



การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



โดย

นางสาวชฎานิศ สุธรรมมา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

วิชา คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DEVELOPMENT OF COMPUTER MULTIMEDIA INSTRUCTIONS PROBLEM
SOLVING BASED ON CONCEPT OF POLYA ON MATHEMATICS SUBJECT
FOR MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

Master of Education Program in Educational Technology

Department of Educational Technology

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2015

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชา คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” เสนอโดย นางสาวชฎานิศ สุธรรมมา เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศน์วงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกนถุน บางท่าไม้
2. รองศาสตราจารย์สมหญิง เจริญจิตกรกรม
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรศักดิ์ อุ่นอารมย์เลิศ

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ประทีน คล้ายนาค)

...../...../.....

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวรรธน์ จันทร์เทพย์)

...../...../.....

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สมหญิง เจริญจิตกรกรม)

...../...../.....

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกนถุน บางท่าไม้)

...../...../.....

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรศักดิ์ อุ่นอารมย์เลิศ)

...../...../.....

55257306: สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คำสำคัญ : บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา / คณิตศาสตร์

ชฎานิศ สุธรรมมา : การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร.เอกนถน บางท่าไม้, รศ.สมหญิง เจริญจิตรกรรม และ ผศ.ดร.ธีรศักดิ์ อุ่นอารมย์ เลิศ 286 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70 / 70 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 3) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 4) ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และ 5) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2558 ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างสำหรับสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา จำนวน 3 แผน 3) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 5) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 6) แบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ 7) แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และการทดสอบที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า มีประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์เท่ากับ 72.17/73.87 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.89 อยู่ในเกณฑ์ดี
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และคะแนนจากการทดสอบวัดความคงทนหลังจากเรียนรู้ผ่านไป 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน
5. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ($\bar{X} = 4.40, S.D. = 0.57$)

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1 2 3.

55257306 : MAJOR : EDUCATION TECHNOLOGY

KEY WORDS : COMPUTER MULTIMEDIA INSTRUCTIONS FOR PROBLEM SOLVING / MATHEMATICS.

CHAYANID SUTHUMMA: THE DEVELOPMENT OF COMPUTER MULTIMEDIA PROBLEM SOLVING BASED ON THE CONCEPT OF POLYA ON MATHEMATICS SUBJECT FOR MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF .EKNARIN BANGTHAMAI Ph.D.,ASSOC. PROF.SOMYING JAROENJITAKAM. AND ASST. PROF. THIRASAK UNAROMLERT, Ph.D 286 pp.

The purpose of this research were to 1) develop computer multimedia instructions for problem solving based on the concept of Polya on the application of linear equations on one variable for Mathayomsuksa 2 students in order to efficiency according 70 / 70 criteria, 2) compare learning achievement of students by using developed computer multimedia instructions for problem solving based on the concept of Polya on the application of linear equations on one variable for Mathayomsuksa 2 students, 3) study mathematical problem solving ability of for Mathayomsuksa 2 students by using developed computer multimedia instruction for problem solving based on the concept of Polya on the application of linear equations on one variable, 4) study learning retention for Mathayomsuksa 2 students by using computer multimedia instructions for problem solving based on the concept of Polya on the application of linear equations on one variable and 5) study evaluate satisfaction of Mathayomsuksa 2 students by using computer multimedia instructions for problem solving based on the concept of Polya on the application of linear equations on one variable. A samples group of this research were Matthayomsuksa 2 students from Rachineeburana school Who were currently studying in academic year 2015, by sample random sampling. This research instruments consisted of 1) the structure interview, 2) the lesson plans by using computer multimedia instructions for problem solving based on the concept of Polya, 3) the Computer multimedia instruction for problem solving based on the concept of Polya, 2 students, 5) the achievement test, 6) the mathematical problem solving ability test and 7) the students questionnaire. The statistics used to analyze the datas were Arithmetic mean, standard deviation, Percentage, and t- test in dependent sample.

The results of research found that :

1. Computer multimedia for problem solving based on concept of polya the application of linear equations on one variable for mathayomsuksa 2 students was efficiency 72.17/73.87
2. Learning achievement of Mathayomsuksa 2 students by using computer multimedia instructions for problem solving based on the concept of Polya on the application of linear equations on one variable posttest higher than pretest with statistically significant difference at .05 levels.
3. Mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa 2 students after learning by using computer multimedia instructions for problem solving based on the concept of Polya on the application of linear equations on one variable was 74.89 percent, it found that the student had ability in solving as good.
4. Learning achievement of Mathayomsuksa 2 students by using computer multimedia instructions for problem solving based on the concept of Polya on application of linear equations on one variable and the learning retention after studying 2 weeks was not different.
5. Satisfaction of Mathayomsuksa 2 students to wards learning by using computer multimedia instructions for problem solving based on the concept of Polya on application of linear equations on one variable as high levels. ($\bar{X} = 4.40$, $SD. = 0.57$)

Department of Educational Technology

aduate School, Silpakorn University

Student's signature.....

Academic Year 2015

Thesis Advisor's signature12 3.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกนถน บางท่าไม้ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จเรียบร้อย รวมทั้งคณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน ผู้วิจัยขอกราบพระคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ประทีน คล้ายนาค ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ สมหญิง เจริญจิตกรรม และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรศักดิ์ อุ่นอารมย์เลิศ กรรมการสอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิวรรธน์ จันทร์เทพย์ กรรมการและผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศไพวิทยศิริธรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทน์ เรืองฤทธิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญฉิม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ อาจารย์ ดร.วรวิมล มั่นสุขผล นายธนา เทศทอง นายทวี วรรณกุล นางนันทิยา จตุรพาหุ และนาง วิจิตรา ตะโกพร ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไข จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณผู้บริหารสถานศึกษาและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ ที่เอื้ออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณนางสาวกชพร ดีการกุล และเพื่อนร่วมรุ่นที่ 13 สาขาเทคโนโลยีการศึกษา ที่รักและคอยห่วงใย ช่วยเหลือทั้งในขณะที่เรียนตลอดจนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ นางสาวจนา ทองภูเบศร์ และนายสมชาย เพ็ชรลา ที่คอยให้บริการ ให้ข้อมูล และให้ความช่วยเหลือด้านธุรการตลอดมา

ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัว “สีลาโคตร” และครอบครัว “สุธรรมมา” ที่คอยให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกด้านด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณมารดา บิดาที่มอบทั้งชีวิตและสติปัญญาให้กับผู้วิจัย ให้ความรักดูแลเอาใจใส่ คอยรักและห่วงใย ตั้งแต่เกิดจนกระทั่งปัจจุบัน

ขออำนาจแห่งคุณบารมีทั้งหลายทั้งปวง โปรดบันดาลประทานพรให้ท่านผู้มีพระคุณทุกท่าน มีสุขภาพกายที่แข็งแรง สุขภาพจิตที่สมบูรณ์ และถึงพร้อมด้วยสรรพสิ่งที่พึงประสงค์ทุกประการ ด้วยเทอญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภูมิ	ต

บทที่

1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
ขอบเขตการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
กรอบแนวคิดในการวิจัย	13

2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551	16
บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ความหมายมัลติมีเดีย.....	22
ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	25
ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	28
มัลติมีเดียกับการเรียนการสอน.....	31
การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	32
ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	37
การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย การประเมินคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	44

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
ความหมายการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	51
ความสำคัญการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	53
ประเภทของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	55
กระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	58
ยุทธวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	60
ลักษณะของนักแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี.....	63
ลักษณะปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	65
การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์.....	66
แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....	71
การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	76
การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา.....	79
เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์จากงานเขียน.....	82
การแก้ปัญหาตามแนวคิด 4 ขั้นตอนของโพลยา (Polya's Four - Stage Method, 1957).....	85
ความคงทนในการเรียนรู้	
ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ในการเรียนรู้.....	104
กระบวนการเรียนรู้และการจำ.....	106
วิธีที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้.....	107
ปัจจัยที่มีผลต่อการจำและความคงทนต่อการเรียนรู้.....	109
ระยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนจำ.....	112
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
งานวิจัยในประเทศ.....	114
งานวิจัยต่างประเทศ.....	121

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย	
	ขอบเขตการวิจัย.....	123
	ตัวแปรที่ศึกษา.....	124
	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง.....	124
	ระเบียบวิธีการวิจัย.....	124
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	125
	การสร้างและและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	126
	การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	150
	การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	151
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
	ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตาม แนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	156
	ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิด ของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	157
	ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน เรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบ แก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	158
	ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	158

บทที่	หน้า
ตอนที่ 5 ผลการศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา ตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว...	159
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
การวิเคราะห์ผลการวิจัย.....	168
สรุปผลการวิจัย.....	169
อภิปรายผลการวิจัย.....	171
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้.....	187
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	187
รายการอ้างอิง.....	188
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	195
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือการทำวิจัย.....	198
ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	241
ภาคผนวก ง ตัวอย่างเครื่องมือการทำวิจัย.....	275
ประวัติผู้วิจัย.....	286



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงโครงสร้างรายวิชา 22102 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	20
2	แสดงเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	84
3	แสดงผลการสังเคราะห์การสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา.....	90
4	แสดงผลการสังเคราะห์การแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2...	102
5	แสดงแบบแผนการทดลองของการวิจัย.....	124
6	แสดงผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์.....	128
7	แสดงผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ด้าน การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย.....	129
8	แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรายบุคคล	138
9	แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียรายกลุ่มย่อย	139
10	แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียภาคสนาม..	140
11	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2.....	145
12	แสดงการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา ตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	156
13	แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียน...	157
14	แสดงผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตาม แนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ โดยภาพรวม	158
15	แสดงผลการศึกษาคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา.....	159

ตารางที่		หน้า
16	แสดงผลระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2.....	160
17	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	204
18	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	238
19	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์แบบมี โครงสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	243
20	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินบทเรียน คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา โดย ผู้เชี่ยวชาญด้าน เนื้อหาและวิธีการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของ โพลยา.....	246
21	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การ ประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	248
22	การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจของ นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตาม แนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย	250
23	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินแผนการ จัดการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา ตามแนวคิดของ โพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	252

ตารางที่		หน้า
24	ผลการวิเคราะห์การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา.....	254
25	แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	256
26	การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการทดลองรายบุคคล	258
27	แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการทดลองแบบกลุ่มย่อย จำนวน 9 คน	258
28	แสดงการหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ภาคสนาม (Field Tryout) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน.....	259
29	แสดงการหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ของกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 36 คน.....	261
30	แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	264

ตารางที่		หน้า
31	แสดงการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการ ประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 ข้อ โดยการวิเคราะห์เป็นรายข้อ.....	266
32	แสดงการประเมินความสอดคล้อง(IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัว แปรเดียวชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	267
33	แสดงการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน	267
34	แสดงคะแนนรายบุคคลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง การ ประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัล ติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา.....	269
35	แสดงคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การ ประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	272
36	แสดงผลการสรุปความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมี เดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การ ประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2.....	273

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย.....	13
2	แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหา.....	35
3	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง.....	127
4	แสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้.....	132
5	แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตาม แนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	137
6	แสดงขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	144
7	ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์...	147
8	ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน.....	149
9	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	151



บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศชาติของเราจะเจริญหรือเสื่อมลงนั้นย่อมขึ้นอยู่กับการศึกษาของประชาชนแต่ละคน ผลการศึกษาอบรมในวันนี้จะเป็นเครื่องกำหนดอนาคตของชาติในวันข้างหน้า”(พระบรมราชาโชวาทของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว อ่างถึงใน กรมวิชาการ, 2540: 79)จากพระบรมราชาโชวาทดังกล่าวนี้บ่งว่าการศึกษาคือปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ หากประชากรของประเทศใดได้รับการศึกษาที่ดีมีคุณภาพและประสิทธิภาพย่อมส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาและสร้างความเจริญรุ่งเรืองได้อย่างรวดเร็ว เพราะการศึกษาคือถือว่าเป็นรากฐานสำคัญในการสร้างความเจริญก้าวหน้า ประกอบกับปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อวิถีการดำรงชีวิตในสังคมอย่างทั่วถึง ทำให้เกิดการแข่งขันและเปลี่ยนแปลงในทุกๆด้าน ประชากรของประเทศไทยก็เป็นส่วนหนึ่งของพลโลกจึงปฏิเสธต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่ได้ แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พุทธศักราช 2555 -2559 จึงมีนโยบายเพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาสังคมแห่งการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความรู้ ความคิด ความประพฤติและคุณธรรมของคน มีเป้าหมายให้คนไทยมีทักษะและกระบวนการคิด การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา มีความใฝ่รู้และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างเหมาะสม สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่องเต็มศักยภาพ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้เกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ประการแรก ความสามารถในการสื่อสาร ประการที่สอง ความสามารถทางการคิด ประการที่สาม ความสามารถในการแก้ปัญหา ประการที่สี่ ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตและประการสุดท้าย คือความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 6-7)ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึดหลักว่า นักเรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับนักเรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้นักเรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ คำนี้ถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลพัฒนาการทางสมอง เน้นการให้ความสำคัญทั้งความรู้และคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 25) การเรียนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญนั้น

ต้องอาศัยทักษะกระบวนการที่หลากหลายเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของหลักสูตร อาทิเช่น กระบวนการเรียนรู้บูรณาการ กระบวนการสร้างองค์ความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติ ลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 25) แต่ทั้งนี้ผู้สอนต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเลือกใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อ แหล่งเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพและบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งเป็นเป้าหมายที่กำหนด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 25)

นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดกรอบสาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปีสำหรับคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน เพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของนักเรียนเมื่อเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐานและเมื่อเรียนจบในแต่ละชั้นไว้ สาระการเรียนรู้ที่กำหนดประกอบด้วย 6 สาระดังนี้ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 2-3) ซึ่งสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้กำหนดมาตรฐานที่สำคัญไว้ ดังนี้ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ถึงศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 :13)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข กระทรวงศึกษาธิการ(2552: 56) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 1) ได้ให้ความสำคัญของคณิตศาสตร์ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบตลอดจนมีทักษะในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้

อย่างถึถัวรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ยิ่งกว่านั้น คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ทำให้มีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมากมายในทุกวันนี้ นักคณิตศาสตร์ต่างยอมรับว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องอาศัยความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่างๆ นำไปใช้แก้ปัญหาโดยเฉพาะทักษะในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อชีวิตและสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ ในการสอนนักเรียนให้รู้จักแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ซึ่งยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา อาจจะใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยดูตั้งแต่ลักษณะของปัญหาว่า ปัญหานี้เคยพบเห็นมาก่อนหรือไม่ เหมือนหรือคล้ายกับปัญหาที่เคยทำอย่างไร มองหาแบบรูป (pattern) และหลักการ (principles) สามารถใช้วิธีการแบบนิรนัย (deductive) หรืออุปนัย (inductive) หรือใช้วิธีการคิดแบบย้อนกลับ เพื่อคาดเดาวิธีการทำ และตรวจสอบคำตอบ นอกจากนี้ยังมียุทธวิธีอื่นๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหานั้นได้ง่ายขึ้น ได้แก่ การอ่านโจทย์ปัญหาซ้ำ การบอกโจทย์ปัญหานั้นด้วยคำพูดของตนเอง การมองหาข้อความหรือคำที่จะช่วยในการแก้ปัญหา การเขียนข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญลงบนกระดาษหัด การขีดเส้นใต้ประโยคที่คิดว่าจะใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ การเขียนตารางหรือแผนภูมิ การเขียนกราฟ การวาดภาพ ลายเส้น การวาดรูป และการใช้จำนวนที่มีค่าน้อยๆ แทนจำนวนที่มีค่ามาก เพื่อช่วยให้โจทย์ปัญหานั้นง่ายขึ้นเป็นต้น (สิริพร ทิพย์คงและคณะ, 2544: 4-5) ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหานั้นเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตที่ครูสามารถนำมาสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการจัดบรรยากาศของการเรียนการสอน การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่เน้นกระบวนการที่ได้มาซึ่งคำตอบมากกว่าผลลัพธ์ในการพัฒนาจึงต้องมีขั้นตอน ต้องใช้เวลาและพัฒนาอย่างต่อเนื่องกับสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 33)

การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นกระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การเรียนการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 6)

ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์สามารถพัฒนามนุษย์ให้เป็นผู้มีความคิดที่หลากหลาย คิดรอบคอบและคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังเป็นปัญหาต่อกันเรื่อยมา โดยเฉพาะการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร คุณภาพการศึกษาด้านคณิตศาสตร์จึงอยู่ในระดับต่ำ ผลการประเมินนักเรียนของนานาชาติพบว่าเด็กไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านการอ่านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อยู่ที่ 300-400 คะแนนซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ 500 คะแนน สะท้อนเด็กไทยมีความรู้และทักษะที่จำเป็นไม่เพียงพอที่จะเป็นรากฐานในการปรับตัวให้เข้ากับโลกที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วได้ (สิริพร ทิพย์คง, 2547: 14-15) ประกอบกับผลการสอบแข่งขันของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพบว่านักเรียนสามารถทำข้อสอบแบบเลือกตอบหรือแบบใช้ความจำได้แต่โจทย์ปัญหาที่มีทักษะด้านอื่นๆ เช่น การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หรือแบบเขียนตอบ นักเรียนไม่สามารถทำได้(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2555:1) สอดคล้องกับความเห็นของปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 92) กล่าวว่า การสอนการแก้โจทย์ปัญหาของครูยังยึดติดกับวิธีสอนแบบบอกให้เด็กคิดตามครูแล้วดำเนินการแก้ปัญหาไปตามขั้นตอนที่ตายตัว ครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างเป็นระบบในการทำความเข้าใจ วางแผนหาทางเลือก แล้วดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่คิดเอาไว้ ตรวจสอบผลที่ได้โดยใช้วิธีคิดต่างจากเดิมเพื่อขยายไปสู่คำถามใหม่และยังมีผู้ให้ข้อคิดในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อีกคนที่น่าสนใจคือ อุษณีย์ กรมเมือง (2539: 90) ซึ่งกล่าวว่าปัญหาหลักในการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาไม่ได้ สาเหตุมาจากนักเรียนอ่านโจทย์ไม่ได้ ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ อ่านไม่เข้าใจและยังมีสาเหตุอื่นๆคือครูจัดกระบวนการเรียนการสอนไม่เหมาะสมกับวุฒิภาวะทางปัญญาของนักเรียน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปว่าสาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนของครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบเดิมสอนให้นักเรียนคิดตาม ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วางแผนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ คือ วางแผนดำเนินการตามแผน ตรวจสอบผล และอีกสาเหตุหนึ่งคือสอนไม่เหมาะสมกับวุฒิภาวะทางปัญญา

จากสภาพการจัดการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันพบว่าเป็นเรื่องที่น่าห่วงใยอีกเรื่องหนึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ ทำให้คุณภาพการศึกษา

วิชาคณิตศาสตร์จึงอยู่ในระดับต่ำเรื่อยมา แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ(สำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 1)สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยรายมาตรฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จาก 61 โรงเรียนของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 ซึ่งวิเคราะห์จากผลการประเมินของสำนักทดสอบการศึกษาระดับชาติ(O-NET)ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ สาระที่ 4พีชคณิต ค่าเฉลี่ยทั่วประเทศเท่ากับ 57.59 ค่าเฉลี่ยของโรงเรียนราชินีบูรณะเท่ากับ 59.94 อยู่ในอันดับที่ 21 ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 (กลุ่มงานบริหารวิชาการโรงเรียนราชินีบูรณะ, 2556) ทั้งนี้ยังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจสำหรับคณะผู้บริหารและคณะครูกลุ่มสาระคณิตศาสตร์

การสอนวิธีการแก้ปัญหาไม่ใช่สิ่งใหม่ แต่เป็นสิ่งที่ต้องฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ ครูส่วนมากพบว่านักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ตั้งแต่เริ่มเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น นักเรียนได้รับคำบอกเล่ามาว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากไม่สามารถทำความเข้าใจได้ จึงทำให้นักเรียนไม่ชอบคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูจึงควรพัฒนากระบวนการเรียนการสอน วิธีการแก้ปัญหาให้นักเรียนรู้สึกสนุกกับการเรียน เน้นให้มีการเรียนการสอนการแก้ปัญหาในโรงเรียน เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนแก้ปัญหาและสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ (สิริพรทิพย์คงและคณะ, 2544: 6) วิธีการหนึ่งที่ผู้วิจัยให้ความสนใจและจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าวคือกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya's Four-stage Method, 1957) ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) ต้องเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ สามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ ถ้ายังไม่ชัดเจนในโจทย์อาจใช้การวาดรูปและแยกแยะสถานการณ์หรือเงื่อนไขในโจทย์ออกเป็นส่วนๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจโจทย์ปัญหามากขึ้น ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) นักเรียนมองเห็นความสำคัญของข้อมูลต่างๆ ในโจทย์ปัญหาอย่างชัดเจนมากขึ้น เป็นขั้นที่ค้นหาสัมพันธะระหว่างสิ่งที่โจทย์ถาม กับข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ถ้าหากไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ ก็ควรอาศัยหลักการของการวางแผนการแก้ปัญหาดังนี้ โจทย์ปัญหาลักษณะนี้เคยพบมาก่อนหรือไม่ มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาที่เคยทำมาแล้ว

อย่างไร เคยพบโจทย์ลักษณะนี้เมื่อไหร่ และใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา ถ้าอ่านโจทย์ปัญหาแล้ว ครั้งแรกไม่เข้าใจ ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของปัญหานี้กับปัญหาที่เคยทำมาก่อน ขั้นที่3การดำเนินการตามแผน(Carrying out the plan) ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาด้วยการรู้จักเลือกวิธีการคำนวณ สมบัติ กฎ หรือสูตร ที่เหมาะสมมาใช้ ขั้นที่4 การตรวจสอบผล(Looking back)เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและตรวจดูว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือหรือไม่ ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอื่นวิธีหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าวๆ(สิริพร ทิพย์คง และคณะ, 2544: 39-40)

ดังนั้นการสอนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนสามารถคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถคำนวณได้ตามศักยภาพ ที่สำคัญช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีพัฒนาการในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและยากขึ้นตามลำดับ การสอนทักษะการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya's Four - stage Method,1957) เป็นการสอนที่มีขั้นตอนที่ชัดเจน เป็นระบบ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

ประกอบกับการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 ถือว่าเป็นการทำทนายสำหรับครูผู้สอน เป็นกระแสแห่งการปรับเปลี่ยน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อวิถีการดำรงชีวิตในสังคมอย่างทั่วถึง ครูจะต้องตื่นตัวพร้อมที่จะปรับวิธีเรียนเปลี่ยนวิธีการสอนเพื่อให้นักเรียนทักษะการเรียนรู้(Learning skill) สารวิชาที่มีความสำคัญ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้ ปัจจุบันการเรียนรู้สาระวิชา(content หรือ subject matter) ควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าของศิษย์ โดยครูช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่จะช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้(วิจารณ์ พานิช, 2555: 16-21)หากครูยังสอนเนื้อหาโดยเฉพาะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการบรรยาย การซักถามนักเรียน การให้นักเรียนจดแล้วจำและทำตามครูอย่างเดี๋ยวกงไม่เพียงพอ การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นจำเป็นต้องอาศัยสื่อทางเทคโนโลยีเพื่อช่วยส่งสารหรือความรู้ต่างๆ จากครูผู้สอนไปยังนักเรียน ซึ่งสื่อที่มีความน่าสนใจคือ สื่อที่มีภาพทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ข้อความเสียงอ่าน เสียงดนตรีและมีภาพกราฟิกที่มีสีสันสวยงาม เพื่อเร้าความสนใจของนักเรียน โดยสื่อดังกล่าวสามารถนำเสนอได้หลายทางอาทิเช่น ทางโทรทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ประกอบเสียง และคอมพิวเตอร์ นั่นคือ สื่อมัลติมีเดีย นั่นเอง ในปัจจุบันพบว่า สื่อมัลติมีเดียเข้ามามีบทบาทสำคัญทางการศึกษามากขึ้น เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและช่วยส่งเสริมให้ทักษะ

กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น (วรรณิ โคพิชัย, 2551: 93 ; ผจญ รุ่งอรุณเลิศ 2551:87; นวรัตน์ แซ่ไคว้ 2551: บทคัดย่อ; สุภาพ ชูวา 2552: บทคัดย่อ; นลินพร แก้วศิริวิมล 2552: 108-109; คริสเตียน(Kristian) 2009: Abstract; มณฑนา ศรีเทพ 2553: บทคัดย่อ; อนุชา คชะชัย 2554: บทคัดย่อ; ปาจริย์ วัชชวัลคุ 2554: บทคัดย่อ; รัตนา สุมขุนทดและอุมาพร ไชยสูง 2555: บทคัดย่อ และปรีสา วงศ์คำพระ 2556:บทคัดย่อ) จากการศึกษาวิจัยพบว่า บทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีการใช้ภาพกราฟิกที่มีสีสัน มีข้อความ มีทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เสมือนของจริง มีเสียงกระตุ้นความสนใจของนักเรียน สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียน สามารถเรียนได้ไม่จำกัดเวลา ไม่เลือกสถานที่ นักเรียนสามารถควบคุมการเรียนได้ด้วยตนเอง เรียนซ้ำๆไม่เข้าใจสามารถเรียนซ้ำได้ มีผลย้อนกลับทันที ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (วรรณิ โคพิชัย, 2551: 93; สุภาพ ชูวา 2552: บทคัดย่อ และปาจริย์ วัชชวัลคุ 2554: บทคัดย่อ) จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนอีกคนหนึ่ง มีความสนใจที่พัฒนาทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เกิดความพึงพอใจในการเรียน และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya's Four-Stage Method,1957) เพื่อใช้ในการจัดการ เรียนการสอนในลำดับต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70 / 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา อยู่ในระดับดี

4. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีความคงทน

5. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา อยู่ในระดับมาก

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 12 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 520 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 36 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)

1.1 การจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.3 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.4 ความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ดังนี้

1. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน
2. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
3. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามเนื้อหาจำนวน 9 คาบ ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) 1 คาบ และทดสอบหลังเรียน (Posttest) 1 คาบ ทดสอบหลังเรียนซ้ำ 1 คาบ รวมทั้งหมด 12 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา หมายถึง บทเรียนที่ผู้วิจัยประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการกับ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ภาพกราฟิก ตลอดจนการมีปฏิสัมพันธ์มาผสมผสานกับบทเรียนที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เนื้อหาตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา และได้ออกแบบการนำเสนอเนื้อหา ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา โดยระบุส่วนสำคัญของปัญหาได้แก่ สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร ข้อมูลและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงของสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาน้อยๆ 1 วิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา แล้วสร้างเป็นประโยคสมการ

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนลงมาปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ เริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนก็ค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีใหม่แก้ปัญหานั้นถือว่าเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบความถูกต้อง เป็นขั้นการตรวจสอบของการดำเนินการในแต่ละขั้น เพื่อพิจารณาความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและความถูกต้องของคำตอบหมายถึง วิธีการปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนคือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน 4) ตรวจสอบผล มีการเสริมแรง เพื่อให้ผู้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เรียนซ้ำได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ เมื่อนักเรียนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแล้วจะมีแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. การแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา(Polya's Four – Stage Method,1957) หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธี การแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิด 4 ขั้นตอนของโพลยา ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน และขั้นที่ 4 ตรวจสอบความถูกต้อง

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หลังจากนำไปใช้กับนักเรียนแล้วทำให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดตามเกณฑ์ 70/70 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

70 ตัวแรก หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบในแต่ละเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา คิดเป็นร้อยละ70ของคะแนนทั้งหมด

70 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตรงตามเนื้อหาและมาตรฐานตัวชี้วัด วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยสร้างเป็นสถานการณ์ 5 สถานการณ์ ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบตามขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya's Four - stage Method,1957) 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา3)ดำเนินการตามแผน 4) ตรวจสอบผล และมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิค

6. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน หมายถึง ความสามารถในการจำหรือระลึกได้กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ หลังจากผ่านมาแล้ว 2 สัปดาห์และสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาประยุกต์กับสถานการณ์หรือประสบการณ์ใหม่ได้ โดยวัดจากผลคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

เปรียบเทียบกับ การทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้เมื่อผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ โดยมีผลคะแนนไม่แตกต่างกัน

7. ความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียน หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยวัดจากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. นักเรียน หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสื่อมัลติมีเดีย ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยามาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียนี้ให้นักเรียนศึกษาด้วยตัวเองอย่างเป็นระบบสามารถเลือกเรียนได้ตามความสามารถ ย้อนกลับไปกลับมาได้ เรียนได้ทุกเวลาและทุกสถานที่ สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์(Interaction)กับบทเรียนในคอมพิวเตอร์ สามารถรับทราบข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)ทันทีหลังจากที่นักเรียนได้ปฏิบัติตามขั้นตอนของคำสั่งในระบบ ดังแผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภูมิที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ ผู้วิจัย ได้ศึกษาค้นคว้า เอกสาร วารสาร วรรณกรรม หลักการ ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้าน ต่างๆดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551
 - 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.2 โครงสร้างรายวิชา ค22102-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย (Computer Multimedia Instruction)
 - 2.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.2 ลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.3 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.4 มัลติมีเดียกับการเรียนการสอน
 - 2.5 การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.5.1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.5.2 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
3. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 3.1 การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 3.1.1 การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 3.1.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

4. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 4.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.2 ความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.5 ลักษณะของนักแก้ปัญหาที่ดี
- 4.6 ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.7 การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.8 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.9 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.10 การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

5. แนวคิดในการแก้ปัญหา

- 5.1 การแก้ปัญหาตามแนวคิด 4 ขั้นตอนของโพลยา(Polya's Four-Stage Method,1957)
- 5.2 การสังเคราะห์งานวิจัยการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

6. ความคงทนในการเรียนรู้

- 6.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้
- 6.2 กระบวนการเรียนรู้และการจำ
- 6.3 วิธีที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้
- 6.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการจำและความคงทนต่อการเรียนรู้
- 6.5 การวัดความคงทนในการเรียนรู้

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 7.1 งานวิจัยในประเทศ
- 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข(กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 56)

กระทรวงศึกษาธิการ(2552: 56-57) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้เยาวชนทุกคนได้เรียนคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นดังต่อไปนี้

จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริงสมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติการนิยามแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิตการแปลงทางเรขาคณิต(geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน(reflection) และการหมุน (rotation)

พีชคณิต แบบรูป(pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอการเชื่อมโยง ความรู้

ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.1 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์

ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิยาม (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้

แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์ที่แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

(mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย

และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้

อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและ

แก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

หมายเหตุ 1. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบมีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวินัย มีวิจรรณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

2. ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินในระหว่างการเรียนการสอน หรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้



1.2 โครงสร้างรายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำอธิบายรายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์

รายวิชา พื้นฐาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ภาคเรียนที่ 2

จำนวน 1.5 หน่วยการเรียนรู้

ศึกษาความรู้พื้นฐานเบื้องต้น ในสาระต่อไปนี้

ทฤษฎีบทพีทาโกรัส: สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส การนำไปใช้ในกิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการโดยใช้ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง: จำนวนตรรกยะ การเขียนทศนิยมซ้ำให้อยู่ในรูปเศษส่วน จำนวนอตรรกยะ กรณที่ที่สองของจำนวนจริง การหากรณที่ที่สองของจำนวนจริง กรณที่สามของจำนวนจริง ความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็ม จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ กิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนจริง

การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว: การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กราฟแสดงคำตอบ การแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การตรวจสอบคำตอบ กิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการโดยใช้ความรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เส้นขนาน: เส้นขนานและมุมภายใน เส้นขนานและมุมแย้ง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน เส้นขนานและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์กันแบบมุม-ด้าน-มุม กิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเส้นขนาน

ใช้กิจกรรมเสริมทักษะและกระบวนการ ในการให้เหตุผล การแก้ปัญหา การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัว ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน

เพื่อให้ นักเรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

รหัสตัวชี้วัดมีทั้งหมด 16 ตัวชี้วัดประกอบด้วย ค1.1 ม.2/1-2/3, ค1.2 ม.2/1-2/2, ค1.3 ม.2/1, ค1.4, ม.2/1, ค3.2, ม.2/1-2/2, ค4.2 ม.2/1, ค5.2 ม.2/1 และ ค6.1 ม.2/1-2/6

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์

โครงสร้างรายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์

รายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โรงเรียนราชินีบูรณะ

เวลารวม 60 ชั่วโมง

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา (คาบ)	น้ำหนัก คะแนน
1	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	ค 3.2 ม.2/2 ค.6/1- ค.2/6	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้าน ตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้าน ประกอบมุมฉาก บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับรูปสามเหลี่ยมใดๆ ถ้า กำลังสองของความยาวของด้านด้าน หนึ่ง เท่ากับผลบวกของกำลังสอง ของความยาวของด้านอีกสองด้าน แล้วรูปสามเหลี่ยมนั้นเป็นรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก	12	12
2	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง	ค1.1, ม 2/1, ม.2/2, ม. 2/3 ค1.2 ม2/1, ม 2/2 ค1.3 ม1.3, ม 2/1 ค1.4 ม2/1 ค 6.1 ม 2/1, ม2/2, ม.2/3, ม.2/4, ม.2/5 และ ม. 2/6	จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่เขียน แทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$ เศษส่วนใดๆ $\frac{a}{b}$ เมื่อ a เป็นจำนวนเต็ม และ b เป็น จำนวนเต็มที่ไม่เท่ากับศูนย์ สามารถ เขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมได้ โดยการ นำตัวส่วนไปหารตัวเศษจำนวนที่ไม่ สามารถเขียนแทนได้ด้วยทศนิยมซ้ำ หรือเศษส่วนเมื่อ a และ b เป็นจำนวน เต็มที่ $b \neq 0$ เรียกว่าจำนวนอตรรกยะ จำนวนจริง ประกอบด้วยจำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ ให้ a แทนจำนวนจริงบวกใดๆ หรือ	18	18

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์ (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา (คาบ)	น้ำหนักคะแนน
			ศูนย์ รากที่สองของ a คือ จำนวนจริงที่ยกกำลังสองแล้วได้ a ให้ a เป็นจำนวนจริงใด ๆ รากที่สามของ a คือ จำนวนจริงที่ยกกำลังสามแล้วได้ a เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sqrt[3]{a}$		
3	การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	ค 4.2 ม. 2/1 ค 6.1 ม. 2/1-ม.2/6	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือ สมการที่มีรูปแบบทั่วไปเป็น $ax+b=0$ โดยที่ x เป็นตัวแปร a, b เป็นค่าคงตัว และ $a \neq 0$ 4 ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาได้แก่ 1. การทำความเข้าใจ 2. การวางแผน 3. การดำเนินการตามแผน 4. การตรวจสอบ	12	12
4	เส้นขนาน	ค 4.2 ม. 2/1 ค6.1 ม. 2/1,ม2/2, ม.2/3,ม.2/4, ม.2/5 และม. 2/6	1. เส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกัน ขนานกันก็ต่อเมื่อ เส้นตรงสองเส้นนั้นไม่ตัดกัน 2. เส้นตรงสองเส้นขนานกันก็ต่อเมื่อ ระยะห่างระหว่าง 3. ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกันก็ต่อเมื่อขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา 4. ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด ก็ต่อเมื่อมุมแย้งมีขนาดเท่ากัน 5. ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกันก็ต่อเมื่อมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกัน	18	18

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์ (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	เวลา (คาบ)	น้ำหนัก คะแนน
			<p>ของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน</p> <p>6. ในรูปสามเหลี่ยมใดๆ ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180 องศา</p> <p>7. ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไปมุมภายนอกของสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นจะมีขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น</p> <p>8. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีมุมที่มีขนาดเท่ากันสองคู่และด้านคู่ที่อยู่ตรงข้ามกับมุมคู่นั้นที่มีขนาดเท่ากันยาวเท่ากันหนึ่งคู่แล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นเท่ากันทุกประการ</p>		

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย (Computer Multimedia Instruction)

2.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

มัลติมีเดีย (Multimedia) มีความหมายค่อนข้างกว้างแล้วแต่มุมมองและประโยชน์ที่จะนำไปใช้งาน อาทิเช่น มุมมองของคนทำงานด้านการผลิตสื่อ อาจะหมายถึงการได้ตอบหรือการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ ส่วนในมุมมองของนักการศึกษาอาจจะหมายถึงการนำสื่อหลากหลายประเภทมาใช้ร่วมกันหรือที่เรียกว่าสื่อประสมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียน เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามความหมายดังกล่าวข้างต้นเป็นเพียงมุมมองหรือแนวคิดของแต่ละคนเท่านั้น แต่มีนักวิชาการและนักเทคโนโลยีการศึกษาได้ให้ความหมายของมัลติมีเดียไว้ดังต่อไปนี้

ไฮนิค (Heinich, 1982: 267, อ้างถึงใน นลินพร แก้วศศิวิมล, 2552: 34) ได้ให้ความหมายของคำว่า มัลติมีเดีย หมายถึง การรวมสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ, กราฟิก, เสียง, ภาพและวีดิทัศน์ระบบของคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานให้มีลักษณะการโต้ตอบ

กรีน (Green, 1993: 217, อ้างถึงใน นลินพร แก้วศศิวิมล, 2552: 34) ได้ให้ความหมายว่า การใช้คอมพิวเตอร์มาควบคุมเครื่อง เพื่อให้ทำงานร่วมกัน เช่น การสร้างโปรแกรมเพื่อนำเสนองานที่เป็นข้อความ ภาพเคลื่อนไหว หรือมีเสียงประกอบสลับกับเสียงดนตรี สร้างบรรยากาศให้น่าสนใจ เป็นสื่อที่เข้าร่วมในระบบมีทั้งภาพและเสียงพร้อมๆกัน โดยการนำเสนอเนื้อหา วิธีการเรียนและการประเมินผล

