January). An Examination of the Relationship between Teachers attitudes towards Arithmetic and Attitudes of their Students towards Arithmetic. *Dissertation Abstracts International*. 31: 3333-A.
- Dick, W.; & Carey, L. (1985). *The Systematic Design of Instruction*. 2nd ed. Glenview, IL: Scott, Foresman.
- Elia, D. G.; & Partrick, M. (1972, July). The Determinants of Job Satisfaction Among Beginning Librarians. 49: 283-302.
- Eysenck, H.J.; Arnold, W.; & Meili, R. (1972). *Encyclopedia of Psychology vol 1*. London: Herder and Herder.
- Fan, Chung - Teh. (1952). *Item Analysis Table*. New Jersey: Educational Testing Service Princeton.
- Finn, Kelly F.; et al. (2003, March). Teacher variables that relate to student achievement when using a standards – based curriculum. *Journal for Research in Mathematics Educational*. 34(3): 228 - A.
- Franke, Robert James. (1989, June). An Evaluation of a Computer-Assisted Instruction Program in Seventh Grade Mathematics : International for Curriculum Planning. *Dissertation Abstracts International*. 48(12): 3066-A.
- Frater; & Paulissen. (1994). *Computer Assisted Instruction*. New York: Longman.30.
- Gagne, R.; et al. (1988). *Principle of Instructional Design*. New York: The Dryden Press.
- Gayeski, Diane m. (1993). *Multimedia for Learning : Development, Application Evaluation*. Newyork: Englewood Cliffs N.J.
- Good, Carter V. (1959). *Dictionary of Educational*. New York: Mc Graw-Hill Book Company. Inc.
- (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: Mcgraw-Hill Book.
- Green, B. William. (1993). *Introduction to eletronic document mangement system*. Boston: Academic Press.
- Hannafin, M.J.; & Peck, K.L. (1988). *The Design, Development and Evaluation of Instructional Software*. New York: Macmillan.
- Hall, K. A. (1982). Computer – Based Education. in *Encyclopedia of Educational Research 5th ed. Vol. 01*. 353-367. New York: Free Press.
- Heimer, R.T.; & C.R. Trueblood. (1997). *Strategies for Teaching Children's Mathematics*. New York: Addison Wesley Publishing Company, Inc.
- Heinich, Robert; et al. (1993). *Instructional Media and New Technology of Instruction*. New York: Von Hoffman.

- Hernandez Garduno; & Edna Leticia. (1998, February). Effects of Teaching Problem-Solving Through Cooperative Learning Methods on Student Mathematics Achievement, Attitudes Toward Mathematics, mathematics Self Efficacy, and Metacognition. *Dissertation Abstracts International*. 58(8): 3053-A.
- Herzberg, Frederick; Maslow, Abraham H.; & Snyderman, Barbara Block. (1959). *The Motivation to Work*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.
- Kelley, Louetta Anne. (1993, November). Making The Unfamiliar Familiar: Problem Solving Heuristics as a Means of Confronting Students Misconceptions Algebra. *Dissertation Abstracts International*. 54(5): 1713-A.
- Kemp, J.E. (1985). *Planning and Producing Instructional Media*. 5th ed. New York: Harper & Row Publisher.
- Kennedy, Leonard M. (1984). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 4th ed. Belmont, California: Wadsworth Publishing.
- Kilpatrick, J.A. (1985). Retrospective Account of The Past 25 years of Research on Teaching Mathematical Problem Solving. In E. Silver (Ed.), *Teaching and Learning Mathematical Problem Solving : Multiple Research Perspectives*. pp. 1-15. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Kinder, James S. (1959). *Audio-Visual Materials and Techniques*. 2nd ed. New York: American Book Company.
- (1965). *Audio-Visual Materials in Education*. New York: American Book Co.
- Kroettinger, Bianca S. (2006, July). Factors that impact patient satisfaction in physical therapy. *Dissertation Abstracts International*. 67(01): 139.
- Krulik, Stephen; & Jesse A. Rudnick. (1987). *Problem Solving. A Handbook for Teachers*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Larrick, Nancy. (1964). *A Parent's Guide to Children's Reading*. New York: Pocket Book, Inc: 90 - 92.
- Leidig, Paul Marvin. (1992). *The Relationship Between Cognitive Style and Mental Maps in Hypertext Assisted Learning*. Dissertation Virginia: Graduate School Virginia Commonwealth University. Photocopied.
- Linda, Tway. (1995). *Multimedia in action*. New York: Academic Press. Inc.
- Maslow, A.H. (1970). *Motivation and personality*. New York: Harper & Row Publishers.
- Mayer, Ralph. (1965). *A Dictionary of Art Terms and Techniques*. New York: Thomas Y. Grawell Co.

- Mead, Magarett. (1963, November). *Reading Interest in First Grades Elementary English*. pp. 707-711.
- Merrill, Paul F.; et al. (1992). *Computers in Education*. 2nd ed. U.S.A.: Allyn and Bacon.
- Mickens, M.A. (1992, September). Effects of Supplementary Computer –Assisted Instruction on Basic Algebra 1 and Basic Algebra 2 Achievement Levels of Mathematic At-Risk Minority Students. *Dissertation Abstracts International*. 53: 704-A.
- Nakagawa, Asuka. (2004). *Using digital storytelling for intermediate Japanese language learning*. Dissertation, M.A. United States Michigan: Michigan State University.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Evaluation of Teaching : Standard 4 – Mathematical Concepts, Procedures, and Connections*. Principles and Standards for School Mathematics.
- (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston. Va: NCTM, 2000.
- Owens, Katharine Donner. (1998, February). The effect of instruction by a professional scientist on the acquisition of integrated process skills and the science - related attitudes of eighth - grade student. *Dissertation Abstracts International*. 58(08): 3073.
- Polya, George. (1957). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City, New York: Doubleday Company.
- (1973). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- (1980). On Solving Mathematical Problems in High School. *In Problem Solving in School Mathematics : 1980 Yearbook*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- (1985). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- Prentis, John. (1977). *Running Press Glossary of Computer Terms*. New Jersey: Kaiman and Company, Inc.
- Prescott, Daniel A. (1961, February). Basic Techniques of Studying Children, form A Report of The Conference on Child Study. In *Education Bulletin*. pp. 18. Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- Price, R.V. (1991). *Computer – Aided Instruction: A Guide for Authors*. Pacific Grove, California: Brooks/Cole Publishing.
- Rawat, D. S.; & Gupta, S.L. (1970). *Educational Wastage at the Primary Level :A Handbook for Teachers*. New Delhi: S.K. Kichula at Nalanda Press.

- Reys, Robert E.; Marilyn N. Suydam; & Mary Montgomery Lindquist. (1992). *Helping Children Learn Mathematics*. 3rd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Riddle, Elizabeth M. (1995). Communication Through Multimedia in an Elementary Classroom. In *Educational Resources Center*.
- Riordan, Jurie E.; & Noyce, Pendred E. (2001, April). The Impacts of Standards D Based Mathematics Curricula on Student Achievement in Massachusetts. *Journal for Research in Mathematics Education*. 32(4): 368 D A.
- Roblyer, M.; & Hall, K. (1985). *Systematic Instructional Design of Computer Courseware : A Workshop Handbook*. Tallahassee, FL: Florida A&M University.
- Rogers, C.R. (1969). *Freedom to Learn*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.
- Romiszowski, A.J. (1986). *Developing Auto – Instructional Materials*. New York: London Nicols Publishing.
- Schoenfeld, A.H. (1989). Teaching Mathematical Thinking and Problem Solving. In L.B. Resneck and L.E. Klover (Eds.). In *Toward the Thinking Curriculum: current Cognitive Research. (1989 Yearbook of the Association for Supervision and Curriculum Development)*. p.83-103. ASCD.
- Schonell, Fred. J. (1961). *The Psychology and Teaching of Reading*. Lonon, Oliver and Boyd. p. 219.
- Sippl, Charles J. (1991). *Macmillan Dictionary of Data communications*. 2nd ed. London: Macmillan Press.
- Skinner, B.F. (1972). *Beyond Freedom and Dignity*. New York: Alfred A. Knopf.
- Sovak, Melissa M. (2006, August). Color models for image decomposition. *Dissertation Abstracts International*. 44(04) : 42.
- Smith, Patty. Templeton. (1994, January). Instructional Method Effects on Student Attitude And Achievement. *Dissertation Abstracts International*. 54(7): 2528A – 2529A.
- Smith, Steven Harmon. (1982, February). Achievement and Long-Term Retention in Geometry Using Mastery Learning , Student Choice and Tradition Learning in the Elementary School. *Dissertation Abstracts International*. 42(8): 3423-A.
- Spencer, Donal D. (1992). *Webster's New World Dictionary of Computer Terms*. 4th ed. New York: Prentice Hall.
- Suh, Soon-Shik. (2000). Factors affecting faculty members' use of Web-based instruction in higher Education. *Dissertation Abstracts International*. 61-07A.
- Suydam , H. L. (1990). *Untangling Clues From Research on Problem Solving. Problem Solving in School Mathematics*. National Council of teacher of Mathematics.

- Suydam, Marilyn N. (1980). *Untangling Clues from Research on Problem – Solving Problem Solving in School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics Inc.
- Tougaw, Paul William. (1994, February). A Study of the Effect of Using an Open Approach to Teaching Mathematics upon the Mathematical Problem-Solving Behaviors of Secondary School Student. *Dissertation Abstracts International*. 54(8): 2934-A.
- Ulep, Soledad Asuncion. (1990, July). Strategies Preserves Secondary Mathematics Teachers Use in Solving Problems Involving Uncertainty. *Dissertation Abstracts International*. 51(1): 105-A.
- Vaughn, Rosco C. (2000). The relationship of school enrollment size and student achievement in reading language and mathematics in new Mexico schools. *Dissertation Abstracts International*. August 2006.
- Wallerstein, Harvey. (1971). *Dictionary of Psychology*. Maryland: Penguin Book Inc.
- Whitehead, Alfred N. (1967). *The Aims of Education and Other Essay*. New York: The Free Press.
- William, Jame Milford. (1981). *A Comparison Study of Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United State History*. Dissertation Abstracts International.
- Williams, R.E. (1972). *Cartoon” Encyclopedia Americana. Vol.5*. New York: Americana Coporation.
- Wilson, James W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. In *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. pp. 643-696. Bloom, Benjamin S. (eds.). New York: McGraw-Hill.
- Wittich, Water A.; & Schuller, Charies F. (1957). *Audi -Visual Materials : Their Nature & Use*. 2nd ed. New York: Harper & Brother Publishers.
- Wolman, B. B. (1973). *Dictionary of behavior science*. New York: Van Nostrand Rinehold.
- Xin, Yan Ping. (2003, June). A Comparison of Two Instruction Approaches on Mathematics World Problem Solving By Students with Learning Problem. *Dissertation Abstracts International*. 63(12) : 4276-A.
- Zinn,K.L. (1976). Computer-Assisted Instruction (CAI). In *Encyclopedia of Computer Science*. pp.268-270.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
2. ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา
3. ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
5. ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
6. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
7. ค่าความยาก (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2
8. ค่าอำนาจจำแนก (t-test) และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของ นักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง 12 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ระดับความคิดเห็นเฉลี่ย
	1	2	3	
1.1	4	4	4	4.00
1.2	4	4	4	4.00
1.3	4	4	5	4.33
1.4	4	5	4	4.33
1.5	4	4	4	4.00
1.6	4	4	4	4.00
1.7	5	4	4	4.33
1.8	3	4	4	3.66
1.9	3	4	4	3.66
2.1	2	3	4	3.00
2.2	2	4	4	3.33
2.3	4	4	5	4.33
3.1	5	5	4	4.66
3.2	5	5	5	5.00
3.3	4	5	4	4.33
3.4	4	5	4	4.33
3.5	4	4	4	4.00
3.6	4	4	3	3.66
3.7	4	4	4	4.00
3.8	2	4	4	3.33
3.9	2	4	3	3.00
			รวม	83.28
			เฉลี่ย	3.96

ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มีระดับความ
คิดเห็นอยู่ระหว่าง 3.00 – 5.00 มีค่าเฉลี่ย 3.96 ซึ่งแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย

โดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคุณภาพทางด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี

ตาราง 13 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ระดับความคิดเห็นเฉลี่ย
	1	2	3	
1.1	5	4	4	4.33
1.2	4	4	4	4.00
1.3	4	4	4	4.00
1.4	4	4	4	4.00
1.5	3	4	4	3.66
1.6	4	4	4	4.00
1.7	4	4	4	4.00
2.1	3	4	4	3.66
2.2	3	4	4	3.66
2.3	4	4	4	4.00
2.4	4	4	4	4.00
2.5	3	4	4	3.66
3.1	5	5	5	5.00
3.2	5	4	5	4.66
3.3	5	5	5	5.00
3.4	5	5	5	5.00
3.5	5	5	5	5.00
			รวม	71.63
			เฉลี่ย	4.21

ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญด้านด้านเทคโนโลยีการศึกษาระดับความคิดเห็นอยู่ระหว่าง 3.66 – 5.00 มีค่าเฉลี่ย 4.21 ซึ่งแสดงว่าบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคุณภาพทางด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี

ตาราง 14 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)	ผลการพิจารณา
	1	2	3		
1	0	1	1	0.67	คัดเลือก
2	1	1	1	1	คัดเลือก
3	1	1	1	1	คัดเลือก
4	1	1	1	1	คัดเลือก
5	1	1	1	1	คัดเลือก
6	-1	0	1	0.33	คัดออก
7	1	1	1	1	คัดเลือก
8	1	1	1	1	คัดเลือก
9	1	1	1	1	คัดเลือก
10	1	1	1	1	คัดเลือก
11	1	1	1	1	คัดเลือก
12	1	1	1	1	คัดเลือก
13	1	1	1	1	คัดเลือก
14	1	1	1	1	คัดเลือก
15	1	1	1	1	คัดเลือก
16	1	1	1	1	คัดเลือก
17	1	1	1	1	คัดเลือก
18	0	1	1	0.67	คัดเลือก
19	1	1	1	1	คัดเลือก
20	1	1	1	1	คัดเลือก
21	1	1	1	1	คัดเลือก
22	1	1	1	1	คัดเลือก
23	1	1	1	1	คัดเลือก
24	1	1	1	1	คัดเลือก
25	1	1	1	1	คัดเลือก

ตาราง 14 ต่อ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่าดัชนีความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา (IOC)	ผลการ พิจารณา
	1	2	3		
26	1	1	1	1	คัดเลือก
27	1	1	1	1	คัดเลือก
28	1	1	1	1	คัดเลือก
29	1	1	1	1	คัดเลือก
30	1	1	1	1	คัดเลือก
31	1	1	1	1	คัดเลือก
32	1	1	1	1	คัดเลือก
33	1	1	1	1	คัดเลือก
34	1	1	1	1	คัดเลือก
35	1	1	1	1	คัดเลือก
36	1	1	1	1	คัดเลือก
37	1	1	1	1	คัดเลือก
38	1	1	1	1	คัดเลือก
39	1	1	1	1	คัดเลือก
40	1	1	1	1	คัดเลือก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC ≥ 0.5 ซึ่งได้คัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 ซึ่งได้แบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 39 ข้อ