มอลดิน (Mauldin, 1996: 36, อ้างถึงใน มัณฑนา ศรีเทพ, 2553:15)กล่าวว่า มัลติมีเดียคือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการแสดงผลในรูปของ วิดีโอ เสียงดนตรี ภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบ

สลอสส์ (Sloss,1997: 36, อ้างถึงใน มัณฑนา ศรีเทพ, 2553: 15) ได้ให้ความหมายของ มัลติมีเดียว่า มัลติมีเดีย มาจากสองคำ คือ Multi หมายถึง มากหรือหลากหลาย และคำว่าMedia หมายถึงสื่อหรือข่าวสารข้อมูลซึ่งรวมกันแล้ว มัลติมีเดีย หมายถึงการใช้สื่ออย่างหลากหลายโดยการมองเห็นและการฟัง โดยจะเน้นหนักเพื่อการสื่อสารข้อมูล

ยีน ภู่วรรณ (2529: 2, อ้างถึงใน นลินพร แก้วศศิวิมล, 2552: 34) กล่าวว่า มัลติมีเดีย หมายถึง สื่อหลายอย่าง สื่อหรือตัวกลาง คือสิ่งที่ส่งความเข้าใจระหว่างกันของผู้ใช้ เช่น ข้อมูล ตัวอักษร รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ และอื่นๆ อีกที่จะนำมาประยุกต์ร่วมกัน

กฤษณ์ วัฒนารงค์ (2540: 11)ได้กล่าวไว้ว่า มัลติมีเดีย หมายถึง การนำภาพกราฟิก ตัวหนังสือและเสียงรวมกันภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้ได้ข้อมูลต่างๆที่สามารถนำมาใช้งานได้พร้อมๆกันในหลากหลายรูปแบบในเวลาเดียวกัน

กิดานันท์ มลิทอง (2544: 6) กล่าวว่า มัลติมีเดีย(Multimedia) หมายถึง การนำสื่อหลายๆประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการเรียน โดยใช้สื่อแต่ละอย่างตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหา ปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมกันด้วยเพื่อการผลิตหรือการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในการนำเสนอข้อมูลทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวในลักษณะของสื่อหลายมิติโดยผู้ใช้งานมีการโต้ตอบกับสื่อโดยตรง

กรมวิชาการ (2544: 1) กล่าวไว้ว่า มัลติมีเดีย คือการใช้สื่อมากกว่าหนึ่งสื่อร่วมกัน เพื่อนำเสนอข่าวสารความรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้รับสารสามารถรับข่าวสารได้มากกว่าหนึ่งทางและหลากหลายรูปแบบ โดยผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบและควบคุมมัลติมีเดียได้ ไม่เหมือนกับการดูทีวี ดูภาพยนตร์หรือแม้แต่ดูคอนเสิร์ต เพราะผู้ใช้งานไม่เพียงแต่เพียงเฝ้าดูหรือฟังในรูปแบบเดิม แต่สามารถกดแป้นพิมพ์ คลิกเมาส์ สัมผัสจอภาพหรือพิมพ์คำสั่งโต้ตอบได้

กระทรวงศึกษาธิการ (2544: 3, อ้างถึงใน นลินพร แก้วศิริวิมล, 2552: 32) ได้ให้ความหมายว่า มัลติมีเดียแปลความหมายได้หลายอย่าง หากพิจารณาคำว่า Multimedia ตามพจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน แปลว่า สื่อประสมหรือสื่อหลายแบบซึ่งมีหมายถึง การใช้อุปกรณ์ต่างๆเพื่อร่วมกันนำเสนอข้อมูลเป็นหลัก โดยเน้นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากเทคนิคการนำเสนอ เช่น ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นบนจอคอมพิวเตอร์ หรือบนจอร์ับภาพในรูปแบบอื่นๆ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2545: 96) กล่าวไว้ว่า มัลติมีเดียเป็นการสร้างโปรแกรมนำเสนองาน มีการเคลื่อนไหวมีเสียงบรรยายสลับกันไปการทำงาน สื่อที่เข้าร่วมในระบบสื่อประสมอาจเป็นทั้งสัญญาณภาพและสัญญาณเสียงโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง (2546: 1, อ้างถึงใน นลินพร แก้วศิริวิมล, 2552: 32) ได้ให้ความหมายว่า มัลติมีเดีย คือ การใช้สื่อหลายประเภทร่วมกัน คำว่ามัลติมีเดียใช้กันมานานแล้วและมักนิยมเรียกทับศัพท์ว่ามัลติมีเดีย แต่เดิมใช้โดยการต่อพ่วงอุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกันซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนในการต่อพ่วงและควบคุมการทำงาน มัลติมีเดียมีบทบาทต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก มีลักษณะเป็นข้อความ มีภาพและเสียงประกอบ เชื่อว่าจะช่วยทำให้มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

วรารภรณ์ นันทียกุล (2550: 20) กล่าวว่า มัลติมีเดียคือเทคโนโลยีที่ทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการแสดงออกของข้อมูลในรูปของการผสมผสานระหว่างข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงเข้าด้วยกัน ตลอดจนมีการนำระบบโต้ตอบกับผู้ใช้มาผสมผสานด้วย

ผจญ รุ่งอรุณเลิศ (2551: 11) กล่าวว่า สื่อมัลติมีเดีย หมายถึงสื่อการสอนในรูปแบบสื่อคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอข้อมูลเนื้อหาวิชาในรูปแบบการ์ตูนแอนิเมชัน 2มิติ ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงบรรยาย โดยผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อเหล่านั้นได้

วชิราภรณ์ ผลเรือง (2551: 7) กล่าวไว้ว่าสื่อมัลติมีเดีย หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงผลในลักษณะผสมสื่อหลายชนิด โดยเน้นที่การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เห็น เลือกลงและรับฟังข้อมูลข่าวสารผ่านจอคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลต่างๆ รวบรวมรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย เสียงประกอบและเสียงดนตรี นักเรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้ และมีการป้อนกลับทันที

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2553: 73) ให้ความหมายของมัลติมีเดียไว้ว่า เป็นการนำสื่อหลายๆ อย่างมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เช่น รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เครื่องเล่นวีดิทัศน์ เครื่องบันทึกเสียง เป็นต้น โดยมีระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย

โสมภิลัย สุวรรณ (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะส่วน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลลำพูน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามนำในการชี้แนะแนวทางให้นักเรียนนำกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาไปใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะส่วน โดยขั้นตอนทั้งสี่ ของกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาสามารถยึดหยุ่นได้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการวางแผนการแก้ปัญหา แต่ยังมี ความบกพร่องในด้านการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ เนื่องจากไม่สามารถทำได้ครบทุกขั้นตอน ในด้านการตรวจคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจคำตอบอย่างครบถ้วนและถูกต้อง

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นจึงสามารถสรุปได้ว่า สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นสื่อความหมายกับนักเรียนโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ(text) กราฟิก(Graphic) ภาพนิ่ง(Image) ภาพเคลื่อนไหว(Animation) เสียง (Sound) และวีดิทัศน์(Video) ผู้ใช้สามารถที่จะควบคุมสื่อให้นำเสนอออกมาตามต้องการได้ จะเรียกว่า สื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์(Interactive Multimedia) การปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้สามารถจะกระทำได้โดยผ่านทางคีย์บอร์ด(Keyboard) เมาส์(Mouse) หรือตัวชี้ (Pointer) เป็นต้น การใช้สื่อมัลติมีเดียในลักษณะปฏิสัมพันธ์ก็เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้หรือทำกิจกรรม ดูสื่อต่างๆ ด้วยตนเองได้ มีผลย้อนกลับทันทีที่ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจ และเร้าความสนใจ เพิ่มความสนุกสนานในการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเรียนซ้ำหลายๆ ครั้งและไม่จำกัดเวลา และที่สำคัญคือ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ทักษิณา สอนานนท์(2530: 211-213, เซาวเลิศ เลิศชโลฬาร ม.ป.ป.: 1, อ่างถึงในอนุชา คชะชัชย, 2554: 27-28) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เป็นสื่อที่ได้รับการพัฒนา มาจากบทเรียนสำเร็จรูป เป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

1. เริ่มจากสิ่งที่รู้ไปถึงสิ่งที่ไม่รู้ จัดการสอนในเนื้อหาเรียงไปตามลำดับ (Linear Sequence) เริ่มจากเรื่องที่นักเรียนรู้อยู่แล้วไปจนถึงเรื่องใหม่ๆ ที่ยังไม่รู้ โดยทำเป็นกรอบ (Frame) หลายๆ กรอบ นักเรียนจะค่อยๆ เรียนไปที่ละกรอบตามลำดับ จากง่ายไปหายาก
2. เนื้อหาจะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อย ค่อนข้างง่าย และมีสาระใหม่ไม่มากนัก ความเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรอบจะต้องสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
3. แต่ละกรอบจะต้องมีการแนะนำความรู้ใหม่เพียงอย่างเดียว การแนะนำความรู้หรือเนื้อหาใหม่ๆ ทีละมากๆ จะทำให้นักเรียนสับสนได้ง่าย

4. ในระหว่างเรียนจะต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกคน เช่น การตอบคำถาม ทำแบบทดสอบไม่ใช่เพียงคิดตามอย่างเดียว

5. การเลือกคำตอบที่ผิด อาจทำให้ต้องกลับไปทบทวนกรอบของบทเรียนเก่าหรือไม่ก็กรอบใหม่ที่อธิบายถึงความเข้าใจผิดหรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หรือถ้าเป็นคำตอบที่ถูกต้องนักเรียนจะได้เรียนใหม่เพิ่มเติม

6. การเรียนโดยวิธีนี้ทำให้นักเรียนเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง จะใช้เวลาในการทบทวนบทเรียน หรือคิดคำตอบแต่ละข้อนานเท่าใดก็ได้ นักเรียนจะไม่รู้สึกถูกกดดันด้วยกำหนดเวลาที่ต้องรอเพื่อน หรือตามเพื่อนให้ทันเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

7. การเรียนในลักษณะนี้เป็นการเรียนโดยเน้นที่ความถนัดของแต่ละบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกัน แม้ในวิชาเดียวกันการเรียนบทเรียนแต่ละบทก็ใช้เวลาไม่เท่ากัน

8. ในการเสนอบทเรียนลักษณะนี้ การทำสรุปท้ายบทเรียนแต่ละบท จะช่วยให้นักเรียนได้วัดผลตนเอง ประเมินผลการเรียนการสอนของตนเองว่า บรรลุตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่

9. การทำกรอบบทเรียนแต่ละบทนั้น ถ้าทำได้ดีเราจะสามารถวิเคราะห์คำตอบได้ด้วยประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคนอาจทำให้คำตอบแตกต่างกันออกไป เราสามารถวิเคราะห์จากคำตอบของนักเรียนได้ว่า การเลือกคำตอบข้อนั้นๆ ถ้าเป็นคำตอบที่ผิดเป็นเพราะอะไร

10. การกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ปลายทางว่าต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจะช่วยให้การแบ่งเนื้อหา ซึ่งจะต้องเรียนไปตามลำดับทำได้ดีขึ้น ไม่ออกนอกกลุ่มนอกทาง

วสันต์ อดิศัพท์ (2530 ก : 19 – 21; 2530 ข : 77-80, อ้างถึงใน อนุชา คະชาชัย, 2554: 31-33) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ดังนี้

นับตั้งแต่คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาท และเป็นที่ยอมรับกันในวงการศึกษา ในรูปของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียคอมพิวเตอร์นักการศึกษา นักวิชาการ และนักเทคโนโลยีการศึกษาต่างให้ความสนใจต่อการศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย อย่างกว้างขวางโดยมุ่งศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอย่างกว้างขวางโดยมุ่งศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ให้มีคุณค่าต่อการเรียนการสอนอย่างแท้จริง บทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นบทเรียนที่ใช้การเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง ที่นำเอาหลักการของบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) ของสกินเนอร์ (Skinner) และเครื่องช่วยสอนเพรสซี (Presey) มาผสมผสานโดยมีจุดมุ่งหมายที่จะตอบสนองในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน เพื่อให้บรรลุผลเป็นรายบุคคลโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ ทำให้บทเรียนมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะคอมพิวเตอร์

สามารถแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนโปรแกรมได้ เช่นความเร็วในการเสนอเนื้อหาการช้้นคำตอบ การเสริมแรง เป็นต้นซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้เป็นขั้นตอน (วสันต์ อดิศัพท์, 2530 ก: 19 – 2 ; 2530 ข: 77-80) ดังนี้

1. ช้้นนำเข้าสู่บทเรียน จะเริ่มตั้งแต่การทักทายนักเรียน บอกวิธีการเรียน บอกวิธีการเรียน และวัตถุประสงค์ของการเรียนเพื่อให้นักเรียนทราบว่าเมื่อจบบทเรียนเขาจะทำอะไรได้บ้างซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ สามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหวเสียง หรือผสมผสานอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนต่อไป บางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของนักเรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการ (Menu) ให้นักเรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนรู้ก่อนหลังด้วยตัวเอง

2. ช้้นเสนอเนื้อหา เมื่อนักเรียนเลือกเรียนในหัวเรื่องใด บทเรียนคอมพิวเตอร์ก็จะเสนอเนื้อหาที่ออกมาเป็นกรอบ (Frame) โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตัวอักษร ภาพ เสียง ต่าง ๆ ตลอดจนกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อสร้างความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในมโนทัศน์ต่าง ๆ ได้ดี อาจจะเน้นด้วยสีเส้นการโยงไปมาระหว่างกรอบต่างๆแต่ละกรอบก่อนจะเสนอเนื้อหาทีละประเด็น โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก เรียงลำดับไปเรื่อยๆ นักเรียนจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเองเพื่อให้ได้เรียนรู้ให้มากที่สุดตามความสามารถของเขาและมีการชี้แนะ (Prompting Cues) หรือจัดเนื้อหาสำหรับช่วยเหลือนักเรียน (Help Sequence) เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่

3. ช้้นคำถามและคำตอบ หลังจากเสนอเนื้อหาของบทเรียนแล้ว เพื่อวัดว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อเรื่องที่เรียนผ่านมาก็จะมีการทบทวน โดยให้ทำแบบฝึกหัดทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญอาจเป็นคำถามแบบเลือกตอบ แบบถูกผิดแบบจับคู่หรือแบบเติมคำ ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่นักเรียนได้น่าสนใจกว่าแบบทดสอบธรรมดาและนักเรียนจะตอบคำถามผ่านแป้นพิมพ์ (Keyboard) นอกจากนี้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของนักเรียนได้ และถ้านักเรียนตอบไม่ได้ในเวลาที่ตั้งเอาไว้บทเรียนคอมพิวเตอร์จะเสนอความช่วยเหลือให้

4. ช้้นตรวจคำตอบ เมื่อได้รับคำตอบจากนักเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้นักเรียนได้ทราบทันทีอาจจะออกมาในรูปแบบของข้อความ กราฟิก หรือเสียง ถ้านักเรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) เช่น คำชมเชยเสียงเพลง หรือภาพกราฟิก ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ก็จะบอกใบ้หรือให้การช้้อมเสริมเนื้อหาแล้วให้คำตอบใหม่ และเมื่อตอบได้ถูกต้อง จึงก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนหน่วยนั้น

5. ชั้นปิดบทเรียน เมื่อนักเรียนศึกษาจบบทเรียนแล้วคอมพิวเตอร์จะประเมินผลนักเรียนโดยให้ทำแบบทดสอบซึ่งจุดเดินของคอมพิวเตอร์ก็คือ สามารถสุ่ม (Random) ข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่สร้างไว้ และเสนอให้นักเรียนแต่ละคนไม่เหมือนกันทำให้นักเรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการทำในครั้งแรกหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ได้และเมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ นักเรียนจะได้ทราบคะแนนการสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียน

2.3 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง (ม.ป.ป) การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย. เข้าถึงเมื่อ 5 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <http://www.ritticha.com> กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นรูปแบบหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งการออกแบบคอมพิวเตอร์นิยมใช้วิธีการต่อไปนี้

1. การฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice Method)

รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบการฝึกและปฏิบัติ เป็นวิธีการสอนโดยสร้างโปรแกรมเน้นการฝึกทักษะและการปฏิบัติให้นักเรียนได้ฝึกเป็นขั้นเป็นตอน และจะไม่ให้ข้ามขั้นจนกว่าจะฝึกปฏิบัติหรือฝึกในขั้นต้นเสียก่อนจึงจะฝึกในทักษะขั้นสูงต่อไป โปรแกรมประเภทนี้พบได้บ่อยในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อฝึกทักษะและการคำนวณและภาษาอังกฤษหรือฝึกความสามารถในการใช้ภาษาทั้งหมด อ่าน ฟัง และเขียน โปรแกรมสำหรับการฝึกทักษะและการปฏิบัติลักษณะนี้จะมีความถามให้นักเรียนตอบหลาย ๆ รูปแบบ และคอมพิวเตอร์ก็จะเฉลยคำตอบที่ถูกเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนในแต่ละจุดการสอน ระดับความยากง่ายสามารถปรับเปลี่ยนได้เช่นเดียวกับรูปแบบการย้อนกลับ (Feedback) อาจเป็นทางบวก (Positive) หรือทางลบ (Negative) ก็ได้ รวมทั้งสามารถให้การเสริมแรงในรูปแบบของรางวัลและการลงโทษต่างๆได้อีกด้วย

2. การสอนเสริม (Tutorial Method)

รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบการสอนเสริม ในการสอนโดยวิธีนี้คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่คล้ายผู้สอน โปรแกรมที่ออกแบบจะเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบโต้กับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง นักเรียนสามารถจะเดาคำตอบหรือทดลองตอบกับเครื่องตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ได้ รูปแบบของโปรแกรมจะเป็นแบบสาขา (Branching Programmed Instruction) ซึ่งคุณภาพของโปรแกรมที่ใช้หลักการนี้จะขึ้นอยู่กับความสามารถของโปรแกรมเมอร์ที่สร้างออกมาให้มีความสมบูรณ์ในด้านเนื้อหา เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมและปรับได้เหมาะสมกับความ

แตกต่างของนักเรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด ถ้าสามารถทำได้ครบทั้งสามประการจะพบว่าเป็นการสร้างโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพไม่แพ้ผู้สอน

3. เกม (Gaming Method)

รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบเกม มีการออกแบบโดยการใช้วิธีการของเกมซึ่งมีความเฉพาะของลักษณะวิธีการออกแบบโปรแกรม ลักษณะนี้โปรแกรมอาจจะไม่มีการสอนโดยตรง แต่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมโดยการฝึกจะส่งเสริมทักษะและความรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมก็ได้ การใช้เกมในการสอนนอกจากจะใช้สอนโดยตรง อาจออกแบบให้ใช้ในชว่งใดชว่งหนึ่งของการสอน เช่น ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน ช้่นสรุป หรือใช้เป็นกาไรให้รางวัลหรือประกอบการทำรายงานบางอย่างได้ด้วย

4. สถานการณ์จำลอง (Simulation Method)

รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลองเป็นการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้ปรากฏเป็นรูปร่าง หรือสิ่งของไม่ซับซ้อนและยากต่อการเข้าใช้ การใช้ Simulation จะลดระดับความจริงที่เป็นอยู่ในเรื่องของรูปทรง ขนาด เวลา และสถานที่ให้นักเรียนสามารถเห็นได้อย่างละเอียด โปรแกรมที่ใช้ส่วนมากจะใช้ฝึกนักบิน ตำรวจ และทหาร ในการจำลองสถานการณ์แล้วฝึกให้นักเรียนตอบให้ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำเมื่อพบกับสถานการณ์จริง

5. การค้นพบ (Discovery Method)

รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบการค้นพบ จะมีการออกแบบโปรแกรมการสอนด้วยวิธีให้ค้นหาคำตอบเองโดยจะมีลักษณะที่ให้นักเรียนเรียนจากส่วนย่อยและรายละเอียดต่าง ๆ แล้วนักเรียนสรุปเป็นกฎเกณฑ์ ซึ่งถือเป็นการค้นพบ การศึกษาวิธีนี้เป็นกาไรใช้กาเรียนรู้แบบอุปนัย (Inductive) นักเรียนอาจจะเรียนรู้โดยการค้นคว้าจากฐานข้อมูลแล้วลองแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เสมือนเป็นการทำแบบฝึกหัดในห้องปฏิบัติการบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อค้นพบสูตรหรือหลักการได้ด้วยตนเอง โดยศึกษาฐานข้อมูลที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับอาชีพต่าง ๆ ทำให้นักเรียนได้ศึกษาและพบเห็นอาชีพในแบบต่าง ๆ (Career Exploration)

6. การแก้ปัญหา (Problem – Solving Method)

รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบการแก้ปัญหา การใช้โปรแกรมการสอนบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบนี้มีวิธีการพิจารณาได้ 2 วิธี คือ ทำให้โปรแกรมให้นักเรียนสร้างโปรแกรมและปัญหาเอง แล้วให้เครื่องช่วยในการค้นหาคำตอบ ซึ่งอาจจะเป็นปัญหาต่าง ๆ ทางการคำนวณ โดยเครื่องจะช่วยคำนวณหรือค้นหาคำตอบจากฐานข้อมูลต่าง ๆ หรือแหล่งอ้างอิงต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาของนักเรียนที่สร้างขึ้นได้ อีกแบบหนึ่งเป็นแบบที่ผู้สอนหรือโปรแกรมเมอร์ได้สร้างไว้แล้ว

สำหรับให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบ หลักการสำคัญประการหนึ่งที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมประเภทนี้คือโปรแกรมไม่ควรให้มีการแก้ปัญหาโดยวิธีเดียว เพราะจะเป็นการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งผิดกับจุดประสงค์ แต่ควรจะเป็นโปรแกรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้วิธีการต่าง ๆ ได้หลาย ๆ วิธีเพื่อหาคำตอบของปัญหานั้น

ออเทนและคณะ (Auten and Other, 1983, อ้างถึงใน ทวิช สงวณรัมย์, 2549: 13-15, อ้างถึงใน มัณฑนา ศรีเทพ, 2553: 21) กล่าวถึงการนำเสนอเนื้อหาในคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ประเภทต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการนำเสนอเนื้อหา (Tutorial Lesson) คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประเภทนี้มักใช้สำหรับเนื้อหาใหม่หรือเนื้อหาที่นักเรียนไม่เคยเรียนเมื่อนำเสนอเนื้อหาแล้วจะมีบททดสอบเพื่อวัดความเข้าใจของบทเรียน แบบทดสอบนี้อาจจะเป็นคำถามประเภทปลายเปิด (Open-ended Question) ให้นักเรียนหาคำตอบเองหรือคำถามแบบปลายปิด (Close-ended Question) ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกจากที่กำหนดมาให้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเสนอเนื้อหาที่ดีจะต้องนำเสนอคำถามที่เป็นลำดับขั้นของเหตุผล (Logical progressions) ให้ตรงกับจุดมุ่งหมายการนำเสนอเนื้อหาในหน่วยย่อยๆ แต่มีข้อความมากกว่าคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ใช้เพื่อฝึกและปฏิบัติ

2. คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อฝึกและปฏิบัติ (Dill and Practice Lesson) คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประเภทนี้เน้นการฝึกทักษะหลังจากนักเรียนได้เรียนบทเรียนนั้นๆ ไปแล้วทักษะที่นำมาฝึกจะเป็นทักษะด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และภาษาต่างๆ สำหรับโปรแกรมการฝึกนั้น นักเรียนจะได้ฝึกหัดจากปัญหา ซึ่งมีการจัดลำดับของทักษะต่างๆ จากง่ายไปหายากและนักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดจนครบทั้งหมด คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อฝึกจะเสนอเนื้อหาย่อยๆ เรียกว่ากรอบ (Frame) แต่ละกรอบเน้นการตั้งคำถามเฉพาะเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว นักเรียนตอบคำถามนั้นโดยสร้างคำตอบเองหรือเลือกคำตอบที่ถูกต้อง มีข้อมูลย้อนกลับ เพื่อบอกผลของคำตอบโดยทันที คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อฝึกและปฏิบัตินั้นไม่ได้เป็น ความพยายามที่จะสอนแต่เป็นการรวบรวมการฝึกทักษะของบทเรียนที่นักเรียนได้เรียนไปแล้วเรียบร้อยแล้ว

3. คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา (Problem Solving Lesson) คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประเภทนี้เป็นแบบสาขา เช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการนำเสนอเนื้อหา และคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ใช้ในสถานการณ์จำลอง ผู้สร้างคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะต้องนึกถึงความเป็นไปได้ในการที่จะตอบสนองอย่างอิสระ กล่าวคือ จะมีคำถามซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ และเป็นคำถามที่ใช้ในชีวิตประจำวันจริงๆ เมื่อนักเรียนตอบ

คำถามแล้วคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะต้องนำเสนอคำถามให้ต่อเนื่องกับคำตอบของนักเรียนใน ลักษณะบทสนทนาระหว่างบุคคล 2 บุคคล คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียนี้ จะต้องป้อนข้อมูลเพื่อเป็นคำชี้แนะ (Key words) ให้มากเท่าที่เป็นไปได้เพื่อจะเอื้อต่อความคิดของนักเรียนแต่ละคน

4. คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อใช้ในสถานการณ์จำลอง (Simulation Lesson) คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประเภทนี้เป็นแบบแตกกิ่งเช่นกัน (Solomon 1986: 20-21) ลักษณะของบทเรียนเป็นการจำลองของจริง เพื่อเป็นตัวอย่างแก่นักเรียน เพราะของจริงหรือสิ่งที่อยู่ในจินตนาการบางครั้งอาจมีขนาดเล็กเกินไปจนทำให้ไม่สะดวกในการศึกษาจากการจำแนกประเภทของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังที่กล่าวมาแล้ว จึงสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่นำมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนมี 4 ประเภทด้วยกัน คือคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อนำเสนอเนื้อหา คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อฝึกและปฏิบัติ คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อใช้ในสถานการณ์จำลอง

2.4 มัลติมีเดียกับการเรียนการสอน

วาณิช กาญจนรัตน์, 2543: 46, อ้างถึงใน มัณฑนา ศรีเทพ, 2553: 22) ได้กล่าวถึง มัลติมีเดียกับการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. การใช้มัลติมีเดียทางการเรียนการสอน ก็เพื่อเพิ่มทางเลือกในการเรียนและการตอบสนองรูปแบบของการเรียนของนักเรียนที่แตกต่างกัน การจำลองสภาพการณ์ของวิชาต่างๆ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ก่อนลงมือปฏิบัติจริงโดยสามารถที่จะทบทวนขั้นตอนและกระบวนการได้เป็นอย่างดี นักเรียนอาจจะเรียนหรือฝึกซ้ำได้ เช่น การใช้มัลติมีเดียในการฝึกภาษาต่างประเทศ โดยเน้นเรื่องของการออกเสียงและฝึกพูด เป็นต้น

2. การใช้มัลติมีเดียเพื่อเป็นวัสดุทางการสอน ทำให้การสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้วัสดุการสอนธรรมดา และสามารถเสนอเนื้อหาได้ลึกซึ้งกว่าการสอนที่สอนตามปกติ เช่น การเตรียมเสนอไว้อย่างเป็นขั้นตอน และการใช้สื่อประเภทภาพประกอบการบรรยายและใช้ข้อความนำเสนอในส่วนรายละเอียด พร้อมภาพเคลื่อนไหวหรือการใช้วีดิทัศน์ เช่นนี้แล้วก็สามารถช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

โจนส์(Jone, 1992: 36, อ้างถึงใน ครรชิต มาลัยวงศ์, 2540: 76 อ้างถึงใน มัณฑนา ศรีเทพ, 2553: 22) สรุปถึงมัลติมีเดียว่ามีส่วนช่วยงานด้านการศึกษายุ่ง 3 ลักษณะ คือ

1. ช่วยปรับปรุงช่องทางสื่อสารระหว่างนักเรียนกับผู้สอน เพื่อช่วยให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้นช่วยในการถ่ายทอดความรู้

2. ช่วยปรับปรุงเอกสาร ซึ่งเดิมมีแต่ข้อความให้มีภาพและเสียงในรูปลักษณะต่างๆ

แฮทฟิลด์ และบิตเตอร์ (Halfield and Bitter, 1994:102-115, อ้างถึงในมัณฑนา ศรีเทพ, 2553: 22) ได้กล่าวถึงคุณค่าของมัลติมีเดียที่ใช้ในการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

3. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบเชิงรุก (active) กับแบบสื่อนำเสนอการสอนแบบเชิงรับ (passive)
4. สามารถเป็นแบบจำลองการนำเสนอหรือตัวอย่างที่เป็นแบบฝึก และการสอนที่ไม่มีแบบฝึก
5. มีภาพประกอบและมีปฏิสัมพันธ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น
6. เป็นสื่อที่สามารถพัฒนาการตัดสินใจและการแก้ปัญหาของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
7. จัดการด้านเวลาในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เวลาในการเรียนน้อย

2.5 การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.5.1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง (2547: 17-19, อ้างถึงใน อรุณา สุขแปดริ้ว, 2555: 2931) ได้กล่าวถึงการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้ 6 ประการดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis) การวิเคราะห์เนื้อหาทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้ต้องใช้ความรอบคอบ ต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เข้าช่วยรวมทั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ เริ่มตั้งแต่การพิจารณาหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์และการกำหนดขอบข่ายเนื้อหา

2. การออกแบบดำเนินเรื่อง (Flowchart) การออกแบบการดำเนินเรื่องเพื่อกำหนดขั้นตอนการเข้าสู่ส่วนต่างๆของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เช่น ส่วนของชื่อเรื่อง ส่วนแนะนำการใช้บทเรียน ส่วนวัตถุประสงค์ในการเรียนของเนื้อหา ส่วนของแบบทดสอบ ตลอดจนการกำหนดในส่วนของการออกจากบทเรียนการออกแบบในส่วนของการดำเนินเรื่องนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ผู้ออกแบบต้องกำหนดการเดินทางเรื่องในบทต่างๆและเนื้อหาย่อยในบทเรียนแต่ละบทให้มีความสะดวกในการเรียน ดังนั้นในขั้นตอนนี้ผู้สร้างจะต้องนำหลักการออกแบบการสอนมาช่วยในการออกแบบ

3. การเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) การเขียนบท หมายถึง การเขียนเรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบเนื้อหาแบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นเฟรมย่อยๆ เรียงตามลำดับตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียน บทดำเนินเรื่องจะ

ประกอบไปด้วยภาพ ข้อความลักษณะของภาพและเงื่อนไชต่างๆ โดยมีลักษณะเช่นเดียวกันกับบทสคริปต์ของการถ่ายทำสไลด์หรือภาพยนตร์ การเขียนบทดำเนินเรื่องจะยึดหลักของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผ่านมาเป็นหลัก บทดำเนินเรื่องที่ใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป ดังนั้นการสร้างบทดำเนินเรื่องจึงต้องมีความละเอียดรอบคอบและสมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างของบทเรียนในขั้นต่อไปทำได้ง่ายและเป็นระบบ อีกทั้งยังสะดวกต่อการแก้ไขบทเรียนภายหลัง การเขียนบทที่ดีผู้เขียนต้องมีความรู้ในด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา เช่น การถ่ายทำโทรทัศน์ การตัดต่อ การบันทึกเสียง การถ่ายภาพนิ่ง การใช้คอมพิวเตอร์ การสร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก และการใช้ภาษาเทคนิคต่างๆ ที่ผู้เขียนบทใช้สื่อสารกับผู้ปฏิบัติได้อย่างเข้าใจ นอกจากนี้ผู้เขียนบทต้องมีความคิดสร้างสรรค์ต้องใช้จินตนาการและสามารถนำหลักการทางด้านจิตวิทยา การศึกษามาประยุกต์ใช้ในการกำหนดภาพและเสียง ได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหาและลักษณะของนักเรียน

4. การเลือกโปรแกรมหลักและโปรแกรมตกแต่ง ในการสร้างบทเรียนโปรแกรมหลักและโปรแกรมเสริมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนนั้นมีหลายโปรแกรมเช่น Micromedia Authorware, Micromedia Dreamweaver, Director, Micromedia Flash, 3 D Studio, Max, Adobe Photoshop, เป็นต้น การเลือกใช้โปรแกรมใดนั้นโดยมากจะขึ้นอยู่กับความถนัดของผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มักใช้โปรแกรมหลักที่ใช้ในการสร้างเพียงโปรแกรมเดียวแต่อีกลักษณะหนึ่งคือการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ วิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบนี้จะเป็นการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยที่ผู้สร้างจะต้องอาศัยความชำนาญและมีประสบการณ์ในด้านการเขียนโปรแกรมต่างๆ มาแล้วเป็นอย่างดี แต่การตกแต่งให้สวยงามและการทำเทคนิคต่างๆ มีความจำเป็นต้องใช้หลายโปรแกรมร่วมกัน นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงเครื่องมืออื่นๆอีกมากมาย เช่น กล้องโทรทัศน์ เครื่องตัดต่อหรือโปรแกรมที่ใช้ในการตัดต่อเพื่อสร้างภาพเคลื่อนไหว ห้องบันทึกเสียงและอุปกรณ์สำหรับบันทึกเสียง กล้องถ่ายภาพนิ่งสำหรับสร้างภาพนิ่ง เป็นต้น

5. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในขั้นนี้จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์สร้างตามลำดับขั้นตอนที่ดำเนินการมาแล้วทั้งหมดคือ การดำเนินเรื่อง (Flowchart) และบทดำเนินเรื่อง (Storyboard)

6. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นการตรวจสอบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนเพียงใด ซึ่งแนวคิดในการประเมินมีหลายวิธี แต่วิธีการประเมินที่น่าเชื่อถืออย่างหนึ่งคือวิธีการ

ประเมินที่ใช้กระบวนการวิจัยเชิงพัฒนา ซึ่งมีวิธีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญทางเทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นผู้ประเมินคุณภาพบทเรียนที่สร้างขึ้นในเบื้องต้น หลังจากนั้นจึงนำบทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และหลังจากเรียนเสร็จทั้งหมดแล้วให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและการทำแบบทดสอบจะเป็นข้อสำคัญในการพิจารณาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้น

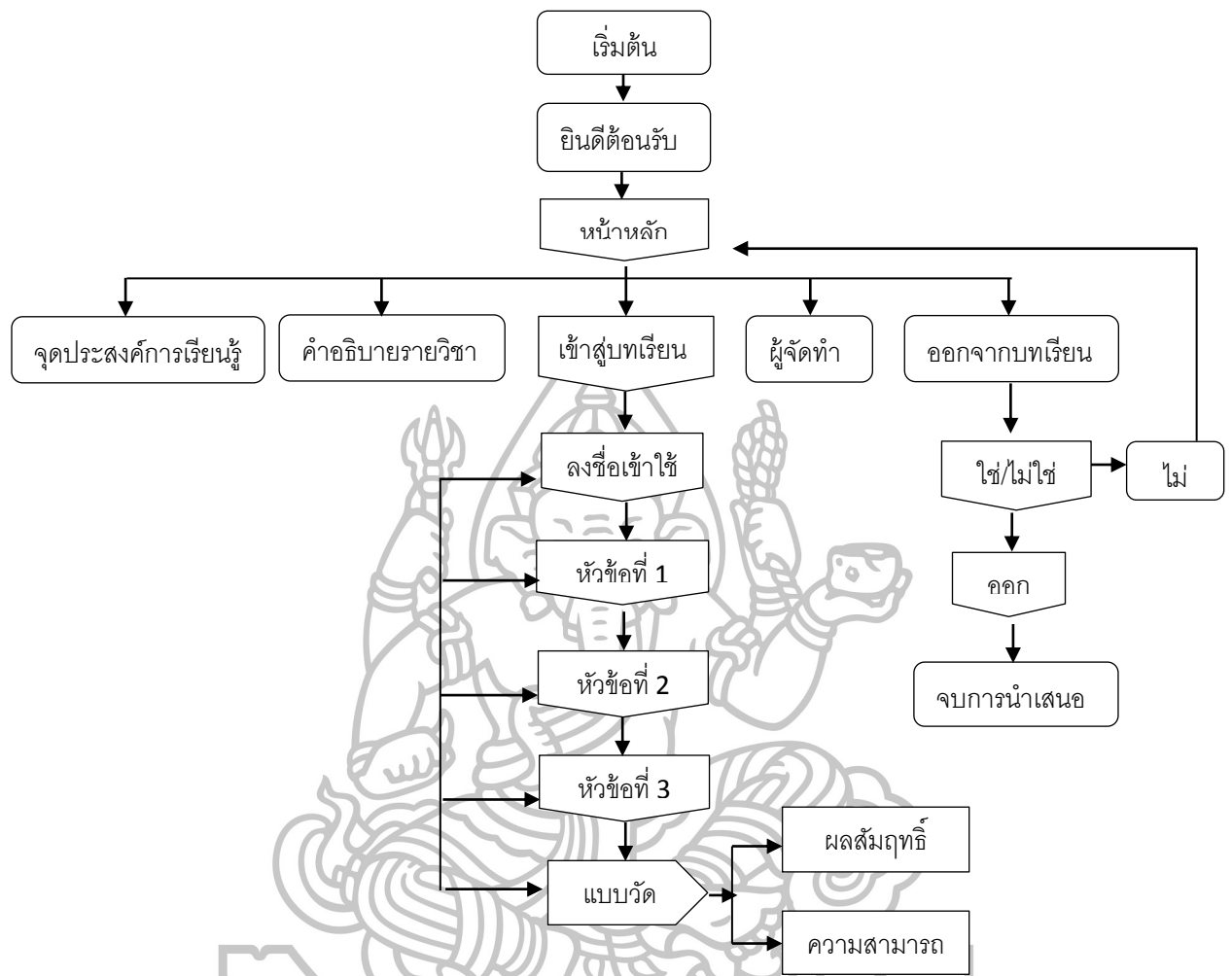
2.5.2 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบ่งได้ 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา

การวิเคราะห์เนื้อหาจะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้ต้องใช้ความรอบคอบ ต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เข้าช่วยรวมทั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ เริ่มตั้งแต่การพิจารณาหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์ และการกำหนดขอบข่ายของเนื้อหา ดังแผนภูมิที่ 2 (ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง (ม.ป.ป). การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย. เข้าถึงเมื่อ 5 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <http://www.ritticha.com>)





แผนภูมิที่ 2 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหา

2. การออกแบบการดำเนินเรื่อง (Flowchart)

การออกแบบการดำเนินเรื่องเพื่อกำหนดขั้นตอนการเข้าสู่ส่วนต่างๆของบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เช่น ส่วนของชื่อเรื่อง ส่วนแนะนำการใช้บทเรียน ส่วนวัตถุประสงค์ในการเรียน ส่วนของเนื้อหา ส่วนของแบบทดสอบ ตลอดจนการกำหนดในส่วนของการออกจากบทเรียน การออกแบบในส่วนของการดำเนินเรื่องนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ผู้ออกแบบต้องกำหนดการเดินทางเรื่องในบทต่างๆ และเนื้อหาย่อยๆ ในบทเรียนแต่ละบทให้มีความสะดวกในการเรียน ดังนั้นในขั้นตอนนี้ผู้สร้างจะต้องนำหลักการออกแบบการสอนมาช่วยในการออกแบบ

3. การเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard)

การเขียนบท หมายถึง การเขียนเรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหา แบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็น เฟรมย่อย ๆ เรียงตามลำดับ ตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียน บทดำเนินเรื่องจะประกอบด้วยภาพ ข้อความ ลักษณะของภาพและเงื่อนไขต่างๆโดยมีลักษณะเช่นเดียวกันกับบทสคริปต์ของการถ่ายทำสไลด์ หรือภาพยนตร์ การเขียนบทดำเนินเรื่องจะยึดหลักของ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผ่าน มาเป็นหลัก บทดำเนินเรื่องจะใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป ดังนั้นการสร้างบท ดำเนินเรื่องจึงต้องมีความละเอียดรอบคอบและสมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนในขั้นต่อไปทำได้ ง่ายและเป็นระบบ อีกทั้งยังสะดวกต่อการแก้ไขบทเรียนในภายหลัง การเขียนบทที่ดีผู้เขียนต้องมีความรู้ในเรื่องของเทคโนโลยีทางการศึกษา เช่นการถ่ายทำโทรทัศน์ การตัดต่อ การบันทึกเสียง การถ่ายภาพนิ่ง การใช้คอมพิวเตอร์สร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก และการใช้ภาษาเทคนิค ต่างๆที่ผู้เขียนบทใช้สื่อสารกับผู้ปฏิบัติได้อย่างเข้าใจ นอกจากนี้ผู้เขียนบทต้องมีความคิด สร้างสรรค์ ต้องใช้จินตนาการ และสามารถนำหลักการทางด้านจิตวิทยาการศึกษามาประยุกต์ใช้ในการ กำหนดภาพและเสียงได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหาและลักษณะของนักเรียน

4. การเลือกโปรแกรมหลักและโปรแกรมตกแต่งในการสร้างบทเรียน

โปรแกรมหลักและโปรแกรมเสริมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนนั้นมีหลายโปรแกรม เช่น Macromedia Authorware, Macromedia Dreamweaver, Toolbook , Director, Macromedia Flash, 3D Studio Max, Adobe Photoshop, Adobe Illustrator เป็นต้น การเลือกใช้โปรแกรมใด นั้นโดยมากจะขึ้นอยู่กับความถนัดของผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มักใช้โปรแกรมหลักที่ใช้ในการสร้างเพียงโปรแกรมเดียว แต่อีก ลักษณะหนึ่งคือการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ วิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบนี้จะเป็น การใช้ภาษาคอมพิวเตอร์สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยที่ผู้สร้างจะต้องอาศัยความชำนาญและมี ประสบการณ์ในด้านการเขียนโปรแกรมต่าง ๆ มาแล้วเป็นอย่างดี แต่การตกแต่งให้สวยงามและ การทำเทคนิคต่างๆมีความจำเป็นต้องใช้หลายโปรแกรมร่วมกัน นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึง เครื่องมืออื่นๆอีกมากมาย เช่น กล้องโทรทัศน์ เครื่องตัดต่อหรือโปรแกรมที่ใช้ในการตัดต่อเพื่อสร้าง ภาพเคลื่อนไหว ห้องบันทึกเสียงและอุปกรณ์สำหรับบันทึกเสียง กล้องถ่ายภาพนิ่งสำหรับสร้าง ภาพนิ่ง เป็นต้น

5. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในขั้นนี้ จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์สร้างตามขั้นตอนที่ดำเนินการมาแล้วทั้งหมดคือ การดำเนินเรื่อง (Flowchart) และบทดำเนินเรื่อง (Storyboard)

6. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นการตรวจสอบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนเพียงใด ซึ่งแนวคิดในการประเมินมีหลายวิธี แต่วิธีการประเมินที่น่าเชื่อถืออย่างหนึ่งคือวิธีการประเมินที่ใช้กระบวนการวิจัยเชิงพัฒนา ซึ่งมีวิธีการประเมินโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นผู้ประเมินคุณภาพบทเรียนที่สร้างขึ้นในเบื้องต้น หลังจากนั้นจึงนำบทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนโดยการให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้น ระหว่างเรียนแต่ละตอนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และหลังจากเรียนเสร็จทั้งหมดแล้วให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและการทำแบบทดสอบจะเป็นข้อมูลสำคัญในการพิจารณาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้น

สรุปได้ว่าการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะต้องได้รับความร่วมมือจากนักคอมพิวเตอร์ นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชาที่จะสร้างบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้นั้นจะต้องสร้างอย่างมีหลักการอยู่บนรากฐานของจิตวิทยาการเรียนรู้ หลักสูตรและเทคโนโลยีการศึกษา อีกทั้งยังต้องใช้เวลามาก ต้องเริ่มจากจุดมุ่งหมาย ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรม วิเคราะห์เนื้อหา มีการทดสอบก่อนเรียน ทดสอบหลังเรียน และจะต้องเริ่มจากกระบวนการร่าง นำไปปรับปรุงทดลองใช้ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ต้องใช้เวลามาก

2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง(2547: 7-8, อ้างถึงใน พิเศษฐ์ ทองนาวา, 2553: 28-30) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์นั้นเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งนับวันจะก้าวเข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้นอย่างมากในวงการศึกษา ทั้งนี้เพราะคอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติและลักษณะพิเศษ ที่สามารถเอื้ออำนวยในการเรียนการสอน และการบริหารงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าจะกล่าวถึงในด้านการเรียนการสอนนั้นก็เช่นเดียวกับสื่อประเภทอื่นๆ ที่มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการใช้ ดังนี้

ข้อดี

1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่
2. การใช้สี ภาพลายเส้น ภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริง และเร้าใจนักเรียนให้เกิดความอยากรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นต้น
3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ ช่วยในการบันทึกคะแนน และพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียนไว้ เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่องทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่นักเรียนแต่ละคน และแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที
5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่นักเรียนเป็นการช่วยให้นักเรียนที่เรียนช้าสามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนอย่างไม่มีแรงกดดันโดยไม่ต้องอายผู้อื่น เมื่อตอบคำถามผิด

นอกจากนี้การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ยังช่วยให้การเรียนการสอนในห้องเรียนแตกต่างไปจากเดิม จากแต่เดิมที่ต้องใช้กระดานดำและนักเรียนนี้ภาพเอาเอง ได้กลายมาเป็นการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเข้ามามีส่วนร่วมช่วยซึ่งคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีข้อได้เปรียบอยู่มากข้อได้เปรียบเหล่านั้นได้แก่

1. ด้านสีสันทัน

ช่วงแรกๆ ของการพัฒนาด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์จะเน้นเรื่องของการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลัก นักวิศวกรรมคอมพิวเตอร์พยายามที่จะพัฒนาอย่างยิ่งในช่วงนั้น คือ ความจำและความเร็ว เรื่องของสีสันทันความสวยงามจึงถูกมองข้ามไป หลังจากการพัฒนาทางด้านความจำและความเร็วประสบความสำเร็จและขณะเดียวกันไม่มีใครคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในเรื่องของธุรกิจและการศึกษามากขึ้น พัฒนาทางด้านสีสันทัน ความสวยงามจึงเริ่มกันอย่างจริงจัง ตัวมอนิเตอร์ถูกพัฒนาให้มีความละเอียดสูงใกล้เคียงกับมอนิเตอร์ขาวดำ ตัวฮาร์ดดิสก์ หรือการ์ดที่ใช้ควบคุมการให้สีบนจอภาพได้มีการพัฒนามากขึ้นเรื่อยๆ จนปัจจุบันสามารถแสดงสีนับร้อยสี บวกกับการพัฒนาทางด้านภาษาควบคู่กันไป เราสามารถวางรูปแบบการใช้สีในบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้หลายลักษณะ จะเป็นสีของพื้นหลัง (Background) พื้นหน้า (Foreground) และสีของกรอบนอก จากนั้นในเรื่องของการสลับสี การเปลี่ยนสีจะเป็นสีของตัวอักษรหรือกราฟิกก็สามารถทำได้ บทเรียนที่มีสีสันทันย่อมดึงดูดความสนใจได้ดีกว่าสีขาวดำ โดยเฉพาะความสนใจของ

เด็กนั้นเด็กจะชอบและให้ความสนใจเป็นพิเศษ ซึ่งนอกเหนือไปจากความชอบแล้ว ในด้านของความคงทนในด้านการเรียน บทเรียนที่มีสีสันประกอบมีผลทำให้นักเรียนมีความคงทนในด้านการเรียนมากกว่าแบบขาวดำ ในสิ่งพิมพ์หรือตำราเรียนนั้นสามารถสอดแทรกสีสันลงไปได้เช่นกัน แต่เมื่อคำนึงถึงต้นทุนและความยุ่งยากในการผลิต และเทคนิคการนำเสนอต่างๆแล้วบทเรียนคอมพิวเตอร์ยังมีข้อได้เปรียบอยู่มาก

2. ด้านเสียง

เสียงนับเป็นสิ่งเร้าอีกอย่างหนึ่งที่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดี ในไมโครคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เขียนโปรแกรมสามารถที่จะสั่งให้คอมพิวเตอร์สร้างเสียงระฆัง เสียงแตร รกยนต์ เสียงไซเรน (Siren) เสียงเพลง เป็นต้น นอกจากการใช้เสียงเป็นสิ่งเร้าเรายังสามารถใช้ในการตอบโต้ไปมาได้ในการตอบคำถามของนักเรียน ตัวอย่างเช่น การให้เสียงสั้น และสูงเพื่อเป็นสัญญาณว่าตอบถูก และเสียงต่ำและยาวขึ้นสำหรับคำที่ตอบผิด เป็นต้น การใช้เสียงไม่ว่าจะเพื่อการโต้ตอบ หากใช้บ่อยหรือไม่มีระบบที่แน่นอนอาจให้ผลในทางลบได้เช่นกัน

3. ด้านกราฟิก

ด้วยการพัฒนาทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถที่จะสร้างภาพประกอบบทเรียนได้ไม่ยาก ซึ่งนอกจากผู้เขียนโปรแกรมจะสร้างไว้ให้แล้ว นักเรียนก็สามารถที่จะสร้างได้เอง เช่น LOGO ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเขียนภาพโดยใช้คำสั่งง่าย ๆ ไม่เกินความสามารถของเด็ก เป็นต้น การสร้างตำราเรียนในปัจจุบันได้พัฒนามากขึ้น การใช้ภาพ หรือภาพกราฟิกประกอบคำอธิบายเนื้อหาที่อยู่เกือบทุกเล่มหากเปรียบเทียบกับการสร้างภาพและกราฟิกในไมโครคอมพิวเตอร์ข้อได้เปรียบเสียเปรียบนั้นไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่ถ้ามองในแง่ของการที่นักเรียนสามารถสร้างภาพได้เองและที่สำคัญคือการทำให้ภาพเคลื่อนไหวได้แล้วไมโครคอมพิวเตอร์ได้เปรียบในข้อนี้มาก เช่น ในการทดลองทางด้านวิทยาศาสตร์ในเรื่องของการผสมสารเคมี แล้วเปรียบเทียบการเรียนจากตำราเรียนซึ่งมีภาพ และคำอธิบายที่ละขั้นตอนมีหลาย ๆ ภาพและคำอธิบายยาวติดกันหลายบรรทัดกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเคลื่อนไหวของการผสมสารเคมีจากหลอดแก้วหนึ่งไปยังอีกหลอดแก้วหนึ่งสีของสารเคมีที่เปลี่ยนแปลงไปรวมทั้งขั้นตอนของคำอธิบายที่แสดงบนจอเป็นช่วง ๆ ตามการทดลอง จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยให้นักเรียนเห็นความเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องและยิ่งซับซ้อนเท่าไรคอมพิวเตอร์ก็ได้เปรียบมากเท่านั้น ตัวอย่างเช่น การสอนเรื่องการอ่านเวลาบนนาฬิกา หากเรียนด้วยภาพจากตำราเรียน จะต้องวาดรูปนับเป็นสิบรูป แต่ละครูปแสดงเวลาและการบอกเวลาที่แตกต่างกันอย่างคอมพิวเตอร์นั้น นักเรียนสามารถที่จะได้ยินเสียงนาฬิกาเดิน ได้เห็น

การเดินทางของเข็มชั่วโมง เข็มนาฬิกาและเข็มนาทีคล้าย ๆ กับนาฬิกาจริง ความเข้าใจและความสนใจของนักเรียนจึงมีมากกว่า

4. ด้านการศึกษารายบุคคล

การที่นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาหาความรู้ส่วนตัวด้วยตนเองจะทำให้เกิดการพัฒนาทางสมองเพิ่มขึ้น แม้ว่าจะได้รับจากครูบาอาจารย์มาซึ่งอาจยังไม่พอเพียง อาจมองได้ 2 กรณี คือ กรณีที่หนึ่ง การถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนในเวลาเดียวพร้อม ๆ กันจะทำให้เด็กแต่ละคนรับความรู้ได้ไม่เท่ากัน ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ได้ไม่เต็มเม็ดเต็มหน่วย กรณีที่สองตัวครูผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่เด็กนักเรียนไม่ถูกต้อง อาจเกิดจากการที่ครูเตรียมตัวไม่พร้อม แต่สำหรับโปรแกรมการศึกษานานคอมพิวเตอรืว่าจะนำออกมาใช้กับนักเรียนได้ต้องผ่านขั้นตอนเรียบเรียงค้นคว้าอย่างถูกต้อง เพราะบทเรียนที่สร้างขึ้นต้องถูกนำไปใช้กับนักเรียนเป็นจำนวนมากดังนั้นผู้สร้างโปรแกรมจึงต้องมีความรับผิดชอบในการสร้างบทเรียนที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างแน่นอน ในขณะที่การเรียนการสอนปกติอาจมีการเปลี่ยนแปลงครูผู้สอนได้อีกต่างหากเมื่อครูผู้สอนคนเดิมเกิดไม่มาสอนทำให้เทคนิคการสอนเปลี่ยนแปลงไป

5. ด้านกิจกรรมร่วม

การเรียนรู้อัตนึ่งนักเรียนควรจะได้มีโอกาสเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนของบทเรียนนั้น จะเป็นการพูดคุยกันระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะมีโอกาสเลือกตัดสินใจหรือแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ด้วยการอินพุทข้อมูลทางแป้นพิมพ์ หรือทางอุปกรณ์ช่วยอื่น ๆ ซึ่งในตำราเรียนนั้นทำไม่ได้ดีเท่า

6. ด้านความรู้สึก

ด้วยอิทธิพลจากการได้ยินได้ฟัง หรือได้เห็นจากสิ่งพิมพ์ วิทยู โทรทัศน์ ภาพยนตร์ เกี่ยวกับมนุษย์คอมพิวเตอร์ หรือความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ทำให้คนส่วนมากเกิดความรู้สึกลึกลับ ๆ ว่า คอมพิวเตอร์คือมนุษย์คนหนึ่งแฝงอยู่ในรูปของเครื่องมือหรือหุ่นยนต์ แม้ว่าในปัจจุบันรูปลักษณะของคอมพิวเตอร์จะเป็นตู้สี่เหลี่ยม แต่ด้วยความรู้สึกที่เคยมีมาก่อนบวกกับความสามารของคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนโดยเฉพาะนักเรียนในระดับต้นมีความรู้สึกกว่าตนเองกำลังศึกษา หรือกำลังคุยอยู่กับใครอีกคนหนึ่ง ซึ่งมีความรู้สึก มีอารมณ์ขัน มีความชอบใจ ไม่ชอบใจสิ่งเหล่านี้เองที่ทำให้นักเรียนเกิดความอยากที่จะเรียน นอกจากนั้นอยากจะรู้ว่าเฟรมต่อไปจะเป็นอย่างไร จะถามว่าอย่างไร จะชมหรือจะติอย่างไร ดังนั้นความรู้สึกว่าตนเองจำเป็นต้องเรียน ต้องอ่าน หรือทำแบบฝึกหัด ซึ่งเคยเกิดขึ้นจากการอ่านตำราหรือแบบเรียน จึงไม่เกิดขึ้นในการศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์

7. ด้านการปฏิสัมพันธ์

ในลักษณะของการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ การให้ข้อมูลย้อนกลับถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพราะนอกจากจะบอกให้นักเรียนได้ทราบว่าสิ่งที่ตนเองทำหรือตอบไปนั้นผิดหรือถูก การให้ข้อมูลย้อนกลับยังช่วยเป็นตัวเสริมแรงอีกทางหนึ่งด้วยคอมพิวเตอร์สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับในลักษณะที่มนุษย์ทำได้หลาย ๆ อย่าง ความสามารถพิเศษก็คือ คอมพิวเตอร์สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งให้เป็นข้อมูลภาพและเสียงได้อีกด้วย ด้วยความสามารถคอมพิวเตอร์ให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพและเสียงนี้เอง ที่ทำให้ผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถที่จะใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่จะสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ตัวอย่างเช่น ในเรื่องของเสียงนอกจากจะใช้เสียงต่างระดับกันเพื่อบอกให้นักเรียนรู้ว่าตอบถูกหรือตอบผิด นักเรียนอาจจะได้ตัวโน้ตเป็นรางวัล 1 ตัว เมื่อตอบถูก 1 ข้อ ได้ 5 ตัว เมื่อตอบถูก 5 ข้อ และจะได้ตัวโน้ตเป็นรางวัล 20 ตัว ซึ่งรวมแล้วจะเป็นเพลง 1 เพลง หากสามารถตอบถูก 20 ข้อ จาก 25 ข้อ เป็นต้น ในด้านกราฟิกหรือภาพ ข้อมูลย้อนกลับอาจถูกสร้างให้เป็นภาพ เช่น ภาพใบหน้าที่ยิ้มเมื่อตอบถูก ใบหน้าบึ้งเมื่อตอบผิด หรือใช้เป็นภาพสัญลักษณ์อื่น ๆ ที่สื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ หรืออาจใช้เทคนิคอื่น เช่น ต่อภาพที่ละส่วนเมื่อตอบถูกจนกระทั่งต่อภาพให้สมบูรณ์ เมื่อตอบถูก ครบเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือการกำหนดเป้าหมายที่จะต้องไปให้ถึงโดยการตอบคำถามให้ถูกต้อง เช่น การตั้งเป้าหมายว่าต้องไปให้ถึงชุมทรัพย์ เป็นต้น ความสามารถพิเศษอีกประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ คือการคำนวณที่แม่นยำ และรวดเร็ว ความสามารถพิเศษด้านนี้สามารถนำมาดัดแปลงเพื่อใช้สร้างแรงจูงใจแก่นักเรียนในรูปของการให้ข้อมูลย้อนกลับได้ ตัวอย่างเช่น การบอกให้นักเรียนทราบถึงคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามทุกกระยะ เช่น ตอบถูก 1 ข้อ ได้ 1 คะแนน แล้วสะสมไปเรื่อย ๆ หรืออาจจะใช้วิธีอื่นคือ ให้เป็นคะแนนเต็มไว้ และเมื่อตอบผิดคะแนนก็จะลดลงเรื่อย ๆ ตามจำนวนข้อที่ตอบผิด หลังจากนักเรียนตอบคำถามทุกข้อแล้วคอมพิวเตอร์ก็สามารถที่จะคำนวณให้นักเรียนได้รู้ว่าข้อที่ตอบถูกทั้งหมดนั้นคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์และเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในระดับใด หากยังไม่ผ่านเกณฑ์จะมีข้อเสนอแนะอย่างไร จะเริ่มต้นศึกษาใหม่หรือทำข้อสอบใหม่ ตัวเลือกเหล่านี้ผู้ออกแบบบทเรียนจะเป็นผู้กำหนดขึ้น ลักษณะความสามารถพิเศษดังกล่าวไม่สามารถทำได้ในตำราเรียนทั่วไป

8. ด้านกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น

ในการวิจัยถึงสาเหตุที่ทำให้ไม่เด็กจึงชอบเล่นเกมคอมพิวเตอร์และเกมคอมพิวเตอร์ชนิดใดที่เด็กชอบเล่นมากที่สุด พบว่าความอยากรู้อยากเห็นเป็นสิ่งจูงใจสำคัญประการหนึ่ง ที่ทำให้เกิดความชอบและความสนใจดังกล่าว หากเป็นหนังสือแบบเรียนเมื่อนักเรียนอยากจะทำหน้าต่อไป

บทต่อไปจะเป็นเรื่องอะไร และจบลงอย่างไร หรือจะมีภาพอะไร เด็กสามารถที่จะเปิดดูได้ แต่หากเป็นคอมพิวเตอร์เด็กไม่สามารถจะเอาได้และการที่ไม่สามารถจะรู้ว่าเฟรมต่อไปจะเป็นอะไรจะมีเนื้อหาอย่างไร ภาพอย่างไร มีเสียงหรือมีสีหรือไม่ เหล่านี้เองจะช่วยให้นักเรียนตั้งใจศึกษาในเนื้อหาและสิ่งที่ปรากฏขึ้นในจอภาพ

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 275, อ้างถึงใน มัณฑนา ศรีเทพ, 2553: 26-27) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในด้านการศึกษาไว้มากมายหลายด้านดังนี้

1. ดึงดูดความสนใจ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ประกอบด้วยภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ และเสียง นอกเหนือไปจากเนื้อหา ตัวอักษร จะดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดีและช่วยในการสื่อสารระหว่างผู้สอนและนักเรียนด้วย
2. ให้สารสนเทศหลากหลาย ด้วยการที่ใช้ซีดีรอมในการให้ข้อมูลและสารสนเทศในปริมาณที่มากมายและหลากหลายรูปแบบเกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนที่สอน
3. ทดสอบความเข้าใจ นักเรียนบางคนอาจจะไม่กล้าถามข้อสงสัยหรือคำถามในห้องเรียน การใช้สื่อผสมจะช่วยแก้ปัญหาในสิ่งนี้ได้ โดยการใช้ลักษณะศึกษารายบุคคล
4. สนับสนุนความคิดรวบยอด ระบบมัลติมีเดียสามารถแสดงสารสนเทศเพื่อสนับสนุนความคิดรวบยอดของนักเรียน โดยการเสนอสิ่งที่ให้ตรวจสอบย้อนหลังและแก้ไขจุดอ่อนในการเรียน

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์และคณะ, 2544: 17, อ้างถึงใน มัณฑนา ศรีเทพ, 2553: 26-27)กล่าวไว้ว่า สื่อมัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอนจะช่วยส่งเสริมการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนให้คุ้มค่ามากขึ้นด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีด้านสื่อมัลติมีเดียช่วยให้การออกแบบบทเรียนตอบสนองต่อแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้มากขึ้น
2. มัลติมีเดียในรูปแบบซีดี-รอม ใช้งานง่าย เก็บรักษาง่าย พกพาได้สะดวกและสามารถทำสำเนาได้ง่าย
3. มัลติมีเดียเป็นสื่อการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองตามศักยภาพ ความต้องการ และความสะดวกของตนเอง
4. ในปัจจุบันมีโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนที่ง่ายต่อการใช้งานทำให้บุคคลที่สนใจทั่วไปสามารถสร้างบทเรียน สื่อมัลติมีเดียใช้เอง
5. ผู้สอนสามารถใช้สื่อมัลติมีเดียเพื่อสอนเนื้อหาใหม่ เพื่อการฝึกฝน เพื่อเสนอสถานการณ์จำลองและเพื่อสอนการคิดแก้ปัญหาได้

6. สื่อมัลติมีเดียช่วยสนับสนุนให้มีสถานที่เรียนไม่จำกัดอยู่เพียงห้องเรียนเท่านั้น นักเรียนอาจจะเรียนที่บ้าน ที่ห้องสมุด หรือภายใต้สภาพแวดล้อมอื่นๆ ตามเวลาที่ตนเองต้องการ

7. เทคโนโลยีมัลติมีเดีย สนับสนุนให้เราสามารถใช้สื่อมัลติมีเดียกับนักเรียนได้ทุกระดับอายุและความรู้

8. สื่อมัลติมีเดียที่มีคุณภาพ นอกจากจะช่วยให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนของโรงเรียนแล้ว ความก้าวหน้าของระบบเครือข่ายยังช่วยเสริมให้การใช้สื่อมัลติมีเดียเป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษาอื่นๆ อีกด้วย

จึงสรุปได้ว่า สื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีประโยชน์มากมาย ทั้งด้านการศึกษา ด้านนักเรียน ด้านสถานศึกษาตลอดจนครูผู้สอนเอง เนื่องจาก สื่อมัลติมีเดียมีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ข้อความ วิดีโอ จึงกระตุ้นความสนใจของนักเรียน นอกจากนี้ยังสามารถเรียนซ้ำหลายครั้ง ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ สามารถวางแผนวิธีการเรียนของตนเองได้ สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถเก็บข้อมูลไว้ในรูปแบบซีดี-รอมและทำสำเนาได้สร้างความสะดวกสบาย และที่สำคัญคือสามารถออกแบบการสร้างบทเรียนให้เหมาะสมกับนักเรียนได้ทุกระดับชั้นด้วย

ข้อจำกัด

1. ถึงแม้ว่าขณะนี้ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์จะลดลงมากแล้วก็ตามแต่การที่จะนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาในบางแห่งบางสถานที่นั้นจำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่าย ตลอดจนการดูแลรักษาด้วย

2. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้น นับว่ายังมีน้อย เมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในการงานด้านอื่นๆ ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มีจำนวนและขอบเขตจำกัดที่จะนำมาใช้เรียนในวิชาต่างๆ

3. ในขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานระดับเดียวกัน เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกัน เป็นต้นว่า ซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของ IBM ไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของ Macintosh ได้

4. การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองนั้นนับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลาสติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างยิ่ง ทำให้เป็นการเพิ่มภาระของผู้สอนให้มีมากยิ่งขึ้น

5. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางโปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้าจึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนจึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้

6. นักเรียนบางคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่เป็นผู้ใหญ่ อาจจะไม่ชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ครูผู้สอนจะต้องพิจารณาความเหมาะสมของบริบทของนักเรียน บุคลากรและอื่นๆ เช่น ความพร้อมในด้านของอุปกรณ์และพิจารณาถึงกลุ่มนักเรียน ให้มีความเหมาะสมกับบทเรียนที่ได้ออกแบบไว้ หรือไม่เพียงใด

3. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.1 การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.1.1 การหาประสิทธิภาพของสื่อ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2536: 494-497, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 47-48) กล่าวว่า การทดลองประสิทธิภาพ ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า Development Testing (การตรวจสอบพัฒนาการเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ) หมายความว่า การนำสื่อการสอนไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุงแล้วนำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

วิภา อุตมฉันท (2544: 203, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 44) ได้เสนอว่า การประเมินผลนั้นต้องให้ครอบคลุมที่สุดโดยมีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน คือ

1. การสืบเปลี่ยนการประเมิน คือการให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาประเมินสื่อและออกแบบสื่อประเมินเนื้อหาข้อมูลบนจอภาพและการใช้งาน
2. การตรวจสอบจากตัวแทน คือ การให้ตัวแทนนักเรียนทดลองใช้ และให้ข้อมูลย้อนกลับด้านคุณภาพ
3. การทดสอบประสิทธิภาพ คือ การนำสื่อไปทดลองใช้กับนักเรียน ในสถานการณ์ทั่วไป จนกระทั่งบทเรียนมีคุณภาพจึงนำไปใช้ได้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2531: 490-492) อธิบายถึงเกณฑ์และการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนไว้ดังนี้

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนพึงพอใจ หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าชุดการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนและคุ้มค่ากับการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งประเมินออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง(กระบวนการ) และประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องจะเป็นการกำหนดค่าของประสิทธิภาพ E_1 ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายจะกำหนดค่าเป็น E_2 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องเป็นการประเมินผลพฤติกรรมย่อย หลายพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง เรียกว่า กระบวนการ (Process) ของนักเรียนโดยสังเกตจากรายงานกลุ่ม การรายงานบุคคลหรือจากการปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนทำกิจกรรมอื่นๆ ที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้ ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายเป็นการประเมินผลลัพธ์(Product) ของนักเรียนโดยพิจารณาจากผลการสอบหลังเรียน และสอบปลายปีและปลายภาค

ประสิทธิภาพของชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ครูผู้สอนคาดว่านักเรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยคะแนนการทำงาน และการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ผลการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมด สรุปแล้วหมายถึง E_1 และ E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์

3.1.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

อติพร ศรียมก (2529: 247, อ้างถึง ญัฐธิดา กองม่วง, 2551: 59) กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์จะกำหนดให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจและปกติเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติศึกษาอาจตั้งไว้ที่ 75/75 หรือต่ำกว่า

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2538: 121, อ้างถึงใน ญัฐธิดา กองม่วง, 2551: 60) กล่าวว่า การที่กำหนดเกณฑ์ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำ มักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติศึกษาจะตั้งไว้ที่ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 หรือ 70/70 เป็นต้น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ(2540: 101-102, อ้างถึงใน นุสรรา เดชจิตต์, 2556: 48-49) ได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของสื่อโดยยึดหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนบรรลุผล ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์ต้องคำนึงถึงกระบวนการและผลลัพธ์โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่มีค่าเป็น E_1/E_2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อนิยามตั้งคือ 90/90 และไม่ต่ำกว่า 80/80

E_1 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ คะแนนรวมของกิจกรรมหรืองานทุกชิ้นที่ทำได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ

E_2 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการคือคะแนนรวมของกิจกรรมหรืองานทุกชิ้นที่ทำได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ

กรมวิชาการ (2545: 63-64, อ้างถึงใน ญัตติสภา กทม.ม.ว., 2551: 60) กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับว่า สื่อหรือนวัตกรรมการเรียนรู้ ดังเช่น บทเรียนโปรแกรม เป็นต้น มีประสิทธิภาพคือด้านความรู้ ความจำ E_1/E_2 มีค่า 80/80 ขึ้นไป ด้านทักษะ /ปฏิบัติ E_1/E_2 มีค่า 70/70 ขึ้นไป โดยมีค่า E_1/E_2 ต้องมีค่าไม่แตกต่างกันร้อยละ 5

การคำนวณหาประสิทธิภาพ คือ การหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งมีแนวทางการคำนวณ ดังนี้

1. การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{N \times A} \times 100$$

เมื่อ

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X_1$

คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในบทเรียน

A

คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในบทเรียน

N

คือ จำนวนนักเรียน

2. การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{N \times B} \times 100$$

เมื่อ

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X_2$

คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

B

คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N

คือ จำนวนนักเรียน

การยอมรับประสิทธิภาพ

1. สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้ แล้วได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพบทเรียนสำเร็จรูปได้ 95/95

2. เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้ แล้วได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้พอดี เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพบทเรียนสำเร็จรูปได้ 90/90

3. ต่ำกว่าเกณฑ์คือตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้ แล้วได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน $\pm 2.5\%$

ระดับความผิดพลาดของเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อที่สร้างขึ้นกำหนดไว้ 3 ระดับ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อที่สร้างขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเป็น 2.5 เปอร์เซนต์ขึ้นไป

2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อที่สร้างขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกิน 2.5 เปอร์เซนต์

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อที่สร้างขึ้นต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 เปอร์เซนต์ ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ การหาประสิทธิภาพของสื่อได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องจะก่อให้เกิดประโยชน์และมีคุณค่ามากต่อผู้นำสื่อไปใช้

จากที่มีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดในการกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของสื่อดังกล่าวข้างต้น จึงมีผู้ศึกษาวิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในเนื้อหาด้านทักษะกระบวนการดังนี้

ชัยยศ โพธิ์ศรี (2553: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประวัติศาสตร์เมืองจันทเสน ด้วยวิธีการทางประวัติศาสตร์ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการใช้กระบวนการทางประวัติศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ทั้ง 4 ชุด นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความสามารถในการใช้กระบวนการทางประวัติศาสตร์อยู่ในระดับสูงและมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก

วิยะดา ยิ่งนอก (2555: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างและพัฒนาแบบฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก และการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 70/70 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด

ลีปาง ดิเรกคุณากร (2555: 36) ได้ศึกษาประสิทธิภาพบทเรียนสอนเสริมผ่านเว็บของวิชา BCS 221 (การเขียนโปรแกรม 3) สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีพระทุม ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนสอนเสริมผ่านเว็บมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยรวมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดพัฒนาการแสดงถึงมีพัฒนาการสูงขึ้นมาก

เวียงแก้ว สะอาด (2556: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่องการวัดค่ากลางของข้อมูล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป มีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเฉลี่ยร้อยละ 78.97 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก

มณฑพวรรณ์ วัฒนกุลและคณะ(2555: 95) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.58 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

รัตนา สุ่มขุนทด และอุมาพร ไชยสูง (2555: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษาเจตคติต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่าการเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนุชา คະชาชัย (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบต่างๆในร่างกาย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดคูตะเกา ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบต่างๆในร่างกาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ร้อยละ 42.97 มีผลงานผังมโนทัศน์อยู่ในระดับมากและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนในเนื้อหาที่เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนจะกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพไว้ที่ 70/70 เนื่องจากต้องใช้เวลาในการพัฒนาและฝึกฝน ซึ่งสอดคล้องกับ ไสภณ นุ่นทอง (2535, อ้างถึงใน องอาจ ชาญเชาว์, 2544: 88, อ้างถึงใน นุสรรา เดชจิตต์, 2556: 49) ได้ให้แนวคิดว่าการกำหนดเกณฑ์อยู่ที่ดุลพินิจของผู้สอน ว่านักเรียนมีความสามารถในการเรียนระดับใดและควรจะต้องตั้งเกณฑ์เท่าไร ถ้าเรียนดีก็ควรตั้งเกณฑ์ไว้สูง แต่ถ้าเรียนค่อนข้างอ่อน อาจตั้ง

เกณฑ์ต่ำลงมา ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเนื้อหาที่ต้องการพัฒนาด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ต้องใช้เวลาในการพัฒนาและฝึกฝน ผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ในครั้งนี้เป็น 70 / 70

3.1.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบและการหาประสิทธิภาพของสื่ออาศัยการทดลองโดยใช้สูตร E_1/E_2 เป็นการทดสอบว่าบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จะทำให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องไว้หรือไม่และเพื่อประเมินค่าของบทเรียนที่สร้างขึ้นนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งผู้วิจัยมีการดำเนินการทดลองบทเรียนเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1)(One-to-one Tryout) นำสื่อไปทดลองกับนักเรียน 1-3 ซึ่งมีระดับการเรียนรู้ที่ต่างกัน นำมาคำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น
2. การทดลองแบบกลุ่ม (1:10) (Small Group Tryout) นำสื่อที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน 6 -10 คน ที่มีความรู้คละกัน นำมาคำนวณหาประสิทธิภาพ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น
3. การทดลองแบบภาคสนาม (1:100) (Field Tryout) นำสื่อที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียน 30-100 คน นำมาคำนวณหาประสิทธิภาพ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นหากการทดลองแบบภาคสนามให้ค่า E_1 และ E_2 ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะต้องปรับปรุงสื่อและทำการทดสอบหาประสิทธิภาพซ้ำอีกในกรณีที่ประสิทธิภาพของสื่อที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากมีตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้เช่นสภาพห้องเรียน ความพร้อมของนักเรียน อาจอนุโลมให้มีระดับความผิดพลาดไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ประมาณ 2.5% - 5%

เลิศ อานันท์และคณะ (2537: 494) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนว่า เป็นคำที่มาจากภาษาอังกฤษ Developmental Testing (การตรวจสอบพัฒนาการเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ) หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลองใช้ (Tryout) เพื่อปรับปรุงแล้วจึงนำไปสอนจริง (Trail run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพ

การทดลองใช้ หมายถึง การนำชุดการสอนที่ผลิตเป็นต้นแบบไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดการสอนให้เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การทดลองสอนจริง หมายถึง การนำชุดการสอนที่ทำการทดลองใช้และปรับปรุงแล้วของทุก

หน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียน หรือในสถานการณ์เรียนที่แท้จริง ความจำเป็นที่ต้องการทดสอบประสิทธิภาพในระบบการผลิตทุกประเภทจะต้องมีการตรวจสอบเสียก่อน เพื่อเป็นการประกันว่าจะมีประสิทธิภาพจริงตามที่มุ่งหวังไว้ การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนมีความจำเป็นสำหรับผู้ผลิต ผู้ใช้ ซึ่งแยกอธิบายได้ดังนี้

สำหรับหน่วยงานผลิตชุดการสอน เป็นการประกันคุณภาพของชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นที่พอเหมาะที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมากหรือไม่ หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนถ้าผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ ก็จำเป็นต้องทำใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองเวลา แรงงาน และเงินทุน

สำหรับผู้ที่ใช้ชุดการสอน ก่อนนำชุดการสอนไปใช้ ครูควรมั่นใจว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้น จะช่วยให้ชุดการสอนที่ค่าทางการสอนจริงตามที่เกณฑ์กำหนดไว้

สำหรับผู้ผลิตชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาที่บรรจุลงในชุดการสอนเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ ช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงงาน แรงสมอง เวลา และเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

สำหรับเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนที่กำหนดค่า E_1/E_2 ผู้สอนจะต้องเป็นผู้พิจารณาว่าจะใช้เกณฑ์เท่าใด โดยปกติถ้าเป็นเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจจะตั้งไว้ต่ำกว่าเช่น 70/70 หรือ 75/75 เนื่องจากต้องใช้เวลาในการพัฒนา(มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2527, อ้างถึงใน พีรวัฒน์ ชัยสุข, 2543: 49, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 49) ส่วน โสภณ นุ่นทอง (2535, อ้างถึงใน องอาจชาญเชาว์, 2544: 88, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 49) ให้แนวคิดว่าการกำหนดเกณฑ์อยู่ที่ดุลพินิจของผู้สอน ว่านักเรียนมีความสามารถในการเรียนระดับใดและควรจะตั้งเกณฑ์เท่าไร ถ้าเรียนดีก็ควรตั้งเกณฑ์ไว้สูง แต่ถ้าเรียนค่อนข้างอ่อน อาจตั้งเกณฑ์ต่ำลงมา ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเนื้อหาที่ต้องการพัฒนาด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ต้องใช้เวลาในการพัฒนาและฝึกฝน ผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ในครั้งนี้ เป็น 70/70 มีความหมายว่า

70 ตัวแรก หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบในแต่ละเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด

70 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา คิดเป็นร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด

4. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในชีวิตประจำวันกิจกรรมที่เราทำอยู่ประจำก็คือการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เช่น ปัญหาการเดินทาง ปัญหาการเรียน ปัญหาการทำงาน เป็นต้น ในบรรดาปัญหาเหล่านั้นมีทั้งปัญหาที่เราสามารถแก้ได้ง่าย โดยใช้เพียงความรู้หรือประสบการณ์เดิมๆ และปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากจนเราไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ในทันที ต้องอาศัยความรู้ทักษะและกระบวนการ ร่วมกับเทคนิควิธีหลายอย่างในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าเรามีความรู้หรือแหล่งความรู้ที่เพียงพอ เข้าใจขั้นตอน กระบวนการในการแก้ปัญหา มีเทคนิค ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ตลอดจนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อน เราสามารถแก้ปัญหานั้นได้ดีและมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555:6) นอกจากนี้ กาเย่ (Gagne อ้างถึงใน เพราพรรณ เปลี่ยนภู, 2542:188 อ้างถึงใน มัณฑนา ศรีเทพ, 2553: 40) ยังกล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหา คือ ความสามารถขั้นสูงสุดของมนุษย์เป็นความสามารถในการสร้างกฎระดับสูง ตั้งแต่ 2 กฎขึ้นไป ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นผลงานใหม่ที่เกิดขึ้นจากการมองเห็นความสัมพันธ์ของกฎต่างๆ

การแก้ปัญหา(Problem Solving) เป็นกระบวนการที่นักเรียนควรจะได้เรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้เด็กนักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมุ่งมั่นในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555:6)

4.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึงสถานการณ์ที่เผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้หาคำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ถ้าสถานการณ์นั้นง่ายเกินไปจนรู้วิธีหาคำตอบหรือรู้คำตอบทันที แล้วสถานการณ์นั้นก็ไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไปอย่างไรก็ตามปัญหาสำหรับคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่งก็ได้(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี, 2552:7) และนอกจากนั้นยังมีนักวิชาการและนักการศึกษาให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

ครูลิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1953, อ้างถึงใน สุริเยศ สุขแสง, 2548: 17) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์พอสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เป็นภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณในตัวปัญหานั้น ไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นหาว่าวิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา จึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

พิซากร แปลงประสพโชค (2540: 18) ได้กล่าวว่า ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่เราต้องแก้หรือหาทางออกของปัญหา แต่ยังหาสิ่งที่เป็นทางออกหรือคำตอบของสถานการณ์ไม่ได้เนื่องจากมีอุปสรรคบังคับปัญหาเราอยู่ผู้แก้ปัญหาคือ บุคคลที่มีปัญหาและรู้เป้าหมายที่ต้องบรรลุเพื่อแก้ปัญหานั้น ๆ แต่ยังไม่มีความรู้หรือวิธีการใด ๆ อันจะนำไปสู่เป้าหมายนั้น

จักรพันธ์ ทองเอียด (2540: 31) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการหาข้อสรุป หรือเป็นคำตอบซึ่งผู้แก้ปัญหาจะทำได้โดยจะต้องมีกระบวนการที่เหมาะสมซึ่งต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจประกอบกัน

ยุพิน พิพิธกุล (2542: 5) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

สมวงศ์ แปลงประสพโชค (2543: 1) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง โจทย์ปัญหาหรือเรื่องราว หรือโจทย์ เหิงสนทนาซึ่งบรรยายด้วยถ้อยคำ และตัวเลขมีคำถามที่ต้องการคำตอบในเชิงปริมาณ

กรมวิชาการ (2544: 10) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาต่างๆต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 16) ได้กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบซึ่งบุคคลต้องใช้สาระความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มา กำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้หาคำตอบไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะ ความรู้และประสบการณ์

หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้ สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา บางสถานการณ์อาจเป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกบุคคลอื่นๆ ก็ได้

วิชัย พาณิชย์สววย (2545: 9) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปริมาณซึ่งสามารถหาคำตอบได้ โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่างๆ ที่มีอยู่เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์นั้น อย่างเป็นกระบวนการ

แอนเดอร์สัน และพิงกรี (Anderson & Pingry, 1973: 228) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบซึ่งผู้ตอบจะทำได้ดีต้องมีวิธีการที่เหมาะสมใช้ความรู้ประสบการณ์ และการตัดสินใจโดยพร้อมมูล

วัชรวิ บูรณสิงห์ (2546: 178) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในรูปของปัญหาที่เป็นคำพูด หรือปัญหาที่เป็นสถานการณ์ หรือเรื่องราว ซึ่งต้องการคำตอบออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่น ปริมาณ จำนวน หรือเหตุผล

ฉวีวรรณ รัตนประเสริฐ (2548: 2) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการ หรืออาศัยความรู้ ไหวพริบ ปฏิภาณ ความช่างสังเกต และความช่างคิดจากผู้ตอบในการวิเคราะห์เพื่อค้นหาวิธีการหรือเทคนิคสำหรับใช้ตอบคำถาม

ดวงเดือน อ่อนน้อม และคณะ (2550: 263) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ภาษาอธิบายเป็นเรื่องราว

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ หรือคำถามที่ต้องการคำตอบ ซึ่งประกอบไปด้วย ภาษา และตัวเลข ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีแต่สามารถหาคำตอบได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น ปริมาณ จำนวน หรือเหตุผล โดยผู้ที่แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้จำเป็นจะต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ทักษะอื่นๆ และประสบการณ์เป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นอย่างมีระบบและเป็นกระบวนการ

4.2 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและ

สถานการณ์ได้อย่างถ่วงรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552: 56) ซึ่งมีนักวิชาการได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ ธรรมชาติ ลักษณะธรรมชาติของคณิตศาสตร์ และประโยชน์คุณค่าของคณิตศาสตร์ ดังนี้

สมทรง สุภาพานิช (2539: 14-15) กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีความสำคัญและมีบทบาทต่อบุคคลมาก คณิตศาสตร์ช่วยฝึกให้คนมีความรอบคอบมีเหตุผล และรู้จักเหตุผลความจริง สามารถแก้ปัญหาตามวัยได้

สิริชนม์ ปิ่นน้อย (2542: 49) กล่าวว่า ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นการเปิดโอกาสให้เด็กได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนด้วยการพูดคุย การสนทนา หรือการโต้แย้งด้วยเหตุผลเกี่ยวกับสิ่งที่รู้ การใช้เหตุผลเป็นประโยชน์ต่อการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าการถามคำถาม ครูสามารถทำลายความคิดของเด็กเพื่อนำไปสู่ข้อสงสัย เมื่อเด็กได้พูดคุยสนทนาในประเด็นปัญหากับเพื่อนในสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งเป็นแนวทางที่ทำให้เกิดความคิดทางตรรกะคณิตศาสตร์ได้

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 3) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิด เป็นโครงสร้างที่มีเหตุผล สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ช่วยสร้างสรรคจิตใจของมนุษย์ให้คิดอย่างมีแบบแผน ช่วยส่งเสริมหลักการคาดคะเนเพื่อแก้ปัญหาด้านต่าง ๆ ได้

สิริพร ทิพย์คง (2544: 13-14) กล่าวว่า ในปัจจุบันแต่ละบุคคลเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพสังคมอย่างรวดเร็ว และทุกคนก็ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงของสังคมอย่างรวดเร็ว ยากที่เตรียมการสำหรับอนาคต ทุกคนจำเป็นจะต้องรู้คณิตศาสตร์เพื่อการเป็นพลเมืองที่ดีของสังคม หลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะต้องเน้นการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน ครูจะต้องมีบทบาทที่เปลี่ยนไปจากเดิมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเปลี่ยนไปอย่างไรนักเรียนยังคงต้องมีความสามารถในการคิด สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้

ยุพิน พิพิธกุล (2545: 2-3, อ้างถึงใน อรุณา สุขแปดริ้ว, 2554: 20) ได้กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิด สามารถใช้พิสูจน์อย่างมีเหตุผล เป็นภาษาที่เป็น

เทอมกำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุม และสื่อความหมายได้ถูกต้องมีตัวอักษรแสดงความหมาย ช่วยให้เกิดการกระทำในการคิดคำนวณและการแก้ปัญหาเป็นโครงสร้างที่มีเหตุผลใช้อธิบายข้อคิดต่างๆ เช่น สัจพจน์ คุณสมบัติ กฎ ทำให้ความคิดที่เป็นรากฐานในการจะใช้พิสูจน์เรื่องอื่นต่อไป ซึ่งการคิดนั้นจะต้องอยู่ในแบบแผนหรือความคิดที่ตั้งไว้และมีรูปแบบทุกขั้นตอน ซึ่งจะตอบได้และจำแนกออกมาให้เห็นจริง

กระทรวงศึกษาธิการ (2545: 1) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ดังนี้ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์สามารถคิดอย่างมีเหตุผล เป็น ระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบครอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนั้นคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา ทางด้านวิทยาศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

พิจิตตา เกษประดิษฐ์ (2552: 9) กล่าวว่า ความรู้และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่ช่วยให้เด็กรู้จักแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดคำนวณ มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต การเรียนรู้จะต้องอาศัยทักษะการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดหมู่ การเรียงลำดับ การแก้ปัญหา การคิดคำนวณ การคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อปลูกฝังทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

จากที่มีบุคคลกล่าวไว้ข้างต้นจึงสรุปได้ว่า วิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญยิ่งต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เพราะเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในวิชาต่างๆ พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดีช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมที่จะเรียนในระดับที่สูงขึ้น มีความคิดอย่างเป็นระบบ ระเบียบ เป็นเหตุเป็นผล ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา คิดคำนวณ ตลอดจนขยายประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์จะเกี่ยวข้องของทั้งระบบ การเรียนรู้จะต้องอาศัย หลักการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดหมู่ การเรียงลำดับ การแก้ปัญหา การคิดคำนวณซึ่งอยู่บนพื้นฐานความเป็นเหตุเป็นผล ถ้าหากนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ก็จะทำให้เกิดความมั่นใจ กล้าตัดสินใจและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้อีกด้วย

4.3 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถจำแนกตามเกณฑ์ที่นักคณิตศาสตร์ได้ให้ไว้แตกต่างกันดังนี้

โพลยา (Polya, 1957: 23-29) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์ของปัญหาไว้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของปริมาณ วิธีการหรือคำอธิบายให้เหตุผล ปัญหามีส่วนสำคัญแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข เชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับข้อมูลที่กำหนดให้

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ ปัญหาให้พิสูจน์มีส่วนสำคัญแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ สิ่งที่กำหนดให้ หรือสมมติฐานและสิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป

ชาเลส และคณะ(Charles et al, 1987: 11-13, อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544: 17) ได้กล่าวไว้ว่า ปัญหาอย่างน้อย 4 ประเภทที่ควรสอนดังต่อไปนี้

1. ปัญหาขั้นตอนเดียว (One-Step problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาคือนักเรียนต้องแปลงสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณหรือการหาร ปัญหาประเภทนี้มักพบในการเรียนการสอนตามปกติ

2. ปัญหาหลายขั้นตอน (Multi-Step problem) มีความแตกต่างกับปัญหาขั้นตอนเดียวที่ดำเนินการมากกว่าหนึ่งการดำเนินการ

3. ปัญหากระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์โดยเลือกการดำเนินการได้ทันที แต่จะต้องใช้กระบวนการต่างๆช่วยเช่นการทำปัญหาให้ง่าย การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ การเขียนภาพหรือแผนภาพ การเขียนกราฟแทนปัญหา การแก้ปัญหาประเภทนี้ต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ เช่น การประมาณคำตอบ การเดาและการตรวจสอบ การสร้างตาราง การค้นหาแบบรูป การทำย้อนกลับ เป็นต้น ปัญหากระบวนการปัญหาหนึ่งอาจใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้หลายแบบ

4. ปัญหาประยุกต์ (Applied problem) บางครั้งเรียกว่าปัญหาเชิงสถานการณ์เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งจะต้องใช้วิธีการต่างๆทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูลที่กำหนดในปัญหาและข้อมูลที่อยู่นอกปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูลเป็นปัญหา ที่จะทำให้ผู้แก้ปัญหาเห็นประโยชน์และคุณค่าทางคณิตศาสตร์

Kutz (1991: 93, อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง และคณะ, 2544: 26-30) ได้แบ่งการแก้ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การแก้ปัญหาที่พบเห็นโดยทั่วไปหรือโจทย์ปัญหา (routine or word problem solving) เป็นปัญหาที่พบเห็นกันโดยทั่วไปหรือปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย (routine problem) เป็นปัญหาที่มี

โครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับโครงสร้าง ลักษณะของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา

2. การแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน (non-routine problem solving) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อนหรือปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย (non-routine problem) ที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาคงต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่างๆที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 ปัญหากระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่ท้าทายและให้ความสนุกสนาน

เรย์และคณะ (Reys et al, 1992: 29, อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544: 17) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากผู้แก้ปัญหและความซับซ้อนของปัญหา โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ปัญหาที่คุ้นเคย (Routine problem) เป็นปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำ หรือเรื่องราวมีโครงสร้างของปัญหาไม่ซับซ้อน และคล้ายกับตัวอย่างหรือปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาแล้ว

2. ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน แปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญห ใน การแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหาคงต้องใช้ความรู้ และประสบการณ์หลายอย่างมาประมวลเข้าด้วยกันเพื่อกำหนดวิธีการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62-63) ได้กล่าวถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ถ้าพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ โจทย์ปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบซึ่งอยู่ในรูปของปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผลและโจทย์ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นโจทย์ปัญหาที่ให้การให้เหตุผลว่าโจทย์ที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ แต่ถ้าแบ่งตามตัวผู้แก้ปัญหและความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา สามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ เช่นเดียวกัน ได้แก่ รูปแบบแรกโจทย์ปัญหาธรรมดา เป็นโจทย์ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน และรูปแบบที่สอง โจทย์ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาคงต้องมีความสามารถประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

บาร์ลูดี (Baroody, 1993, อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544: 16) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่มีเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เป็นปัญหาที่มีคำตอบแน่นอน ส่วนใหญ่มีคำตอบเดียว
2. ปัญหาที่มีเป้าหมายไม่เฉพาะเจาะจง เป็นปัญหาปลายเปิดมีคำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ

4.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544:18) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาผสมผสานกับข้อมูลต่างๆที่กำหนดในปัญหาเพื่อกำหนดวิธีการหาคำตอบของปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2544: 38) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นงานที่บุคคลเผชิญอยู่และต้องการหาคำตอบแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ประกอบด้วย 3 ประการ คือ ความต้องการที่จะค้นหาคำตอบ ตอบคำถามของปัญหานั้นไม่ได้ทันทีทันใดและต้องใช้ความพยายามอย่างสม่ำเสมอจะแก้ปัญหานั้นได้

อัมพร ม้าคะนอง (2553: 39) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาที่เป็นทักษะซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบและกระบวนการที่เป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และการวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่างๆประกอบ

จากการให้ความหมายของนักวิชาการและนักการศึกษาดังกล่าว จึงสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการหรือวิธีการที่ไม่ทราบล่วงหน้ามาก่อนในการหาคำตอบของปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องมีความรู้ มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาผสมผสานกับข้อมูลต่างๆในการวางแผนเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหา

2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คงและคณะ (2544: 38-39) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาต่างๆ นักเรียนต้อง

ใช้ความคิดซึ่งอาศัยกระบวนการทางสมอง ประสบการณ์ ความรู้ที่ได้ศึกษามา ความพยายาม และการหยั่งรู้ เพื่อจะตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา นั้น องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาได้มีดังนี้

1. ประสบการณ์ เช่น สิ่งแวดล้อมรอบๆตัว พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย ลักษณะของโจทย์ปัญหา อายุ
2. จิตพิสัย เช่น ความสนใจ ความตั้งใจ ความอดทน ความกระตือรือร้น ความกลัว แต่นักเรียนก็รู้สึกว่าเป็นต้องทำ ความพยายาม
3. สติปัญญา เช่น ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการให้เหตุผล ความจำ ความสามารถในการคิดคำนวณ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติ นักเรียนบางคนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เนื่องจากไม่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ขาดความกระตือรือร้น มีความเครียดสูง ไม่คุ้นเคยกับปัญหาลักษณะนั้น นอกจากนี้คนสองคนอาจจะคิดได้คำตอบที่เหมือนกันแต่วิธีการคิดที่แตกต่างกัน ในการแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่ยากที่จะตัดสินว่าวิธีการใดดีที่สุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหานั้น ครูที่มีความชำนาญในการสอนและรอบรู้ในเนื้อหาวิชาจะเป็นครูที่สอนแก้ปัญหาได้ดีที่สุด

กระบวนการแก้ปัญหาจึงนับว่ามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคณิตศาสตร์ คำตอบของปัญหาจะช่วยให้นักพบวิธีการใหม่ๆ และยังสามารถประยุกต์วิธีการไปใช้กับปัญหาอื่นๆได้ (Perdikaris, 1993: 423, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 56) นอกจากนั้น สิริพร ทิพย์คง (2544: 39, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 56) ยังกล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ในการแก้ปัญหาก็ต้องมีการวางแผน การรวบรวมข้อมูลต่างๆ การกำหนดสารสนเทศที่ต้องการเพิ่มเติม มีการแสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป จากเหตุผลดังกล่าว จึงมีนักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอแนะกระบวนการคิดหรือขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

โพลยา (Polya, 1987-1985) เขียนไว้ในหนังสือชื่อ How to Solve It ในปี ค.ศ. 1957 เป็นหนังสือที่มีชื่อเสียงมาก โดยได้รับการแปลเป็นภาษาต่างๆทั่วโลกไม่น้อยกว่า 15 ภาษาต่างๆ ทั่วโลกไม่น้อยกว่า 15 ภาษา กระบวนการแก้ปัญหามาของโพลยามีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) ต้องเข้าใจว่า โจทย์ถามหาอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ สามารถ

สรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ ถ้ายังไม่ชัดเจนในโจทย์อาจใช้การวาดรูปและแยกแยะสถานการณ์หรือเงื่อนไขในโจทย์ออกเป็นส่วนๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจในโจทย์ปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) นักเรียนมองเห็นความสำคัญของข้อมูลต่างๆ ในโจทย์ปัญหาอย่างชัดเจนมากขึ้น เป็นขั้นที่ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ถาม กับข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ถ้าหากไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ ก็ควรอาศัยหลักการของการวางแผนการแก้ปัญหาดังนี้ โจทย์ปัญหาลักษณะนี้เคยพบมาก่อนหรือไม่ มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาที่เคยทำมาแล้วอย่างไร เคยพบโจทย์ปัญหาลักษณะนี้เมื่อไร และใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา ถ้าอ่านโจทย์ปัญหาครั้งแรกแล้วไม่เข้าใจ ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของปัญหานี้กับปัญหาที่เคยทำมาก่อน

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาด้วยความรู้จักเลือกวิธีการคิดคำนวณ สมบัติ กฎ หรือสูตร ที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking back) เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและตรวจดูว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอีกหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าวๆ

4.5 ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2544: 49-52) กล่าวไว้ว่า การฝึกทักษะเพื่อสร้างความชำนาญในการคิดแก้ปัญหามีความสำคัญ การแก้ปัญหาคืออาศัยการฝึกฝนให้เกิดทักษะโดยครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังบอกว่า นักแก้ปัญหาก็ที่ดีจะมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่พร้อมจะเลือกมาใช้ได้ในทันทีขณะที่เผชิญปัญหา ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหามีหลากหลายดังนี้

1. การหาแบบรูป
2. การเขียนแผนผัง หรือภาพประกอบ
3. การสร้างตาราง หรือกราฟ
4. การคาดเดาและการตรวจสอบ
5. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
6. การเขียนประโยคคณิตศาสตร์

7. การมองปัญหาย้อนกลับ
8. การระบุข้อมูลที่ต้องการ และข้อมูลที่กำหนดให้
9. การมองปัญหาย้อนกลับ
10. การระบุข้อมูลที่ต้องการ และข้อมูลที่กำหนดให้
11. การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ หรือเปลี่ยนมุมมอง ปัญหา นั้น

เวทฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2556: 6-8) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาดีแล้ว การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหานั้น ซึ่งกลยุทธ์หรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือแบบแผนในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน กลยุทธ์นี้มักจะใช้ในปัญหาที่เกี่ยวกับจำนวนและเรขาคณิต

2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระดับข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นหาคำตอบหรือชี้แนะอื่นๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่ลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่งเมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูลโดยแยกเป็นกรณีๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดนักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ออกก่อน แล้วค่อยค้นหาระบบหรือรูปแบบของกรณีที่เหลืออยู่ กลยุทธ์นี้จะใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน บางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจงกรณีด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ที่ปัญหากำหนด ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อคาดเดา แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อคาดเดานั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของ

การเดาในครั้งแรกๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นใกล้เคียงคำตอบที่ต้องการมากที่สุด

6. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดในรูปของสมการหรืออสมการ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วเขียนสมการหรืออสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการมักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ซึ่งได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก และสมบัติการคูณ นอกจากนี้ ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา กลยุทธ์นี้มักใช้กับปัญหาทางพีชคณิต

7. การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุโดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนกลับมาสู่ข้อมูลในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคยหรือการทำตามขั้นตอนที่ละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น กลยุทธ์นี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยกลยุทธ์อื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญของกลยุทธ์นี้ก็คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่ซับซ้อนหลายขั้นตอน ออกเป็นปัญหาย่อยๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลงหรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหน้านี้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริงโดยใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา บางปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนภาพหรือแผนภาพ จนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากกลยุทธ์อื่นได้อย่างเด่นชัด กลยุทธ์นี้มักใช้กับปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง กลยุทธ์นี้มักใช้กับปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้ง เมื่อกำหนดให้ข้อความที่จะแสดงเป็นเท็จ

12. การพิจารณาข้อมูล โดยพิจารณาว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่ หรือข้อมูลที่กำหนดให้ นั้นเป็นข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าเป็นข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาให้ตัดข้อมูลที่จำเป็นหรือไม่เกี่ยวข้องของนั้นออก

13. การสร้างและใช้แบบจำลอง การสร้างแบบจำลองของปัญหาจะทำให้นักเรียนเข้าใจ มโนทัศน์ของการดำเนินการที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา และการใช้แบบจำลอง จะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าการวาดภาพสำหรับปัญหาบางปัญหา เนื่องจากสามารถเคลื่อนย้ายได้

จากกลยุทธ์หรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้นจึงสรุปได้ว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นอกจากนักเรียนจะต้องมีพื้นฐานความรู้และเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาที่ดีแล้ว การแก้ปัญหาก็ต้องอาศัยการฝึกฝนให้เกิดทักษะ ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ ทักษะกระบวนการต่างๆ ในการแก้ปัญหา นักแก้ปัญหาก็จะมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ หลากหลาย เมื่อเผชิญกับปัญหาสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้ทันที

4.6 ลักษณะของนักแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี

สิริพร ทิพย์คง (2544: 17) ได้กล่าวลักษณะของนักแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี ดังนี้

1. มีความเข้าใจในความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์
2. มีความสามารถในการเปรียบเทียบ แยกความแตกต่างหรือความคล้ายคลึงกัน
3. มีความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูล และวิธีการที่ถูกต้อง
4. สามารถประมาณค่าของคำตอบได้ใกล้เคียง
5. มองหาคุณค่าและความเกี่ยวข้องของข้อมูล
6. ยอมรับการเปลี่ยนแปลง และแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้นเสมอ
7. สามารถเปลี่ยนวิธีคิดได้อย่างรวดเร็ว
8. มีความมั่นใจในตนเองสูง
9. มีความสัมพันธ์อันดีกับผู้อื่น
10. มีความสามารถทางสติปัญญาสูง

ลักษณะปัญหาที่ดี

สิริพร ทิพย์คง (2544: 18) ลักษณะของปัญหาที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ภาษาที่ใช้กระชับ รัดกุม ถูกต้อง สามารถเข้าใจได้ง่าย
2. แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด ทำทลายความสามารถของนักเรียน
3. ไม่สั้นหรือยาวจนเกินไป

4. ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป สำหรับความสามารถของนักเรียนในวัยนั้นๆ
5. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน
6. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
7. เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน
8. ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัย และเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
9. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี
10. นักเรียนสามารถวาดภาพลายเส้น แผนภาพ ไดอะแกรม หรือแผนภูมิ ช่วยในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 90, อ้างถึงในดวงนภา มะลิทอง, 2555: 39) กล่าวไว้ว่า สิ่งสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ตัวปัญหาที่จะนำมาให้นักเรียนคิดหาคำตอบ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีมีลักษณะดังนี้

1. ทำทลายความสามารถของนักเรียน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ถ้าง่ายเกินไป อาจจะไม่ดึงดูดความสนใจ ไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไป นักเรียนอาจจะท้อถอยก่อนที่แก้ปัญหาได้สำเร็จ
2. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน สถานการณ์ของปัญหาควรเป็นเรื่องที่ไม่ห่างไกลเกินไปกว่าที่นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้และนอกจากนี้ถ้าเป็นสถานการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ก็จะดีไม่น้อย
3. แปลกใหม่ ไม่ธรรมดาและนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาก่อน
4. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหาทางเลือกในการหาคำตอบได้หลายวิธีและได้พิจารณาเปรียบเทียบเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด
5. ใช้ภาษาที่กระชับ รัดกุมถูกต้อง ปัญหาที่ดีไม่ควรทำให้นักเรียนต้องมีปัญหากับภาษาที่ใช้ ควรเน้นอยู่ที่ความเป็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบของตัวปัญหามากกว่า

ครูลิดและรุดนิก (Krulik and Rudnick, 1987: 7-10, อ้างถึงใน ดวงนภา มะลิทอง, 2555: 39) กล่าวไว้ว่า ปัญหาที่ดีต้องมีสิ่งต่อไปนี้

1. การหาคำตอบของปัญหา ต้องนำไปสู่ความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หรือใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์
2. ปัญหาจะต้องมีความครอบคลุมหรือเป็นสถานการณ์กว้างๆที่หลากหลาย

4.7 ลักษณะปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2544: 19-25) ได้จำแนกลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 6 ลักษณะดังนี้

1. ปัญหาเป็นแบบฝึกทักษะ
2. ปัญหาขั้นตอนเดียว เป็นปัญหาต่างๆ ที่ใช้การแก้ปัญหาโดยทำเพียงขั้นตอนเดียว
3. ปัญหาที่ซับซ้อน เป็นปัญหาที่ใช้วิธีการคิดมากกว่าหนึ่งขั้นตอน
4. ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ สำหรับการแก้ปัญหาลักษณะนี้ นักเรียนอาจจะไม่พบปัญหาลักษณะนี้มาก่อน

5. ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ สำหรับปัญหาลักษณะนี้เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องใช้วิธีการทางสถิติในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูล โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคิดคำนวณ นอกจากนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การคิดคำนวณ และการพิจารณาตัดสินใจว่า ทำอย่างไรจึงจะแก้ปัญหาได้ดีที่สุด สำหรับสถานการณ์ของปัญหานั้น

6. ปัญหาในรูปปริศนา เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องพิจารณาเงื่อนไขของโจทย์และทดลองแก้ปัญหา ปัญหาในลักษณะนี้ต้องใช้การคาดเดา อาจจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ หรือไม่ใช้คณิตศาสตร์โดยตรงก็ได้ บางคนชอบปัญหาในรูปปริศนา แต่คนส่วนมากจะรู้สึกว่ายาก และไม่ชอบปัญหาเหล่านี้ เนื่องจากไม่ทราบคำตอบ และต้องค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ จึงทำให้รู้สึกว่ายาก และไม่สบายใจในการคิดปัญหาในรูปปริศนา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 79) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่เนื้อหาสาระ กระบวนการ หรือความรู้ที่นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ประกอบความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจ ดังนั้นปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. สถานการณ์ของปัญหาและความยากง่ายต้องเหมาะสมกับวัยของนักเรียน
2. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหาได้
3. ข้อมูลมีความทันสมัยและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
4. เป็นภาษาที่มีความชัดเจน รัดกุม และเข้าใจง่าย

5. หากคำตอบได้หลายวิธีและอาจแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนแผนภาพการจัดทำตารางหรือการสร้างสมการ

6. มีความท้าทายต่อความสามารถและช่วยกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการเรียนของนักเรียน

4.8 การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

เบลล์ (Bell, 1978: 311, อ้างถึงใน วิล โพลีชีน, 2555: 84) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายด้าน การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่ดีและเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจสำหรับนักเรียน แต่ถ้าวการแก้ปัญหามุ่งเน้นที่ความเร็ว ความถูกต้อง รูปแบบ ความเป็นระเบียบและคำตอบที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนท้อถอย มีความรู้สึกว่าการแก้ปัญหาเป็นเรื่องยาก เมื่อครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาแล้วควรจัดสภาพแวดล้อมที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างอิสระจะทำให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์และเรียนรู้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้เกิดการพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ให้ดีขึ้น และเป็นเครื่องมือในการประยุกต์ศักยภาพเหล่านั้นสู่สถานการณ์ที่กว้างขึ้น

คณะกรรมการการศึกษาแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (California State Department of Education, 1985: 14, อ้างถึงใน นวลละของ บิริยะ, 2551: 44) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

1. ระบุพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาที่ชัดเจน
2. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้คิดและแก้ปัญหาอยู่เสมอๆ
3. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบายแนวคิดในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา
4. มีความเข้าใจว่าแต่ละปัญหามียุทธวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีการแก้ปัญหา ต้องการวิธีการใหม่ๆ
5. นำเสนอปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง และปัญหาที่ช่วยเพิ่มประสบการณ์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 66-67, อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง, 2544: 75) ได้เสนอวิธีการสอนของครู เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยาและนำมาเป็นแนวทางในการช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

1.1 ควรพัฒนาทักษะการอ่านโดยให้นักเรียนฝึกการอ่านและทำความเข้าใจข้อความในปัญหาที่ครูยกมาเป็นตัวอย่างในการสอนที่จะมุ่งไปที่วิธีทำเพื่อหาคำตอบ โดยอาจฝึกเป็นรายบุคคล หรือฝึกเป็นกลุ่ม อภิปรายร่วมกันถึงสาระสำคัญของโจทย์ปัญหาความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการ ความพอเพียง หรือความมากเกินไปของข้อมูลที่กำหนดให้

1.2 ควรใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพ หรือสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆของปัญหา จะทำให้ปัญหามีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถทำความเข้าใจได้มากขึ้น

1.3 ควรใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกเพื่อทำความเข้าใจ เช่น การนำปัญหาที่กำหนดข้อมูลให้เกิดความจำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอมาให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ข้อมูลว่า ข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลใดใช้ได้บ้าง หรือหาว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา

2.1 ต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้คิดด้วยตนเอง เช่น การใช้คำถามนำ โดยอาศัยข้อมูลต่างๆที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ หยุดใช้คำถามเมื่อนักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2.2 ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมามากๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่นทราบของตนเอง คิดอะไร การคิดออกมามากๆอาจอยู่ในรูปการบอกหรือเขียนภาพ และแบบแผนแสดงลำดับขั้นตอนการคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 ควรสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้รู้จักคิดวางแผนก่อนลงมือทำสิ่งใดๆเสมอๆ เพราะจะทำให้สามารถประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้นๆ ควรเน้นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นสำคัญกว่าคำตอบที่ได้ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกว่า

2.4 ควรจัดหาปัญหามาให้นักเรียนฝึกบ่อยๆ ซึ่งต้องเป็นปัญหาที่ทำท่ายและน่าสนใจ

2.5 ควรส่งเสริมให้รู้จักใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา แต่ละข้อให้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด และจะมีโอกาสได้ฝึกการวางแผนมากขึ้น

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

3.1 ควรฝึกให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผน ก่อนที่จะลงมือทำตามแผน โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้ และพิจารณาว่าวิธีการเหมาะสมถูกต้องกับการแก้ปัญหานั้นๆ หรือไม่

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผลคำตอบ

4.1 ควรกระตุ้นให้เห็นความสำคัญของการตรวจสอบ วิธีทำและคำตอบให้เคยชิน โดยครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง หาข้อบกพร่องจากการแสดง การแก้ปัญหาที่ครูยกตัวอย่างมาให้

4.2 ควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักตีความหมายของคำตอบที่ได้ว่ามีความหมาย สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

4.3 ควรสนับสนุนให้ทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อ เป็นการตรวจสอบวิธีการที่ใช้กับวิธีการอื่นที่สามารถใช้หาคำตอบในปัญหานั้นได้อีก

4.4 ควรให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อช่วยทำให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหาทำให้สามารถมองเห็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่นๆ ได้จากแนวคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนของครูที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า พฤติกรรมการสอนของครูที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจ ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาที่กำหนดให้ ช่วยให้เกิดแนวคิดในการหาวิธีการในการแก้ปัญหาตามลำดับขั้น ส่งเสริมให้ได้พัฒนาความสามารถในการลงมือทำตามแผน ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ และสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินการตามแผนเพื่อหาคำตอบ และส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เป็นการช่วยย้ำให้นักเรียนมีความรอบคอบ ในการตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง เพื่อความสอดคล้องกันระหว่างคำตอบ ที่ได้กับคำถามของโจทย์ (สิริพร ทิพย์คง, 2544: 78-79)

บิทเทอร์ (Bitter, 1990: 43-44, อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง, 2544: 79-80) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน
2. ควรแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหาเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้าง ในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ
4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริงๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ

5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลายรูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ทำทนายความสามารถ

6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาย่อยๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน

7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาย่อยๆ โดยใช้วิธีการเดียวกัน เพื่อจะฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาย่อยๆวิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่นๆอีกที่จะใช้แก้ปัญหานั้นได้

8. ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะข้อนั้นๆ

9. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่

10. ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

11. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้ เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

สมาคมคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NTCM, 1991: 57, อ้างถึงใน นवलละอง ปิริยะ, 2551: 43) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน ไว้ดังนี้

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิด และความรู้สึกของนักเรียน

2. ให้เวลาในการสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์

3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2536: 165-167) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในการส่งเสริมการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน

2. ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ถ้ามีไม่เพียงพอ นั้นครูควรสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่เคยเรียนไปแล้ว

3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา

4. ควรให้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับนักเรียน

5. ควรทดสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้นๆหรือไม่ โดยการถามว่าโจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้
6. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
7. ควรช่วยนักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพ หรือเขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้
8. ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหาที่คล้ายๆกันหรือไม่ ลักษณะคล้ายข้อนี้มากก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้อนั้นๆ ออกเป็นปัญหาย่อยๆ
9. ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการคิดและทำ ในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ ตลอดจนทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน
10. ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยๆ หรือให้นำปัญหามาเองเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

กอนซาเลส (Gonzales, 1994: 74, อ้างถึงใน ดวงนภา มะลิทอง, 2555: 41) ได้ให้ความเห็นไว้ว่า บรรยากาศที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ต้องเป็นบรรยากาศที่ทำให้ นักเรียนรู้สึกสะดวกสบายในการแสดงความคิด ไม่เข้มงวดเอาจริงเอาจังจนเกิดความตึงเครียด เพราะถ้านักเรียนเกิดความรู้สึกกลัวในสิ่งที่ทำผิดพลาดหรือกลัวถูกหัวเราะเยาะจากเพื่อนนักเรียน จะไม่กล้าซักถาม ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ฉะนั้น ผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศของชั้นเรียนที่ทำให้ นักเรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้มีการสำรวจ สืบค้น ให้เหตุผลและสื่อสารกัน

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 64, อ้างถึงใน ดวงนภา มะลิทอง, 2555: 41) ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ฝึกให้นักเรียนรู้จักประมาณคำตอบ โดยการคิดในใจ แล้วดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ความรู้และทักษะที่มีอยู่ก่อนแล้ว การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล ฝึกให้นักเรียนรู้จักการตรวจสอบคำตอบของปัญหา คือการตรวจสอบที่ได้กับคำตอบที่ประมาณในใจ ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างกันตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหา

จากแนวคิดและข้อเสนอแนะที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องอาศัยความรู้ ทักษะ ความสามารถ หลายๆด้านและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดอย่างอิสระไม่เน้นที่คิดได้คำตอบอย่างรวดเร็วแต่ควรเน้นวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนค้นหาวิธีการยู่ทฤษฎี

ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพในการคิดวิเคราะห์ สร้างลักษณะนิสัยที่ดีให้แก่นักเรียน และสามารถนำไปให้นักเรียนนำไปใช้ได้กว้างขวาง