ตาราง 15 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่าดัชนีความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา (IOC)	ผลการ พิจารณา
	1	2	3		
1	1	1	1	1	คัดเลือก
2	1	1	1	1	คัดเลือก
3	1	1	1	1	คัดเลือก
4	1	1	1	1	คัดเลือก
5	1	1	1	1	คัดเลือก
6	1	1	1	1	คัดเลือก
7	1	1	1	1	คัดเลือก
8	1	1	1	1	คัดเลือก
9	1	1	1	1	คัดเลือก
10	0	1	1	0.67	คัดเลือก
11	0	1	1	0.67	คัดเลือก
12	1	1	1	1	คัดเลือก
13	1	1	1	1	คัดเลือก

คัดเลือกวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจาก
ค่า IOC \geq 0.5 ซึ่งทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 ซึ่งได้แบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 13 ข้อ

ตาราง 16 ค่าดัชนีเชิงความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของ
นักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่าดัชนีความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา (IOC)	ผลการ พิจารณา
	1	2	3		
1	-1	0	1	0	คัดออก
2	1	1	1	1	คัดเลือก
3	1	1	1	1	คัดเลือก
4	-1	1	0	0	คัดออก
5	1	1	1	1	คัดเลือก
6	1	1	1	1	คัดเลือก
7	1	1	1	1	คัดเลือก
8	1	1	1	1	คัดเลือก
9	1	1	1	1	คัดเลือก
10	1	1	1	1	คัดเลือก
11	1	1	1	1	คัดเลือก
12	1	1	1	1	คัดเลือก
13	1	1	1	1	คัดเลือก
14	1	1	1	1	คัดเลือก
15	0	1	1	0.67	คัดเลือก
16	1	1	1	1	คัดเลือก
17	1	1	1	1	คัดเลือก
18	1	1	1	1	คัดเลือก
19	1	1	1	1	คัดเลือก
20	1	1	1	1	คัดเลือก
21	1	1	1	1	คัดเลือก
22	1	1	1	1	คัดเลือก
23	1	1	1	1	คัดเลือก
24	1	1	1	1	คัดเลือก
25	-1	0	0	-0.33	คัดออก
26	-1	0	0	-0.33	คัดออก
27	-1	0	1	0	คัดออก

ตาราง 16 ต่อ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่าดัชนีความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา (IOC)	ผลการ พิจารณา
	1	2	3		
28	1	1	1	1	คัดเลือก
29	1	1	1	1	คัดเลือก
30	1	1	1	1	คัดเลือก
31	1	1	1	1	คัดเลือก
32	1	1	1	1	คัดเลือก
33	1	1	1	1	คัดเลือก
34	1	1	1	1	คัดเลือก
35	1	1	1	1	คัดเลือก
36	1	1	1	1	คัดเลือก
37	1	1	1	1	คัดเลือก
38	1	1	1	1	คัดเลือก
39	1	1	1	1	คัดเลือก
40	1	1	1	1	คัดเลือก
41	1	1	1	1	คัดเลือก

คัดเลือกแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ข้อที่มีค่า
ดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC ≥ 0.5 ซึ่งทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่
0.67-1.00 ซึ่งได้แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนจำนวน 36 ข้อ

ตาราง 17 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 39 ข้อ โดยใช้โปรแกรม EVANA

ข้อ	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.15	0.46	ตัดออก
2	0.28	0.44	คัดเลือก
3	0.92	0.52	ตัดออก
4	0.73	0.66	คัดเลือก
5	0.20	0.16	ตัดออก
6	0.35	0.66	ตัดออก
7	0.14	0.28	ตัดออก
8	0.35	0.56	คัดเลือก
9	0.26	0.79	ตัดออก
10	0.57	0.59	คัดเลือก
11	0.37	0.59	ตัดออก
12	0.58	0.42	คัดเลือก
13	0.48	0.52	คัดเลือก
14	0.24	0.05	ตัดออก
15	0.62	0.42	คัดเลือก
16	0.72	0.57	คัดเลือก
17	0.62	0.42	คัดเลือก
18	0.31	0.29	ตัดออก
19	0.55	0.69	คัดเลือก
20	0.27	0.13	ตัดออก
21	0.57	0.82	คัดเลือก
22	0.61	0.19	ตัดออก
23	0.60	0.71	คัดเลือก
24	0.29	0.26	คัดเลือก
25	0.26	0.18	ตัดออก
26	0.35	0.20	ตัดออก
27	0.20	0.04	ตัดออก
28	0.21	0.31	คัดเลือก

ตาราง 17 ต่อ

ข้อ	p	r	ผลการพิจารณา
29	0.45	0.69	คัดเลือก
30	0.54	0.55	คัดเลือก
31	0.48	0.52	คัดเลือก
32	0.26	0.18	คัดออก
33	0.48	0.44	คัดเลือก
34	0.06	0.47	คัดออก
35	0.26	0.00	คัดออก
36	0.37	0.15	คัดออก
37	0.54	0.27	คัดเลือก
38	0.26	-0.18	คัดออก
39	0.46	0.48	คัดเลือก
เฉลี่ย	0.40	0.43	คัดออก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.21 – 0.72 ซึ่งเป็นความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.26-0.82 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 20 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ คือ ข้อ 2, 4, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 28, 29, 30, 31, 33, 37 และ 38

ตาราง 18 ค่า $\sum X$ และ $\sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า σ^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความ
 เชื่อมันของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและ
 ร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	3	9	28	4	16
2	4	16	29	5	25
3	5	25	30	8	64
4	5	25	31	9	81
5	4	16	32	5	25
6	5	25	33	8	64
7	5	25	34	7	49
8	5	25	35	8	64
9	6	36	36	9	81
10	5	25	37	7	49
11	6	36	38	7	49
12	4	16	39	9	81
13	5	25	40	8	64
14	4	16	41	9	81
15	5	25	42	6	36
16	5	25	43	6	36
17	4	16	44	10	100
18	7	49	45	8	64
19	6	36	46	9	81
20	6	36	47	10	100
21	7	49	48	8	64
22	4	16	49	11	121
23	6	36	50	6	36
24	5	25	51	9	81
25	7	49	52	10	100
26	10	100	53	10	100
27	7	49	54	8	64

ตาราง 18 ต่อ

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
55	6	36	78	13	169
56	10	100	79	12	144
57	10	100	80	13	169
58	8	64	81	12	144
59	7	49	82	16	256
60	10	100	83	16	256
61	10	100	84	15	225
62	8	64	85	14	196
63	9	81	86	17	289
64	11	121	87	16	256
65	12	144	88	16	256
66	11	121	89	18	324
67	12	144	90	15	225
68	13	169	91	11	121
69	10	100	92	15	225
70	14	196	93	15	225
71	11	121	94	18	324
72	13	169	95	16	256
73	15	225	96	16	256
74	15	225	97	16	256
75	12	144	98	14	196
76	14	196	99	15	225
77	15	225	100	16	256
			$\sum X=960$ $\sum X^2=10,850$		

ตาราง 19 ค่า p และ q ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	p	q	pq
1	0.28	0.72	0.2016
2	0.73	0.27	0.1971
3	0.35	0.65	0.2275
4	0.57	0.43	0.2451
5	0.58	0.42	0.2436
6	0.48	0.52	0.2496
7	0.62	0.38	0.2356
8	0.72	0.28	0.2016
9	0.62	0.38	0.2356
10	0.55	0.45	0.2475
11	0.57	0.43	0.2451
12	0.60	0.40	0.2400
13	0.29	0.71	0.2059
14	0.21	0.79	0.1659
15	0.45	0.55	0.2475
16	0.54	0.46	0.2484
17	0.48	0.52	0.2496
18	0.48	0.52	0.2496
19	0.54	0.46	0.2484
20	0.46	0.54	0.2484
			$\sum pq = 4.6336$

หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สูตร KR-20 (ลัวน
สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197 -199)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{\sigma^2} \right]$$

- เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนแบบทดสอบ
 p_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกต้องในข้อที่ i
 q_i แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อนั้นผิด คือ $1-p$
 σ^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่

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

- เมื่อ σ^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
 $\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนของแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 18 จะได้ $\sum X = 960$, $\sum X^2 = 10,850$ และ $n = 100$

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \frac{100(10,850) - (960)^2}{100^2} \\ &= \frac{1,085,000 - 921,600}{10,000} \\ &= 16.34 \end{aligned}$$

จากตาราง 19 จะได้ $k = 20$, $\sum pq = 4.6336$ และ $\sigma^2 = 16.34$

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{20}{20-1} \left[1 - \frac{4.6336}{16.34} \right] \\ &= \frac{20}{19} \left[\frac{16.34 - 4.6336}{16.34} \right] \\ &= 0.75 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 0.75

ตาราง 20 ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อ	ผลรวม คะแนน กลุ่มเก่ง (S_U)	ผลรวม คะแนน กลุ่มอ่อน (S_L)	คะแนน สูงสุด (X_{max})	คะแนน ต่ำสุด (X_{min})	P_E	D	ผลการ พิจารณา
1	84	31	4	0	0.58	0.53	คัดออก
2	87	27	4	0	0.57	0.60	คัดเลือก
3	62	27	3	0	0.59	0.47	คัดออก
4	74	28	4	0	0.51	0.46	คัดเลือก
5	78	28	4	0	0.53	0.50	คัดเลือก
6	61	17	3	0	0.52	0.59	คัดออก
7	64	24	3	0	0.59	0.53	คัดออก
8	78	26	4	0	0.52	0.52	คัดเลือก
9	70	19	4	0	0.45	0.51	คัดออก
10	65	16	4	0	0.41	0.49	คัดออก
11	66	18	4	0	0.42	0.48	คัดออก
12	62	18	3	0	0.53	0.59	คัดออก
13	78	15	4	0	0.47	0.63	คัดเลือก

จากตาราง ตัวอย่างการหาค่าความยากง่าย (P_E) ข้อ 1

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

เมื่อ	P_E	แทน	ค่าดัชนีความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่ม เก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่ม อ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

แทนค่า

$$P_E = \frac{84+31-(2 \times 25 \times 0)}{2 \times 25(4-0)}$$

$$= \frac{115}{200}$$

$$= 0.58$$

จากตาราง ตัวอย่างการหาค่าอำนาจจำแนก (D) ข้อ 1

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

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

แทนค่า

$$D = \frac{84-31}{25(4-0)}$$

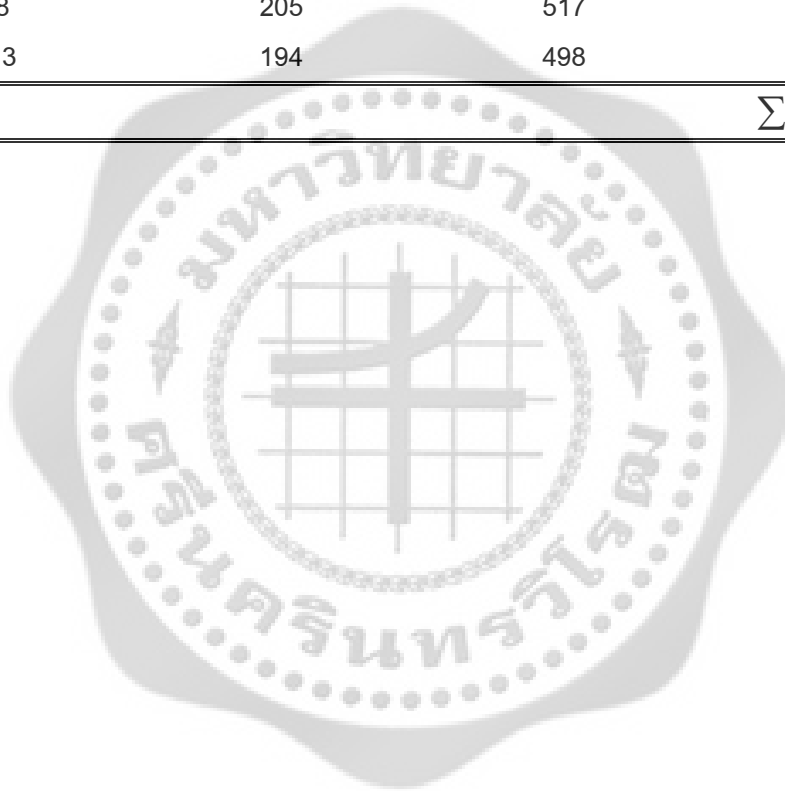
$$= \frac{53}{100}$$

$$= 0.53$$

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.47 – 0.57 ซึ่งเป็นความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.46 – 0.63 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 4, 5, 8 และ 13 ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเป็นแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 5 หน่วยการเรียนรู้ไปใช้ในครั้งต่อไป

ตาราง 21 ค่า $\sum X_i$ และ $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า S_i^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	S_i^2
2	239	679	1.09
4	206	498	0.74
5	207	513	0.85
8	205	517	0.98
13	194	498	1.23
			$\sum S_i^2 = 4.89$



ตาราง 22 ค่า $\sum X$ และ $\sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า S^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความ
เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	16	256	28	14	196
2	17	289	29	15	225
3	9	81	30	16	256
4	4	16	31	16	256
5	7	49	32	10	100
6	7	49	33	14	196
7	3	9	34	1	1
8	6	36	35	12	144
9	6	36	36	12	144
10	4	16	37	6	36
11	17	289	38	11	121
12	7	49	39	11	121
13	13	169	40	10	100
14	11	121	41	13	169
15	14	196	42	13	169
16	10	100	43	18	324
17	13	169	44	5	25
18	18	324	45	6	36
19	4	16	46	9	81
20	20	400	47	7	49
21	7	49	48	12	144
22	7	49	49	13	169
23	10	100	50	4	16
24	10	100	51	13	169
25	11	121	52	9	81
26	12	144	53	15	225
27	14	196	54	6	36

ตาราง 22 ต่อ

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
55	14	196	78	19	361
56	13	169	79	10	100
57	14	196	80	10	100
58	15	225	81	11	121
59	3	9	82	9	81
60	9	81	83	4	16
61	14	196	84	8	64
62	5	25	85	14	196
63	13	169	86	12	144
64	9	81	87	6	36
65	4	16	88	10	100
66	10	100	89	9	81
67	11	121	90	13	169
68	10	100	91	5	25
69	10	100	92	6	36
70	14	196	93	13	169
71	5	25	94	11	121
72	5	25	95	5	25
73	9	81	96	8	64
74	17	289	97	8	64
75	20	400	98	10	100
76	9	81	99	17	289
77	14	196	100	18	324
			$\sum X=1,051$ $\sum X^2=12,881$		

หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ ; อังคณา สายยศ. 2543 : 218)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	S_i^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	S_t^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเครื่องมือทั้งฉบับ

โดยที่

$$S_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	S_i^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ i
	$\sum X_i^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ i
	N แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ

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

เมื่อ	S_t^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	N แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 22 จะได้ $\sum X = 1,051$ $\sum X^2 = 12,881$ และ $N = 100$

$$\begin{aligned} S_t^2 &= \frac{100(12,881) - (1,051)^2}{100(100-1)} \\ &= \frac{183,499}{9,900} \\ &= 18.54 \end{aligned}$$

จากตาราง 21 จะได้ $S_i^2 = 4.89$ $S_i^2 = 18.54$ และ $n=5$

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{5}{5-1} \left(1 - \frac{4.89}{18.54} \right) \\ &= \frac{5}{4} \left(\frac{18.54 - 4.89}{18.54} \right) \\ &= \frac{68.25}{74.16} \\ &= 0.92\end{aligned}$$



ตาราง 23 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	คะแนนจาก ผู้วิจัย (X)	คะแนนจาก ผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 (Y)	X ²	Y ²	XY
1	16	15	256	225	240
2	17	18	289	324	306
3	9	10	81	100	90
4	4	6	16	36	24
5	7	7	49	49	49
6	7	6	49	36	42
7	3	5	9	25	15
8	6	7	36	49	42
9	6	5	36	25	30
10	4	5	16	25	20
11	17	17	289	289	289
12	7	8	49	64	56
13	13	12	169	144	156
14	11	11	121	121	121
15	14	13	196	169	182
16	10	11	100	121	110
17	13	13	169	169	169
18	18	17	324	289	306
19	4	5	16	25	20
20	20	20	400	400	400
21	7	8	49	64	56
22	7	7	49	49	49
23	10	11	100	121	110
24	10	10	100	100	100
25	11	12	121	144	132

ตาราง 23 ต่อ

คนที่	คะแนนจาก ผู้วิจัย (X)	คะแนนจาก ผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 (Y)	X ²	Y ²	XY
26	12	11	144	121	132
27	14	13	196	169	182
28	14	14	196	196	196
29	15	14	225	196	210
30	16	17	256	289	272
31	16	16	256	256	256
32	10	11	100	121	110
33	14	15	196	225	210
34	1	0	1	0	0
35	12	11	144	121	132
36	12	11	144	121	132
37	6	6	36	36	36
38	11	12	121	144	132
39	11	11	121	121	121
40	10	9	100	81	90
41	13	14	169	196	182
42	13	13	169	169	169
43	18	17	324	289	306
44	5	5	25	25	25
45	6	7	36	49	42
46	9	7	81	49	63
47	7	8	49	64	56
48	12	11	144	121	132
49	13	10	169	100	130
50	4	6	16	36	24
51	13	15	169	225	195

ตาราง 23 ต่อ

คนที่	คะแนนจาก ผู้วิจัย (X)	คะแนนจาก ผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 (Y)	X ²	Y ²	XY
52	9	11	81	121	99
53	15	14	225	196	210
54	6	7	36	49	42
55	14	16	196	256	224
56	13	13	169	169	169
57	14	13	196	169	182
58	15	11	225	121	165
59	3	5	9	25	15
60	9	11	81	121	99
61	14	14	196	196	196
62	5	7	25	49	35
63	13	11	169	121	143
64	9	10	81	100	90
65	4	3	16	9	12
66	10	12	100	144	120
67	11	11	121	121	121
68	10	11	100	121	110
69	10	9	100	81	90
70	14	16	196	256	224
71	5	7	25	49	35
72	5	8	25	64	40
73	9	7	81	49	63
74	17	18	289	324	306
75	20	18	400	324	360
76	9	7	81	49	63
77	14	12	196	144	168

ตาราง 23 ต่อ

คนที่	คะแนนจาก ผู้วิจัย (X)	คะแนนจาก ผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 (Y)	X ²	Y ²	XY
78	19	17	361	289	323
79	10	11	100	121	110
80	10	9	100	81	81
81	11	11	121	121	121
82	9	10	81	100	100
83	4	2	16	4	4
84	8	7	64	49	49
85	14	12	196	144	144
86	12	12	144	144	144
87	6	5	36	25	25
88	10	11	100	121	121
89	9	10	81	100	100
90	13	11	169	121	121
91	5	7	25	49	49
92	6	7	36	49	49
93	13	11	169	121	121
94	11	10	121	100	100
95	5	6	25	36	36
96	8	8	64	64	64
97	8	9	64	81	81
98	10	9	100	81	81
99	17	15	289	225	225
100	18	17	324	289	289
รวม	1,051	1,052	12,881	12,626	12,660

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของผู้วิจัยและผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัยแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัยแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัยกับคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 23 จะได้ $\sum X = 1,051$, $\sum Y = 1,052$, $\sum X^2 = 12,881$

$\sum Y^2 = 12,626$ $\sum XY = 12,660$, $N = 100$

$$\begin{aligned} r_{xy} &= \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \\ &= \frac{100(12,660) - (1,051 \times 1,052)}{\sqrt{[(100 \times 12,881) - (1,051)^2][(100 \times 12,626) - (1,052)^2]}} \\ &= \frac{1,266,000 - 1,105,652}{\sqrt{(1,288,100 - 1,104,601)(1,262,600 - 1,106,704)}} \\ &= \frac{160,348}{\sqrt{183,499 \times 155,896}} \\ &= \frac{160,348}{\sqrt{183,499 \times 155,896}} \\ &= 0.95 \end{aligned}$$

ตาราง 24 ค่าอำนาจจำแนก (t-test) ของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)	ผลการพิจารณา
ด้านวิธีการเรียนการสอน		
1	0.637	คัดออก
2	3.923	คัดเลือก
3	2.462	คัดออก
4	2.654	คัดออก
5	2.842	คัดออก
6	2.335	คัดออก
7	4.011	คัดเลือก
8	4.934	คัดเลือก
9	2.332	คัดออก
10	5.309	คัดเลือก
11	4.337	คัดเลือก
ด้านการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียน		
12	5.047	คัดเลือก
13	6.683	คัดเลือก
14	4.946	คัดออก
15	5.047	คัดเลือก
16	4.757	คัดออก
17	6.452	คัดเลือก
18	6.063	คัดเลือก
19	4.946	คัดออก

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (t)	ผลการพิจารณา
ด้านการนำเสนอเนื้อหา		
20	6.336	คัดเลือก
21	4.948	คัดเลือก
22	4.893	คัดเลือก
23	4.520	คัดเลือก
24	4.337	คัดเลือก
25	4.182	คัดออก
26	2.865	คัดออก
27	4.155	คัดออก
ด้านแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ		
28	4.934	คัดเลือก
29	2.883	คัดออก
30	5.172	คัดเลือก
31	3.228	คัดออก
32	3.533	คัดออก
33	4.680	คัดออก
34	9.247	คัดเลือก
35	5.389	คัดเลือก
36	8.048	คัดเลือก

คัดเลือกแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เฉพาะ ข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกที่ค่า t ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคัดเลือกแบบสอบถามวัดความพึงพอใจนี้จำนวน 20 ข้อ โดยให้ครอบคลุมทุกด้าน คือ ข้อ 2, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 30, 34, 35 และ 36

ตาราง 25 ค่า $\sum X_i$ และ $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า S_i^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	S_i^2
1	162	678	0.56
2	169	737	0.59
3	174	788	0.79
4	168	736	0.78
5	157	643	0.69
6	170	744	0.55
7	172	768	0.73
8	171	749	0.46
9	161	671	0.59
10	171	761	0.77
11	164	698	0.66
12	165	709	0.73
13	159	663	0.79
14	172	766	0.68
15	164	698	0.66
16	172	772	0.83
17	164	696	0.60
18	172	772	0.83
19	179	823	0.56
20	171	761	0.77

$\sum S_i^2 = 13.62$

ตาราง 26 ค่า $\sum X$ และ $\sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า S^2 เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	65	4,225	21	88	8,464
2	63	3,969	22	88	7,921
3	61	3,721	23	86	8,281
4	68	4,624	24	92	7,921
5	64	4,096	25	89	8,649
6	69	4,761	26	91	9,025
7	69	4,761	27	89	8,649
8	67	4,489	28	93	8,281
9	70	4,900	29	95	8,836
10	73	5,329	30	93	7,569
11	73	5,329	31	91	8,649
12	78	6,084	32	94	8,836
13	77	5,929	33	87	8,836
14	80	6,400	34	93	9,216
15	80	6,400	35	94	9,409
16	83	6,889	36	94	8,464
17	88	7,744	37	96	9,604
18	65	7,744	38	97	8,649
19	63	7,744	39	92	9,801
20	61	7,396	40	98	9,409
				$\sum X=3,357$ $\sum X^2=287,003$	

หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ ; อังคณา สายยศ. 2543 : 218)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	S_i^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	S_t^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเครื่องมือทั้งฉบับ

โดยที่

$$S_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	S_i^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ i
	$\sum X_i^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ i
	N แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ

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

เมื่อ	S_t^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	N แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 26 จะได้ $\sum X = 3,357$ $\sum X^2 = 287,003$ และ $N = 40$

$$\begin{aligned} S_t^2 &= \frac{40(287,003) - (3,357)^2}{40(40-1)} \\ &= \frac{210,671}{1,560} \\ &= 135.05 \end{aligned}$$

จากตาราง 25 จะได้ $S_i^2 = 13.62$ $S_i^2 = 135.05$ และ $n=20$

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{20}{20-1} \left(1 - \frac{13.62}{135.05} \right) \\ &= \frac{20}{19} \left(\frac{135.05 - 13.62}{135.05} \right) \\ &= \frac{2,428.60}{2,565.95} \\ &= 0.95\end{aligned}$$



ภาคผนวก ข

คะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง

1. คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน โดยใช้สูตร E_1 / E_2
2. คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. คะแนนแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตาราง 27 คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 1 อัตราส่วน

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (10 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (Y) (4 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (10 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (Y) (4 คะแนน)
1	8	3	21	8	3
2	10	4	22	10	4
3	7	3	23	8	4
4	9	3	24	9	4
5	7	3	25	7	3
6	8	4	26	7	3
7	7	3	27	9	4
8	9	4	28	8	4
9	10	4	29	9	3
10	7	4	30	8	4
11	6	3	31	8	4
12	7	4	32	10	4
13	9	3	33	10	4
14	8	4	34	8	3
15	10	4	35	7	3
16	6	3	36	9	4
17	6	2	37	10	4
18	8	4	38	10	3
19	5	2	39	9	3
20	6	3	40	8	3
			$\sum X = 325$		$\sum Y = 138$

หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 1 อัตราส่วน ได้จาก

สูตรที่ 1

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

- เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนคิด
เป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดและ/หรือการประกอบ
กิจกรรมการเรียนรู้
- $\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดและ/หรือ
การประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
- A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกและ/หรือการประกอบกิจกรรม
การเรียนรู้
- N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

สูตรที่ 2

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

- เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัว
ผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน) คิดเป็นร้อยละ
จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและ/หรือการ
ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
- $\sum Y$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทดสอบหลังเรียน
และ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้หลังเรียน
- B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนและ/หรือการ
ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้
- N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

จะได้

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{325}{40} \times 100 \\ &= 81.25 \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned} E_2 &= \frac{138}{4} \times 100 \\ &= 86.25 \end{aligned}$$



ตาราง 28 คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 2 อัตราส่วนที่เท่ากัน

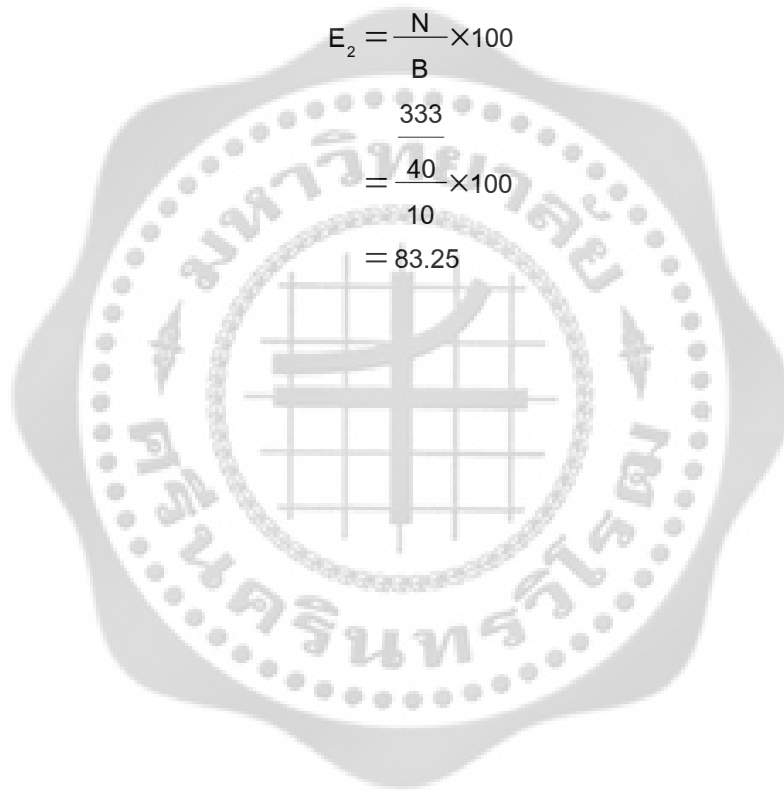
คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (10 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (Y) (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (10 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (Y) (10 คะแนน)
1	7	8	21	7	9
2	9	10	22	10	9
3	8	9	23	9	9
4	8	9	24	10	10
5	8	8	25	7	8
6	10	9	26	6	6
7	7	8	27	8	7
8	7	7	28	9	8
9	9	8	29	9	9
10	8	8	30	8	7
11	7	7	31	9	10
12	9	10	32	10	8
13	10	9	33	9	8
14	7	8	34	7	8
15	9	10	35	8	8
16	7	7	36	10	10
17	8	8	37	10	9
18	8	9	38	9	8
19	7	6	39	8	7
20	7	7	40	9	10
			$\sum X = 332$		$\sum Y = 333$

หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 2 อัตราส่วนที่เท่ากัน ได้จาก

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \\
 &= \frac{\frac{332}{40}}{10} \times 100 \\
 &= 83
 \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100 \\
 &= \frac{\frac{333}{40}}{10} \times 100 \\
 &= 83.25
 \end{aligned}$$



ตาราง 29 คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 3 อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน

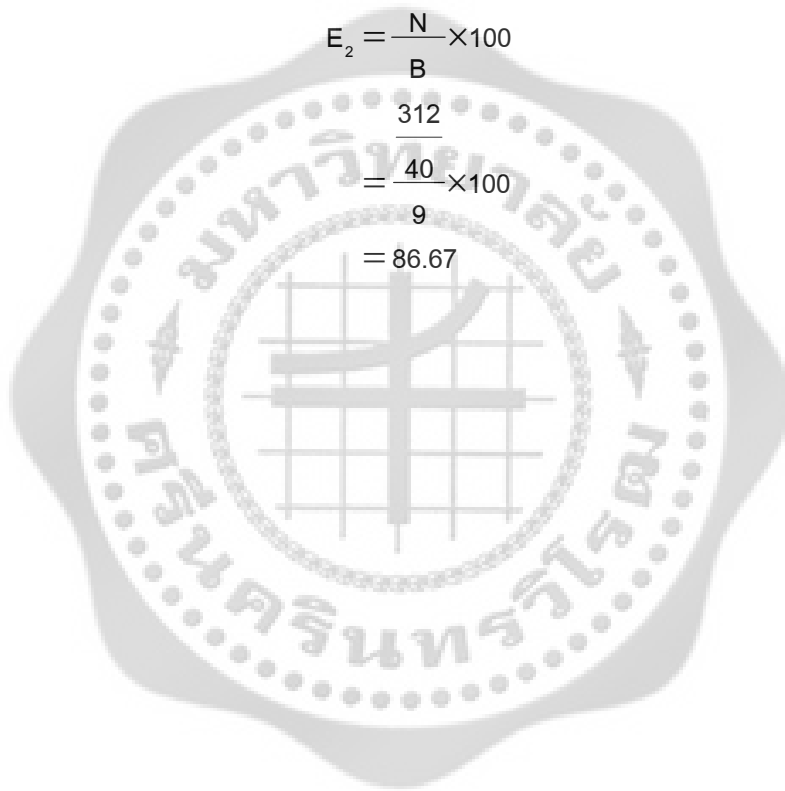
คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (10 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (Y) (9 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (10 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (Y) (9 คะแนน)
1	8	7	21	9	8
2	9	8	22	10	9
3	8	8	23	10	9
4	7	8	24	10	8
5	7	6	25	7	7
6	9	8	26	7	8
7	9	8	27	8	8
8	8	9	28	8	9
9	10	9	29	9	8
10	7	7	30	9	7
11	9	8	31	10	8
12	7	8	32	9	7
13	9	8	33	8	8
14	8	7	34	8	7
15	9	8	35	8	7
16	7	7	36	9	8
17	7	7	37	9	8
18	8	9	38	9	8
19	8	8	39	8	7
20	8	7	40	9	8
			$\sum X = 336$		$\sum Y = 312$

หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 3 อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ
จำนวน ได้จาก

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \\ &= \frac{\frac{336}{40}}{10} \times 100 \\ &= 84 \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned} E_2 &= \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100 \\ &= \frac{\frac{312}{40}}{9} \times 100 \\ &= 86.67 \end{aligned}$$



ตาราง 30 คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 4 สัดส่วน

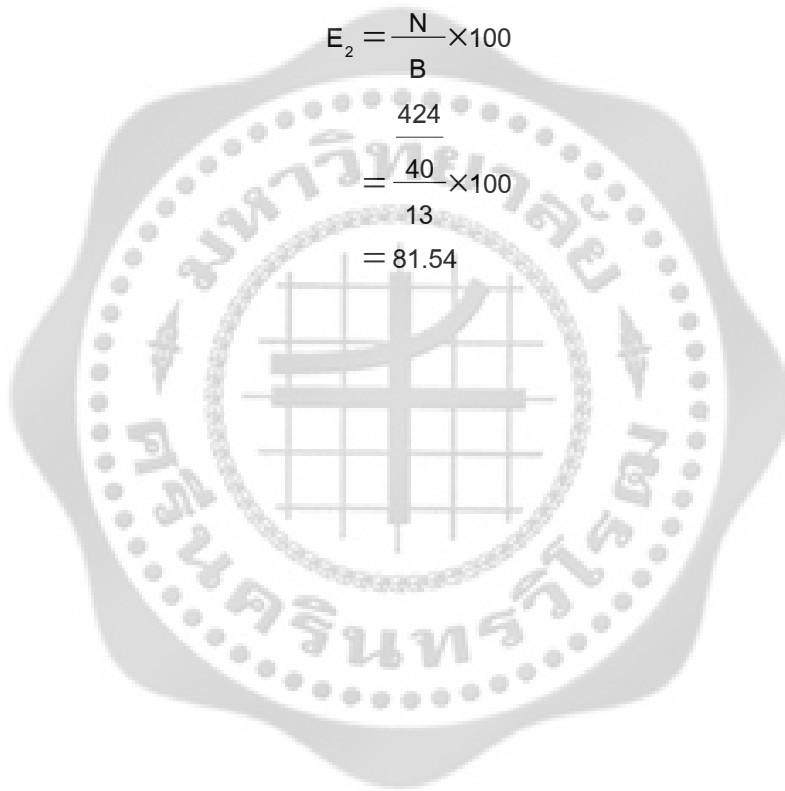
คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (15คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (Y) (13 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (Y) (13 คะแนน)
1	12	10	21	12	10
2	15	12	22	13	10
3	10	10	23	12	12
4	12	11	24	14	12
5	11	11	25	12	10
6	14	11	26	10	11
7	12	9	27	12	10
8	11	10	28	13	9
9	13	9	29	12	10
10	11	12	30	13	11
11	11	10	31	15	12
12	11	10	32	15	13
13	13	10	33	13	10
14	12	11	34	12	10
15	14	12	35	11	11
16	10	10	36	14	11
17	11	10	37	15	11
18	12	11	38	14	10
19	10	10	39	12	11
20	11	11	40	13	10
			$\sum X = 493$		$\sum Y = 424$

หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 4 สัดส่วน ได้จาก

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \\ &= \frac{\frac{493}{40}}{15} \times 100 \\ &= 82.17 \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned} E_2 &= \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100 \\ &= \frac{\frac{424}{40}}{13} \times 100 \\ &= 81.54 \end{aligned}$$



ตาราง 31 คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 5 ร้อยละ

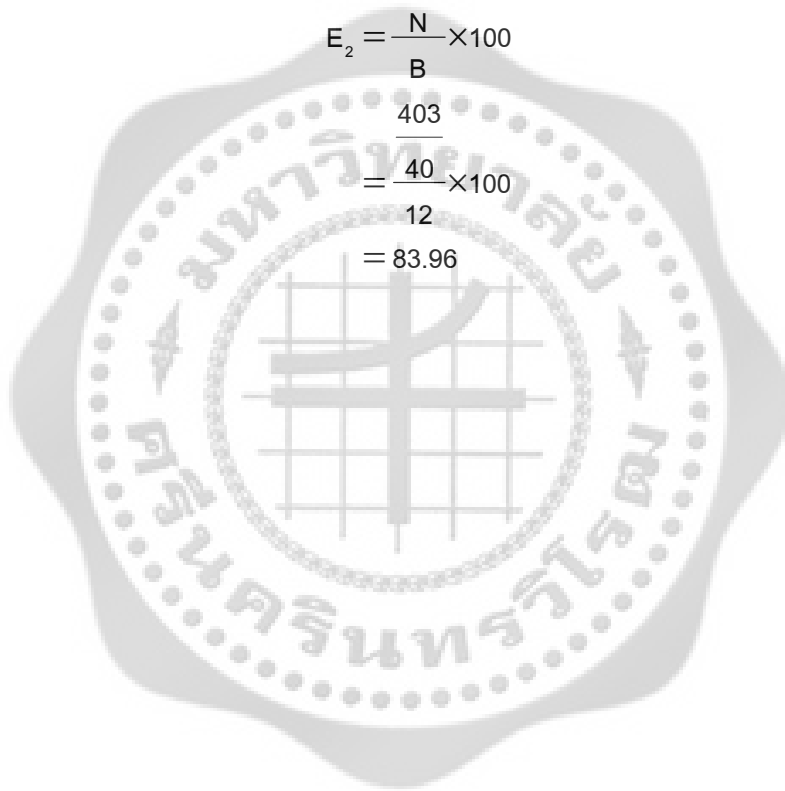
คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (Y) (12 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (15 คะแนน)	แบบทดสอบ หลังเรียน (Y) (12 คะแนน)
1	10	9	21	11	11
2	14	11	22	15	12
3	11	8	23	14	11
4	11	9	24	15	11
5	10	10	25	13	10
6	12	9	26	11	10
7	11	9	27	13	10
8	12	10	28	14	11
9	10	10	29	12	11
10	10	8	30	10	9
11	8	10	31	14	10
12	13	10	32	15	11
13	10	10	33	12	10
14	11	9	34	13	10
15	12	10	35	12	9
16	10	9	36	13	10
17	11	10	37	15	12
18	12	10	38	13	12
19	12	11	39	11	10
20	11	10	40	14	11
			$\sum X = 481$		$\sum Y = 403$

หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 5 ร้อยละ ได้จาก

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \\
 &= \frac{\frac{481}{40}}{15} \times 100 \\
 &= 80.17
 \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100 \\
 &= \frac{\frac{403}{40}}{12} \times 100 \\
 &= 83.96
 \end{aligned}$$



ตาราง 32 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและ ร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	X_1	X_2	X_2^2	D	D^2
1	4	14	196	10	100
2	6	13	169	7	49
3	6	14	196	8	64
4	7	18	324	11	121
5	3	12	144	9	81
6	10	15	225	5	25
7	4	14	196	10	100
8	7	16	256	9	81
9	6	16	256	10	100
10	3	13	169	10	100
11	6	13	169	7	49
12	6	16	256	10	100
13	5	13	169	8	64
14	9	16	256	7	49
15	3	13	169	10	100
16	5	13	169	8	64
17	8	13	169	5	25
18	7	14	196	7	49
19	6	18	324	12	144
20	10	18	324	8	64
21	7	15	225	8	64
22	9	17	289	8	64
23	1	13	169	12	144
24	7	13	169	6	36
25	5	12	144	7	49
26	9	13	169	4	16

ตาราง 32 ต่อ

คนที่	X_1	X_2	X_2^2	D	D^2
27	4	13	169	9	81
28	11	19	361	8	64
29	6	13	169	7	49
30	12	20	400	8	64
รวม		440	6,596	248	2,160

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t-Distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนของการทดสอบก่อนและหลังจากการใช้บทเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	N - 1	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom : df)

จากตาราง จะได้ $\sum D = 248$, $\sum D^2 = 2,160$, $N = 30$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{248}{\sqrt{\frac{(30 \times 2,160) - (248)^2}{30 - 1}}} \\
 &= \frac{248}{\sqrt{\frac{64,800 - 61,504}{29}}} \\
 &= \frac{248}{\sqrt{\frac{3,296}{29}}} \\
 &= \frac{248}{10.66} \\
 &= 23.26
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.462 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 30 - 1 = 29$)

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม)
	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ได้จากสูตร

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{440}{30} \\ &= 14.67\end{aligned}$$

หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ได้จากสูตร

$$\begin{aligned}\text{S.D.} &= \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{(30 \times 6,596) - (440)^2}{30(30-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{197,880 - 193,600}{30 \times 29}} \\ &= \sqrt{\frac{4,280}{870}} \\ &= \sqrt{4.92} \\ &= 2.22\end{aligned}$$

เนื่องจาก $\bar{X} = 14.67$ $S = 2.22$ $\mu = 13$ และ $N = 30$

$$\begin{aligned}t &= \frac{14.67 - 13}{\frac{2.22}{\sqrt{30}}} \\ &= \frac{1.67}{2.22} \\ &= 5.47 \\ &= 4.11\end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.462 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 30 - 1 = 29$)

ตาราง 33 คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	X_1	X_2	X_2^2	D	D^2
1	3	15	225	12	144
2	2	13	169	11	121
3	4	16	256	12	144
4	3	14	196	11	121
5	3	14	196	11	121
6	6	15	225	9	81
7	1	14	196	13	169
8	3	13	169	10	100
9	2	14	196	12	144
10	2	17	289	15	225
11	3	14	196	11	121
12	6	18	324	12	144
13	2	11	121	9	81
14	5	17	289	12	144
15	2	15	225	13	169
16	4	14	196	10	100
17	9	14	196	5	25
18	4	15	225	11	121
19	5	14	196	9	81
20	4	18	324	14	196
21	6	18	324	12	144
22	4	17	289	13	169
23	9	13	169	4	16
24	6	14	196	8	64
25	3	16	256	13	169
26	5	14	196	9	81

ตาราง 33 ต่อ

คนที่	X_1	X_2	X_2^2	D	D^2
18	3	14	196	11	121
19	5	16	256	11	121
20	6	17	289	11	121
21	8	20	400	12	144
รวม		454	6,980	326	3,702

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

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

เมื่อ	t แทน	ค่าที่พิจารณาใน t-Distribution
	$\sum D$ แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนของการทดสอบก่อนและหลังจากการใช้บทเรียน
	$\sum D^2$ แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$ แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	N - 1 แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom : df)

จากตาราง จะได้ $\sum D = 326$, $\sum D^2 = 3,702$ และ $N = 30$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{326}{\sqrt{\frac{(30 \times 3,702) - (326)^2}{30 - 1}}} \\
 &= \frac{326}{\sqrt{\frac{111,060 - 106,276}{29}}} \\
 &= \frac{326}{\sqrt{\frac{4,784}{29}}} \\
 &= \frac{326}{12.84} \\
 &= 25.38
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.462 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 30 - 1 = 29$)

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

เมื่อ	t แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
	\bar{X} แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	μ แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม)
	S แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	N แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ได้จากสูตร

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{454}{30} \\ &= 15.13\end{aligned}$$

หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ได้จากสูตร

$$\begin{aligned}\text{S.D.} &= \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{(30 \times 6,980) - (454)^2}{30(30-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{209,400 - 206,116}{30 \times 29}} \\ &= \sqrt{\frac{3,284}{870}} \\ &= \sqrt{3.77} \\ &= 1.94\end{aligned}$$

เนื่องจาก $\bar{X} = 15.13$, $S = 1.94$, $\mu = 13$ และ $N = 30$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{15.13 - 13}{\frac{1.94}{\sqrt{30}}} \\
 &= \frac{2.13}{1.94} \\
 &= \frac{5.477}{2.13} \\
 &= \frac{2.13}{0.35} \\
 &= 6.01
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.462 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 30 - 1 = 29$)



ตาราง 34 คะแนนแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	คะแนน แบบสอบถาม (X)	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	คนที่	คะแนน แบบสอบถาม (X)	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})
1	64	3.2	16	91	4.55
2	89	4.45	17	94	4.7
3	93	4.65	18	93	4.65
4	94	4.7	19	78	3.9
5	72	3.6	20	94	4.7
6	87	4.35	21	93	4.65
7	86	4.3	22	73	3.65
8	86	4.3	23	88	4.4
9	87	4.35	24	89	4.45
10	99	4.95	25	80	4
11	86	4.3	26	74	3.7
12	89	4.45	27	78	3.9
13	70	3.5	28	91	4.55
14	94	4.7	29	96	4.8
15	88	4.4	30	94	4.7
			รวม	2,590	129.5

ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยจากแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ อยู่ระหว่าง 3.20 – 4.95 และมีค่าเฉลี่ย 4.32 แสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ อยู่ในระดับมาก

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

เมื่อ	t แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
	\bar{X} แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	μ แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม)
	S แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	N แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 \text{S.D.} &= \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(30 \times 564.59) - (129.5)^2}{30(30-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{16,937.7 - 16,770.25}{30 \times 29}} \\
 &= \sqrt{\frac{167.45}{870}} \\
 &= \sqrt{0.1924} \\
 &= 0.43
 \end{aligned}$$

แทนค่า

$$\begin{aligned}t &= \frac{4.32 - 3.50}{\frac{0.43}{\sqrt{30}}} \\ &= \frac{0.82}{0.43} \\ &= 5.47 \\ &= 10.19\end{aligned}$$





ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ช่วงชั้นที่ 3 วิชา คณิตศาสตร์

รหัส ค32101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน

จำนวน 2 คาบเรียน

1. สาระ

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้

ค 1.1 ม.2/4 ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหา

ค 6.1 ม.1-3/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ม.1-3/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

ม.1-3/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ม.1-3/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ม.1-3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ

ม.1-3/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4. สารสำคัญ

อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน เป็นการเปรียบเทียบจำนวนตั้งแต่สามจำนวนขึ้นไป
เมื่ออัตราส่วนสองอัตราส่วนใด ๆ ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณของสิ่งสามสิ่งเป็นคู่ ๆ เรา
สามารถเขียนอัตราส่วนของจำนวนทั้งสามจำนวนจากอัตราส่วนเหล่านั้น ด้วยการทำให้ปริมาณของสิ่ง
ที่เป็นตัวร่วมในสองอัตราส่วนเป็นปริมาณเดียวกัน โดยใช้หลักการหาอัตราส่วนที่เท่ากัน

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถ

1. เขียนอัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน แทนการเปรียบเทียบปริมาณหลาย ๆ
ปริมาณได้

2. หาอัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวนได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)

1. การแก้ปัญหา

2. การให้เหตุผล

3. การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ

2. มีระเบียบวินัย

3. มีความรับผิดชอบ

6. สารการเรียนรู้

อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

เป็นการเปรียบเทียบจำนวนตั้งแต่ 3 จำนวนขึ้นไป

พิจารณาข้อความต่อไปนี้

น้ำส้มคั้นเป็นน้ำผลไม้ที่ดีต่อสุขภาพ และมีรสหวานสดชื่น แล้วยังทำง่าย มีส่วนผสมไม่
ยุ่งยากดังนี้

น้ำส้ม	1	ถ้วย
เกลือป่น	$\frac{1}{4}$	ช้อนชา
น้ำเชื่อม	3	ช้อนโต๊ะ

เขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้ดังนี้

- อัตราส่วนของจำนวนน้ำส้มเป็นถ้วยต่อจำนวนเกลือป่นเป็นช้อนชาเป็น $1 : \frac{1}{4}$
- อัตราส่วนของจำนวนเกลือป่นเป็นช้อนชาต่อจำนวนน้ำเชื่อมเป็นช้อนโต๊ะเป็น $\frac{1}{4} : 3$
- อัตราส่วนของจำนวนน้ำส้มเป็นถ้วยต่อจำนวนน้ำเชื่อมเป็นช้อนโต๊ะเป็น $1 : 3$
- อัตราส่วนของจำนวนส้มเป็นถ้วยต่อจำนวนเกลือป่นเป็นช้อนชาต่อจำนวนน้ำเชื่อม

เป็นช้อนโต๊ะเป็น $1 : \frac{1}{4} : 3$

เราเรียกอัตราส่วนดังกล่าวว่า อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

ตัวอย่างที่ 1 โตะตัวหนึ่งมีความกว้าง ความยาว และความสูงดังนี้

ความกว้าง 30 เซนติเมตร

ความยาว 45 เซนติเมตร

ความสูง 60 เซนติเมตร

เขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้ดังนี้

- อัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวของโตะตัวนี้เป็น $30 : 45$
- อัตราส่วนของความยาวต่อความสูงของโตะตัวนี้เป็น $45 : 60$
- อัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงของโตะตัวนี้เป็น $30 : 60$

เขียนเป็นอัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวนได้ดังนี้

อัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวต่อความสูงของโตะตัวนี้เป็น $30 : 45 : 60$

ตัวอย่างที่ 2 ถ้า $a : b = 2 : 5$ และ $b : c = 5 : 7$ อัตราส่วนของ $a : b : c$ เท่ากับเท่าไร

วิธีทำ จากโจทย์ $a : b = 2 : 5$

$$b : c = 5 : 7$$

เนื่องจาก b เป็นตัวร่วมและมีค่าเท่ากันคือ 5

ดังนั้น อัตราส่วนของ $a : b : c = 2 : 5 : 7$

ตอบ $2 : 5 : 7$

ตัวอย่างที่ 3 อายุของกุ้งต่ออายุของปลาเป็น 5 : 6 อายุของปลาต่ออายุของปูเป็น 4 : 7 จงหา
อายุของกุ้ง : ปลา : ปู

โจทย์ต้องการทราบ

อัตราส่วนของอายุกุ้งต่อปลาต่อปู

โจทย์กำหนด

อัตราส่วนอายุของกุ้งต่ออายุของปลาเป็น 5 : 6 และอัตราส่วนอายุของปลาต่ออายุของปูเป็น 4 : 7

วิธีในการแก้ปัญหา

เขียนอัตราส่วนของอายุกุ้งต่อปลาต่อปู โดยทำให้อายุของปลาซึ่งเป็นตัวร่วมในอัตราส่วนทั้งสองอัตราส่วนเท่ากัน

การดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ

อายุของกุ้งต่ออายุของปลาเป็น 5 : 6

อายุของปลาต่ออายุของปูเป็น 4 : 7

ดังนั้น อัตราส่วนของอายุของกุ้งต่ออายุของปลาเป็น

$$5 : 6 = 5 \times 2 : 6 \times 2 = 10 : 12$$

อัตราส่วนของอายุของปลาต่ออายุของปูเป็น

$$4 : 7 = 4 \times 3 : 7 \times 3 = 12 : 21$$

ดังนั้น อายุของกุ้งต่ออายุของปลาต่ออายุของปูเป็น 10 : 12 : 21

ตอบ 10 : 12 : 21

ตัวอย่างที่ 4 โรงละครแห่งหนึ่งใช้จัดแสดงหุ่นละครเล็ก โดยใช้ห้องจัดแสดงมีอัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงเป็น 5 : 4 และความยาวต่อความสูงเป็น 8 : 5 จงเขียนอัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงต่อความยาว และอัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวของห้องจัดแสดงหุ่นละครเล็กแห่งนี้

โจทย์ต้องการทราบ

อัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงเป็น 5 : 4 และความยาวต่อความสูงเป็น 8 : 5

โจทย์กำหนด

อัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงต่อความยาว และอัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวของห้องจัดแสดงหุ่นละครเล็กแห่งนี้

วิธีในการแก้ปัญหา

เขียนอัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงต่อความยาว โดยทำให้ความสูงซึ่งเป็นตัวร่วมในอัตราส่วนทั้งสองอัตราส่วนเท่ากัน

การดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ

อัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงเป็น 5 : 4

ความยาวต่อความสูงเป็น 8 : 5

นั่นคือ อัตราส่วนของความสูงต่อความยาวเป็น 5 : 8

จะได้ อัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงเป็น $5 : 4 = 5 \times 5 : 4 \times 5 = 25 : 20$
 และ อัตราส่วนของความสูงต่อความยาวเป็น $5 : 8 = 5 \times 4 : 8 \times 4 = 20 : 32$
 ดังนั้น อัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงต่อความยาวของห้องจัดแสดงหุ่น
 ละครเล็กเป็น $25 : 20 : 32$

และอัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวของห้องจัดแสดงหุ่นละครเล็กเป็น

$25 : 32$

ตอบ อัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงต่อความยาวของห้องจัดแสดงหุ่นละครเล็ก
 เป็น $25 : 20 : 32$

และอัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวของห้องจัดแสดงหุ่นละครเล็กเป็น

$25 : 32$

7. กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้คาบเรียนที่ 1

ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 2
2. ครูซักถามงานที่มอบหมายเกี่ยวกับการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนว่า
 นอกจากวิธีการคูณไขว้แล้ว ยังมีวิธีใดอีกบ้างที่สามารถตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนได้ ซึ่งก็
 พบว่า มีวิธีการทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ แล้วร่วมกันอภิปรายโดยให้ตัวแทนนักเรียนยกตัวอย่าง
3. ครูสนทนาซักถามนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคในการเรียนด้วยบทเรียน
 คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ขั้นสอน

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาและสถานการณ์จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนชื่อหน่วย อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน จนถึงตัวอย่างที่ 2 แล้ว
 ปฏิบัติตามขั้นตอนของบทเรียน และจดบันทึกรายละเอียดในส่วนที่นักเรียนต้องการลงในสมุดบันทึก
 จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายรายละเอียดของเนื้อหา

2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3.1 ให้นักเรียนทำ

3. ครูให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีทำใบกิจกรรมที่ 3.1 เป็นบางข้อ โดยครูและนักเรียนที่
 เหลือร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของวิธีทำและคำตอบอีกครั้ง

4. ครูเฉลยใบกิจกรรมที่ 3.1

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการเขียนอัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน

2. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ในหัวข้อที่ 1.3 อัตราส่วนของ จำนวนหลายๆจำนวน เพื่อเตรียมความพร้อมในคาบเรียนต่อไป

3. ครูให้นักเรียนค้นคว้าและทำแบบฝึกหัดเพื่อฝึกทักษะเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ ต่างๆ เช่น ห้องสมุด หรือทางอินเทอร์เน็ตที่เว็บไซต์

<http://www.sahavicha.com/?name=knowledge&file=readknowledge&id=457>

กิจกรรมการเรียนรู้คาบเรียนที่ 2

ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน โดยให้ตัวแทนนักเรียนยกตัวอย่างอัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวนที่พบในเจอในชีวิตประจำวัน

2. ครูซักถามถึงอุปสรรคหรือปัญหาในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน และทบทวนความรู้เรื่องอัตราส่วนที่เท่ากันโดยใช้หลักการคูณและ หลักการหาร

ขั้นสอน

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาและสถานการณ์จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูนชื่อหน่วย อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวนต่อไปในตัวอย่างที่ 3 และ 4 แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนของบทเรียน และจดบันทึกรายละเอียดในส่วนที่นักเรียนต้องการลงในสมุด บันทึกร จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายรายละเอียดของเนื้อหา

2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3.1 ให้นักเรียนทำในเวลาที่กำหนด

3. ครูให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีทำใบกิจกรรมที่ 3.2 โดยครูและนักเรียนที่เหลือร่วมกัน ตรวจสอบความถูกต้องของวิธีทำและคำตอบอีกครั้ง

4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย พร้อมกับทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนไป เพื่อให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์ที่สำคัญ จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับอัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน

2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 3 เป็นการบ้าน

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทบทวนความรู้และฝึกทักษะโดยการทำแบบฝึกหัด เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน จากเว็บไซต์ <http://www.scribd.com/doc/29797686/หน่วยการเรียนรู้ที่-1-อัตราส่วนและร้อยละ> และศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ในหัวข้อที่ 1.4 สัดส่วน เพื่อเตรียมความพร้อมในคาบเรียนต่อไป

8. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน
2. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท.
3. ใบกิจกรรมที่ 3.1
4. ใบกิจกรรมที่ 3.2
5. ใบงานที่ 3
6. แบบทดสอบย่อยประจำหน่วยที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน

แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องคอมพิวเตอร์
2. ห้องสมุด

9. ภาระงาน / ชิ้นงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 3.1
2. ใบกิจกรรมที่ 3.2
3. ใบงานที่ 3
4. ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท.
5. ค้นคว้าเพิ่มเติมเรื่องการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน จากเว็บไซต์ <http://www.sahavicha.com/?name=knowledge&file=readknowledge&id=457>
6. ค้นคว้าเพิ่มเติมเรื่องการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน จากเว็บไซต์ <http://www.scribd.com/doc/29797686/หน่วยการเรียนรู้ที่-1-อัตราส่วนและร้อยละ>

10. การวัดและประเมินผล

แบบประเมิน	เครื่องมือวัด	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. ด้านความรู้ (K)	1. ใบกิจกรรมที่ 3.1 2. ใบกิจกรรมที่ 3.2 3. ใบงานที่ 3 4. แบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวน หลายๆจำนวน	1. ตรวจสอบความถูกต้อง ของใบกิจกรรมที่ 2.1 2. ตรวจสอบความถูกต้อง ของใบกิจกรรมที่ 2.2 3. ตรวจสอบความถูกต้อง ของใบงานที่ 1 4. ตรวจสอบความถูกต้อง ของแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวน หลายๆจำนวน	1. ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป 2. ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป 3. ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป 4. ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)	1. ใบกิจกรรมที่ 3.1 2. ใบกิจกรรมที่ 3.2 3. ใบงานที่ 3 4. แบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวน หลายๆจำนวน	1. ตรวจสอบความถูกต้อง ของใบกิจกรรมที่ 2.1 2. ตรวจสอบความถูกต้อง ของใบกิจกรรมที่ 2.2 3. ตรวจสอบความถูกต้อง ของใบงานที่ 2 4. ตรวจสอบความถูกต้อง ของแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวน หลายๆจำนวน	1. ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป 2. ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป 3. ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป 4. ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะ (A)	5. แบบสังเกต พฤติกรรมรายบุคคล	5. สังเกตพฤติกรรม รายบุคคล	5. ระดับคุณภาพดีขึ้น ไป

11. บันทึกหลังการสอน

บันทึกหลังกิจกรรมการเรียนรู้คาบเรียนที่ 1

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางสาวชลพร เมียนเพชร)

ผู้สอน

บันทึกหลังกิจกรรมการเรียนรู้คาบเรียนที่ 2

ผลการสอน

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

แนวทางการแก้ไข

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ

(นางสาวชลพร เมียนเพชร)

ผู้สอน

ใบกิจกรรมที่ 3.1

วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....