4.9 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะระดับสูง ซึ่งต้องอาศัยทั้งความรู้ ความเข้าใจ ทักษะทางคณิตศาสตร์ และทักษะด้านอื่นๆอีกหลายอย่างเข้าด้วยกัน จึงมีนักเรียนจำนวนมากที่มีข้อบกพร่องในเรื่องนี้ การแก้ไขข้อบกพร่องรวมทั้งหาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากมีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งได้รวบรวมไว้ดังต่อไปนี้

Schroeder and Lester (1989, 31-33; 1993: 2-31, อ้างถึงใน เวชฤทธิ อังคนะภักทรขจร, 2556: 6-8) ได้กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาคือสิ่งที่พัฒนาได้ การสอนการแก้ปัญหามี 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคือ (Teaching about problem solving) เป็นการสอนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาคือ โดยปกติมักใช้กระบวนการแก้ปัญหาคือของโพลยา หรือกระบวนการแก้ปัญหาคือที่เป็นพลวัตของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์

2. การสอนการแก้ปัญหาคือ (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนนำมาโน้ตค้นหรือทักษะที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาคือหรือสถานการณ์ที่กำหนด การสอนลักษณะนี้ไม่ได้เพียงการเรียนรู้หลายขั้นตอนที่หลากหลาย แต่ยังเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความเข้าใจในบริบทที่หลากหลายและสอดคล้องกับชีวิตจริง

3. การสอนโดยใช้การแก้ปัญหาคือ (Teaching via problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้เช่นกัน การสอนลักษณะนี้จะใช้ปัญหาคือเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่ กล่าวคือใช้ปัญหาคือในการศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยการแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริง ใช้ปัญหาคือในการแนะนำและทำความเข้าใจเนื้อหา บางครั้งใช้ปัญหาคือในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาคือ

นอกจากนี้ปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการพัฒนาคือทักษะการแก้ปัญหาคือ คือ ผู้สอน โดยผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคือทักษะการแก้ปัญหาคือของนักเรียนดังนี้

1. ผู้สอนควรเตรียมปัญหาคือที่มีความเหมาะสมตามวัยและพัฒนาการของนักเรียน โดยปัญหาคือที่ผู้สอนนำมาควรมีลักษณะ ดังนี้

1.1 ควรเป็นปัญหาที่ดึงดูดความสนใจ ทำทลายความสามารถของนักเรียนเป็นปัญหาที่ไม่ง่ายหรือยากจนเกินไป เพราะถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจและไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากจนเกินไปนักเรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ

1.2 ควรเป็นปัญหาที่มีข้อมูลขาดหาย ข้อมูลเกิน มีข้อมูลที่ขัดแย้งกันบ้างหรืออาจมีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ เพราะว่สิ่งเหล่านี้้่นักเรียนต้องเผชิญในชีวิตจริง

1.3 ควรเป็นปัญหาที่แปลกใหม่หรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคยสำหรับนักเรียน เพราะถ่านักเรียนเคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา้่นมาแล้ว ปัญหา้่นก็จะไม่ใช่ปัญหาที่นำเสนออีกต่อไป

2. ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการทำงานเป็นกลุ่มย่อย เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ช่วยให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยน สื่อสารถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองให้แก่ผู้อื่น ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกันตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน กล้าแสดงและอ้างอิงเหตุผล มีทักษะการสื่อสารและทักษะการเข้าสังคม มีความเชื่อมั่นในตนเอง และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ได้ ตลอดจนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง

3. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

4. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ รวมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนไม่ว่าจะถูกหรือผิด ซึ่งการตอบผิดของนักเรียนจะทำให้ผู้สอนได้รู้ข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหนและมีมากน้อยเพียงใด ผู้สอนไม่ควรย่ำสิ่งที่นักเรียนทำผิด หรือเข้าใจผิด แต่ผู้สอนควรอธิบายและเปิดประเด็นการอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

5. ผู้สอนควรให้ความรู้และสนับสนุนให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรม แล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหานั้นๆ เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

6. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาค้นได้คำตอบของปัญหาแล้ว ผู้สอนควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนคิดหายุทธวิธีแก้ปัญหาค้นที่แตกต่างจากเดิม เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาค้นได้มากกว่าหนึ่งวิธี

7. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนตั้งคำถามกับตนเอง โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย เช่น เพราะเหตุใด ทำไม และอย่างไร แล้วให้นักเรียนลงมือสำรวจ สืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์ และแบบรูป อธิบาย และตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ตลอดจนตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

8. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารมากกว่าหนึ่งช่องทาง ในการนำเสนอคำตอบและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาค้น

9. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิดยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาค้นจากปัญหาค้นเดิม ซึ่งการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนเองได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 66-74) ได้เสนอวิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ขั้นตอนการแก้ปัญหาค้นของโพลยา(Polya, 1957)มาเป็นวิธีในการพัฒนาดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการพัฒนาทางการอ่าน ฝึกการวิเคราะห์ความสำคัญ ความเข้าใจในปัญหาเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม มีการใช้กลวิธีเพิ่มพูนความเข้าใจ โดยการเขียนภาพ แผนภาพ หรือแบบจำลองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลให้ข้อมูลมีความเป็นรูปธรรม เพื่อทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ลดปริมาณที่กำหนดในปัญหาให้น้อยลง เพื่อเน้นโครงสร้างของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความชัดเจนขึ้น มีการยกตัวอย่างกับชีวิตประจำวัน

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผน ถ้าโจทย์กับปัญหามีความซับซ้อนควรฝึกให้นักเรียนเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์และเขียนหรือพูดลำดับขั้นตอนการคิดอย่างคร่าวๆก่อนลงมือทำ เพราะขั้นตอนดังกล่าวเป็นเสมือนการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนฝึกฝนสม่ำเสมอทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีแนวทางคือ ไม่บอกวิธีการการโดยตรง แต่กระตุ้นโดยใช้คำถามส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมามากๆ

สร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนคิดวางแผนก่อนลงมือกระทำทำให้เห็นภาพรวมของปัญหา จัดปัญหาให้นักเรียนฝึกทักษะควรเป็นที่ท้าทายเหมาะสมกับความสามารถไม่ยากหรือง่ายเกินไป

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน การวางแผนเป็นการจัดลำดับแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เมื่อลงมือดำเนินการตามแผน นักเรียนต้องตีความขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจน โดยฝึกให้นักเรียนวางแผน จัดลำดับความคิดก่อน แล้วจึงค่อยลงมือแสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น นอกจากนี้ควรให้นักเรียนฝึกตรวจสอบความถูกต้อง ความเป็นไปได้ของแผนที่วางไว้ ก่อนที่จะลงมือดำเนินการตามแผน

4. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบ ขั้นตรวจสอบตรวจสอบของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ควรครอบคลุมประเด็นสำคัญ 2 ประเด็น คือ ประเด็นแรก การตรวจสอบขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการ รวมทั้งหาวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประเด็นที่สอง คือ การมองไปข้างหน้าเป็นการใช้ประโยชน์จากกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยสร้างสรรค์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันขึ้น มาใหม่ มีแนวทางในการพัฒนาคือ กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ ฝึกการตีความหมายของคำตอบ สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบมากกว่า 1 วิธี ให้นักเรียนฝึกสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับเนื้อหาที่เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 80-81) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาที่มีวิธีการหลากหลายวิธีและประกอบด้วยหลายขั้นตอนแต่วิธีที่เป็นที่ยอมรับและนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบในประเด็นต่างๆ คือ ปัญหาถามว่าอย่างไร ให้ข้อมูลใดมาแล้วบ้าง และมีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้เข้าใจปัญหาและทำให้กระบวนการแก้ปัญหาดำเนินไปอย่างราบรื่น การประเมินความเข้าใจปัญหาสามารถทำได้ด้วยการเขียนแสดงประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. วางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา ในกรณีที่ต้องตรวจสอบปัญหาโดยกหารทดลอง ขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผนการทดลองซึ่งประกอบด้วย การสร้างข้อความคาดการณ์ การออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ และแนวทางหรือเกณฑ์ในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว และรวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่หาได้อีกด้วย ถ้าคำตอบไม่ถูกต้องก็ดำเนินการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง โดยนักเรียนจะต้องมองย้อนกลับไปทำความเข้าใจอีกครั้งว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอที่จะใช้ในการเริ่มต้นแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหาเป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ ตลอดจนการมองย้อนกลับไปยังขั้นตอนต่างๆ เพื่อตรวจสอบว่ามีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมยิ่งขึ้น ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปด้วย

จรินทร์ ชันติพิพัฒน์ (2548: 38) ได้กล่าวถึงการพัฒนาศักยภาพในการ แก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะต้องพัฒนาความสามารถด้านต่างดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการอ่าน และความเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการคิดคำนวณ

3. ความสามารถในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ หรือคำถามที่ประกอบไปด้วยภาษา และตัวเลขซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่เน้นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ส่วนองค์ประกอบที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้จะขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียน และลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับสาเหตุที่นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้นั้นพบว่า ด้านนักเรียนจะมีความบกพร่องพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิด การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และด้านผู้สอนส่วนใหญ่ยังขาดเทคนิควิธีการสอน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาขั้นตอนและเทคนิคการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์พบว่าขั้นตอนการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายๆกันแต่เทคนิควิธีการที่ใช้แตกต่างกัน สำหรับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นพบว่าความสามารถในการอ่าน การตีความ การคิด การวิเคราะห์ การคำนวณ การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งความสามารถดังกล่าวนี้จะสามารถพัฒนาได้จากการสอนโดยตรง ผู้วิจัยจึงได้เลือกกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา (Polya's Four - stage Method) ร่วมกับบทเรียน

คอมพิวเตอร์มีลติมีเดียมาช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งจะนำเสนอ รายละเอียดในขั้นตอนต่อไป

4.10 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมินผลเป็นขั้นตอนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้ครูทราบว่า นักเรียนได้ เรียนรู้และบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ พึ่งประสงค์มากน้อยเพียงใด ตลอดจนนำผลผลของการประเมินมาช่วยพัฒนาและปรับปรุงวิธีการ สอนได้อีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 158) ทั้งนี้ได้มี นักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์

ปรีชา เนาวีเย็นผล (2544: 44, อ้างถึงใน นุสวา เดชจิตต์, 2556: 77-78) กล่าวว่า การ ประเมินควรให้เห็นความสามารถของนักเรียนในการแสดงสาระสำคัญของ การแก้ปัญหา หลักฐานร่องรอยเกี่ยวกับความสามารถในการถามคำถาม การใช้ข้อสารสนเทศที่กำหนดให้ และ การสร้างข้อคาดการณ์ การประเมินจะใช้หลักฐานของการใช้ยุทธวิธีและเทคนิคการแก้ปัญหา รวมทั้งความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายความหมายของผลลัพธ์ที่ได้ ตลอดจนความสามารถในการขยายสู่กรณีทั่วไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 104) ได้กล่าวถึงและได้ เสนอแนะวิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นภาระ ที่ได้รับมอบหมาย ผู้สอนและนักเรียนอาจร่วมกันประเมินผลการแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์มีขั้นตอน 4 ขั้นตอนคือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. การวางแผน
3. การดำเนินการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบความถูกต้อง

ผลที่ได้จากการแก้ปัญหาก็จะเป็นข้อมูลให้ผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องใช้ประเมินความรู้ ความสามารถของนักเรียนโดยตรง และนักเรียนยังใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองพร้อมทั้ง จัดเก็บผลงานไว้ในแฟ้มสะสมงานได้อีกด้วย การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรมี รายงานประเมินที่แสดงถึง

1. ความเข้าใจปัญหา
2. การวางแผนการแก้ปัญหา
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและมอ้ยอนกลับไปยังขั้นตอนต่างๆ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ

นอกจากนี้ยังกล่าวถึงการประเมินผลตามรายการประเมินข้างต้นว่า ผู้สอนจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดไม่มากนักเป็นการสร้างแรงกดดันให้แก่นักเรียน แต่ผู้สอนควรบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนมีหลักฐานแสดงความสามารถในการมองปัญหามองย้อนกลับไปยังขั้นตอนการแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อตรวจสอบถึงคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมกว่าเดิม ตลอดจน สามารถขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปได้

อัมพร ม้าคะนอง(2553: 173-174, อ้างใน นุสรา เดชจิตต์,2556: 79)กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนประกอบด้วยความสามารถ ดังต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาได้ เป็นความสามารถของนักเรียนในการหาคำตอบ ผลเฉลย หรือแนวทางในการจัดการกับปัญหา
2. การสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหาที่หลากหลาย เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ อันจะนำไปสู่การสร้างโจทย์ปัญหา สถานการณ์ หรือคำถาม
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยวิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี
4. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นความสามารถในการพิจารณาคำตอบหรือการแก้ปัญหาที่ได้ ว่าเหมาะสม สอดคล้อง และสมเหตุสมผลเพียงใด
5. การขยายความคิดจากการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการนำผลจากการแก้ปัญหาไปคิดต่อ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 165-166) กล่าวว่าในการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูไม่ควรมุ่งเน้นในการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ควรรวมถึงการคิดวิเคราะห์ การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยการเลือกใช้ข้อสอบที่มีลักษณะคำถามแบบเจาะลึกแนวคิดยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งลักษณะของคำถามดังกล่าว นอกจากจะช่วยให้ครูทราบถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนแล้ว ยังช่วยให้ครูทราบถึงยุทธวิธีและกระบวนการ

แก้ปัญหาที่ใช้ในการอธิบายนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การใช้เหตุผล ตลอดจนการเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย

ในการประเมินผลการเรียนรู้ครูจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน โดยเริ่มจากการประเมินผลก่อนเรียน ประเมินผลระหว่างเรียน และประเมินผลหลังเรียน ซึ่งการประเมินผลก่อนเรียน จะช่วยให้ครูทราบความรู้พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่ก่อน เพื่อนำผลการประเมินมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน ตลอดจนใช้เป็นฐานข้อมูลในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนระหว่างเรียนและหลังเรียนได้ด้วย ส่วนการประเมินระหว่างเรียน ในขณะที่ครูใช้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ควรใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย ซึ่งคำถามที่เน้นกระบวนการคิดไม่เพียงแต่จะช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน และระหว่างครูกับนักเรียน แต่ยังช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารและนำเสนอยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตนกับเพื่อน ได้เปรียบเทียบและอภิปรายยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ สุดท้ายคือการประเมินผลหลังเรียน ซึ่งจะช่วยให้ครูทราบถึงระดับความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ไปว่ามีมากน้อยเพียงใด และมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 160-162)

ชาร์ลส, เลสเตอร์และโอแดฟเฟอร์ (Charles, Lester and O'Daffer, 1987, อ้างถึงใน ปิยะนาค เหมวิเศษ, 2551: 20-24) ได้เสนอแนวทางและวิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาไว้ 4 ประการ ได้แก่

วิธีการที่ 1 การสังเกตและการตั้งคำถาม เป็นการประเมินขณะที่นักเรียนกำลังลงมือแก้ปัญหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่ไม่สามารถระบุเป็นคะแนนได้ ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน ความเชื่อและเจตคติ การสังเกตที่ดีควรมีการจดบันทึกสิ่งที่สังเกตไว้ และจะต้องบันทึกทันทีทันใดภายใต้การสังเกต ซึ่งก่อนเข้าสู่บทเรียนครูเลือกประเด็นของสิ่งที่ต้องการประเมินและเตรียมเครื่องมือประเมินไว้ล่วงหน้า

วิธีการที่ 2 การใช้ข้อมูลวัดผลของนักเรียน เป็นการให้นักเรียนเขียนรายงานหรือบันทึกออกมาถึงความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจและความคิดของนักเรียนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่กำหนด เพื่อให้มีประเด็นในการเขียน ครูควรใช้คำถามต่อไปนี้แนะแนวทางในการเขียนได้

นักเรียนทำอะไรเมื่อแรกพบปัญหา
 นักเรียนใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา ผลเป็นอย่างไร
 ถ้ายุทธวิธีนั้นแก้ปัญหาไม่สำเร็จ นักเรียนพยายามหายุทธวิธีอื่นมาลองใช้อีกหรือไม่
 นักเรียนตรวจสอบคำตอบหรือไม่ ลองใช้วิธีอื่นอีกบ้างหรือไม่ นักเรียนแน่ใจหรือไม่ว่า
 คำตอบที่ได้ถูกต้อง

วิธีการที่ 3 การให้คะแนนแบบรูบิค เป็นการประเมินจากการเขียนแสดงขั้นตอนการคิดของ
 นักเรียน แบ่งเป็น 3 วิธี ดังนี้

1. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เป็นวิธีการประเมินที่กำหนดค่า
 คะแนนโดยพิจารณาแยกแยะจากขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ขั้นตอนแรกของการพัฒนาสเกล
 การให้คะแนน คือ การกำหนดขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ครูต้องการประเมิน ขั้นที่สอง คือการ
 กำหนดพิสัยของคะแนนที่เป็นไปได้สำหรับขั้นตอน

2. การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่เน้นภาพรวม
 ของคำตอบ ไม่ใช่พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น การให้คะแนนแบบองค์รวมจะไม่กำหนดคะแนน
 แยกแยะลงไปเป็นขั้นๆ แต่จะกำหนดน้ำหนักคะแนนสำหรับภาพรวมของคำตอบทั้งหมด

3. การให้คะแนนจากความประทับใจทั่วไป (Impressing scoring) เป็นการให้
 คะแนนโดยใช้ความประทับใจทั่วไป ซึ่งมีเกณฑ์ที่แน่นอนชัดเจนจากผู้ประเมินที่มีประสบการณ์สูง
 หรือผู้เชี่ยวชาญ

วิธีการที่ 4 การใช้แบบทดสอบ แบบทดสอบที่ใช้มี 2 ประเภทได้แก่

1. แบบทดสอบแบบปรนัย
2. แบบทดสอบแบบอัตนัย

4.11 การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอดาฟเฟอร์ (Charles, Lester and O. Daffer, 1987: 15-61, อ้างถึง
 ในนวลละออง ปิริยะ, 2551:45 อ้างถึงใน วิไล โพลีชีน, 2555: 85-87) ได้เสนอแนะวิธีการประเมิน
 ในชั้นเรียนว่าสามารถประเมินได้อีกหลายวิธีดังนี้

1. การสังเกตและสอบถาม การสังเกตและสอบถามนักเรียนขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมทาง
 คณิตศาสตร์จะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะ กระบวนการคิด เจตคติและความเชื่อซึ่งการสังเกต
 สามารถทำได้ทั้งอย่างไม่เป็นทางการและเป็นทางการ ขณะที่เดินดูการปฏิบัติงานของนักเรียนและ
 สังเกตอย่างเป็นทางการหรือจากการสัมภาษณ์ การเลือกคำถามที่จะถามในขณะที่ทำการสังเกต

เป็นสิ่งสำคัญ ในชั้นเรียนปกติมีหลายเหตุผลในการถามคำถาม เช่น ถามเพื่อกระตุ้นให้คิด ถามเพื่อชี้แนะ ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ หรือถามเพื่อให้นักเรียนรู้ว่าเพื่อนรู้อะไร ครูควรบันทึกการสังเกต โดยอาจบันทึกลงในบัตรบันทึก หรือแบบสำรวจรายการ แบบประมาณค่า หรือแบบบันทึกการสังเกต การสังเกตเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการคิดและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. การตรวจผลงาน เป็นการพิจารณาถึงกระบวนการแก้ปัญหา โดยพิจารณาว่านักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร ไม่ได้ให้ความสำคัญของผลลัพธ์ที่ได้เป็นหลัก มีวิธีการตรวจผลงานของนักเรียนที่สำคัญ 2 วิธี คือการตรวจคะแนนแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา (Analytic Scoring) เป็นการตรวจให้คะแนนโดยกำหนดระดับหรือจุดการให้คะแนนแต่ละระดับพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา และตรวจให้คะแนนภาพรวม (Holistic Scoring) เป็นการให้คะแนนภาพรวมของผลงานแก้ปัญหา ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดที่สัมพันธ์ในกระบวนการคิด ในการแก้ปัญหาให้ค่าคะแนนหนึ่งสำหรับผลการแก้ปัญหาทั้งหมด ซึ่งต่างจากการให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหา

3. การประเมินจากการเขียนนับว่าเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การประเมินจากการเขียน สามารถพิจารณาได้จาก 3 ลักษณะ คือ

3.1 การเขียนรายงานผลของตนเอง (Self-reports) เหมาะสำหรับใช้ประเมินความรู้สึกรู้สึกและความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ มากกว่าที่จะวัดจากพฤติกรรมการแสดงออก ควรใช้การเขียนรายงานผลของตนเองประกอบการประเมินแบบอื่นๆ

3.2 การเขียนรายงานในชั้นหรือการบ้าน เหมาะที่จะใช้ประเมินความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์ และใช้เป็นข้อมูลสำหรับครูในการวางแผนบทเรียนต่อไป

3.3 การเขียนในการสอบ ส่วนใหญ่แล้วการเขียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มักจะเป็นการเขียนการทดสอบ

4. ประเมินจากผลงานที่เก็บรวบรวมไว้ในแฟ้มข้อมูลส่วนบุคคล โดยปกติแล้วแฟ้มข้อมูลส่วนบุคคลจะรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากการสอบ จากการทำบ้านและผลและผลงานอื่นๆ ที่เป็นจุดสำคัญที่จะนำไปประเมินผลรวมสุดท้ายเพื่อให้เกรด

5. แบบสอบ โดยทั่วไปมักจะเน้นให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหาไม่ได้เน้นถึงกระบวนการคิดแก้ปัญหา ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน จึงควรเน้นที่จะกำหนดข้อคำถามที่มุ่งประเมินกระบวนการคิดการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วย

อัมพร ม้าคะนอง (2553: 172-173) ได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนประกอบด้วยความสามารถหลายอย่างดังนี้

1. การแก้ปัญหาได้ เป็นความสามารถของนักเรียนในการหาคำตอบ ผลเฉลย หรือแนวทางในการจัดการกับปัญหา
2. การสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหา เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ อันจะนำไปสู่การสร้างโจทย์ ปัญหา สถานการณ์ หรือคำถาม
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี
4. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นความสามารถในการพิจารณาคำตอบหรือการแก้ปัญหาที่ว่าเหมาะสม สอดคล้อง และสมเหตุสมผลเพียงใด
5. การขยายความคิดจากผลการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการนำผลการแก้ปัญหาไปคิดต่อ เช่น การมองเห็นรูปทั่วไป การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไขของปัญหาเปลี่ยนไป

อัมพร ม้าคะนอง (2554: 174) กล่าวไว้ว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ที่ผ่านมามีการใช้แบบทดสอบลักษณะเดียวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ โดยส่วนมากเป็นข้อสอบปรนัยระดับการนำไปใช้ ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ซึ่งผลรวมของคะแนนสอบเป็นเพียงภาพรวมของระดับความสามารถที่นักเรียนมี ทั้งที่การแก้ปัญหาไม่ได้จะมีระดับความบกพร่องแตกต่างกัน ตั้งแต่ไม่ทราบว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร หรือทำไม่ได้เลย จนถึงเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาถูกต้องหรือเหมาะสม แต่คิดหรือคำนวณคำตอบผิดพลาด ด้วยเหตุนี้ ผู้สอนจึงควรตระหนักว่า การใช้ข้อสอบลักษณะดังกล่าว ไม่ได้ให้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้ปัญหานักเรียน สิ่งที่จะเป็นประโยชน์มากกว่าคือข้อมูลที่ทำให้ทราบว่า นักเรียนแก้ปัญหาไม่ได้เพราะเหตุใด เช่น ไม่เข้าใจปัญหา วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น เลือกใช้วิธีแก้ปัญหาไม่เหมาะสม ดำเนินการตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ ใช้เทคนิค กลวิธีไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา ไม่ทราบวิธีตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นต้น แบบทดสอบที่จะให้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา จึงควรมีลักษณะเปิด หรือเป็นปัญหาแบบเปิด โดยอาจเปิดที่คำตอบให้มี คำตอบที่หลากหลายคำตอบ หรือเปิดที่กระบวนการ คือ มีวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธี เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบหนึ่งที่นิยมใช้ คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ที่ให้นักเรียนแสดงวิธีทำงาน 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของโพลยา เพื่อที่จะประเมินความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหานักเรียน

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นจึงสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายเทคนิควิธีการของครูและตามสภาพความสามารถของนักเรียน แต่ในทางปฏิบัติจริงของผู้สอนมักใช้วิธีการหนึ่งๆแล้วประเมินความสามารถหลายๆอย่างร่วมกันซึ่งอาจจะมาจากหลายๆตัวแปร ทำให้ครูผู้สอนไม่ได้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องของการแก้ปัญหานักเรียนที่แท้จริง สิ่งที่เป็นปัญหาในการสอนการแก้ปัญหาคือ การประเมินการสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหาจากข้อมูลที่กำหนดให้ การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ และการขยายความคิดจากผลการแก้ปัญหา ซึ่งครูผู้สอนอาจต้องหาวิธีการหรือเปลี่ยนเจตคติของตนเอง หาแนวทางสร้างความตระหนักให้แก่นักเรียน ใช้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะทำให้ นักเรียนสามารถทำงานได้ตามต้องการ และสามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข

4.12 เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์จากงานเขียน

วิลโล โพลีซัน (2555: 85-87) กล่าวว่า การให้คะแนนจำเป็นจึงสร้างเกณฑ์หรือแนวทางในการให้คะแนน การให้คะแนน คือการตอบคำถามว่านักเรียนทำอะไรได้สำเร็จ หรือมีระดับความสำเร็จในขั้นต่างๆ กัน หรือมีผลงานเป็นอย่างไร การให้คะแนนมีเกณฑ์ดังนี้

1. การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic Scoring) เป็นการให้คะแนนชิ้นงานโดยดูภาพรวมของชิ้นงาน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Scoring) เพื่อให้การมองคุณภาพหรือความสามารถของนักเรียนอย่างชัดเจน จึงมีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนนและอธิบายคุณภาพของผลงานเป็น 4 ด้าน คือ

2.1 ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงเป็นการแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในการปัญหาที่ถามที่กระจ่างชัดเจน

2.2 การสื่อความหมาย คือ ความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยายเหตุผลแนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์

2.3 การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธี กระบวนการที่นำไปสู่ความสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ผลสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายที่มาและตรวจสอบผลงาน

ชาร์ลส์ (Chales, 1987) ได้ให้คำแนะนำถึงเกณฑ์การให้คะแนน 3 แบบ คือ การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ การให้คะแนนในภาพรวม และการให้คะแนนประมาณค่า มีวิธีการให้คะแนนดังนี้

1. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ เป็นการแบ่งการให้คะแนนกรแก้ปัญหาออกเป็นองค์ประกอบย่อย 3 ตอน โดยที่แต่ละตอนของกระบวนการแก้ปัญหาจะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน ตามรายละเอียดดังนี้

1.1 ความเข้าใจปัญหา

ให้ 0 คะแนนเมื่อเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง

ให้ 1 คะแนนเมื่อเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน

ให้ 2 คะแนนเมื่อเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดถูกต้องทั้งหมด

1.2 การวางแผนการแก้ปัญหา

ให้ 0 คะแนนเมื่อเขียนแสดงความสัมพันธ์และวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

ให้ 1 คะแนนเมื่อเขียนแสดงความสัมพันธ์และวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน

ให้ 2 คะแนนเมื่อเขียนแสดงความสัมพันธ์และวิธีการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมด

1.3 คำตอบ

ให้ 0 คะแนนเมื่อไม่มีคำตอบหรือตอบในบางส่วนของที่วางแผนไม่เหมาะสม

ให้ 1 คะแนนเมื่อตอบผิด คำนวณผิดพลาด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ

ให้ 2 คะแนนเมื่อตอบถูกต้องและใช้ภาษาถูกต้อง

สิริพร ทิพย์คง (2544: 113-114) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ควรมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาควรมีดังนี้

1.1 ความเข้าใจปัญหา

2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับความเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย

1.2 การวางแผนการแก้ปัญหา

2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูก

1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

1.3 การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง

0 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

1.4 การตอบ

2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการตอบไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด

0 คะแนน เมื่อไม่ระบุคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 105) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า การประเมินประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 องค์ประกอบ คือ ความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่แบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1 2 และ 3 นอกจากนี้ผู้สอนอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือความเหมาะสมได้ดังตาราง



ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ทำความเข้าใจ ปัญหา	3 หมายถึง ดี 2 หมายถึง พอใช้ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - เข้าใจปัญหาบางส่วนได้ถูกต้อง - เข้าใจปัญหาน้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหา
การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 หมายถึง ดี 2 หมายถึง พอใช้ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียน ประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยค คณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
การใช้วิธีการ แก้ปัญหา	3 หมายถึง ดี 2 หมายถึง พอใช้ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง
การสรุปคำตอบ	3 หมายถึง ดี 2 หมายถึง พอใช้ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง 0 หมายถึง ต้องปรับปรุง	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง - สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ ไม่ถูกต้อง - ไม่มีการสรุปคำตอบ

5. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.1 การแก้ปัญหตามแนวคิด 4 ขั้นตอนของโพลยา (Polya's Four-Stage Method, 1957)

โพลยา (Polya, 1957: 16-27, อ้างถึงใน มุกดา งอกเสมอ, 2541: 37-38) ได้ทำการศึกษาและเสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ประการดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) คือการทำความเข้าใจและสามารถระบุได้ว่า อะไรคือข้อมูล อะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรให้บ้างและเงื่อนไขนั้นเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ หากเกิดความกำกวมหรือขัดแย้งในการทำ
ความเข้าใจ ควรใช้การวาดรูปโดยแยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วนๆ แล้วเขียนเป็น

โครงสร้างสถานการณ์หรือเงื่อนไขนั้นๆเพื่อทำความเข้าใจปัญหา การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆช่วย เช่นการเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระสำคัญด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด จะแก้ได้อย่างไร และปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนหรือไม่ การวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาความสัมพันธ์ต่างๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นๆ ผู้แก้ปัญหาจะกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการทราบ ถ้าหากยังไม่สามารถเชื่อมโยงได้ควรใช้ขั้นตอนเหล่านี้ช่วยในการแก้ปัญหาคือ

2.1 พิจารณาว่าเป็นโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมาก่อนหรือไม่หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมาก่อนหากแต่แตกต่างกันที่รูปแบบเท่านั้น

2.2 พิจารณาว่าเคยรู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้และรู้ทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ หรือไม่

2.3 พิจารณาสິงที่โจทย์ต้องการทราบและพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งมีสิ่งที่ต้องการทราบเหมือนกันแล้วเปรียบเทียบดูว่าจะนำวิธีการแก้ปัญหานั้นๆ มาใช้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่

2.4 อ่านโจทย์อีกครั้งและวิเคราะห์เพื่อทราบความแตกต่างที่มีโดยเทียบกับโจทย์ที่เคยประสบมา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลที่ได้ หรือการมองย้อนกลับ (Looking back) เป็นการตรวจสอบการแก้ปัญหานั้นว่าถูกต้องหรือไม่ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้นั้นอาจใช้วิธีการแก้ปัญหาลักษณะที่แตกต่างจากเดิมเพื่อตรวจสอบดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ครั้งแรกตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าวๆในการตรวจสอบก็ได้

เพอร์ดิคาริส (Perdikaris, 1993: 423, อ้างถึงใน ดวงนภา มะลิทอง, 2555: 45-46) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving process) ไว้ว่า กระบวนการแก้ปัญหามีบทบาทสำคัญในการที่จะพัฒนาคณิตศาสตร์ คำตอบของปัญหาจะช่วยให้ค้นพบวิธีใหม่ๆ และ

ยังสามารถประยุกต์วิธีการนำไปใช้กับปัญหาอื่นๆได้และได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา4 ขั้นตอนของโพลยาไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูล อะไรคือสิ่งไม่รู้ อะไรคือเงื่อนไขของปัญหา ปัญหาต้องการให้หาอะไร คำตอบของปัญหาอยู่ในรูปแบบใดแล้วยังต้องพิจารณาถึงเงื่อนไขที่ให้เพียงพอจะแก้ปัญหหรือไม่ มากเกินความจำเป็นหรือขัดแย้งกันเองหรือไม่

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหด้วยวิธีใด แก้อย่างไร ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ต่างๆ ที่มีในปัญหาค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่รู้กับไม่รู้ ถ้าหาความเชื่อมโยงไม่ได้ ก็อาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาดังนี้ เคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ หรือมีลักษณะคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ และรู้ทฤษฎีที่นำมาใช้แก้ปัญหานั้นที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ รู้ว่าปัญหาสัมพันธ์กับอะไรหรือไม่ และรู้ทฤษฎีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหานั้นหรือไม่ พิจารณาส่งที่ไม่รู้ในปัญหา และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน หรือคล้ายกัน โดยพิจารณาดูว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาคู่เคยมาใช้กับปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่ ควรอ่านปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบหรือไม่

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่เพิ่มเติมรายละเอียดที่จำเป็นเพื่อความชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งพบคำตอบหรือพบวิธีการแก้ปัญหาก็ได้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลที่ได้ หรือการมองย้อนกลับ (Looking back) เป็นการตรวจสอบที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมาเพื่อดูความถูกต้องของคำตอบ และวิธีการในการแก้ปัญหาพิจารณาว่ายังมีคำตอบอื่นหรือวิธีการแก้ปัญหาวีธีอื่นๆ อีกหรือไม่ แล้วตรวจสอบว่าผลลัพธ์ตรงกันหรือไม่ ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาก็ให้กะทัดรัด ชัดเจนและเหมาะสม ตลอดจนขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาก็ให้กว้างขวางขึ้น นอกจากนี้ยังอาจจะปรับเปลี่ยนบางเงื่อนไขเพื่อหาข้อสรุปและสรุปผลการแก้ปัญหาในรูปแบบทั่วไปนักคณิตศาสตร์ต่างยอมรับว่า การแก้ปัญหาคือหัวใจของคณิตศาสตร์นักเรียนต้องอาศัยความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่างๆนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต ทักษะการแก้ปัญหาก็สามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีหลากหลาย อาทิเช่นวิธีการแบบนิรนัย (deductive) หรืออุปนัย (inductive) วิธีการคิดแบบย้อนกลับเพื่อคาดเดาวิธีการทำและตรวจคำตอบซึ่งครูผู้สอนจะต้องดู

ให้สอดคล้องกับลักษณะของปัญหา นอกจากนี้ยังมียุทธวิธีอื่นๆอีกเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้นได้แก่ การอ่านโจทย์ปัญหาซ้ำ การบอกโจทย์ปัญหานั้นโดยการเขียนข้อมูลต่างๆที่สำคัญลงบนกระดาษทด การขีดเส้นใต้ประโยค แผนภูมิ การเขียนกราฟ การวาดภาพลายเส้น การวาดรูปและการใช้จำนวนที่มีค่าน้อยๆแทนจำนวนที่มีค่ามากๆ (สิริพร ทิพย์คงและคณะ, 2544: 4-5)และยังมีนักวิจัยหลายท่านที่ให้ความสนใจในการศึกษาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

วารางคณา บุญครอบ (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยากับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และไม่แตกต่างกันเจตคติต่อการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05และความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

กัญญา บุญแจ้ง(2554: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนาชุดกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่องร้อยละ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาเรื่องร้อยละ มีความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆของชุดกิจกรรมอยู่ในระดับมาก และเมื่อทำการหาประสิทธิภาพ พบว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ภัทราภรณ์ เลขะวิวัฒน์ (2554: บทคัดย่อ) ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

สุพัตรา เส็งเยี่ยม (2555: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาและเทคนิคของโพลยาและเทคนิค การวาดรูปบาร์โมเดล เรื่องการบวก ลบ คูณและหาร กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆ ของแบบฝึกทักษะอยู่ในระดับมากมีประสิทธิภาพและมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

นิธิยา ทุมโยมา (2555: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และมีความพึงพอใจต่อชุดการเรียนรู้ในระดับมาก

เวียงแก้ว สะอาด (2556: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่องการวัดค่ากลางของข้อมูล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ70 ขึ้นไป มีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเฉลี่ยร้อยละ78.97 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก

จากการที่มีผู้ศึกษาถึงกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาไว้ดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การนำกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาซึ่งมี 4 ขั้นตอนซึ่งได้แก่ 1)การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน 4) ตรวจสอบผล มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความพึงพอใจต่อการจัดกระบวนการเรียนการสอน



5.2 การสังเคราะห์กระบวนการวิจัยการสอนตามแนวคิดของโพลยา

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย/ชื่องานวิจัย	จำนวนขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
1	<p>ดวงนภา มะลิตอง (2555)</p> <p>“การเปรียบเทียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดการสอน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5ที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน”</p>	6	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนให้นักเรียนทราบ 2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง โจทย์การบวก ลบ คูณ หารระคนพร้อมเฉลยและบันทึกผลคะแนนในแบบบันทึกคะแนนผลทดสอบก่อนเรียน 3. ครูทบทวนความรู้เรื่องการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยครูกำหนดโจทย์หลายๆ รูปแบบบนกระดานดำ แล้วสุ่มเรียกนักเรียนเป็นรายบุคคลให้ออกมาหาคำตอบ 4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงหลักการหาคำตอบ ด้วยวิธีการบวกการลบ การคูณการหารระคน 5. ครูแจกชุดการสอนตอนที่5 เรื่องทบทวนการบวก ลบ คูณ หารระคน ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาตัวอย่างให้ เข้าใจ ถ้านักเรียนคนใดไม่ค่อยเข้าใจให้คุณครูคอยช่วย ชี้แนะและอธิบาย ในสิ่งที่นักเรียนสงสัยให้เข้าใจ เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาอย่างเข้าใจดีแล้วให้ทำแบบฝึกหัดที่ 1 พร้อมเฉลย 6. เมื่อนักเรียนศึกษา เรื่องทบทวนการบวก ลบ คูณ หาร ระคน อย่างเข้าใจ และผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด ให้ นักเรียนศึกษาขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ในชั่วโมงต่อไป แต่ถ้านักเรียนคนใดยังไม่ เข้าใจหรือยังไม่ผ่านเกณฑ์ให้กลับไปศึกษาเรื่องเดิม ก่อนให้เข้าใจและผ่านเกณฑ์เสียก่อนแล้วจึงศึกษาในเรื่องต่อไปได้

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย/ชื่องานวิจัย	จำนวนขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
2	<p>นุสรุา เดชจิตต์ (2556)</p> <p>“ผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแก้ปัญหา เรื่อง การคูณ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2</p>	3	<p>ขั้นตอนทบทวนประสบการณ์</p> <p>1. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของการคูณ และวิธีการเขียนจำนวนที่บวกครั้งละ เท่าๆกันให้อยู่ในรูปการคูณ</p> <p>2. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสนทนาซักถามเพื่อทบทวนวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ แก้ปัญหาเรื่องการคูณ (เวลา 15 นาที)</p> <p>ขั้นสร้างเสริมประสบการณ์</p> <p>1. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การคูณ ศึกษาเนื้อหา และทำกิจกรรมในบทเรียน เรื่อง ความหมายของการคูณ (เวลา 20 นาที)</p> <p>ขั้นสรุปนำไปใช้และสร้างสรรค์</p> <p>1. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับความหมายของการคูณ และการเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปการคูณนักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องความหมายของการคูณ (เวลา 15 นาที)</p>
3	<p>พรพรหม อัดตวิฒนากุล (2546) “ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”</p>	6	<p>1. อธิบายจุดประสงค์ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน โดยแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนฟัง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม</p> <p>2. ครูสนทนาและยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ พร้อมทั้งซักถามถึงวิธีการวางแผนในการแก้ โจทย์ปัญหาว่าทำอย่างไร</p>

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

			<p>3. ครูแจกแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 การอ่านวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและวางแผนให้ นักเรียนแต่ละคนศึกษาและทำแบบฝึก (30 นาที)</p> <p>4. เฉลยแบบฝึกทักษะอีกครั้งโดยให้นักเรียนที่มีวิธีคิดที่แตกต่างจากเฉลยแสดงความคิดเห็นของตนเอง</p> <p>5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน เรื่อง การอ่านวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและการวางแผน</p> <p>6. ครูแจกแบบทดสอบย่อยให้นักเรียนทำ (15 นาที)</p>
4	<p>ณัฐพร โพธิ์เยี่ยม (2550)</p> <p>“การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบกลุ่มช่วยเหลือเป็นรายบุคคล (TAI) ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา</p>	2	<p>1. ขั้นนำและขั้นสอนบทเรียน</p> <p>1.1 ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบที่สร้างขึ้น</p> <p>1.2 ทบทวนการบวกและการลบจำนวนเต็ม โดยให้นักเรียนสรุปให้ได้ว่าก่อนทำการบวกหรือการลบจำนวนเต็ม นักเรียนจะต้องอาศัยหลักการที่ว่า จะต้องตั้งหลักของจำนวนแต่ละจำนวนให้ตรงกันแล้วจึงทำการบวกหรือการลบ</p> <p>1.3 แจงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนทราบ</p> <p>1.4 แบ่งกลุ่มนักเรียนตามความสามารถ เก่ง ปานกลางและอ่อน ด้วยอัตราส่วน 1:2:1 โดยใช้คะแนนผลการเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 มาเป็นคะแนนฐานในการแบ่งกลุ่มนักเรียนจำนวน 20คน ซึ่งจะได้นักเรียนทั้งสิ้น 5 กลุ่มโดยมีกลุ่มละ 4คน จากนั้นครูผู้สอนที่แจงเทคนิคการเรียนรู้เป็นรายบุคคล(TAI)</p> <p>2. ขั้นฝึกทักษะเป็นกลุ่ม</p> <p>2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างโจทย์การบวกการลบบนกระดาน แล้วสอนทักษะกระบวนการ</p>

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย/ชื่องานวิจัย	จำนวนขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
			<p>แก้ปัญหของโพลยา 4 ขั้นตอน โดยให้นักเรียนปฏิบัติตามใบความรู้พร้อมกับครูอธิบายทีละขั้นตอนได้แก่</p> <p>ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนในกลุ่มจะต้องช่วยกันทำความเข้าใจว่าโจทย์ข้อนี้ต้องอาศัยกระบวนการใดในการหาคำตอบ และจะต้องทำในวงเล็บก่อนเสมอ</p> <p>ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญห นักเรียนในกลุ่มจะต้องช่วยกันหาวิธีทางที่ถูกต้องในการหาคำตอบ ซึ่งโจทย์ที่ตั้งขึ้นมีเครื่องหมายสำหรับให้นักเรียนหาคำตอบอยู่แล้ว ดังนั้นนักเรียนต้องช่วยกันคิดว่า จะต้องทำในวงเล็บก่อนทุกครั้ง แล้วจากนั้นจะดำเนินการต่อไปอย่างไรจึงจะได้คำตอบที่ถูกต้อง</p> <p>ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญห นักเรียนในกลุ่มจะต้องช่วยกันดำเนินการหาคำตอบตามวิธีการในขั้นที่ 2</p> <p>ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล นักเรียนในกลุ่มจะต้องช่วยกันตรวจคำตอบว่า คำตอบที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้อง นักเรียนจะต้องระดมความคิดช่วยกันหาคำตอบใหม่อีกครั้ง</p> <p>2.2นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาที่ครูอธิบาย</p> <p>2.3 นักเรียนในกลุ่มช่วยกันทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4</p> <p>2.4 นักเรียนในกลุ่มช่วยกันทำใบงานเรื่อง</p>

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย/ชื่องานวิจัย	จำนวนขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
			การบวกและลบระคน จำนวนกลุ่มละ 2 ข้อ
5	ดวงพร ตั้งอุดมเจริญชัย (2551) “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4”	4	<p>ขั้นนำ</p> <p>นักเรียนจับคู่กันตั้งปัญหาที่มีคำตอบเป็น 12 และอยู่ในรูปของ อย่างละหนึ่งข้อ ลงในกระดาษเปล่าที่ครูแจกให้ ในเวลา 5 นาที โดยนักเรียนคู่ใดที่สามารถตั้งปัญหาได้มากกว่าข้อละ 1 ปัญหา ครูให้คะแนนพิเศษเพื่อทบทวนความรู้ในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</p> <p>ขั้นสอน</p> <p>1.ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน คัดความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วครูตั้งปัญหาที่ 1 โดยเขียนลงบนกระดาน“ถ้ากระเป๋าแต่ละใบมีเหรียญเป็นจำนวนเท่าๆกัน และเมื่อนำมารวมกับเหรียญอีก 5 เมื่อนับเงินทั้งหมดรวมกันได้เป็น 38 บาทจงหาว่ากระเป๋าแต่ละใบมีเงินกี่บาท”จากนั้นนำกระเป๋าเงิน และเงินเหรียญจัดตามสถานการณ์ปัญหา บนโต๊ะหน้าชั้นเรียน”</p> <p>2.นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหากับเพื่อนในกลุ่ม แล้วเขียนลงในกระดาษเปล่าที่ครูแจกให้ภายในเวลา 5 นาที เสร็จแล้วนำกระดาษคำตอบส่งครู</p> <p>3.ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยคำตอบเขียนประโยคสัญลักษณ์ และแสดงวิธีคิด พร้อมหาคำตอบด้วยวิธีการใช้สมบัติของการเท่ากันและวิธีอื่นๆที่ให้คำตอบเท่ากัน</p> <p>4. นักเรียนในกลุ่มร่วมกันตั้งปัญหา 1 ข้อเกี่ยวกับ</p>

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย/ชื่องานวิจัย	จำนวนขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
			<p>สถานการณ์ปัญหาจำนวนเหรียญพร้อมวาดรูปประกอบแล้วเขียนลงในกระดาษที่ครูแจกให้ ภายในเวลา 5 นาทีจากนั้นให้นำปัญหาไปแลกกับกลุ่มอื่น 1 กลุ่มเพื่อแก้ปัญหา เสร็จแล้วส่งคืนเจ้าของแล้วตรวจให้คะแนน</p> <p>5. ครูตั้งปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2.3.1 ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันแสดงวิธีการแก้ปัญหาภายในเวลา 20 นาที เสร็จแล้วส่งกระดาษคำตอบให้ครู</p> <p>6. นักเรียนในกลุ่ม ส่งตัวแทนออกมาเฉลยคำตอบบนกระดาน กลุ่มละ 1 คน พร้อมอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหา ให้เหตุผลประกอบการใช้สมบัติของการเท่ากัน</p> <p>7. นักเรียนทุกคนตั้งปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2.3.2 ให้เวลา 10 นาที แล้วนำกระดาษคำตอบส่งครูเพื่อตรวจให้คะแนน จากนั้นครูเลือกปัญหาที่น่าสนใจจากใบกิจกรรมนี้มาเพื่อให้เพื่อนในห้องร่วมกันแก้ปัญหาจำนวน 2 ข้อ ในกระดาษเปล่าที่ครูแจกให้</p> <p>8. นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งขันตั้งปัญหาสมการที่มีคำตอบดังที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 2.4 โดยใช้สีเมจิกเขียน ภายในเวลา 15 นาที แล้วส่งกระดาษคำตอบให้ครู กลุ่มที่สามารถตั้งสมการได้มากที่สุดและถูกต้องจะได้รับรางวัลพิเศษ</p> <p>9. นักเรียนแต่ละกลุ่ม เลือกสมการที่สมาชิกกลุ่มลงความเห็นร่วมกันว่ามีความซับซ้อนมากที่สุด มาเขียนบนกระดานกลุ่มละ 1 สมการ แล้วให้เพื่อ</p>

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย/ชื่องานวิจัย	จำนวนขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
			<p>กลุ่มอื่นแสดงวิธีแก้สมการหาคำตอบลงในกระดาษเปล่าที่ครูแจกให้ จากนั้นครูนำไปกิจกรรมที่ 2.4 ติดบอร์ดหน้าชั้นเรียนเพื่อแสดงผลงานของนักเรียน</p> <p>ขั้นสรุป</p> <p>นักเรียนสรุปการแก้ปัญา และการตั้งปัญหา โจทย์สถานการณ์ร่วมกันในชั้นเรียน โดยครูถามว่า “โจทย์สมการในใบกิจกรรมที่ 2.3.1 ทั้ง 4 ข้อ กับ ปัญหาที่ 1 มีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทั่วไปได้อย่างไร มีค่าใดบ้างในโจทย์ที่ระบุถึงการดำเนินการการบวก การลบ การคูณ หรือการหาร วิธีการแก้สมการโดยใช้สมบัติของการเท่ากัน จำเป็นหรือไม่ที่ต้องใช้สมบัติการเท่ากันของการบวกก่อนสมบัติการเท่ากันของการคูณเสมอและนักเรียนมีวิธีตั้งสมการอย่างไร เพื่อให้ได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มบวก หรือคำตอบเป็นเศษส่วน” ให้นักเรียนช่วยกันตอบแล้วทุกคนจดสรุปลงในสมุดของตนเอง</p> <p>ขั้นมอบหมายงาน</p> <p>นักเรียนทุกคนทำใบงานที่ 2.4 ในคาบที่ 4 ของหน่วยนี้เป็นการให้นักเรียนตั้งปัญหาสมการและ โจทย์ปัญหาสถานการณ์ที่อยู่ในรูปแบบ</p> $ax \pm b = c$ <p>ขั้นประเมินผล</p> <p>วัดผลและประเมินผลจาก การสังเกตพฤติกรรม ในชั้นเรียน , ใบกิจกรรม, ใบงาน</p>

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย/ชื่องานวิจัย	จำนวนขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
6	<p>พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน (2552)“ผลการใช้วิธีสอนแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ร่วมกับเทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคล(TA)ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3”</p>	4	<p>1.ขั้นเตรียม</p> <p>ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน ที่ประกอบด้วยเด็กเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1คน ตามผลการเรียนที่พิจารณาจากการสอบในปีการศึกษาที่ผ่านมาเป็นรายบุคคลและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเลือกประธานกลุ่มเพื่อเป็นหัวหน้าในการทำงาน และแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ</p> <p>2.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>ครูนำเข้าสู่บทเรียนทบทวนเรื่อง การบวกจำนวนที่มีผลบวกไม่เกิน 100,000 โดยเขียนโจทย์บนกระดานแล้วถามนักเรียนว่าจะหาคำตอบได้อย่างไร พร้อมทั้งยกสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับการบวก เช่น นักเรียนมีเงิน 10 บาท แม่ให้เพิ่มมา 50 บาท นักเรียนจะมีเงินเท่าไรและตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ</p> <p>3.ขั้นจัดการเรียนรู้</p> <p>3.1ครูอธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ว่าประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา ขั้นที่3ปฏิบัติตามแผน ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ พร้อมทั้งอธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน</p> <p>3.2 ขั้นทำกิจกรรมแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ครูกำหนดโจทย์ปัญหาการบวกจำนวนไม่เกิน</p>

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย/ชื่องานวิจัย	จำนวนขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
			<p>100,000โดยเขียนบนกระดาน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำใบงานที่ 1ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาดังนี้</p> <p>ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ทำความเข้าใจโจทย์โดยการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกรายละเอียดโจทย์ปัญหาเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับอะไร บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ บอกสิ่งที่โจทย์ถาม โดยตั้งเป็นคำถาม</p> <p>ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนแก้โจทย์ปัญหาโดยการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกวิธีการหาคำตอบว่าใช้วิธีการใด พร้อมทั้งเขียนเป็นสัญลักษณ์ โดยการตั้งเป็นคำถาม</p> <p>ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการตามแผน ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติตามแผนโดยการคิดคำนวณหาคำตอบและแสดงวิธีทำ เพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหาตามขั้นตอน</p> <p>ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้</p> <p>3.3 ขั้นปฏิบัติกิจกรรมคู่/เดี่ยว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับคู่กันในกลุ่ม โดยให้คนที่เก่งที่สุดในกลุ่มจับคู่กับคนที่อ่อนที่สุดในกลุ่มร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาจากใบงานที่ 2 โดยทำตาม ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4 จากนั้นครูตรวจสอบความถูกต้องถ้าผ่าน 75% ให้นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 3 เป็น</p>

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย/ชื่องานวิจัย	จำนวนขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
			<p>รายบุคคลเพื่อตรวจสอบความเข้าใจถ้าไม่ถึง 75 % ให้ทำแบบฝึกหัดซ่อมและทำใบงานที่ 3 จากนั้นให้ทำแบบทดสอบ</p> <p>3.4 ขั้นประเมินผล ครูคอยสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม เพื่อผู้คิด รายบุคคล พร้อมทั้งเสนอแนะเพิ่มเติมที่นักเรียนมีข้อบกพร่อง และให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบคนละฉบับแล้วนำคะแนนแบบทดสอบมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดกลุ่มนั้นได้รับรางวัล</p> <p>4. ขั้นสรุป</p> <p>นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหาการบวก จำนวนที่มีผลลัพธ์ไม่เกิน 100,000 ว่านักเรียนต้องอ่านโจทย์ปัญหา แล้ววิเคราะห์โจทย์ปัญหาเป็นเรื่องราว เกี่ยวกับอะไร โจทย์กำหนดอะไรบ้าง โจทย์ถามอะไร จะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ หลังจากนั้นคำนวณเพื่อหาคำตอบ แล้วตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ โดยครูคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือเพื่อให้การสรุปของนักเรียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และช่วยกันประเมินผลการปฏิบัติงานของกลุ่ม พิจารณาจุดเด่น จุดด้อยภายในกลุ่มตัวเอง</p> <p>5. ขั้นประเมินผล</p> <p>ด้านพุทธิพิสัย สังเกตการณ์ตอบคำถามและตรวจแบบทดสอบ</p> <p>ด้านทักษะพิสัย ตรวจใบงาน</p>

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย/ชื่องานวิจัย	จำนวนขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
			ด้านจิตพิสัย สังเกตการณ์มีส่วนร่วม ความสนใจในการเรียนและสังเกตการทำงานกลุ่ม
7	<p>สุมล พงสาวกุล (2552)</p> <p>“ผลการใช้ชุดกิจกรรมแบบศูนย์การเรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3</p>	6	<p>1. ขั้นเตรียม</p> <p>1.1 ครูเตรียมอุปกรณ์และสื่อ</p> <p>1.2 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 4 กลุ่ม</p> <p>2. ขั้นเข้าสู่กิจกรรม</p> <p>ครูให้คำชี้แจงแก่นักเรียนในการใช้ศูนย์กิจกรรมดังนี้</p> <p>2.1 ศูนย์กิจกรรม เรื่อง การเข้าใจโจทย์ปัญหามีทั้งหมด 4 ศูนย์กิจกรรม ในแต่ละศูนย์กิจกรรมประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรตัวอย่าง แบบโจทย์ปัญหา ใบงาน บัตรเฉลยคำตอบ นักเรียนปฏิบัติตามบัตรคำสั่งของแต่ละศูนย์กิจกรรม</p> <p>2.2 เมื่อทำกิจกรรมในแต่ละศูนย์กิจกรรมเสร็จแล้วให้เปลี่ยนศูนย์กิจกรรม</p> <p>2.3 ให้นักเรียนทำกิจกรรมจนครบทุกศูนย์กิจกรรม</p> <p>2.4 เมื่อนักเรียนมีปัญหาในการทำกิจกรรมให้ปรึกษาครูผู้สอน</p> <p>3. ขั้นทดสอบก่อนการทำกิจกรรม</p> <p>นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบก่อนทำกิจกรรมโดยใช้แบบทดสอบย่อยที่ 1</p> <p>4. ขั้นทำกิจกรรม</p> <p>4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมในศูนย์กิจกรรม 1-4 โดยเลือกเข้าศูนย์กิจกรรมใดก่อนก็ได้</p> <p>4.2 ในแต่ละศูนย์กิจกรรมย่อยคือ การแยกแถบ</p>

ตารางที่ 3 แสดงผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย/ชื่องานวิจัย	จำนวนขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
			<p>โจทย์ปัญหาสิ่งที่โจทย์บอกสิ่งที่โจทย์ถาม การเรียน แถบโจทย์ปัญหา และการแต่งโจทย์ปัญหา</p> <p>4.3 แต่ละกลุ่มใช้เวลา 30 นาที เมื่อนักเรียนแต่ละ กลุ่มประกอบกิจกรรมในแต่ละศูนย์เสร็จเรียบร้อย แล้วจะมีการเปลี่ยนศูนย์กิจกรรมเสร็จก่อนเวลาที่ กำหนด</p> <p>4.4 มีศูนย์กิจกรรมสำรวจสำหรับนักเรียนที่ทำ กิจกรรมเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด</p> <p>5. ขั้นตอนสอบหลังทำกิจกรรม เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มทำกิจกรรมศูนย์ที่ 1-4 ครบ ทุกศูนย์แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังทำ กิจกรรมโดยใช้แบบทดสอบย่อยที่ 1</p> <p>6. การวัดและการประเมินผล แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนร่วมกับผู้อื่น , แบบทดสอบย่อยและใบงาน</p>

ผลจากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาจากวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ในงานวิจัยทุกเล่มการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาจะมี 4 ขั้นตอนแต่ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะมีขั้นตอนดำเนินการที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แบบสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่องานวิจัย	จำนวน ขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
<p>ชฎานิศ สุธรรมมา</p> <p>“ การ พัฒนา บท เรี ย น คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาวิชา คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ”</p>	3	<p>ขั้นก่อนดำเนินการ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมสถานที่และเครื่องมือในการทดลอง 2. เตรียมกลุ่มตัวอย่าง โดยชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบวันเวลาและสถานที่ ที่ใช้ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 3. ชี้แจงและแนะนำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย <p>ขั้นดำเนินการ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนประสบการณ์เดิม <ol style="list-style-type: none"> 1.1 ครูทบทวนเรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้แก่ ความหมายของสมการ คำตอบของสมการ การแก้สมการ และสมบัติของการเท่ากันที่นำมาใช้หาคำตอบของสมการ โดยการซักถาม 1.2 ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้วิธีการเรียนและการทำกิจกรรมในขณะที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 2. เสริมสร้างประสบการณ์ใหม่ <ol style="list-style-type: none"> 2.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) 15 ข้อ 2.2 นักเรียนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน (Pretest) 5 ข้อ

ตารางที่ 4 แบบสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย	จำนวน ขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
		<p>2.3 นักเรียนเข้าสู่วิธีการแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาโดยเรียนตามขั้นตอนที่สร้างไว้ในระบบ</p> <p>3. นำไปใช้และสร้างสรรค์ทักษะชีวิต</p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวดังนี้</p> <p>3.1.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา คิดเกี่ยวกับปัญหา ระบุส่วนสำคัญของปัญหา ได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข</p> <p>3.1.2 การแก้ปัญหา กำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาและสุดท้ายเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา</p> <p>3.1.3 ขั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนลงมาปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้</p> <p>3.1.4 ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง พิจารณาความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและความถูกต้องของคำตอบ</p> <p>3.2 นักเรียนทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 3 ข้อ</p> <p>ขั้นหลังดำเนินการ</p> <p>1.นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Posttest) 15 ข้อ</p>

ตารางที่ 4 แบบสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ชื่องานวิจัย	จำนวน ขั้นตอน	กระบวนการสำคัญ/ขั้นตอนสำคัญ
		2.แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน (Posttest) 5ข้อ 3.หลังจากผ่านไป 2 สัปดาห์ นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความคงทนทางการเรียน

6. ความคงทนในการเรียนรู้

6.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

จากการศึกษาค้นคว้า พบว่ามีนักจิตวิทยาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความหมายของความคงทนในการจำ พอสรุปโดยสังเขป ดังนี้

Adams,1967 ; Atkinson และ Shinffrin, 968: 89- 195, ไสว เลียมแก้ว, 2528: 9-17, อ่างถึงใน ปัญจลักษณ์ ถวาย, 2556: 48) ว่า การคงไว้ซึ่งผลของการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียนเคยมีประสบการณ์การรับรู้มาแล้ว หลังจากที่ทิ้งระยะเวลาไว้ระยะหนึ่ง ซึ่งสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการจำมี 2 ประการ คือ ลักษณะความต่อเนื่องหรือความสัมพันธ์ของประสบการณ์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้และการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วเสมอ

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2541: 250,260) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการจำไว้ว่า การจำเป็นเรื่องของการระลึกย้อนกลับว่าหลังจากที่เว้นระยะไว้ช่วงหนึ่งแล้ว สิ่งที่ยังคงเหลืออยู่มากน้อยเพียงใด ความสัมพันธ์ของช่วงเวลาที่ผ่านไปและปริมาณที่คงอยู่ของสิ่งที่เรียนรู้ จึงเรียกว่า"ความคงทนของการจำ"(Retention) ส่วนของการเรียนรู้ที่ขาดหายไปจากทั้งช่วงระยะเวลาหนึ่งจะเรียกว่า"การลืม" การวัดความคงทนในการจำจึงเป็นการวัดว่าในขณะที่นั้นนักเรียนสามารถตอบสนองต่อสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วได้มากน้อยเพียงใด การตอบสนองที่จะแสดงว่า ยังจำได้ดีเพียงใด นั้นจะสังเกตจากการทดสอบ การท่อง การบรรยาย การเล่า เป็นต้น การวัดการจำจึงเป็นการวัดสิ่งที่คงอยู่ไม่ใช่สิ่งที่ขาดหายไป

จารุวรรณ ยังรักษา (2542: 52, อ้างถึง นุสรา เดชจิตต์, 2556:84) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึงความสามารถในการจำ และการระลึกได้หลังจากทิ้งช่วงเวลาหนึ่ง ทั้งนี้โดยไม่มี การกระทำนั้นออกมาเลยในช่วงเวลาที่ทิ้งไป

สุกัญญา เทียนพิทักษ์กุล (2543: 51, อ้างถึง นุสรา เดชจิตต์, 2556: 84) กล่าวว่าความ คงทนในการเรียนรู้ หมายถึงความสามารถในการจำและการระลึกได้ต่อประสบการณ์ที่รับรู้มาแล้ว หลังจากได้ทิ้งเวลาไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง

อรรคพล คำภู (2543: 28, อ้างถึง นุสรา เดชจิตต์, 2556: 84)กล่าวว่า ความคงทนในการ เรียนรู้ หมายถึง การที่ร่างกายสามารถที่จะแสดงอาการและพฤติกรรมที่เคยเรียนมาแล้ว หรือ ประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากที่ทอดทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง โดยไม่มีการกระทำอาการนั้น ออกมาเลยในช่วงเวลาที่ทิ้งไป

เกษมศรี ภัทรภูริสกุล (2544: 40, อ้างถึง นุสรา เดชจิตต์, 2556: 84)กล่าวว่า ความคงทน ในการเรียนรู้ หมายถึง การคงไว้ซึ่งความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับ หลังจากทิ้งระยะเวลาไว้ ระยะเวลาหนึ่ง

จากนักจิตวิทยาที่ให้ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการจำ การระลึกถึง หรือความคงอยู่ของสิ่ง ที่เคยเรียนหรือประสบการณ์ที่ผ่านมาหลังจากทิ้งช่วงห่างไว้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชา คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ผู้วิจัยได้ให้ความหมายว่า ความคงทนในการ เรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการจำหรือระลึกได้กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ หลังจากผ่านมาแล้วใน ช่วงเวลาหนึ่งและสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาประยุกต์กับสถานการณ์หรือ ประสบการณ์ใหม่ได้ โดยวัดจากผลคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและทดสอบอีกครั้งที่ 2 โดยใช้ แบบทดสอบเดิมแต่สลับข้อเมื่อผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ เพื่อวัดความคงทน โดยต้องมีผลคะแนนไม่ แตกต่างกัน

6.2 กระบวนการเรียนรู้และการจำ

กาเย่ (Gagne, 1974: 27- 46, อ้างถึงใน สุพรรณิณี แสนภักดี, 2553: 14-15, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 84) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้สรุปได้ดังนี้

1. การจูงใจ (Motivation Phase) เป็นการชักจูงใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้
2. การทำความเข้าใจ (Apprehending Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถจะเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า
3. การเรียนรู้ปรุงแต่งรับรู้สิ่งที่เรียนรู้ไว้เป็นความจำ (Acquisition Phase) ขั้นนี้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นความสามารถอย่างใหม่ขึ้น
4. ความสามารถในการสะสมสิ่งเร้าเก็บไว้ในความจำ (Retention Phase) ขั้นนี้เป็นการนำสิ่งที่เรียนไปเก็บไว้ในส่วนของความจำเป็นช่วงเวลาหนึ่ง
5. การรื้อฟื้น (Recall Phase) ขั้นนี้เป็นความสามารถใช้สิ่งที่เรียนรู้มาแล้วไปประยุกต์กับสิ่งใหม่ที่ประสบ
6. การสรุปหลักการ (Generalization Phase) ขั้นนี้เป็นความสามารถใช้สิ่งที่เรียนรู้มาแล้วไปประยุกต์กับสิ่งเร้าใหม่ที่ประสบ
7. การลงมือปฏิบัติ (Performance Phase) เป็นการแสดงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการเรียนรู้
8. การสร้างผลการย้อนกลับ (Feed – Back Phase) ขั้นนี้ให้นักเรียนรับทราบผลการเรียนรู้จากกระบวนการเรียนรู้กล่าวข้างต้น ถ้าหากครูผู้สอนได้ใช้กระบวนการครบทุกขั้นตอน ก็จะทำให้ นักเรียนมีประสบการณ์และเกิดความจำประสบการณ์ที่ได้เรียนนั้นได้ง่ายและจดจำได้นาน

แอทคินสันและชิฟริน (Atkinson and Shiffrin, 1997: unpagged, อ้างถึงใน สุพรรณิณี แสนภักดี, 2553: 14, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 85) ได้กล่าวถึงทฤษฎีความจำสองกระบวนการ มีใจความว่า ความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราวสิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นต้องได้รับการทบทวนดังนั้น จำนวนสิ่งของที่เราจะทำได้ในความจำระยะสั้นจึงมีจำกัดเช่น ถ้าเป็นชื่อของคนเราอาจทบทวนได้เพียง 3-4 ชื่อในช่วงระยะเวลาหนึ่งการทบทวนช่วยป้องกันไม่ให้ความจำสลายตัวไปจากความจำระยะสั้นและสิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นเป็นระยะเวลานานยิ่งนานเท่าใดสิ่งนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวในความจำระยะยาวมากยิ่งขึ้นถ้าเราจำสิ่งใดได้ในความจำระยะยาวสิ่งนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวในความจำตลอดไปกลายเป็นความจำที่ถาวรสามารถรื้อฟื้นขึ้นมาได้ ความจำระยะยาวที่กล่าวถึงในทฤษฎีความจำสองกระบวนการคือ ความคงทนในการเรียนรู้ นั่นเอง

ส่วนระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาว หรือความคงทนในการเรียนรู้ นั้น จะเวลาประมาณ 14 วัน หรือ 2 สัปดาห์

6.3 วิธีที่จะช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้

วิธีการที่จะช่วยให้เกิดความจำระยะยาวได้ดีจนเป็นความคงทนในการเรียนรู้ นั้น แบ่งเป็น 2 วิธี (เปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2546: 189-193, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556:84) คือ

1. การจับบทเรียนให้มีความหมายเป็นการจับบทเรียน เป็นระเบียบ เป็นหมวดหมู่ เกิดความหมาย ต่อนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนจับบทเรียนได้ง่ายละนานเข้า ซึ่งการจับบทเรียนให้มีความหมาย มีดังนี้คือ

1.1 การเข้ากลุ่ม หมายถึง การจัดสิ่งที่ต้องการจำที่อยู่ใกล้และคล้ายๆกันให้มีความสัมพันธ์กันเป็นกลุ่มเดียวกัน ในการจำตัวเลขทะเบียนรถ เลขโทรศัพท์ เลขประจำตัวสมาชิก ซึ่งมีเลขหลายตัว ก็อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อยจะช่วยให้จำได้ง่ายและนานขึ้น เช่น 2512055 เข้ากลุ่มโดยจำเป็น 2 กลุ่ม 251 กลุ่มหนึ่ง 2055 อีกกลุ่มหนึ่ง การจัดสิ่งที่ต้องการจำเป็นกลุ่ม เป็นการรวมกลุ่มเล็กๆ เพื่อสะดวกแก่การจำให้เป็นหน่วยเล็กเพื่อง่ายต่อการจำ

1.2 การเข้าเป็นหมวดหมู่ เป็นการจัดสิ่งที่ต้องการจำเป็นประเภทต่างๆ ตามคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกัน การจัดกลุ่มคณะวิชาเป็นพวกเดียวกัน เป็นการจับหมวดหมู่ตามคุณสมบัติหรือลักษณะและจำเป็นหมวดแทน คณะวิชานั้นๆ มีแผนกวิชาย่อยอะไรบ้างที่เป็นหมวดหมู่ชื่อลักษณะนั้นเป็นแกน ก็จะช่วยให้จำได้แม่นยำ

1.3 การเข้ารหัส เป็นการให้ความหมายกับสิ่งที่ต้องการจำ กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ขึ้นก็จะช่วยให้จำได้แม่นยำ เช่น การจำโดยใช้อักษรย่อ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ย่อเป็น ส.จ.ล ผู้ที่มีศัพท์ต่างๆ ต้องจำมากก็ต่อกรหัสในลักษณะเช่นนี้ สิ่งสำคัญก็คือต้องจำและถอดได้ง่ายด้วย มิฉะนั้นตนเองอาจถอดรหัสไม่ออก

1.4 การเข้าสัมผัส โดยให้สิ่งที่ต้องการจำนั้นมาเรียบเรียงให้มีลักษณะคล้องจองกัน เป็นการแต่งคำขวัญ การแต่งเป็นคำกลอนที่มีความหมายก็จะช่วยให้จำได้แม่นยำ เป็นการเขียนให้คล้องจองกัน เช่น งานคือเงิน เงินคืองาน บันดาลสุข การสร้างสิ่งช่วยเตือนความจำด้วยการสัมผัสในลักษณะนี้มักนิยมใช้เป็นคำขวัญ ให้ท่องหรือให้ร้องเป็นเพลง ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานกับการร้องเพลง แม้เวลาจะผ่านไปก็ยังสามารถจำได้อยู่

1.5 การเข้าหลักเกณฑ์ ความสามารถเข้าใจหลักเกณฑ์จะสามารถทำให้ความจำง่ายขึ้นเพราะลดปริมาณสิ่งที่จำให้น้อยลง และจำได้นานเพราะจำเพียงหลักเกณฑ์อย่างเดียว ส่วนรายละเอียดอื่นก็จะคิดออกได้ เช่น การจำว่าเดือนที่ลงท้ายด้วย คม มี 31วันและลงท้ายด้วย ยน

มี 30 วัน ก็จะมีจำนวนวันของแต่ละเดือนได้ การใช้หลักเกณฑ์การจำเป็นเทคนิคของแต่ละคน การจำชื่อบุคคลที่ต้องการจำได้เป็นการสร้างหลักการขึ้นเองของแต่ละบุคคลนั้น

2. การจัดสถานการณ์เพื่อช่วยการเรียนรู้เป็นการจัดให้มีการเรียนเพิ่ม การทดสอบ การท่องจำ การใช้จินตนาการ และการเลี้ยงสิ่งชดชวางเพื่อช่วยจำ ซึ่งการจัดสถานการณ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ มีดังนี้

2.1 การเรียนเพิ่ม เป็นการเรียนภายหลังการได้เรียนบทเรียนนั้นแล้ว และทบทวนสิ่งนั้นซ้ำแล้วซ้ำอีก จำได้แม่นยำและนานขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่คนส่วนมากรู้อยู่แล้ว เช่น การท่องจำต่างๆ ในเวลาเย็นก่อนกลับบ้านของนักเรียน การทบทวนบทเรียนก่อนสอบ ซึ่งเป็นการฝึกหัดเพื่อให้การเก็บความจำอยู่ได้ทนนาน

2.2 การทดสอบ เป็นการทบทวนบทเรียนขณะที่ฝึกหัดซึ่งมี 2 ลักษณะคือ การฝึกโดยไม่มีการทดสอบด้วยตนเอง เช่น ปิดตำราก็ถึงสิ่งที่ได้อ่านต่อไป หรือทดสอบโดยมีครูออกข้อสอบให้ทำก็ได้ การฝึกที่มีการทดสอบจะได้ผลดีกว่าไม่มีการทดสอบ เพราะการทดสอบช่วยให้จำได้ดีกว่าเมื่อมีการทดสอบเกิดขึ้น นักเรียนจะได้เรียนรู้ได้ว่าตนเองจำบทเรียนส่วนไหนไม่ได้มาก ก็จะพยายามจำและทำความเข้าใจอีกครั้งหนึ่ง การจำโดยไม่มีการทดสอบไม่ช่วยในเรื่องที่จำไม่ได้ การทดสอบจึงเป็นการรื้อฟื้นความจำอย่างหนึ่ง

2.3 การท่องจำ เป็นการทบทวนโดยการท่องบทเรียนต่างๆ จากการทดลองโดยการแบ่งกลุ่มเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ให้ผู้ทดลองอ่านในใจตลอดเวลา กลุ่มที่ 2 อ่านออกเสียง 20 % ของเวลาที่กำหนดให้ กลุ่มที่ 3 อ่านออกเสียง 40% ของเวลาที่กำหนดให้ กลุ่มที่ 4 อ่านออกเสียง 60% ของเวลาที่กำหนดให้ กลุ่มที่ 6 อ่านออกเสียง 80% ของเวลาที่กำหนดให้ ผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่มที่ใช้เวลาอ่านออกเสียงมากจะจำได้ดีกว่ากลุ่มที่ใช้เวลาในการอ่านออกเสียงน้อยเป็นลำดับไปกลุ่มที่อ่านในใจตลอดเวลาจำได้น้อยที่สุด การออกเสียงช่วยให้จำบทเรียนได้ดีกว่าการอ่านในใจเกิดจากการอ่านออกเสียงได้เพิ่มทักษะการฟังด้วย ซึ่งช่วยให้ความจำแม่นยำขึ้น

2.4 การใช้จินตนาการ เป็นการสร้างภาพในใจให้ความสัมพันธ์กับสิ่งที่ต้องการจำ และไปสัมพันธ์กับภาพหรือสิ่งของที่จำได้ดีและคุ้นเคยแล้ว และนี่ภาพทั้งสองอย่างเข้าด้วยกัน ทั้งนี้เพราะสมองซีกซ้ายทำหน้าที่เกี่ยวกับความจำทางภาพและสิ่งที่เป็นนามธรรม สมองซีกขวาจะจำสิ่งที่เป็นรูปธรรม หากเราสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างภาษากับสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ ก็จะทำให้เราจำได้ดีขึ้น เพราะได้ใช้สมองทั้งสองซีกให้เป็นประโยชน์ การสร้างจินตนาการด้วยตัวเลข เป็นการจำตัวเลขแล้วแปลงลงมาเป็นภาพ การนำสิ่งที่ต้องการจำมาเป็นภาพให้สัมพันธ์กับภาพตัวเลข และการสร้างจินตนาการด้วยสถานที่โดยใช้เรียงลำดับสถานที่ที่เราคุ้นเคย วิธีการนี้เรา

เรียกว่า วิธีโลไซ (Loci Method) เป็นวิธีที่นักจำอาชีพนิยมใช้ นักการเมือง นักพูดการใช้วิธีจำในลักษณะนี้ เพราะสามารถทำให้จำเรื่องราวต่างๆ ได้มาก

6.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการจำและความคงทนต่อการเรียนรู้

ประสาท อิศรปริดา(2518: 183, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 88) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความจำของมนุษย์มีหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความหมาย เนื้อหาที่นักเรียนเข้าใจมีความหมายต่อนักเรียน จำทำให้นักเรียนจดจำได้ดีกว่าเนื้อหาที่ไม่มีความหมาย การเรียนที่มีความหมายนั้นเป็นเรื่องของการเลือกเนื้อหาที่ถูกต้องเป็นความรู้ ซึ่งจะสรุปเป็นหลักการได้ นักเรียนต้องเห็นช่องทางในการนำความรู้นั้นไปประยุกต์ได้กับเหตุการณ์ต่างๆ