จำนวนกระเป๋า.....	ใบ	จำนวนแฟ้ม.....	อัน
จำนวนหมอน.....	ใบ	จำนวนแว่นตาวัยน้ำ.....	อัน
จำนวนตุ๊กตา.....	ตัว	จำนวนลูกบอล.....	ลูก
จำนวนเสื้อ.....	ตัว	จำนวนรองเท้า.....	คู่

- อัตราส่วนของจำนวนกระเป๋าเป็นใบต่อจำนวนแฟ้มเป็นอัน เป็น.....
 - อัตราส่วนของตุ๊กตาเป็นตัวต่อรองเท้าเป็นคู่ เป็น.....
 - อัตราส่วนของลูกบอลเป็นลูกต่อเสื้อเป็นตัว เป็น.....
 - อัตราส่วนของจำนวนกระเป๋าต่อจำนวนหมอน เป็น.....
 - อัตราส่วนของจำนวนแว่นตาวัยน้ำต่อจำนวนแฟ้ม เป็น.....
 - อัตราส่วนของจำนวนแว่นตาวัยน้ำเป็นอันต่อจำนวนรองเท้าเป็นคู่ต่อจำนวนเสื้อเป็นตัว เป็น.....
 - อัตราส่วนของจำนวนเสื้อเป็นตัวต่อจำนวนกระเป๋าเป็นใบต่อจำนวนแว่นตาเป็นอัน เป็น.....
 - นักเรียนคิดว่า อัตราส่วนของจำนวนตุ๊กตาเป็นตัวต่อจำนวนรองเท้าเป็นคู่ต่อจำนวนแว่นตาเป็นอัน กับอัตราส่วนของจำนวนแว่นตาเป็นอันต่อจำนวนรองเท้าเป็นคู่ต่อจำนวนตุ๊กตาเป็นตัว เหมือนกันหรือไม่อย่างไร
-
-
- ถ้านักเรียนเพิ่มจำนวนรองเท้าเป็น 4 คู่ แล้วจะต้องเพิ่มจำนวนสิ่งของอื่นๆเป็นเท่าไร จึงจะทำให้อัตราส่วนของจำนวนสิ่งของอื่นๆไม่เปลี่ยนแปลง
-
-

ใบกิจกรรมที่ 3.2

วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

กุ่มมีอัตราส่วนของจำนวนปลาทองต่อปลาหางนกยูง เป็น 3:5
 เก้งมีอัตราส่วนของจำนวนปลาหางนกยูงต่อจำนวนปลาการ์ฟ เป็น 2:3

1. กุ่มและเก้งมีปลาที่เหมือนกัน คือ เรียกว่า “ตัวร่วม”
2. ถ้ากุ่มและเก้งต้องการเปรียบเทียบจำนวนปลา ปลาที่เป็นตัวร่วมจะต้องมีปริมาณเป็นอย่างไร

.....

3. จากข้อ 2 กุ่มและเก้งจะต้องใช้วิธีการใด

.....

.....

.....

4. กุ่มและเก้งจะหาอัตราส่วนของจำนวนปลาทองต่อปลาหางนกยูงต่อปลาการ์ฟได้อย่างไร

.....

.....

5. จากข้อ 4 การเขียนอัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน จากอัตราส่วน 2 อัตราส่วน ทำได้ดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 3

วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ร้านอาหารแห่งหนึ่งขายเครื่องดื่มสั่งเครื่องดื่มต่าง ๆ มาวางจำหน่ายในอัตราส่วน ดังนี้
 อัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลม เป็น 5 : 2
 อัตราส่วนของจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ เป็น 5 : 3
 อัตราส่วนของจำนวนน้ำผลไม้ต่อจำนวนนมเปรี้ยวเป็น 5 : 4
 จงหาอัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ต่อจำนวนนมเปรี้ยว

โจทย์กำหนดอะไร

.....

.....

โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

.....

วิธีในการแก้ปัญหา

.....

.....

การดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ

.....

.....

เฉลย

ใบกิจกรรมที่ 3.1

วิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....



จำนวนกระเป๋า	1	ใบ	จำนวนแฟ้ม	7	อัน
จำนวนหมอน	2	ใบ	จำนวนแว่นตาวัยน้ำ	5	อัน
จำนวนตุ๊กตา	7	ตัว	จำนวนลูกบอล	7	ลูก
จำนวนเสื้อ	4	ตัว	จำนวนรองเท้า	4	คู่

- อัตราส่วนของจำนวนกระเป๋าเป็นใบต่อจำนวนแฟ้มเป็นอัน เป็น $1:7$
- อัตราส่วนของตุ๊กตาเป็นตัวต่อรองเท้าเป็นคู่ เป็น $7:2$
- อัตราส่วนของลูกบอลเป็นลูกต่อเสื้อเป็นตัว เป็น $7:4$
- อัตราส่วนของจำนวนกระเป๋าต่อจำนวนหมอน เป็น $1:2$
- อัตราส่วนของจำนวนแว่นตาวัยน้ำต่อจำนวนแฟ้ม เป็น $5:7$
- อัตราส่วนของจำนวนแว่นตาวัยน้ำเป็นอันต่อจำนวนรองเท้าเป็นคู่ต่อจำนวนเสื้อเป็นตัว เป็น $5:2:4$
- อัตราส่วนของจำนวนเสื้อเป็นตัวต่อจำนวนกระเป๋าเป็นใบต่อจำนวนแว่นตาเป็นอัน เป็น $4:1:5$
- นักเรียนคิดว่า อัตราส่วนของจำนวนตุ๊กตาเป็นตัวต่อจำนวนรองเท้าเป็นคู่ต่อจำนวนแว่นตาเป็นอัน กับอัตราส่วนของจำนวนแว่นตาเป็นอันต่อจำนวนรองเท้าเป็นคู่ต่อจำนวนตุ๊กตาเป็นตัว เหมือนกันหรือไม่อย่างไร

..... ไม่เหมือนกัน เพราะเป็นการเปรียบเทียบปริมาณของสิ่งของสามสิ่งที่มีความหมายต่างกัน และเมื่อเขียนเป็นอัตราส่วนของจำนวนหลายจำนวนแล้ว พบว่าเป็นอัตราส่วนที่ไม่เท่ากัน

- ถ้านักเรียนเพิ่มจำนวนรองเท้าเป็น 4 คู่ แล้วจะต้องเพิ่มจำนวนสิ่งของอื่น ๆ เป็นเท่าไร จึงจะทำให้อัตราส่วนของจำนวนสิ่งของอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง

..... ถ้าเพิ่มจำนวนรองเท้าเป็น 4 คู่ ซึ่งพบว่าจำนวนรองเท้าเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า หรือนำ 2 คูณจำนวนรองเท้า ดังนั้น จะต้องเพิ่มจำนวนสิ่งของอื่นเป็น เป็นสองเท่าเช่นกัน โดยการนำ 2 คูณจำนวนสิ่งของอื่น ๆ เพื่อให้อัตราส่วนของจำนวนสิ่งของอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง

เฉลย

ใบกิจกรรมที่ 3.2

วิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

กึ่งมีอัตราส่วนของจำนวนปลาทองต่อปลาหางนกยูง เป็น 3:5
 เก้งมีอัตราส่วนของจำนวนปลาหางนกยูงต่อจำนวนปลาการ์ฟ เป็น 2:3

1. กึ่งและเก้งมีปลาที่เหมือนกัน คือ ปลาหางนกยูง เรียกว่า "ตัวร่วม"
2. ถ้ากึ่งและเก้งต้องการเปรียบเทียบจำนวนปลา ปลาที่เป็นตัวร่วมจะต้องมีปริมาณเป็นอย่างไร
ปลาหางนกยูงต้องมีจำนวนเท่ากัน
3. จากข้อ 2 กึ่งและเก้งจะต้องใช้วิธีการใด
เนื่องจากกึ่งมีปลาหางนกยูง 5 ส่วน และเก้งมีปลาหางนกยูง 3 ส่วน ดังนั้น ให้นำ 3
คูณอัตราส่วนจำนวนปลาทองต่อปลาหางนกยูงของกึ่งทั้งอัตราส่วนตัวหน้าและหลัง และนำ
5 คูณ อัตราส่วนของจำนวนปลาหางนกยูงต่อจำนวนปลาการ์ฟของเก้งทั้งอัตราส่วนตัวหน้า
และหลัง จะได้จำนวนปลาหางนกยูงเท่ากัน คือ 10 ส่วน
4. กึ่งและเก้งจะหาอัตราส่วนของจำนวนปลาทองต่อปลาหางนกยูงต่อปลาการ์ฟได้อย่างไร
เขียนอัตราส่วนต่อหนึ่งของปลาทองต่อปลาหางนกยูงต่อปลาการ์ฟโดยใช้หลักการ
คูณ
5. จากข้อ 4 การเขียนอัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน จากอัตราส่วน 2 อัตราส่วน ทำได้ดังนี้
กึ่งมีอัตราส่วนของจำนวนปลาทองต่อปลาหางนกยูง เป็น 3:5b
จะได้อัตราส่วนของจำนวนปลาทองต่อปลาหางนกยูง เป็น

$$3:5 = 3 \times 2 : 5 \times 2 = 6:10$$
เก้งมีอัตราส่วนของจำนวนปลาหางนกยูงต่อจำนวนปลาการ์ฟ เป็น 2:3
จะได้อัตราส่วนของจำนวนปลาหางนกยูงต่อจำนวนปลาการ์ฟ เป็น

$$2:3 = 2 \times 5 : 3 \times 5 = 10:15$$
ดังนั้น อัตราส่วนของจำนวนปลาทองต่อปลาหางนกยูงต่อปลาการ์ฟ เป็น

$$6:10:14$$

เฉลย

ใบงานที่ 3

วิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ร้านอาหารแห่งหนึ่งขายเครื่องดื่มสั่งเครื่องดื่มต่าง ๆ มาวางจำหน่ายในอัตราส่วน ดังนี้

อัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลม เป็น 5 : 2

อัตราส่วนของจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ เป็น 5 : 3

อัตราส่วนของจำนวนน้ำผลไม้ต่อจำนวนนมเปรี้ยวเป็น 5 : 4

จงหาอัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ต่อจำนวนนมเปรี้ยว

โจทย์ต้องการทราบอะไร

อัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ต่อจำนวนนมเปรี้ยว

โจทย์กำหนดอะไร

ร้านอาหารแห่งหนึ่งขายเครื่องดื่มสั่งเครื่องดื่มต่าง ๆ มาวางจำหน่ายในอัตราส่วน ดังนี้

อัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลม เป็น 5 : 2

อัตราส่วนของจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ เป็น 5 : 3

อัตราส่วนของจำนวนน้ำผลไม้ต่อจำนวนนมเปรี้ยวเป็น 5 : 4

วิธีในการแก้ปัญหา

เขียนอัตราส่วนต่อเนื่องของอัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ต่อจำนวนนมเปรี้ยว โดยใช้หลักการคูณ

การดำเนินการแก้ปัญหา

อัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลม เป็น 5 : 2

จะได้อัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลม เป็น

$$5 : 2 = 5 \times 5 : 2 \times 5 = 25 : 10$$

อัตราส่วนของจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ เป็น 5 : 3

จะได้อัตราส่วนของจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ เป็น

$$5 : 3 = 5 \times 2 : 3 \times 2 = 10 : 6$$

ดังนั้น อัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ เป็น

$$25 : 10 : 6$$

นั่นคือ อัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ เป็น

$$25 : 10 : 6 = 25 \times 5 : 10 \times 5 : 6 \times 5 = 125 : 50 : 30$$

อัตราส่วนของจำนวนน้ำผลไม้ต่อจำนวนนมเปรี้ยวเป็น 5 : 4

จะได้อัตราส่วนของจำนวนน้ำผลไม้ต่อจำนวนนมเปรี้ยวเป็น

$$5 : 4 = 5 \times 6 : 4 \times 6 = 30 : 24$$

ดังนั้น อัตราส่วนของจำนวนน้ำเปล่าต่อจำนวนน้ำอัดลมต่อจำนวนน้ำผลไม้ต่อจำนวนนมเปรี้ยว เป็น 125:50:30:24

ตอบ 125:50:30:24



แบบประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
หน่วยที่.....เรื่อง..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ที่	ชื่อ-สกุล	ทำงานเป็นระบบรอบคอบ			มีระเบียบวินัย			มีความรับผิดชอบ			รวม	สรุปผลการประเมิน	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1		ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ ความหมายของระดับคุณภาพ

- 3 หมายถึง มีระดับคุณภาพดี ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
2 หมายถึง มีระดับคุณภาพพอใช้ (.....)
1 หมายถึง มีระดับคุณภาพปรับปรุง /...../.....

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนตั้งแต่ 6 คะแนนขึ้นไป หรือเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 2.00

เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมอย่างเป็นระบบ - ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน - เรียงลำดับความสำคัญได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
2 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรม - ปฏิบัติกิจกรรมไม่ตรงตามขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง - เรียงลำดับความสำคัญได้เป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรม - ปฏิบัติกิจกรรมไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข - ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ

2. มีระเบียบวินัย

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> - สมุดงาน ชี้นงาน สะอาดเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - สมุดงาน ชี้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - สมุดงาน ชี้นงาน ไม่ค่อยเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

3. มีความรับผิดชอบ

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลานัดหมาย - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย เป็นระบบ และแนะนำชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติ
2 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งงานช้ากว่ากำหนด - ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ

หมายเหตุ : เกณฑ์การประเมินฉบับนี้ใช้สำหรับทุกแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์
พื้นฐาน



แบบประเมินด้านทักษะ / กระบวนการ (P)
หน่วยที่..... เรื่อง..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ที่	ชื่อ-สกุล	การแก้ปัญหา					การให้เหตุผล					การสื่อสาร					รวม	สรุปผล	
		4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0		ผ่าน	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ ความหมายของระดับคุณภาพ

4 หมายถึง มีระดับคุณภาพดี

3 หมายถึง มีระดับคุณภาพดี ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

2 หมายถึง มีระดับคุณภาพพอใช้ (.....)