2. การทบทวน ทฤษฎีของการลืม มีทฤษฎีหนึ่งกล่าวว่า การลืมนั้นเกิดจากการไม่ได้ใช้ (Theory of Disuse) ดังนั้นการได้ทบทวนได้อ่านและได้ท่องจำอยู่เสมอๆ ย่อมทำให้ความจำดีขึ้นหรือเหมือนเป็นการย้ำให้ความจำมั่นคงถาวรขึ้น การทบทวนถ้าหากรู้จักปฏิบัติและคิดให้ขยายกว้างออกไปก็จะทำให้เกิดผลดีมากยิ่งขึ้น

3. ผลจากการเรียนรู้ที่สอดแทรก นักจิตวิทยาถือว่า ความจำจะดีหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับการเรียนรู้อื่นๆ ที่แทรกขึ้นมา ซึ่งการเรียนรู้ที่แทรกขึ้นมาอาจจะเป็นการเรียนรู้เก่าหรือความรู้ใหม่ก็ได้ถ้าสิ่งที่เรียนรู้เก่าไปขัดขวางสิ่งที่เรียนรู้แล้ว ทำให้การจำความรู้ใหม่ยากขึ้นเราเรียกกรณีเช่นนี้ว่า Proactive Inhibition ในทางตรงข้ามถ้าสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ เข้าไปขัดขวางการจำสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนหรือความรู้เก่าเลอะเลือนหรือทำให้ลดน้อยลงนั้นเราเรียกว่า Retroactive Inhibition ดังนั้นครูควรที่จะเลือกสถานการณ์การเรียนรู้ต่างๆ ที่จะส่งเสริมซึ่งกันและกันหรือที่จะมีการขัดขวางซึ่งกันและกันน้อยที่สุด

4. ความสัมพันธ์ของเนื้อหาจากแนวคิดของนักจิตวิทยา เกสตัลท์ (Gestaltists) เราจำจำง่ายขึ้นถ้าเราเกิดความเข้าใจ เกิดการหยั่งเห็น (Insight) และมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่จะท่อง ดังนั้นก่อนที่จะให้นักเรียนท่องจำเรื่องอะไรนั้นจะต้องให้นักเรียนทราบส่วนกว้างๆ ให้เข้าใจก่อนว่ามีรายละเอียดอย่างไร แล้วลงมือท่องจำโดยยึดความสัมพันธ์เป็นหลัก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

4.1 บทเรียนที่มีความคล้องจองกันย่อมจะจำได้ง่ายกว่าเรียนแยกกัน เช่น การท่องกลอน จำทำให้จำง่ายกว่าการท่องเป็นร้อยแก้ว เพราะวากลอนมีการสัมผัสซึ่งเป็นความสัมพันธ์กันนั่นเอง

4.2 การท่องตัวเลข 1224364860 ย่อมจำได้ยากมาก แต่ถ้าเราพยายามศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขแต่ละตัว พบว่า ถ้าเราจำเป็นคู่ๆ คือ 12-24-36-48-60 ซึ่งก็คือตัวเลขสูตรคูณแม่ 12 นั่นเอง เราย่อมท่องได้ทันทีที่จะอ่านจบด้วยซ้ำไป

4.3 ข้อความที่แบ่งออกเป็นหลายเรื่องย่อย ถ้าเราอ่านให้เข้าใจโดยตลอดก่อนแล้ว นำมาย่อเป็นหัวข้อสั้นๆ จะจำได้ง่ายขึ้น เช่น วิธีเรียนของไทยในสมัยก่อนย่อได้เป็น สุ จิ ปุ ลิ เป็นต้น

दन्यं गममानः (2531: 208, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556:89) กล่าวว่า การจำได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบหลายๆประการ ดังต่อไปนี้

1. เนื้อหาที่มีความหมาย คนเราจะจำได้ดีและรวดเร็วในเนื้อหาที่มีความหมายมากกว่าจำสิ่งที่ไม่มีความหมายหรือมีความหมายน้อย

2. การจัดระบบความรู้เข้าเป็นหลักการ ผู้สอนให้ความรู้เป็นหลักการใหญ่แล้ว ยกตัวอย่างแต่ละส่วนว่าเป็นเช่นนั้นได้เพราะอะไร ทั้งนี้เพราะคนเรามักจำหลักการใหญ่ได้ดีกว่าจำรายละเอียดของความรู้

3. วิธีการเรียนที่ดี ช่วยให้จำได้เร็วและจำได้นาน ลืมน้อย เช่น การเรียนโดยให้เกิดความเข้าใจ แยกแยะเปรียบเทียบเรื่องที่เรียน มีการย่อเนื้อหา ผักผ่อนและทบทวนในเวลาที่เหมาะสม

4. การเรียนให้รู้แจ้งเห็นจริง ต้องจัดเวลาให้มากๆ ในการให้ประสบการณ์ในแง่มุมต่างๆ เพื่อให้เด็กเรียนได้แจ่มแจ้ง ดีกว่าเร่งสอนโดยเด็กไม่รู้รายละเอียดในเรื่องเหล่านั้น แล้วครูก็นึก

5. ความสนใจ ช่วยให้นักเรียนจำเรื่องที่เรียนได้ดีขึ้น

6. เครื่องช่วยจำ หรือสิ่งที่ช่วยจำ ได้แก่ โฉมต๋อย แผนภูมิ แผนงาน คำกลอน ภาพประกอบ

จารุวรรณ ยังรักษา (2542: 57 อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556:89) กล่าวว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น ขึ้นอยู่กับการจัดกระบวนการเรียนการสอน ตลอดจนกิจกรรมต่างๆ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นถ้าหากครูผู้สอนสามารถจัดมวดประสบการณ์ที่มีความหมายและจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำกิจกรรมต่างๆ เมความสามารถจนเกิดการเรียนรู้อย่างแตกฉานแล้ว จำทำให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

พัทธนัย อวิรุทธพาดิษฐ์ (2543: 72, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 89) กล่าวว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความคงทนในการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับการจัดกระบวนการเรียนการสอน ตลอดจนกิจกรรมต่างๆ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นถ้าหากครูผู้สอนสามารถจัดมวด

ประสบการณ์ที่มีความหมาย และจัดสถานการณ์ให้นักเรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่างๆ เติมความสามารถ จนเกิดการเรียนรู้อย่างแตกฉานแล้ว จะทำให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

วรรณิ ลิ้มอักษร (2543: 114-115) กล่าวว่า มีปัจจัยอยู่มากที่ทำให้คนเรามีความแตกต่างระหว่างบุคคลในเรื่องของการจำ ซึ่งจะเห็นได้จากคนจำได้มาก จำได้เร็ว จำได้นานและจำได้ถูกต้อง แม่นยำ ดังนี้

1. วัยผู้ใหญ่ที่มีอายุไม่เกิน 35 ปี จะจำได้มากและจำได้เร็วกว่าเด็ก ทั้งนี้เพราะผู้ใหญ่มีสมองที่พัฒนาการเต็มที่แล้ว มีเทคนิคและเครื่องมือในการจำมากกว่าเด็ก แต่ที่ดูเหมือนว่าเด็กจำจำอะไรได้ง่าย แท้จริงแล้วเป็นเพราะเด็กมีเรื่องที่จะต้องจำน้อยกว่าผู้ใหญ่นั่นเอง

2. ระดับสติปัญญา นักจิตวิทยาไม่พบความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างระดับสติปัญญากับความจำ เพียงแต่พบว่าผู้มีสติปัญญาสูงมักมีเทคนิคในการจำที่ดีกว่า และใช้เวลาในการจำน้อยกว่าผู้ที่มีสติปัญญาต่ำ และยังพบอีกว่าเมื่อผู้มีสติปัญญาต่ำจำสิ่งใดได้แล้วมักจำจำได้นานไม่ค่อยลืม ทั้งนี้เพราะต้องใช้ความพยายามในการจำ และต้องใช้จำนวนครั้งในการทบทวนเพื่อให้จำมากกว่าผู้ที่มีสติปัญญาในปรกติ หรือผู้ที่มีสติปัญญาในระดับสูง รอยความจำจึงลึกและชัดเจนกว่า

3. ความใส่ใจและแรงจูงใจ เมื่อบุคคลมีความใส่ใจในเรื่องใดมากเป็นพิเศษ ก็มักมีความจดจ่อหรือเอาใจใส่ในเรื่องนั้นมาก ซึ่งจะส่งผลให้สามารถนำความจำจากการสัมผัสไปสู่ความจำระยะสั้นและส่งผลต่อไปบันทึกในความจำระยะยาวได้มาก

4. ความประทับใจ ไม่ว่าจะความประทับใจในด้านดีหรือด้านไม่ดีก็ตาม ความประทับใจจะไปกระตุ้นให้บุคคลมีอารมณ์เกิดขึ้น อารมณ์ดังกล่าวจะกระตุ้น Norepinephrine synapses ในสมองหรือรู้จักกันในนาม β -adrenergic synapses ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถในการบันทึกความจำให้มากขึ้น

5. เพศ ทั้งเพศหญิงและเพศชายมีความสามารถในการจำไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าเพศหญิงมีความสนใจที่จะจำและมีการพัฒนาความจำได้มากกว่าเพศชาย และมักจะมีการฝึกฝนความจำอยู่เสมอจากปัจจัยที่มีผลต่อการจำและความคงทนต่อการเรียนรู้ข้างต้น พอสรุปได้ว่า การจำและความคงทนต่อการเรียนรู้ของนักเรียนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น วัย ระดับสติปัญญา ความใส่ใจและแรงจูงใจ ความประทับใจ เพศ ตลอดจนเนื้อหาที่มีความหมาย การจัดระบบความรู้ ความรู้เข้าเป็นหลักการวิธีการเรียนที่ดี การเรียนให้รู้แจ้งเห็นจริง ความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละ

ปัจจัยมีบทบาทสำคัญและจะเสริมซึ่งกันและกัน ดังนั้นในการช่วยเด็กให้มีการจำและความคงทน จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยทุกด้านและทำการแก้ปัญหาดังกล่าวให้ดีขึ้น

6.5 ระยะเวลาในการวัดความคงทนในการจำ

มีนักการศึกษาทำการศึกษาเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ในการจำและได้เสนอแนะวิธีการวัดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังนี้

Atkinson & Shiffrin(1968: 89-195)และชัยพร วิชชาวุธ (2525: 288, อ้างถึงใน ปัญญา ลักษณะ ถวาย, 2556: 52) มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ในการทดสอบวัดความคงทนในการจำ ควรเว้นระยะ เวลาห่างจากการทดสอบครั้งแรกประมาณ 14 วัน เพราะเป็นช่วงระยะเวลาที่ ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำ

Gregory (1987:29, อ้างถึงใน ปัญญาลักษณะ ถวาย, 2556: 52) กล่าวว่า นักจิตวิทยาการ ทดลอง (Experimental Psychologist) ได้กำหนดระยะเวลาในการวัดความคงทนในการจำไว้ดังนี้

ความคงทนในการจำสัมผัส ควรวัดหลังจากการเรียนรู้ประมาณ 1 วินาที

ความคงทนในการจำระยะสั้น ควรวัดหลังจากการเรียนรู้ประมาณ 1 นาทีหรือน้อยกว่า

ความคงทนในการจำระยะยาว ควรวัดหลังจากการเรียนรู้ในช่วง 1 วินาที จนถึง หลายวันหรือหลายสัปดาห์

กมลรัตน์ หล้าสูงวงศ์ (2542: 242-248, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 91) ได้กล่าวถึงการ วัดความคงทนในการเรียนรู้ว่าเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้แล้วจะมีการคงไว้ซึ่งผลการเรียนรู้ หรือสามารถ ระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียนได้หรือมีประสบการณ์รับรู้มาแล้ว โดยจะทิ้งไว้สักระยะหนึ่งแล้วจึงทำ การวัดความคงทนในการเรียนรู้หรือการทดสอบความจำ ซึ่งมีวิธีการวัดอยู่ 3 วิธี คือ

1. การจำได้ การระลึก (Recall) หมายถึงการนึกถึงสิ่งที่เคยผ่านการเรียนรู้มาก่อน หรือนึก ถึงสิ่งที่ประสบมาก่อน โดยสิ่งนั้นไม่มีอยู่ในระหว่างการเข้ารหัสของข้อมูลโดยผ่านประสาทสัมผัส จาก ตา หู จมูก ลิ้น ในขณะที่นั้น แต่เป็นการรื้อฟื้นเหตุการณ์จากความจำนั่นเอง เป็นต้นว่า ในการ เรียนรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อเรียนรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อเรียนรู้ได้แล้วสักพักหนึ่ง กลับมานึกดูว่าสิ่งที่เคย เรียนรู้อยู่นั้นมีอะไรบ้าง

2. การจำแบบรู้จัก (Recognition) หมายถึง การรู้สึกที่เคยประสบสิ่งใดสิ่งหนึ่งมาก่อน เมื่อ ประสบสิ่งนั้นเป็นครั้งที่ 2

3. การเรียนซ้ำ (Relearning) การที่สามารถเรียนรู้สิ่งที่เรียนรู้ก่อนได้รวดเร็วขึ้นกว่าเดิม การ ระลึก (Recall) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ทดสอบความจำ สามารถแบ่งออกตามลักษณะของสถานการณ์ที่

ระลึก 3 แบบ คือ ระลึกเสรี (Free recall) การระลึกตามลำดับ (Serial recall) และการระลึกตามตัว
แนะ (Cued recall)

ชวาล แพทย์กุล (2516, อ้างถึงใน วรพงษ์ ผิวนทน, 2544, อ้างถึงใน นุสรรา เดชจิตต์, 2556: 91) ได้กล่าวถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่าในการสอบซ้ำโดยใช้
แบบทดสอบฉบับเดียวกันไปสอบบุคคลกลุ่มเดียวกัน เวลาในการทดลองครั้งแรกและครั้งที่สอง
ควรเว้นห่างกันประมาณ 2-4 สัปดาห์

นอกจากนั้น ชัยพร วิชาวุธ (2520, อ้างถึงใน วรพงษ์ ผิวนทน, 2544, อ้างถึงใน นุสรรา เดช
จิตต์, 2556: 91) ยังกล่าวไว้ว่า ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำใน
ระยะยาวหรือความคงทนในการจำประมาณ 14 วันหลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านไป

จากที่มีนักการศึกษาได้เสนอแนะวิธีการวัดความคงทนดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้แนวคิด
แล้วนำมาออกแบบในการวัดความคงทนในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคงทนใน
การเรียนรู้แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้จากบทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาผ่านไป แล้ว 2 สัปดาห์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

7.1.1 งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

นวรรตน์ แซ่ไคว้ว (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัล
ติมีเดียปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบความจริงเสมือน เรื่องการแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับเครื่อง
คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัล
ติมีเดียปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบความจริงเสมือน เรื่องการแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับเครื่อง
คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบความ
จริงเสมือน เรื่องการแนะนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่าน
เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

ผจญ รุ่งอรุณเลิศ (2551: 87) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคงทองวิทยา ผลการวิจัยพบว่าสื่อมัลติมีเดียที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียมีระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมโครงการคอมพิวเตอร์ อยู่ในระดับมาก

วรรณิ โคพิชัย (2551: 93) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ผ่านสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียด้วยวิธีการเรียนแบบแข่งขันกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า การเรียนผ่านสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียด้วยวิธีการเรียนแบบแข่งขันกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบแข่งขันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

อัญชริกา จันจุฬาและคณะ (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาภาษาอังกฤษเรื่องคำศัพท์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย อยู่ในระดับมากที่สุด

วาสนา วงษ์สังข์ (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มผลสัมฤทธิ์ เรื่องจำนวนจริง ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มผลสัมฤทธิ์ เรื่องจำนวนจริง มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน การทำงานกลุ่มของนักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มผลสัมฤทธิ์ เรื่อง จำนวนจริงอยู่ในระดับดีและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนอยู่ในระดับมาก

สุภาพ ชูวา (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์และการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร วิชาคณิตศาสตร์(ค33101)ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนห้องเรียนปกติและเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียน

ในห้องอย่างเดี่ยวและนักเรียนที่เรียนห้องเรียนปกติและเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับมาก

นลินพร แก้วศิริวิมล (2552:108-109) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการใช้กาวยี่เมนต สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาโยธา ผลการวิจัย พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอยู่ในระดับมากและมีค่า S.D. = 0.67

มณฑนา ศรีเทพ (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกราฟิกประเภทบิตแมท สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องกราฟิกประเภทบิตแมท มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลงานของนักศึกษาที่เรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องกราฟิกประเภทบิตแมทอยู่ในระดับดี และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอยู่ในระดับมากที่สุด

อนุชา คชาชัย (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบต่างๆในร่างกาย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดอู่ตะเภา ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบต่างๆในร่างกายมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ร้อยละ 42.97 มีผลงานผังมโนทัศน์อยู่ในระดับมากและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

ปาจริย์ วัชวัลคุ (2555: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอยู่ในระดับมากที่สุด

มณฑพรพรท์ วัฒนกุล และคณะ (2555: 95) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา มี

ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.58 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

รัตนา สุขขุนทดและอุมาพรไชยสูง (2555: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษาเจตคติต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่าการเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กานดา ยนต์สุวรรณ (2556: 79-80) ได้ศึกษาพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตเพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดเชื่อมโยง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าการสร้างและประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลองมีระดับคุณภาพเหมาะสม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน บทเรียนมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

7.1.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาแบบโพลยา(Polya'Four-Stage Method,1957)

ปานจิต วัชรระรังสี (2548: บทคัดย่อ, อ้างถึงใน ดวงนภา มะลิทอง, 2550: 52) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า 1)นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2)พฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง 3)นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนเรียนรู้แบบร่วมมือกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

มนทกานติ รุธิรบริสุทธิ (2551: 97) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่3 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การคูณ มีประสิทธิภาพ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมาก

รุ่งเรือง เสาศมพงษ์ (2552: 73) ได้ศึกษาวิจัย เกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแหลมบัววิทยา จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิตติมา พิศาพาค (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และได้โจทย์ปัญหาที่มีความหลากหลายเหมาะกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วรางคณา บุญครอบ (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยากับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่แตกต่างกันเจตคติต่อการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05และความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

กัญญา บุญแจ้ง (2554: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนาชุดกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง ร้อยละ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาเรื่อง ร้อยละ มีความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆของชุดกิจกรรมอยู่ในระดับมาก และเมื่อทำการหาประสิทธิภาพ พบว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

ภัทราภรณ์ เลขะวิวัฒน์ (2554: บทคัดย่อ) ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

สุพัตรา เส็งเอี่ยม (2555: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาและเทคนิคของโพลยาและเทคนิค การวาดรูปบาร์โมเดล เรื่องการบวก ลบ คูณ และหาร กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆของแบบฝึกทักษะอยู่ในระดับมากมีประสิทธิภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

นิตยา ทุมโยมา(2555: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และมีความพึงพอใจต่อชุดการเรียนรู้ในระดับมาก

เวียงแก้ว สะอาด (2556: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่องการวัดค่ากลางของข้อมูล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป มีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเฉลี่ยร้อยละ 78.97 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา จึงสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาซึ่งมีขั้นตอนที่ชัดเจน สามารถแก้ปัญหาเรื่องที่นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งอาจจะใช้ร่วมกับวิธีการสอนรูปแบบอื่นๆด้วย จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สามารถใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยาได้อยู่ในระดับดี

7.1.3 งานวิจัยเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

กัลยา ทองทศ (2528: บทคัดย่อ, อ้างถึงใน ดวงนภา มะลิทอง, 2550: 50) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดกับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วาทีณี ธีระตระกูล (2534: 79, อ้างถึงใน ดวงนภา มะลิทอง, 2550: 50) ได้ทำการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการสอนซ่อมเสริมจุดบกพร่อง เรื่อง เวลาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดการสอนซ่อมเสริมกับการสอนซ่อมปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนซ่อมเสริมกลุ่มทดลอง และวิธีสอนซ่อมเสริมตามปกติกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทัศนีย์ อรุณ (2539: 92, อ้างถึงใน ทัดดาว บุตรนุญ, 2548: 51) ได้ศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง วัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมประเพณีไทย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้หน่วยการเรียนการสอนกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้หน่วยการเรียนการสอน 14 วัน สูงกว่าการเรียนที่เรียนจากการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติ เพ็ญภาคกุล(2545:66 อ้างถึงใน ทัดดาว บุตรนุญ, 2548: 51) ได้ศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะที่มีความเร็วจังหวะของเสียงดนตรีประกอบแตกต่างกัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะที่มีความเร็วจังหวะของเสียงดนตรีประกอบแตกต่างกัน มีความคงทนในการจำหลังจากที่เรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความเร็วช้าจังหวะของเสียงดนตรีประกอบช้า มีความคงทนในการจำเมื่อเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความเร็วจังหวะของเสียงดนตรีประกอบเร็ว

อรสา ยิ่งยง (2551: 136) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เรียนด้วยบทเรียนเกมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนเกม

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าว มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังจากเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์และ 4 สัปดาห์ พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

ลัญญาลักษณ์ สุจิรา (2552: บทคัดย่อ, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 97) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจดจำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องระบบลำเลียงเลือด ผลการวิจัยพบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องระบบลำเลียงเลือด มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความคงทนในการจำ

เอกพันธ์ สารทกำบัง (2555: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนอยู่ในระดับมากและมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60

จากการศึกษางานวิจัยด้านความคงทนในการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ว่าการเรียนด้วยบทเรียนที่ประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพแอนิเมชัน เสียง วิดีโอและอื่นๆ จะช่วยกระตุ้นความสนใจนักเรียน ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนในรายวิชานั้นๆ ซึ่งตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สร้างความเป็นรูปธรรมสำหรับเนื้อหาที่เป็นนามธรรม จึงช่วยให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทนสามารถจดจำเนื้อหาได้ยาวนานกว่าการเรียนโดยไม่ใช้สื่อหรือการสอนแบบปกติ

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

7.2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

บราวลี (Brawley: 1975, อ้างถึงใน จิตติมา ธรรมราชา, อ้างถึงใน จริยา ทศพร, 2553) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ชุดการเรียนแบบสื่อประสม สอนเรื่องการบอกเวลากับเด็กเรียนช้า โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมีอุปกรณ์การสอน 12 ชุด ในเวลา 15 วัน ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม และจากการวิเคราะห์ยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและรับเชาวน์ปัญญา มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสัมพันธ์ระหว่างเพศ

คริสเตียน (Kristian 2006: Abstract) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียแบบมีส่วนร่วม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนที่วาดภาพจำนวน 187 คน สังกัดจากการสอบวาดภาพพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียแบบมีส่วนร่วมดีกว่ากลุ่มที่เรียนที่เรียนด้วยการนำเสนอตัวอักษรอย่างเดียว

7.2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาแบบโพลยา(Polya'Four-Stage Method,1957)

วิลเลียม (Williams, 2003, อ้างถึงใน นุสรุา เดชจิตต์, 2556: 95) ได้ศึกษาเรื่อง การเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาสามารถช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาได้โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิต จำนวน 42 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาตามขั้นตอนและไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองเรียนรู้การใช้ขั้นตอนตามกระบวนการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมจากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพึงพอใจในกิจกรรมการเขียน และนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

ดีลินดา (Delinda: 2008, อ้างถึงใน นุสรุา เดชจิตต์, 2556: 95) ได้ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากครูที่สอนในชั้นเรียนพิเศษที่สอนในระดับประถมศึกษาจากหลายๆห้องเรียนที่มีสิ่งแวดล้อมที่สมบูรณ์โดยการสำรวจครูที่เกี่ยวกับการสอนและสื่อวัสดุที่ครูใช้สอนนักเรียนที่อ่อนกว่ามีวิธีสอนอย่างไร จัดสรรเวลาในการสอนแก้ปัญหาอย่างไรและชนิดของปัญหาที่ครูเลือกมาให้ให้นักเรียนในการแก้ปัญหา ครูจะมุ่งเป็นอันดับแรกในการสอนนักเรียนให้แก้ปัญหาอย่างไร ไม่เพียงแต่คาบสอนให้นักเรียนคิดวิเคราะห์แต่ยังจะกระตุ้นให้ปรับเปลี่ยนไปถึงขั้นเกิดการเรียนรู้ ครูสอนให้เข้าใจปัญหา ปัญหาที่ซับซ้อนและเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยส่วนใหญ่ครูจะจัดหาเวลา 1 ชั่วโมง หรือมากกว่านั้นในการสอนแก้ปัญหาต่อสัปดาห์และข้อเสนอแนะในการสอนชั้นเรียนพิเศษของครูในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนก็คือ การเตรียมการสอน

พุท (Putt: 1979, อ้างถึงใน ณัฐพร โพธิ์เยี่ยม, 2550: 79) ได้ทำการศึกษาเรื่อง วิธีสอน 2 วิธีที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องที่หนึ่งใช้วิธีสอนแบบฮิวริสติก โดยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ของกาเย่และสอนแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนของโพลยาห้องที่สองไม่ใช้วิธีสอนแบบฮิวริสติกแต่สอนแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนของโพลยา และกลุ่มควบคุมโดยวิธีสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่าง กันอย่างไม่มีนัยสำคัญเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง

สองกลุ่มจะเห็นได้ว่าวิธีสอนของกลุ่มทดลองทั้งสองวิธีช่วยทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา และส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น

จากผลการวิจัยต่างประเทศที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหานั้นสามารถทำได้หลากหลายเนื้อหาสาระและเทคนิควิธีการสอน การเลือกใช้สื่อและนวัตกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาพร้อมกับวิธีการสอนที่สร้างสรรค์ จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น นอกจากนั้นยังส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้อยู่ในระดับที่ดีขึ้นได้ด้วย ดังนั้นครูผู้สอนควรต้องค้นคว้านวัตกรรมและวิธีการสอนที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นและส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยเป็นการพัฒนาบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งของนักเรียนที่ต้องการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง อีกทั้งยังตอบสนองของความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ได้ด้วย ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยออกเป็นลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขอบเขตการวิจัย
2. ตัวแปรที่ศึกษา
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง
4. ระเบียบวิธีการวิจัย
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย
7. การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
8. การวิเคราะห์ข้อมูล
9. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนราชินีบูรณะ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 จำนวน 12 ห้องเรียนรวมนักเรียน 520 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 36 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) โดยการใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่

1.1 การจัดการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.3 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.4 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาในการดำเนินทดลอง จำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที (สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 4 สัปดาห์)

ระเบียบวิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design)(ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 248-249) ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงแบบแผนการทดลองของการวิจัย

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน ระยะที่ 1	ทดสอบหลังเรียน ระยะที่ 2
ER	T ₁	X	T ₂	T ₃

เมื่อ	ER	แทน	กลุ่มทดลอง
		T ₁	แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
		X	แทน การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบ แก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา
		T ₂	แทน การทดสอบหลังเรียน (Posttest) ครั้งที่ 1
		T ₃	แทน การทดสอบหลังเรียน (Posttest) ครั้งที่ 2

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

แบ่งเนื้อหาในการวิจัยออกเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่

1. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน
2. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
3. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างสำหรับสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
5. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
6. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างสำหรับสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับการสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์และด้านการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา โดยแบบสัมภาษณ์ทั้ง 3 ด้านจะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ตอนที่ 1 สอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ และตอนที่ 2 สอบถามแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน จากเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างจึงนำมาสร้างประเด็นสัมภาษณ์ ซึ่งมีประเด็นสอบถาม 3 ด้านดังนี้

1.1 ด้านเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.1.1 ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

1.1.2 ด้านการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

1.2 วิเคราะห์โครงสร้างรูปแบบสาระสำคัญทั้ง 3 ด้านแล้วจึงสร้างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเพื่อสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและครอบคลุมเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

1.3 นำแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างที่ตรวจสอบแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสอดคล้องครอบคลุมด้านเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC : Index of Item objective congruence) โดยพิจารณาคะแนนแต่ละข้อ ดังต่อไปนี้

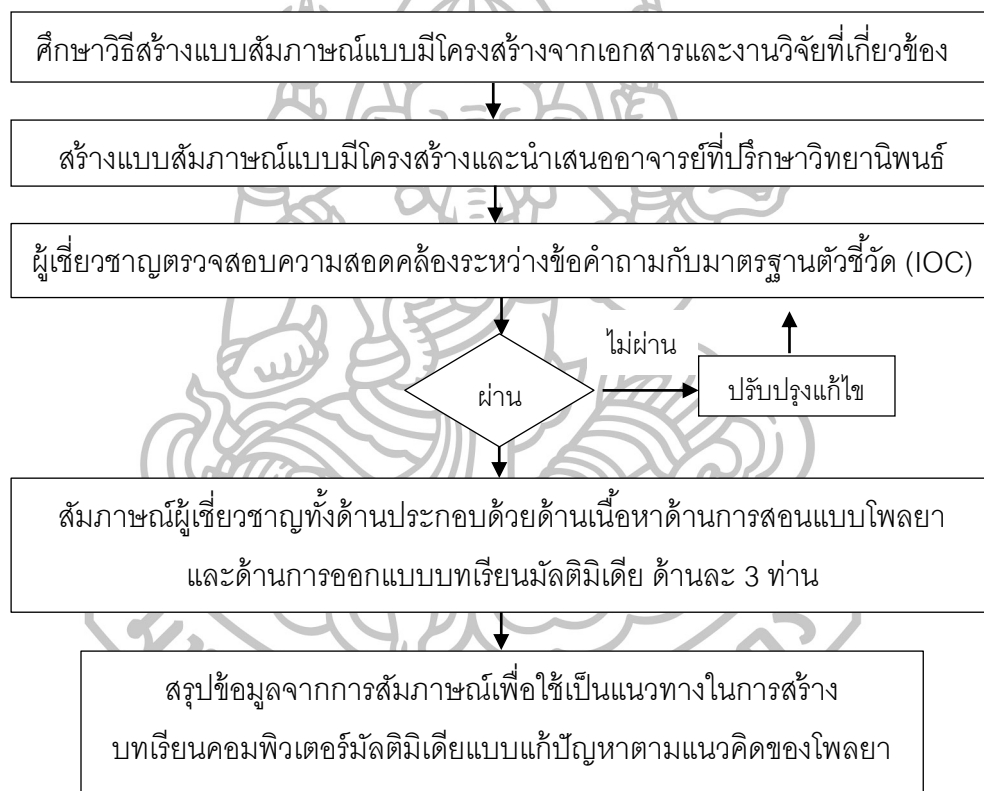
+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์นั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์นั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์นั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

1.4 ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่า 0.50 แสดงว่า ส่วนประกอบของข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของกลุ่มพฤติกรรม (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 117) แต่ถ้าได้คะแนนน้อยกว่า 0.50 ต้องปรับปรุงโดยพิจารณาจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คัดเลือกประเด็นการสังเคราะห์ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาใช้เป็นข้อคำถามในการแบบสัมภาษณ์ ซึ่งผลการตรวจสอบค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.98 สามารถนำไปใช้ในงานวิจัยได้

1.5 นำแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างที่ปรับปรุงแก้ไขจนสมบูรณ์แล้วไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จำนวน 3 ท่าน เพื่อรวบรวมข้อมูลเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้สรุปขั้นตอนการสร้าง แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างสำหรับสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 3 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

ผลจากการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัด(IOC) เท่ากับ 0.98 ผู้วิจัยจึงนำไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้าน ผลการสัมภาษณ์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 แสดงผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

คนที่	ข้อเสนอแนะ/เสนอแนะ
1	<ol style="list-style-type: none"> 1. การสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรเริ่มต้นที่ครู โดยเฉพาะการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด ในเรื่องการแก้สมการต้องใช้สมบัติการเท่ากันที่ชัดเจน ไม่ยึดติดกับวิธีการสอนของครู เนื่องจากนักเรียนในยุคปัจจุบันมีช่องทางการเรียนที่หลากหลาย นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความถนัดครูไม่ควรสกัดกั้นความคิดของเด็ก 2. ควรใช้กระบวนการกลุ่มในการแก้ปัญหา 3. ให้นักเรียนมีโอกาสได้ลองผิดลองถูก ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำตามความเหมาะสม 4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสในการวางแผนการเรียนแก้ปัญหา 5. การให้คะแนนสำหรับการแก้ปัญหาต้องมีคะแนนในแต่ละขั้นที่ชัดเจน
2	<ol style="list-style-type: none"> 1. การสอนแก้โจทย์ปัญหาควรฝึกให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์โจทย์ปัญหาซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ 2. นักเรียนบางคนจะขาดความรอบคอบดังนั้นครูควรให้นักเรียนมีการวางแผนในการแก้ปัญหา 3. การสร้างโจทย์ปัญหาเพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาควรเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และสามารถวางแผนในการวิเคราะห์โจทย์ได้ 4. การนำวิธีการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา เป็นเรื่องที่ต้องทำเพราะมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน
3	<ol style="list-style-type: none"> 1. ปัญหาที่นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้เป็นปัญหาระดับชาติ ครูผู้สอนหาแนวทางในการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆเป็นเรื่องที่ต้องทำ 2. สิ่งที่ครูควรทำอีกประการหนึ่งคือให้นักเรียนเขียนรูปภาพหรือแผนภาพเพื่อลำดับความคิด 3. ควรนำภาพที่เกี่ยวข้องกับโจทย์มาประกอบเพื่อขยายแนวคิดของนักเรียน

จากตารางที่ 6 สรุปได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้ง 3 ท่าน มีความคิดเห็นตรงกันว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาในระดับชาติ สมควรที่ครูผู้จะต้องหาแนวทางแก้ไขซึ่งอาจจะมีแนวทางที่แตกต่างกันให้อิสระในการคิดของนักเรียนโดยมีครูคอยให้ข้อเสนอแนะและให้ความสะดวกในการเรียนให้บรรลุมาตรฐานตัวชี้วัด

ตารางที่ 7 แสดงผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้าน การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

คนที่	รายการสัมภาษณ์		
	ตัวอักษร	ภาพประกอบ	เสียง
1	<p>1. นำเสนอเนื้อหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยอาศัยมัลติมีเดียให้เหมาะสม</p> <p>2. การอธิบายเนื้อหาในบทเรียนในลักษณะเป็นภาพเคลื่อนไหว อาจใช้ flash ทำ</p> <p>3. ตัวอักษรห้วนกลม อ่านง่าย ขนาดใหญ่ปานกลาง สีสัดกับพื้น</p>	<p>1. ชัดเจน ไม่แตก</p> <p>2. จัดวางตำแหน่งตามองค์ประกอบศิลป์ เปลี่ยนจุดบ้างเพื่อลดความน่าเบื่อหน่าย</p> <p>3. การปรากฏของภาพใช้เทคนิคเพียง 1-2 อย่างเท่านั้น และใช้เวลาไม่นานเกินไปในการปรากฏภาพ</p>	<p>เสียงบรรยาย</p> <p>1. เสียงชัดเจน อ่านออกเสียงถูกต้อง ไม่เหนอ ควรใช้เสียงผู้หญิง</p> <p>2. ความดังให้ฟังชัด ไม่มีเสียงเอฟเฟกต์ หรือมีก็เล็กน้อยตอนเริ่มเข้าสู่บทเรียน หรือตอนคลิก</p> <p>3. ระดับความดังประมาณ 70 % พอเหมาะ</p> <p>เสียงดนตรี</p> <p>1. ให้เหมาะสมกับเนื้อหาจริงๆ</p> <p>2. ไม่ควรมีตอนบรรยายจะแยงความสนใจ</p> <p>3. ความดังไม่เกิน 10 %</p>
2	<p>1. ห้วนกลมอ่านง่าย มีขนาดไม่เล็กไม่ใหญ่จนเกินไป เหมาะกับหน้าจอ</p> <p>2. ควรเลือกสีให้เหมาะสมและตัดกับพื้น หลีกเลี้ยงสีเขียวอ่อน และสีเหลือง</p>	<p>1. ควรใช้ภาพที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียน</p> <p>2. ควรจัดวางตรงกลาง หรือบน ตามองค์ประกอบศิลป์</p> <p>3. ภาพไม่แตกสื่อความหมายชัดเจน</p>	<p>1. เสียงบรรยายควรเป็นเสียงผู้หญิง น่าสนใจมากกว่า</p> <p>2. เสียงดัง ฟังชัด แต่ไม่ดังจนเกินไป ประมาณ 60-70% พอเหมาะ</p> <p>3. มีเสียงเอฟเฟกต์บ้างตอนเริ่มเข้าสู่บทเรียนเพื่อสร้างความตื่นเต้น</p>
3	<p>1. ใช้ตัวอักษรไม่เป็นทางการมากอาจจะเป็นแนววัยรุ่นชอบ</p> <p>2. จัดลำดับขั้นตอนในการเรียนให้ชัดเจน ควรมีคำชี้แจง</p> <p>3. หลีกเลี้ยงความจำเจ โดยการสลับตำแหน่งบ้าง</p>	<p>1. ใช้ภาพให้เหมาะสมกับวัยและอยู่ในความสนใจ</p> <p>2. สื่อความหมายได้ถูกต้องและชัดเจน</p> <p>3. หลีกเลี้ยงภาพล้อเลียนทุกกรณี วางตำแหน่งให้เหมาะสม</p>	<p>1. เสียงบรรยายไม่ช้าหรือเร็วจนเกินไป</p> <p>2. ควรใช้เสียงผู้หญิง</p> <p>3. ไม่ควรใช้เสียงดนตรีจะแยงความสนใจ</p>

จากตารางที่ 7 จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้ตัวอักษรไม่ให้เป็นทางการมาก แต่ควรให้อ่านง่าย เหมาะกับวัยของนักเรียน จัดลำดับเนื้อหาให้เป็นขั้นตอน สีสันชัดเจนหลีกเลี่ยงสีสะท้อนแสง ภาพประกอบให้เหมาะกับเนื้อหาและวัยของนักเรียน จัดให้ถูกต้องตามองค์ประกอบศิลป์ ควรเปลี่ยนตำแหน่งบ้างเพื่อลดความจำเจ ไม่ปรากฏภาพนานเกินไป และใช้เสียงอ่านที่ชัดเจน ไม่เหน่อ ควรใช้เสียงผู้หญิง เสียงดัง ฟังชัด แต่ไม่ควรดังเกิน 70 %