1 หมายถึง มีระดับคุณภาพปรับปรุง / /

0 หมายถึง มีระดับคุณภาพไม่พยายาม

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป หรือหรือเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 2.00

เกณฑ์การประเมินด้านทักษะ / กระบวนการ (P)

1. ด้านการแก้ปัญหา

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3 ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2 พอใช้	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้บางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0 ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

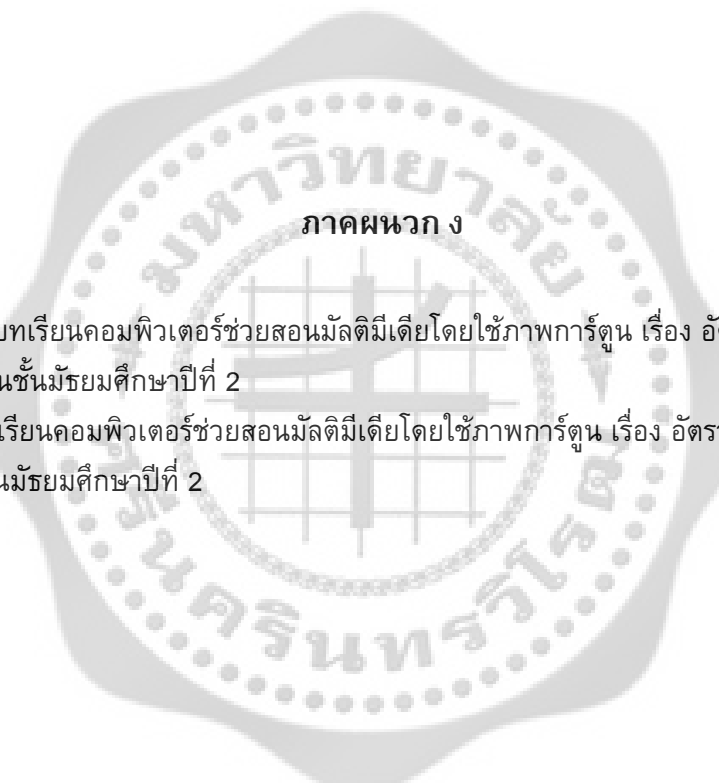
2. ด้านการให้เหตุผล

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2 พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1 ต้องปรับปรุง	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0 ไม่พยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

3. ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ
4 ดีมาก	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
3 ดี	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
2 พอใช้	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางเลย และการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
0 ไม่พยายาม	ไม่นำเสนอ

หมายเหตุ : เกณฑ์การประเมินฉบับนี้ใช้สำหรับทุกแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์
พื้นฐาน



ภาคผนวก ง

1. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบ่งบทเรียนออกเป็น 5 หน่วยดังนี้

หน่วยที่ 1 อัตราส่วน	2 คาบเรียน
หน่วยที่ 2 อัตราส่วนที่เท่ากัน และการตรวจสอบอัตราส่วน	2 คาบเรียน
หน่วยที่ 3 อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน	2 คาบเรียน
หน่วยที่ 4 สัดส่วน	4 คาบเรียน
หน่วยที่ 5 ร้อยละ	6 คาบเรียน

สำหรับครูผู้สอนจะมีแผนการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำหรับใช้ในชั้นเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยสามารถปรับเปลี่ยนเวลาได้ตามความเหมาะสม

ลักษณะของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์

- 1.1 คอมพิวเตอร์ที่มีซีพียู ความเร็ว 1.6 GHz หรือสูงกว่า
- 1.2 หน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 256 MB
- 1.3 จอภาพ VGA 256 สี หรือสูงกว่า และสามารถใช้กับโปรแกรมวินโดวส์
- 1.4 มีเนื้อที่ว่างในฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 110 MB

2. อุปกรณ์เพิ่มเติม

- 2.1 CD – ROM
- 2.2 การ์ดเสียง
- 2.3 ลำโพงหรือหูฟัง

3. ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows

- 3.1 ควรเป็นระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows
- 3.2 โปรแกรมที่จำเป็นในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
- 3.3 โปรแกรม Macromedia Flash 9
- 3.4 โปรแกรม Swish v2.0

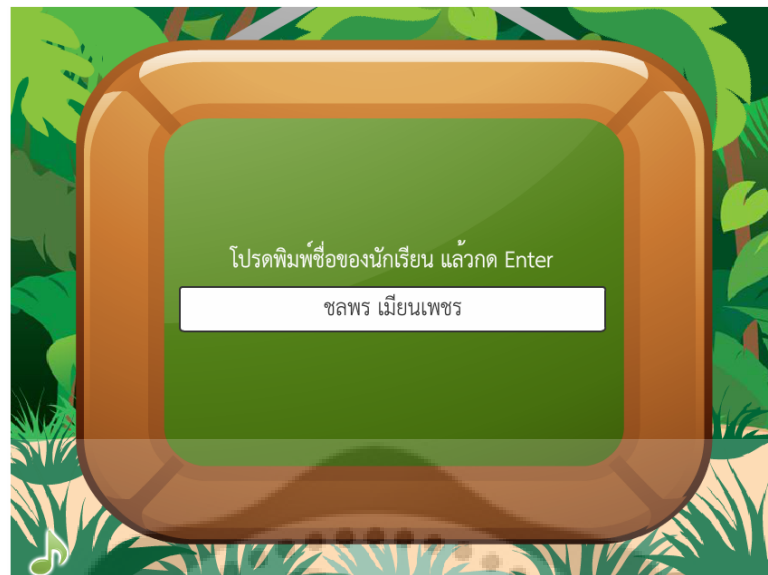
คำแนะนำในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย

1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows
2. ใส่แผ่นซีดีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตรას່ວນ
และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในช่องใส่ CD/DVD รอสักครู่ โปรแกรมจะถูกเปิด
ขึ้นมา ดังรูป

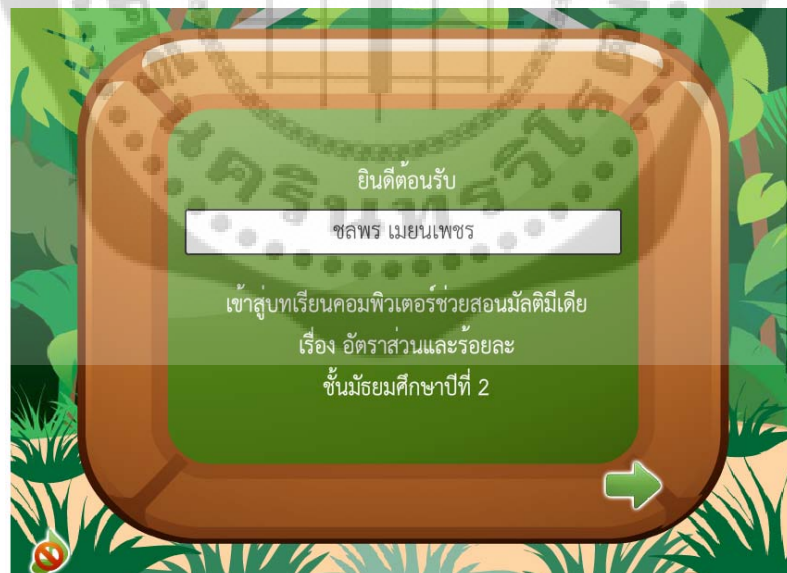


เมื่อปรากฏหน้าจอดังกล่าว ให้คลิกปุ่มไปบทเรียนถัดไป

3. ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของบทเรียน ดังนี้
 - 3.1 ใส่ชื่อ – นามสกุลของนักเรียนเพื่อเข้าสู่ระบบ



3.2 บทเรียนจะแสดงหน้าต่างต้อนรับ เพื่อเข้าสู่หน้าเลือกบทเรียน



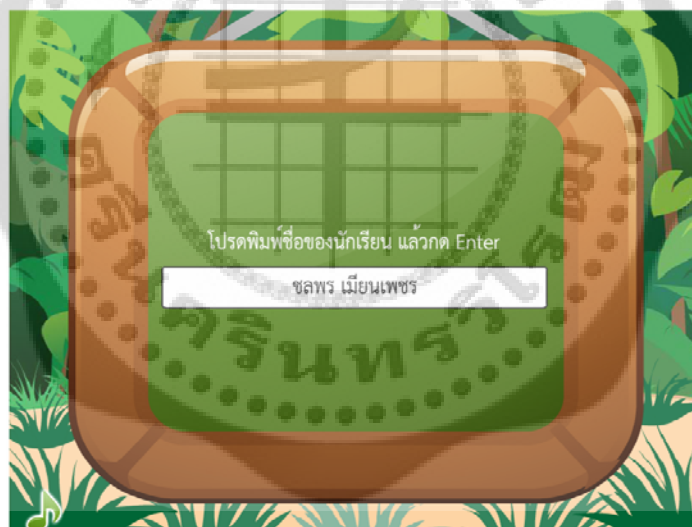


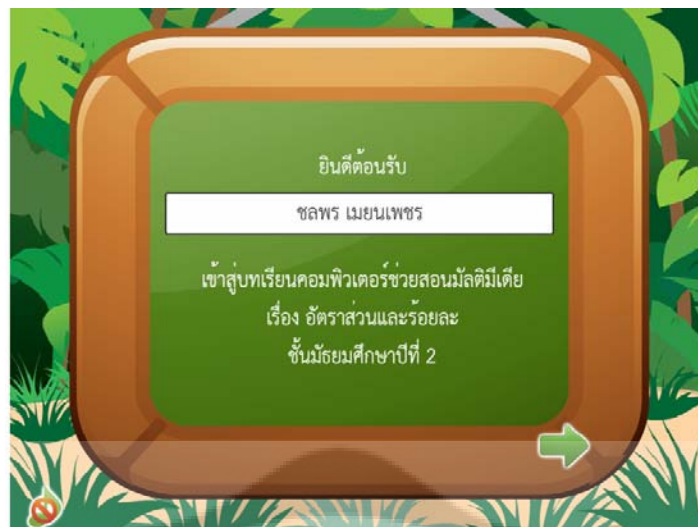
3.3 ก่อนเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ต่างๆ ควรศึกษาคู่มือการใช้งานบทเรียน โดยคลิกที่ข้อความคู่มือการใช้งานบทเรียน ในหน้าเลือกบทเรียน ปรากฏหน้าคู่มือการใช้งานบทเรียนดังภาพ

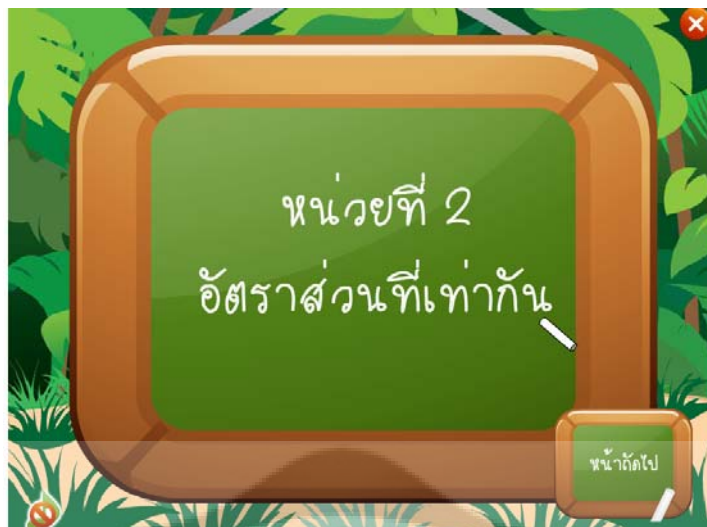


3.4 เมื่อศึกษาคู่มือการใช้งานบทเรียนแล้ว ให้นักเรียนคลิกข้อความกลับสู่หน้าบทเรียน เพื่อเลือกหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ ที่ต้องการศึกษาในลำดับต่อไป

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน
เรื่อง อัตราร่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2







พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ในวันหยุด ญาญ่าอยากทานไข่เจียว แต่เธอยังไข่ไก่ที่บ้านหมด คุณแม่จึงให้ ญาญ่าไปซื้อไข่ไก่ที่ร้านข้างบ้าน ซึ่งร้านข้างบ้านขายไข่ไก่ 2 ฟอง ราคา 7 บาท จากข้อความดังกล่าว สามารถนำมาเขียนในรูปอัตราส่วนเป็น $2:7$ หากญาญ่าต้องการซื้อไข่ไก่ในราคาดังกล่าว สามารถนำมาพิจารณา จำนวนไข่ไก่และราคาได้ดังตารางต่อไปนี้

ไข่ไก่ (ฟอง)	2	4	6	8	10
ราคา (บาท)	7				

ให้นักเรียนเติมราคาไข่ไก่ในตารางให้สมบูรณ์

ส่งคำตอบ

ตัวอย่างที่ 4 แม่ค้าขายมะพร้าวในราคา 7 ผลต่อราคา 35 บาท ถ้ามีเงิน 100 บาท จะซื้อมะพร้าวได้ทั้งหมดกี่ผล

โจทย์ต้องการทราบ จะได้ซื้อมะพร้าวได้ทั้งหมดกี่ผล

โจทย์กำหนด แม่ค้าขายมะพร้าวในราคา 7 ผลต่อราคา 35 บาท และมีเงิน 100 บาท

วิธีในการแก้ปัญหา กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการทราบหรือสิ่งที่นำไปสู่คำตอบดังกล่าว แล้วนำตัวแปรที่ได้มาเขียนเป็นสัดส่วน เพื่อแก้สมการหาค่าตัวแปรโดยวิธีการคูณไขว้

การดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ

อัตราส่วนของจำนวนมะพร้าวเป็นผลต่อจำนวนเงินเป็นบาท เป็น $\frac{7}{35}$ และต้องการหาจำนวนมะพร้าวเป็นลูกเมื่อมีเงิน 100 บาท นั่นคือ ต้องการหาอัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วน $\frac{7}{35}$ เมื่อจำนวนหลังของอัตราส่วนใหม่เป็น 100 ให้ให้นิเด้าซื้อมะพร้าวได้ทั้งหมด x ผล อัตราส่วนใหม่ของจำนวนมะพร้าวเป็นผลต่อจำนวนเงินเป็นบาทเป็น $x:100$ หรือ $\frac{x}{100}$

ส่งคำตอบ



สรุปผลคะแนน

นักเรียนทำคะแนนได้.....คะแนน

จากทั้งหมด 13 คะแนน

พยายามใหม่นะคะ
นักเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์





ภาคผนวก จ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 3 หน้า มีข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ 20 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว เมื่อนักเรียนเลือกได้แล้วให้กากบาท (×) ลงในช่อง ก, ข, ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามขีดเขียนหรือทำสัญลักษณ์ใดๆ ลงในข้อสอบ

- | | |
|--|--|
| <p>1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปหนึ่งมีด้านยาว 5 เซนติเมตร อัตราส่วนของความยาวของด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสต่อพื้นที่เป็นเท่าไร</p> <p style="margin-left: 20px;">ก. 1 : 3
ข. 5 : 3
ค. 1 : 5
ง. 5 : 1</p> <p>2. “ ไข่ไก่หนึ่งโหลราคา 30 บาท ” เมื่อนำมาเขียนอัตราส่วนได้ว่าอย่างไร</p> <p style="margin-left: 20px;">ก. อัตราส่วนของจำนวนไข่ไก่เป็นฟองต่อจำนวนเงินเป็นบาทเป็น 1:30
ข. อัตราส่วนของจำนวนไข่ไก่เป็นฟองต่อจำนวนเงินเป็นบาทเป็น 12:30
ค. อัตราส่วนของจำนวนไข่ไก่ต่อจำนวนเงินเป็น 1:30
ง. อัตราส่วนของจำนวนไข่ไก่ต่อจำนวนเงิน เป็น 12:30</p> <p>3. อัตราส่วนในข้อใดมีค่าเท่ากัน</p> <p style="margin-left: 20px;">ก. $3 : 7 = 9 : 14$
ข. $94 : 12 = 47 : 4$
ค. $11 : 82 = 82 : 11$
ง. $48 : 36 = 72 : 54$</p> | <p>4. ร้านขายชุดนักเรียนแห่งหนึ่ง ในระยะเวลาหนึ่งเดือนขายเสื้อได้ 1,440 ตัว ขายกระโปรงได้ 1,152 ตัว และขายกางเกงได้ 864 ตัว จงหาอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบจำนวนเสื้อกระโปรง และกางเกงที่ขายได้ตามลำดับ</p> <p style="margin-left: 20px;">ก. 7 : 5 : 3
ข. 5 : 3 : 2
ค. 5 : 4 : 3
ง. 6 : 5 : 4</p> <p>5. ศูนย์กีฬาแห่งหนึ่งมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 3 : 7 และความยาวต่อความสูงเป็น 5 : 4 อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวต่อความสูง ของศูนย์กีฬาดตรงกับข้อใด</p> <p style="margin-left: 20px;">ก. 12 : 35 : 25
ข. 15 : 35 : 28
ค. 16 : 36 : 30
ง. 18 : 38 : 32</p> <p>6. ก, ข และ ค มีเงินเป็นอัตราส่วน 3 : 4 : 5 ถ้า ก มีเงิน 420 บาท ค จะมีเงินเท่าใด</p> <p style="margin-left: 20px;">ก. 650 บาท
ข. 700 บาท
ค. 720 บาท
ง. 750 บาท</p> |
|--|--|

7. กำหนดอัตราส่วน จำนวนไม้ต่อเปิดต่อห่าน เป็น $6 : 9 : 5$ อัตราส่วนของจำนวนเปิดต่อจำนวนสัตว์ทั้งหมดเป็นเท่าไร

- ก. $9 : 11$
- ข. $9 : 14$
- ค. $9 : 19$
- ง. $9 : 20$

8. ถ้า $\frac{x}{15} = \frac{4}{3}$ แล้ว x มีค่าเท่าไร

- ก. 20
- ข. 24
- ค. 25
- ง. 36

9. ข้อใดถูกต้อง เมื่อ $\frac{18}{34} = \frac{n}{51}$

- ก. $n = 34$
- ข. $n = 27$
- ค. $2n = 34$
- ง. $\frac{n}{2} = 27$

10. จากสัดส่วน $\frac{4}{c} = \frac{8}{10}$ แล้ว $2c-1$ มีค่าเท่ากับจำนวนในข้อใด

- ก. 4
- ข. 5
- ค. 9
- ง. 10

11. ถ้า $3:a = 75:125$ แล้ว a มีค่าตรงกับสมการในข้อใด

- ก. $a + 6 = 13$
- ข. $2a + 3 = 13$
- ค. $3(a + 1) = 21$
- ง. $5a = 40$

12. สวนแห่งหนึ่งมีอัตราส่วนของจำนวนต้นมะม่วงต่อจำนวนต้นมังคุดเป็น $5 : 2$ ถ้าปลูกต้นมะม่วง 240 ต้นจะมีต้นมังคุดกี่ต้น

- ก. 72 ต้น
- ข. 84 ต้น
- ค. 96 ต้น
- ง. 108 ต้น

13. ในไอศกรีมโยเกิร์ต มีนมสดกับโยเกิร์ตรสชาติผสมกันในอัตราส่วน $9:5$ ถ้าต้องการไอศกรีมโยเกิร์ต 784 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีนมสดกับโยเกิร์ตรสชาติต่างกันกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

- ก. 224 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 280 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 504 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 560 ลูกบาศก์เซนติเมตร

14. ในเวลา 10 นาที ญาญาอ่านหนังสือได้ 12 หน้า ถ้าหนังสือเล่มนี้มี 180 หน้า จะต้องใช้เวลาอ่านหนังสือกี่ชั่วโมง

- ก. 1 ชั่วโมง 30 นาที
- ข. 2 ชั่วโมง 36 นาที
- ค. 2 ชั่วโมง 30 นาที
- ง. 3 ชั่วโมง 36 นาที

15. $\frac{17}{25}$ เขียนรูปร้อยละได้ตามข้อใด

- ก. 66%
- ข. 68%
- ค. 70%
- ง. 72%

16. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. 84% ทำให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

$$\text{ได้ } \frac{20}{25}$$

ข. 5.5% ทำให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

$$\text{ได้ } \frac{11}{100}$$

ค. 75% ทำให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

$$\text{ได้ } \frac{3}{4}$$

ง. 6% ทำให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

$$\text{ได้ } \frac{18}{200}$$

17. ร้อยละ 18 เขียนในรูปอัตราส่วนได้ตามข้อใด

ก. 18 : 10

ข. 18 : 50

ค. 9 : 50

ง. 9 : 100

18. 35% ของ 80 เท่ากับเท่าไร

ก. 12

ข. 16

ค. 24

ง. 28

19. ขายนาฬิกาข้อมือเรือนหนึ่งไปในราคา 840 บาท ได้กำไร 5% แล้วต้นทุนนาฬิการาคาเท่าไร

ก. 798 บาท

ข. 800 บาท

ค. 820 บาท

ง. 882 บาท

20. ถ้าเครื่องเล่นไฟฟ้าราคา 5,350 บาท ซึ่งเป็นราคารวมภาษีร้อยละ 7 แล้วราคาที่ไม่รวมภาษีเป็นเท่าไร

ก. 4,975.50 บาท

ข. 5,724.50 บาท

ค. 5,070 บาท

ง. 5,753 บาท

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย มี 5 หน้า จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4

คะแนน

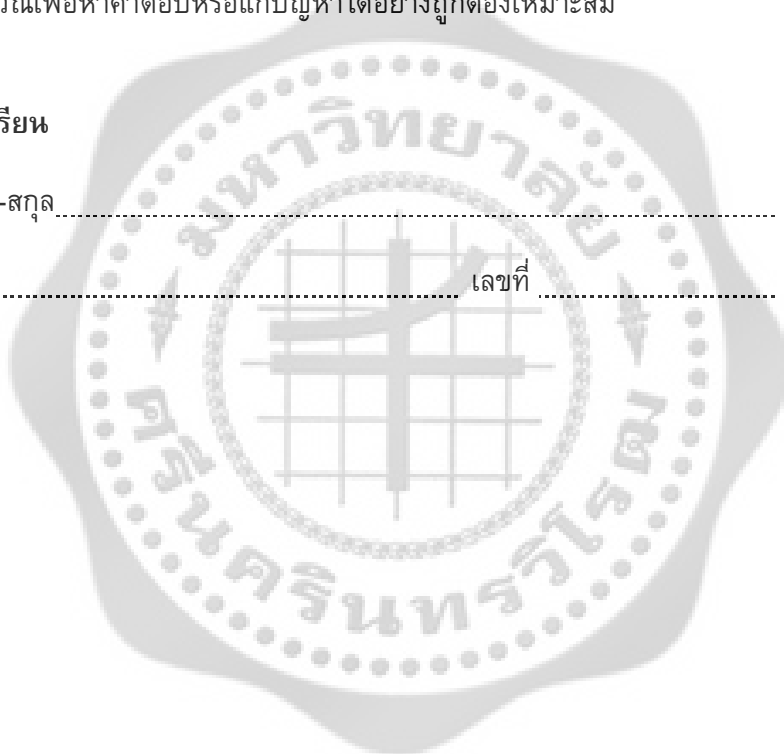
2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการคำนวณและแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอน โดยอาศัยแนวคิด ความรู้ หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ข้อมูลนักเรียน

ชื่อ-สกุล

ชั้น

เลขที่



1. จงเขียนอัตราและอัตราส่วนของภาพแทนการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณมา 4 ข้อ



โจทย์กำหนดอะไร

โจทย์ต้องการทราบอะไร

วิธีในการแก้ปัญหา (นักเรียนใช้ความรู้ใดหรือวิธีการใด)

การดำเนินการแก้ปัญหา (แสดงวิธีทำ)

ตอบ

3. ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าอัตราส่วนของคะแนนที่สอบได้เป็นดังนี้

อัตราส่วนคะแนนของไบเฟิร์นต่อมาริโอ้เป็น 4:5

อัตราส่วนคะแนนของมาริโอ้ต่อกุ๊ปกีบเป็น 3:5

จงหาอัตราส่วนของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของไบเฟิร์นต่อมาริโอ้ต่อกุ๊ปกีบ และถ้าในการสอบครั้งนี้ ไบเฟิร์นทำคะแนนสอบได้ 8 คะแนน แล้วกุ๊ปกีบจะทำคะแนนสอบได้ที่คะแนน โจทย์กำหนดอะไร

.....
.....
.....

โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....
.....

วิธีในการแก้ปัญหา (นักเรียนใช้ความรู้ใดหรือวิธีการใด)

.....
.....

การดำเนินการแก้ปัญหา (แสดงวิธีทำ)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ตอบ

.....
.....
.....

4. อัตราส่วนของพื้นที่ป่าไม้ต่อพื้นที่ทั้งหมดในจังหวัดพัทลุงเท่ากับ 4:7 ถ้าพื้นที่ป่าไม้เท่ากับ 960 ตารางกิโลเมตร แล้วพื้นที่ส่วนที่ไม่เป็นป่าไม้มีกี่ตารางกิโลเมตร

โจทย์กำหนดอะไร

.....

.....

โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

.....

วิธีในการแก้ปัญหา (นักเรียนใช้ความรู้ใดหรือวิธีการใด)

.....

.....

การดำเนินการแก้ปัญหา (แสดงวิธีทำ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. จากสถิติการเสียชีวิตของโรงพยาบาลพัทลุง ในปี พ.ศ.2554 พบว่ามีผู้เสียชีวิตด้วยอุบัติเหตุจราจรจำนวน 62 คน ถ้ามีผู้เสียชีวิตด้วยสาเหตุอื่นๆทั้งหมด 248 คน แล้วผู้เสียชีวิตด้วยอุบัติเหตุจราจรคิดเป็นร้อยละเท่าไรของผู้เสียชีวิตด้วยสาเหตุอื่นๆ

โจทย์กำหนดอะไร

.....
.....
.....

โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....
.....

วิธีในการแก้ปัญหา (นักเรียนใช้ความรู้ใดหรือวิธีการใด)

.....
.....

การดำเนินการแก้ปัญหา (แสดงวิธีทำ)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ตอบ

.....
.....
.....
.....
.....

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์
3 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการตามวิธีการแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไป โดยเงื่อนไขบางอย่างของปัญหา หรือ - เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม หากคำตอบถูกต้อง แต่ดำเนินการตามวิธีแก้ปัญหาได้ไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหาแต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา
2 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม และได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือ - ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือ - ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบของปัญหาย่อย ๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนด แต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา
1 ยังต้องปรับปรุง	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกความเข้าใจปัญหาบางประการ และมีแนวทางที่จะไม่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - พยายามแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม เพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหาวิธีการแก้ปัญหาอื่น หรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่หาเป้าหมายย่อย ๆ ของปัญหา แต่ไม่ได้ดำเนินการต่อ
0 ไม่มีความพยายาม	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหาคัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย
โดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
คำชี้แจง

- แบบวัดความพึงพอใจฉบับนี้ เป็นแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มีจำนวน 20 ข้อ
- ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องของระดับความคิดเห็น ที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียนมากที่สุดเพียงช่องเดียว
- ในแต่ละช่องของระดับความคิดเห็น มีตัวเลือก 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายดังนี้
 - ความพึงพอใจมากที่สุดให้ 5 คะแนน
 - ความพึงพอใจมากให้ 4 คะแนน
 - ความพึงพอใจปานกลางให้ 3 คะแนน
 - ความพึงพอใจน้อยให้ 2 คะแนน
 - ความพึงพอใจน้อยที่สุดให้ 1 คะแนน

ข้อคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
ด้านวิธีการเรียนการสอน					
1. นักเรียนชอบที่สามารถศึกษาเนื้อหาและใช้บทเรียนได้ตลอดเวลาตามที่ต้องการ					
2. นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน					
3. นักเรียนชอบเมื่อเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน					
4. นักเรียนชอบการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยสอนที่สามารถสรุปผลการเรียนได้ทันที					
5. นักเรียนชอบการจัดสรรเวลาในการเรียนได้ด้วยตนเอง เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน					
ด้านการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียน					
6. นักเรียนชอบให้มีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ					
7. นักเรียนชอบใช้สื่อหรืออุปกรณ์อื่นๆมาประกอบการเรียนการสอนในชั้นเรียน					

ข้อความคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
8. นักเรียนชอบที่ได้เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์					
9. นักเรียนชอบที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ง่ายต่อการเข้าใจและปฏิบัติ					
10. บทเรียนคอมพิวเตอร์ทำให้นักเรียนสนุกสนานและได้รับความรู้					
ด้านการนำเสนอเนื้อหา					
11. นักเรียนชอบที่บทเรียนใช้คำอธิบายชัดเจนเข้าใจง่าย					
12. นักเรียนชอบที่บทเรียนคอมพิวเตอร์มีเสียงบรรยาย					
13. นักเรียนชอบดนตรีที่ใช้ประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์					
14. นักเรียนชอบรูปภาพหรือการ์ตูนประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สามารถเคลื่อนไหวได้					
15. นักเรียนชอบที่บทเรียนคอมพิวเตอร์มีการแสดงตอนย่อยๆ ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น					
ด้านแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ					
16. นักเรียนชอบใช้แป้นพิมพ์ และเมาส์ในการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบทำยบทเรียนคอมพิวเตอร์					
17. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบทำยบทเรียนช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น					
18. นักเรียนชอบที่สามารถตรวจคำตอบได้ทันที					
19. นักเรียนชอบที่มีการแสดงผลคะแนนการทดสอบบนจอภาพทันที					
20. การแสดงผลคะแนนของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบในบทเรียนทำให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียนมากขึ้น					



ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรชัย นายศิริพันธ์
โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2. ดร.ชุตินา จันทร์จิตร
โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
3. ดร.เพ็ญพักตร์ นภากุล
โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

1. อาจารย์สุณิสา สุมิรัตน์
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์เจษฎา เลียนักตวา
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ คศ.3
โรงเรียนนวมิถุวัฒนธรรมสถิต อ.เมือง จ.พัทลุง
3. อาจารย์อนันต์ จันทร์รัตน์
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ คศ.3
โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยสตูล อ.เมือง จ.สตูล



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล นางสาวชลพร เมียนเพชร
 วันเดือนปีเกิด 24 มิถุนายน 2528
 สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 160 ถ.บ้านปากแพรก ต.คูหาสวรรค์ อ.เมือง จ.พัทลุง 93000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546 มัธยมศึกษาปีที่ 6
 จากโรงเรียนสตรีพัทลุง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง
 พ.ศ. 2552 ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์
 จากมหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา
 พ.ศ. 2555 การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์)
 จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