2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา หน่วยที่ 3 เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา หน่วยที่ 3 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ใช้เวลา 12 คาบ ซึ่งแบ่งเป็น 3 หัวข้อดังนี้

1. แก้อิทธิพลปัญหาเกี่ยวกับจำนวน
2. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
3. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว

2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตัวชี้วัด ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2 ได้ดังนี้

- 6.3.2.1 แก้อิทธิพลปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้
- 6.3.2.2 ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

2.3 ศึกษาองค์ประกอบของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบย้อนกลับ (Backward Design) ตามรูปแบบของโรงเรียนราชินีบูรณะ

2.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม

เป็นขั้นตอนที่เตรียมความพร้อมและทบทวนความรู้เดิมสำหรับนักเรียน เพื่อนำสู่การเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อวิเคราะห์นักเรียน

2. ขั้นสร้างเสริมประสบการณ์ใหม่

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนศึกษาเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา โดยครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก คอยแนะนำช่วยเหลือในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งจะมีการนำเสนอเนื้อหาเป็นแบบสถานการณ์ได้เรียนรู้และฝึกทักษะตามกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องพิจารณาว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร มีข้อมูลอะไรที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา มีเงื่อนไขหรือข้อจำกัดอะไรบ้าง ข้อมูลอะไรที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหานั้น ข้อมูลที่ให้มาเพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นหรือไม่ หรือให้ข้อมูลที่เกินความจำเป็นหรือไม่ หรือมีข้อมูลที่ขัดแย้งกันหรือไม่

ขั้นที่2 กำหนดวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนต้องพิจารณาสิ่งที่โจทย์ถามหรือตัวไม่ทราบค่า เปรียบเทียบกับปัญหาที่คุ้นเคยที่มีตัวไม่ทราบค่าเหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน พิจารณาว່ว่าจะนำปัญหาที่คุ้นเคยนั้นมาช่วยในการแก้ปัญหาใหม่ได้หรือไม่ หรือจะนำผลที่ได้จากปัญหาก่อนๆ มาแก้ปัญหาคใหม่ได้หรือไม่ ผู้แก้ปัญหานี้จะใช้วิธีอะไร แจกแจงสิ่งที่จะสามารถนำมาช่วยแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแก้ปัญหาคดำเนินการตามแผนโดยเริ่มตรวจสอบแต่ละขั้นของแผน ปรับปรุงแผน แล้วลงมือปฏิบัติจนสามารถหาคำตอบได้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความถูกต้องหรือการมองย้อนกลับ เป็นการตรวจสอบผลการดำเนินการในแต่ละขั้นตอน เพื่อพิจารณาความถูกต้องของการดำเนินการแก้ปัญหาและคำตอบ

3. ขั้นสรุปนำไปใช้และสร้างสรรค์ทักษะชีวิต

เป็นขั้นตอนที่หลังจากนักเรียนศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา สอนจบแล้วในแต่ละหน่วยย่อยนักเรียนจะต้องทำกิจกรรมเพื่อสรุปสาระการเรียนรู้ที่ได้ในขั้นตอนนี้ซึ่งมีลักษณะเป็นสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้นักเรียนตอบคำถาม และทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

2.5 นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง และนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

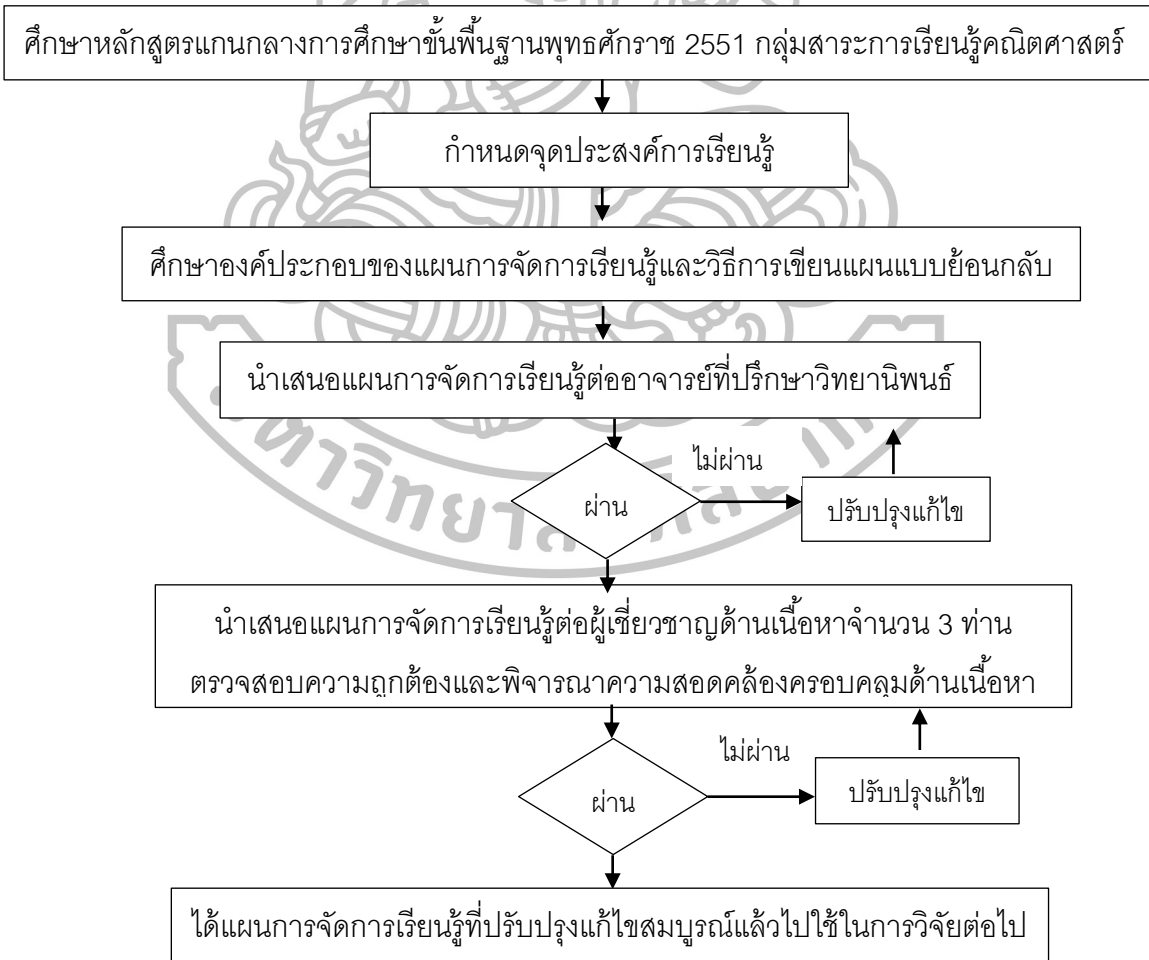
2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยที่3 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาแต่ละ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความสอดคล้องครอบคลุมด้านเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความ

สอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC : Item objective congruence) โดยพิจารณาคะแนนแต่ละข้อดังต่อไปนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่า แผนการจัดการเรียนรู้นั้นสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า แผนการจัดการเรียนรู้นั้นสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่า แผนการจัดการเรียนรู้นั้นไม่สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด

2.7 ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่า 0.50 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (พงษรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 117) แต่ถ้าได้คะแนนน้อยกว่า 0.50 ต้องปรับปรุงโดยพิจารณาจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลการตรวจสอบค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.98

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขจนเสร็จสมบูรณ์แล้ว ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป ทั้งนี้สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาไว้ดัง แผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

3. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย ข้อความ(text) ภาพนิ่ง(Image) ภาพเคลื่อนไหว(Animation) เสียงบรรยาย (Sound) เสียงดนตรี(Music) วิดีโอ (Vedio) รวมทั้งกิจกรรมต่างๆ ที่มีในแผนการจัดการเรียนรู้ ดั้งขั้นตอนการสร้างต่อไปนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เรียน 12 คาบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อดังนี้

3.1.1 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน

3.1.2 การโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

3.1.3 การโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว

3.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน ได้ดังนี้

6.4.2.1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

6.4.2.2 ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

3.3 สังเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

3.4 เขียนผังงาน (Flow chart) และ (Storyboard) ซึ่งเขียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตาม Flow chart และ Storyboard

3.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการประยุกต์มาการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพของบทเรียน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งมีลักษณะของแบบประเมินแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ และวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินคุณภาพแล้วสรุปเป็นประเด็นการปรับแก้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาและการออกแบบ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีคุณภาพมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีคุณภาพมาก

ระดับ 3 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีคุณภาพปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีคุณภาพน้อย

ระดับ 1 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีคุณภาพน้อยที่สุด

โดยผู้วิจัยใช้แนวคิดของเบสท์ (Best :1985 : 195) ในการกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมาย ถ้าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปถือว่ามีคุณภาพในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และให้ความหมายโดยการให้ค่าเฉลี่ยเป็นรายด้านและรายข้อ ดังนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	4.50-5.00	หมายถึง	มีคุณภาพมากที่สุด
ช่วงคะแนนเฉลี่ย	3.50-4.49	หมายถึง	มีคุณภาพมาก
ช่วงคะแนนเฉลี่ย	2.50-3.49	หมายถึง	มีคุณภาพปานกลาง
ช่วงคะแนนเฉลี่ย	1.50-2.49	หมายถึง	มีคุณภาพน้อย
ช่วงคะแนนเฉลี่ย	1.00-1.49	หมายถึง	มีคุณภาพน้อยที่สุด

จากการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีสอนของโพลยาจำนวน 3 ท่าน โดยตรวจสอบในด้านความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหาและวิธีการสอน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.50, S.D = 0.50$) ดังรายละเอียดการประเมินในภาคผนวก ค หน้า 254 และผลจากการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน จำนวน 3 ท่าน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.60, S.D = 0.49$) ดังรายละเอียดการประเมินในตารางที่ 25 ในภาคผนวก ค หน้า 256

3.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนราชินีบูรณะ ดังนี้

3.7.1 ทดลองรายบุคคล (One to One Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน โดยการคัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อนทำการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนที่มีอยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา หลังจากทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรียบร้อยแล้วก็เข้าสู่บทเรียน เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้วให้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของแต่ละหน่วย หลังจากนั้นเมื่อนักเรียนเรียนครบทั้ง 3 หัวข้อแล้วจึงให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสัมภาษณ์ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากกลุ่มตัวอย่าง จึงหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ผลจากการทดลองรายบุคคล (One to One Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่

ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน โดยการคัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ/ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 66.67 / 68.89 ดังรายละเอียดการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในตารางที่ 27 ในภาคผนวก ค หน้า 259 ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 ผลจากการวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างบางส่วนที่ต้องนำมาปรับปรุงครั้งนี้ การบรรยายประกอบเร็วเกินไปและบางตอนบรรยายไม่ละเอียดทำให้นักเรียนไม่เข้าใจ ไม่ควรมีเสียงดนตรีในขณะที่บรรยายเพราะเสียงดนตรีรบกวนสมาธิ จึงแก้ไขโดยบรรยายให้ช้าลง เพิ่มรายละเอียดในการบรรยายให้มากขึ้นและตัดเสียงดนตรีคลอออกไป ส่วนในเรื่องตัวอักษรที่มีขนาดเล็กเกินไปและสีของตัวอักษรกลมกลืนกับฉาก จึงแก้ไขโดยการปรับขนาดของตัวอักษรและปรับสีให้ตัดกับฉากมากขึ้น

3.7.2 ทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Tryout) ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยคัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนในระดับเก่งจำนวน 3 คน ระดับปานกลางจำนวน 3 คน และระดับอ่อน จำนวน 3 คน รวม 9 คน ทำการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนที่มีอยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา หลังจากทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรียบร้อยแล้วก็เข้าสู่บทเรียน เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้วให้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของแต่ละหน่วยหลังจากนั้นเมื่อนักเรียนเรียนครบทั้ง 3 หัวข้อแล้วจึงให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสัมภาษณ์ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากกลุ่มตัวอย่าง จึงหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผลจากการทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Tryout) ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยคัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนในระดับเก่งจำนวน 3 คน ระดับปานกลางจำนวน 3 คน และระดับอ่อน จำนวน 3 คน รวม 9 คน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ/ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 69.56/70.37 ดังรายละเอียดการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในตารางที่ 28 ในภาคผนวก ค หน้า 259 ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 ผลจากการวิเคราะห์การทดลองกลุ่มย่อยพบว่ามีส่วนที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขดังนี้ แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาที่มีเนื้อหาที่ค่อนข้างยากมาก นักเรียนไม่สามารถทำได้ทันเวลากำหนดเพราะต้องคิดแก้ปัญหาหลายขั้นตอนเกินไป มีตัวอย่างน้อยเกินไป จึงแก้ปัญหาโดยการสร้างสถานการณ์ปัญหาให้เหลือขั้นตอนในการ

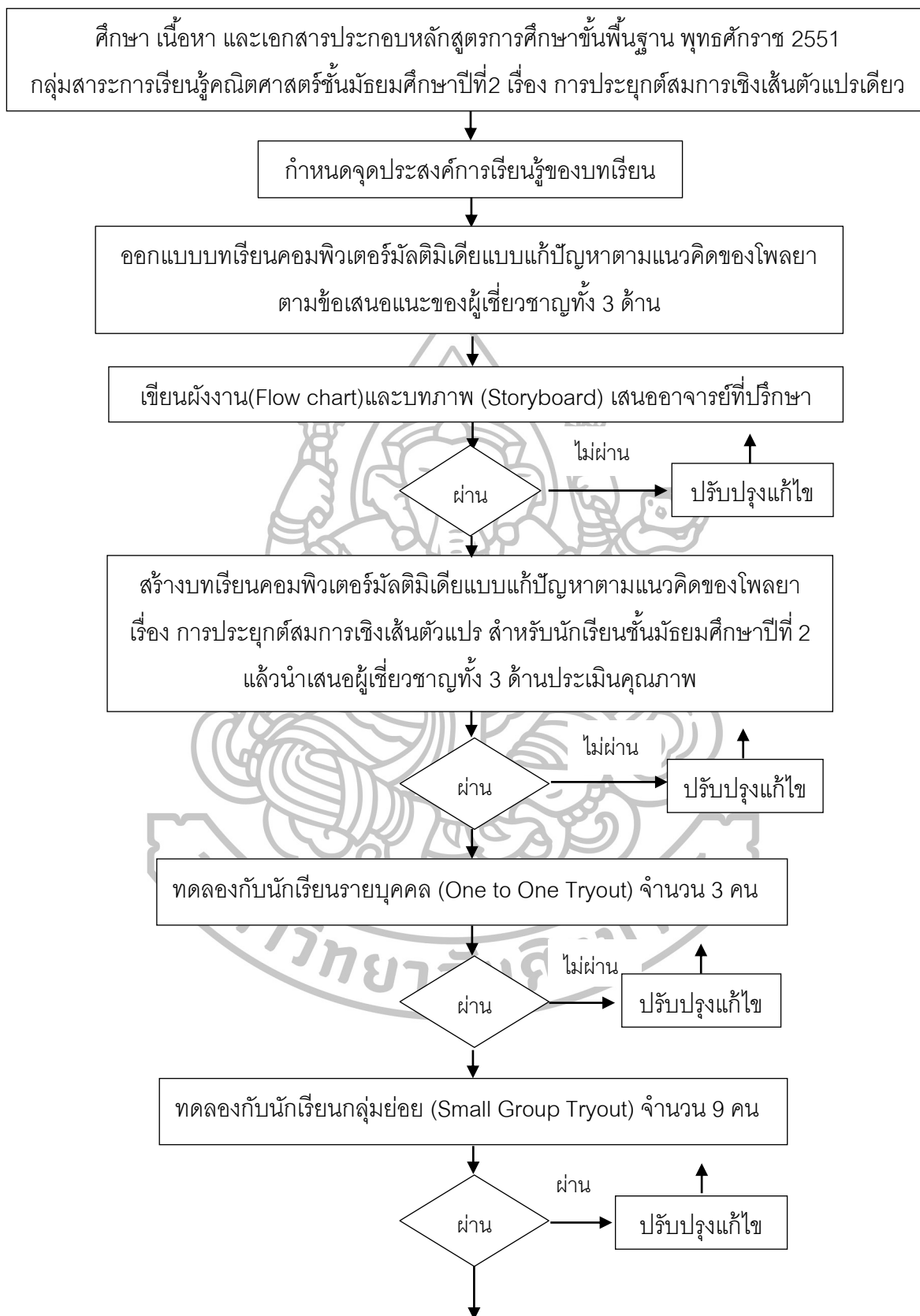
หาคำตอบน้อยลง และให้เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนมากขึ้น เพิ่มตัวอย่างให้คู่ขนานกับสถานการณ์ที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์

3.7.3 ทดลองภาคสนาม (Field Try Out) ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

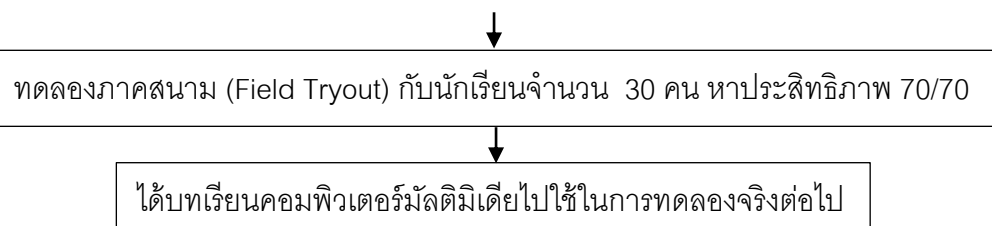
ปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ทำการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนที่มีอยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา หลังจากทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรียบร้อยแล้วก็เข้าสู่บทเรียน เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้วให้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของแต่ละหน่วยหลังจากนั้นเมื่อนักเรียนเรียนครบทั้ง 3 หัวข้อแล้วจึงให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสัมภาษณ์ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากกลุ่มตัวอย่าง จึงหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผลจากการทดลองภาคสนาม (Field Try Out) ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ/ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 71.33 / 70.89 (ดังรายละเอียดการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในตารางที่ 28 ในภาคผนวก ค หน้า 260 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 แต่ผลจากการวิเคราะห์การทดลองภาคสนาม พบว่า ยังมีรายละเอียดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขเล็กน้อย คือการปรับเสียงให้ดังขึ้นเล็กน้อย ตกแต่งปุ่มให้สมดุลงกับเฟรม และเพิ่มคำอธิบายในโจทย์ตัวอย่างมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในรายละเอียดมากขึ้น

3.7.4 ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 36 คน โดยให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียนจำนวน 15 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา หลังจากนั้นจึงเข้าสู่บทเรียน จำนวน 3 หัวข้อ เมื่อนักเรียนเรียนครบทุกหัวข้อแล้วจึงทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 15 ข้อ หลังจากนั้นทิ้งช่วง 2 สัปดาห์เพื่อทดสอบวัดความคงทนโดยใช้วิธีการทดสอบแบบคู่ขนาน (Parallel form method) และให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความคงทน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ได้ตั้งแผนภูมิต่อไปนี้



ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)



แผนภูมิที่ 5 การสร้างและหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ผลจากการทดสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการทดลองรายบุคคล จำนวน 3 คน ดังนี้

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
1	9	9	18	17	44	88	13	86.67
2	6	7	13	12	32	64	11	73.33
3	3	5	10	9	24	48	7	46.67
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต					33.33	66.67	10.33	68.89

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 8 พบว่า ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) จากการทดลองแบบรายบุคคลของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 คน พบว่า ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 66.67/68.89 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการทดลองแบบกลุ่มย่อย (Small Group Tryout) จำนวน 9 คน ดังนี้

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
1	8	8	18	17	43	86	13	86.67
2	9	8	16	17	41	82	11	73.33
3	8	10	16	16	42	84	12	80
4	5	8	16	14	38	76	12	80
5	6	9	15	15	39	78	10	66.67
6	5	8	15	11	34	68	11	73.33
7	3	7	10	8	25	50	8	53.33
8	3	7	13	10	30	60	9	60
9	2	5	7	9	21	42	9	60
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต					36.11	69.56	10.56	70.37

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 9 พบว่า ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) จากการทดลองแบบกลุ่มย่อยของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 9 คน พบว่า ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 69.56/70.37 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70

ตารางที่ 10 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ภาคสนาม (Field Tryout) บทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จำนวน 30 คน ดังนี้

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
1	4	8	16	14	38	76	11	73.33
2	8	10	17	15	42	84	11	73.33
3	6	8	15	12	35	70	10	66.67
4	6	10	18	15	43	86	12	80
5	6	9	19	19	47	94	12	80
6	5	10	9	12	31	62	10	66.67
7	3	7	17	10	34	68	9	60
8	6	10	18	14	42	84	12	80
9	2	9	14	12	35	70	9	60
10	3	10	18	14	42	84	10	66.67
11	3	9	16	9	34	68	9	60
12	4	9	14	16	39	78	12	80
13	2	8	12	10	30	60	9	60
14	9	10	19	16	45	90	13	86.67
15	3	6	14	12	32	64	10	66.67
16	5	7	10	11	28	56	11	73.33
17	6	10	17	14	41	82	12	80
18	6	8	14	12	34	68	11	73.33
19	6	9	13	12	34	68	9	60

ตารางที่ 10 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ภาคสนาม (Field Tryout) บทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จำนวน 30 คน(ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
20	7	9	16	13	38	76	11	73.33
21	3	8	14	10	32	64	10	66.67
22	5	6	10	12	28	56	9	60
23	2	6	9	10	25	50	8	53.33
24	8	8	11	13	32	64	11	73.33
25	6	8	11	14	33	66	12	80
26	7	9	18	13	40	80	12	80
27	2	8	16	13	37	74	13	86.67
28	9	8	13	12	33	66	11	73.33
29	6	6	13	10	29	58	9	60
30	6	9	17	15	41	82	11	73.33
รวม					1070		319	
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต					35.80	71.33	10.63	70.89

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 8 พบว่า ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) จากการทดลองแบบ
ภาคสนามของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของ
โพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน พบว่า ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 71.60/70.89 ซึ่งเป็นไป
ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกเพื่อใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กำหนดให้ค่าคะแนน
คือ ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 1 ฉบับ มี 15 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างและแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบจากแนวการวัดและ
ประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารที่
เกี่ยวข้อง

4.2 ศึกษามาตรฐานและตัวชี้วัด เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ใช้ในการสร้างบทเรียน

4.3 สร้างตารางการวิเคราะห์แบบทดสอบตามเนื้อหา ตัวชี้วัดและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

4.4 สร้างแบบวัดผลการเรียนรู้เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยสร้างให้ครอบคลุม
เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด จำนวน 30 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
ความถูกต้องตามคุณลักษณะของแบบทดสอบทั้งด้านการใช้ภาษา การใช้คำถาม และปรับปรุง
แก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่
ต้องการวัด (IOC: Index of Item objective congruence) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา
คะแนนของแต่ละข้อดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

4.5 นำผลการประเมินมาคำนวณเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยใช้เกณฑ์การ
พิจารณาคือแบบวัดผลการเรียนรู้ต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความ
สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540: 117) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับกันได้
หากไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดให้ปรับแก้คำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัด

ผลจากการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.93 ดังรายละเอียดในตารางที่
30 ในภาคผนวก ค หน้า 264 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำในการสร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาให้เป็น
สิ่งใกล้ตัวนักเรียน และการใช้ภาษาในคำถามให้ชัดเจนให้เป็นปรนัยมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุง
แบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อให้ข้อคำถามมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

4.6 นำแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ ที่ปรับแก้แล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เคยเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว จำนวน 30 คน หลังจากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย(p) ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก(r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 123- 128) ให้เหลือจำนวน 15 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจัดทำเป็นแบบทดสอบ 2 ฉบับแบบคู่ขนานเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดความคงทนในการเรียนรู้

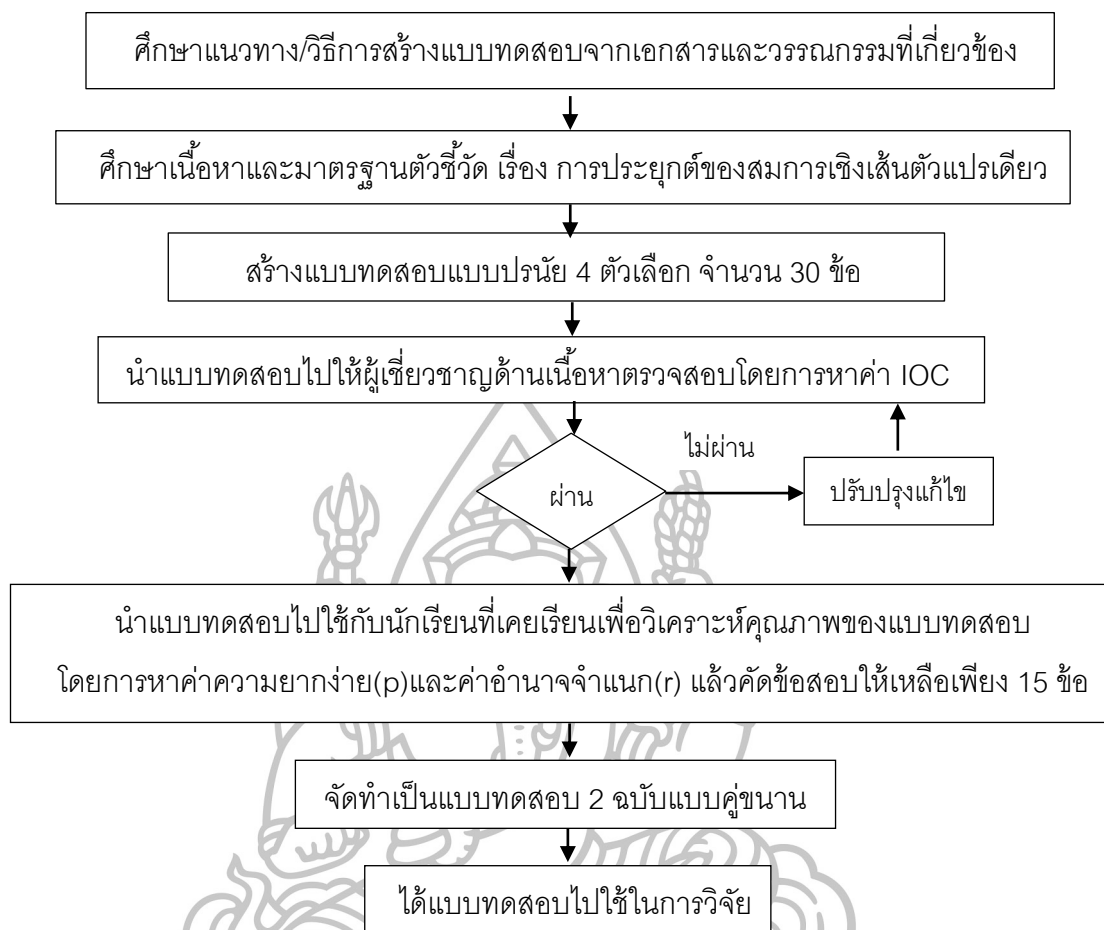
ผลจากการวิเคราะห์ความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนหลังเรียนพบว่า มีค่ามีค่าความยากง่าย(p)อยู่ระหว่าง 0.38 – 0.56 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.38 – 0.63 สามารถนำไปใช้ในงานวิจัยได้

4.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 168)

ผลการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 (ดังรายละเอียดในตารางภาคผนวก 8 หน้า 266)

4.8 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไปใช้ในการทดลองกับตัวอย่างในการวิจัย สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ ดังแผนภูมิต่อไปนี้





แผนภูมิที่ 6 แสดงขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบอัตนัยโดยกำหนดสถานการณ์ใกล้ตัวที่เกี่ยวกับการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 5 สถานการณ์และกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนตามขั้นตอนการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

5.1 ศึกษาแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากหลักการ ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ตามจุดประสงค์การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

5.3 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในลักษณะคู่ขนาน (parallel test) ให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอนของโพลยา (Polya's Four Stage Method, 1957) เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบอัตนัย จำนวน 8 สถานการณ์ ประกอบด้วย

1. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน จำนวน 2 สถานการณ์
2. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 3 สถานการณ์
3. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว จำนวน 3 สถานการณ์

5.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา ดังตารางต่อไป

ตารางที่ 11 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	เกณฑ์การให้คะแนน
<p>ขั้นที่ 1</p> <p>ความเข้าใจปัญหา</p> <p>(2 คะแนน)</p>	<p>2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง</p> <p>1 หมายถึง การเข้าใจปัญหาบางส่วนได้ถูกต้อง</p> <p>0 หมายถึง เข้าใจน้อยมาก หรือไม่เข้าใจเลย</p>
<p>ขั้นที่ 2</p> <p>วางแผนการแก้ปัญหา</p> <p>(3 คะแนน)</p>	<p>3 หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง</p> <p>2 หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบได้ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง</p> <p>1 หมายถึง เลือกยุทธวิธีส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง</p> <p>0 หมายถึง เลือกยุทธวิธีไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกได้เลย</p>
<p>ขั้นที่ 3</p> <p>ดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>(3 คะแนน)</p>	<p>3 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง</p> <p>2 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องบางส่วน</p> <p>1 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ได้ถูกต้อง</p> <p>0 หมายถึง ไม่สามารถนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้</p>
<p>ขั้นที่ 4</p> <p>ตรวจสอบคำตอบ</p> <p>(2 คะแนน)</p>	<p>2 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง</p> <p>1 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องบางครั้ง</p> <p>0 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ได้ถูกต้อง</p>

จากเกณฑ์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในตารางที่ 11 ผู้วิจัยจะใช้ค่าร้อยละและค่าเฉลี่ยในการประเมินทั้งหมด 5 ข้อ โดยแต่ละข้อให้คะแนนได้ตั้งแต่ 0 - 10 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

- ช่วงคะแนน 40-50 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก
 ช่วงคะแนน 30-39 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับดี
 ช่วงคะแนน 20-29 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง
 ช่วงคะแนน 10-19 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับน้อย
 ช่วงคะแนน 0-9 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับ
 ต้องปรับปรุง

5.5 นำเสนอแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องตามคุณลักษณะของแบบทดสอบ และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC: Index of Item objective congruence) โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาคะแนนแต่ละข้อดังนี้

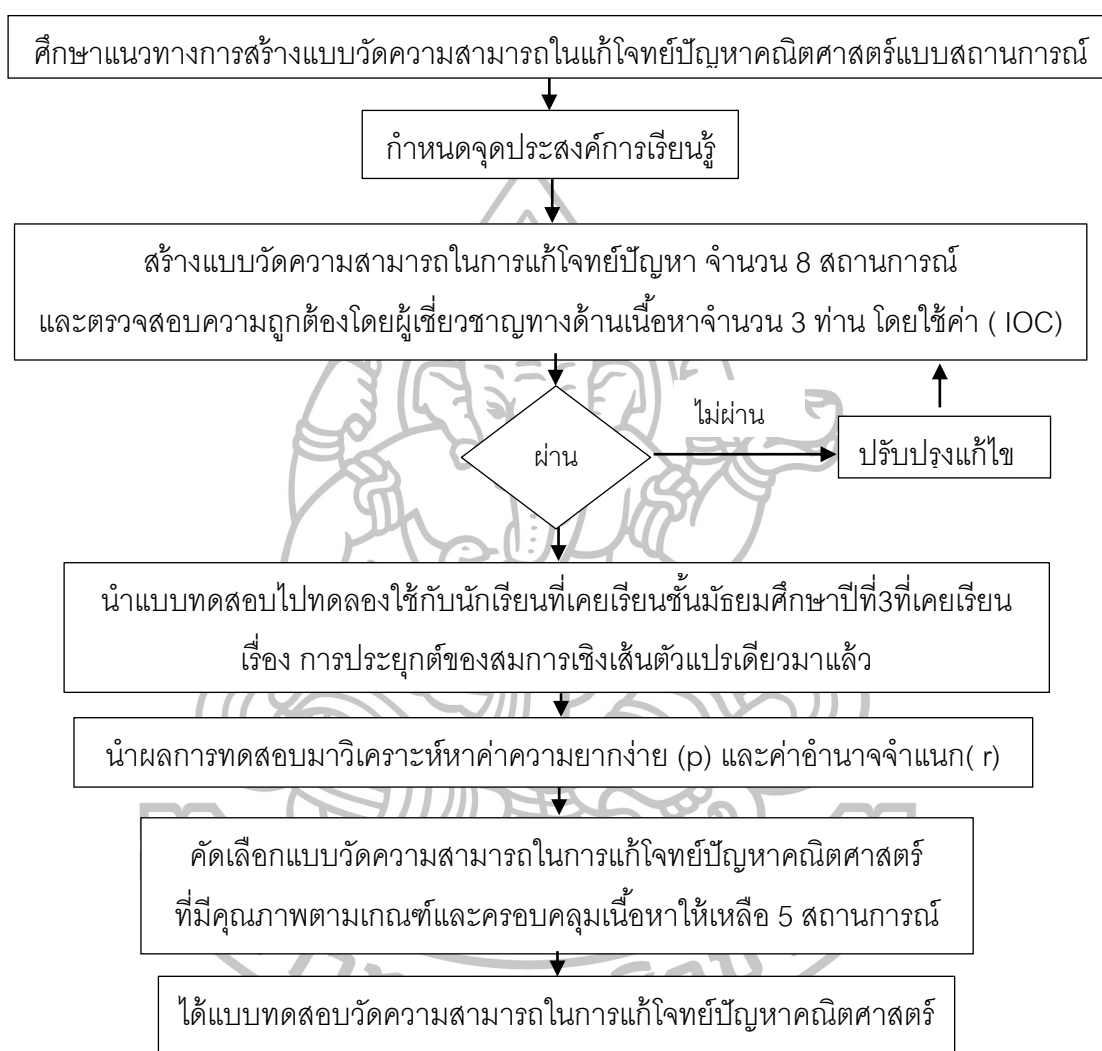
- +1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
 -1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

5.6 นำผลการประเมินมาคำนวณเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาคือแบบวัดผลการเรียนรู้ต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540: 117) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับกันได้ หากไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดให้ปรับแก้คำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัด

ผลจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าค่า IOC แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ย IOC เท่ากับ 0.88 ดังรายละเอียดในตารางที่ 32 ในภาคผนวก ค หน้า 267 ซึ่งมีการปรับแก้ภาษาในบางสถานการณ์เพื่อให้ข้อคำถามมีความเป็นปรนัยและมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5.7 คัดเลือกแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์และครอบคลุมเนื้อหาและมาตรฐานตัวชี้วัดจำนวน 5 สถานการณ์ทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชินีบูรณะที่เคยเรียนเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาก่อน จำนวน 1 ห้องเรียน หลังจากนั้นนำแบบวัดความสามารถมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Alpha

Coefficient) โดยใช้สัญลักษณ์ α (แอลฟา) (ฉ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ; 2538: 200 อ้างถึงใน ธีรวุฒิ เอกะกุล. 2546: 182-183) ผลการหาค่าความเชื่อมั่นพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.80 (ดังรายละเอียดในตารางที่ 33 ในภาคผนวก ค หน้า 267) ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 7 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

6. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

6.1 ศึกษาหลักเกณฑ์ วิธีการในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องต่างๆ

6.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามหลักการของ ลิเคอร์ท (Likert อ้างถึงในพวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543: 107-108, อ้างถึงใน อรรุรา สุขแปดริ้ว, 2554: 63-64) คือมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด มีความพึงพอใจระดับมาก มีความพึงพอใจระดับปานกลาง มีความพึงพอใจระดับน้อย มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด ซึ่งมีประเด็นการประเมิน 4 ด้าน ดังนี้ ด้านแรกคือ ด้านเนื้อหา ด้านที่ 2 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านที่ 3 ด้านสื่อการเรียน และด้านที่ 4 ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 20 ข้อ โดยกำหนดค่าระดับในแบบสอบถามความพึงพอใจดังนี้

มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด	ให้ค่าระดับเท่ากับ	5
มีความพึงพอใจระดับมาก	ให้ค่าระดับเท่ากับ	4
มีความพึงพอใจระดับปานกลาง	ให้ค่าระดับเท่ากับ	3
มีความพึงพอใจระดับน้อย	ให้ค่าระดับเท่ากับ	2
มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด	ให้ค่าระดับเท่ากับ	1

และเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนเฉลี่ยโดยพัฒนามาจากแนวคิดของเบสท์ (Best 1986 : 195, อ้างถึงใน อรรุรา สุขแปดริ้ว, 2554: 63-64) มีรายละเอียดดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

6.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

6.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของคำถามหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) รูปแบบภาษาและหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence : IOC) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา คือ

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามในแบบสอบถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามในแบบสอบถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามในแบบสอบถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

นำผลการวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องโดยใช้เกณฑ์การพิจารณา คือแบบสอบถามความพึงพอใจต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความ

สอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ หากไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดให้ปรับแก้คำถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่จะประเมิน

ผลจากการตรวจสอบความเหมาะสมของคำถามหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) พบว่าค่ามีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.39 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 มีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามเท่ากับ 0.97 (ดังรายละเอียดในตารางภาคผนวก ค หน้า 250) และมีข้อเสนอแนะในการใช้ภาษาให้เป็นทางการและตัดคำถามที่ซ้ำซ้อนออก

6.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผ่านการตรวจสอบและปรับแก้เรียบร้อยแล้วไปใช้ทดลองกับการกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป ทั้งนี้สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนดังกล่าวได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 8 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ

การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนดำเนินการ

1.1 เตรียมสถานที่และเครื่องมือในการทดลองได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 คนต่อเครื่อง ที่กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนราชินีบูรณะ และทำการติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

1.2 เตรียมกลุ่มตัวอย่าง และชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบ วัน เวลา และสถานที่ ที่ใช้ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

1.3 ชี้แจงและแนะนำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เบื้องต้น

2. ขั้นตอนดำเนินการ

การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลอง จำนวน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 12 คาบ ในแต่ละสัปดาห์จะดำเนินการทดลองติดต่อกัน 3 ชั่วโมง โดยดำเนินการทดลองดังนี้

2.1 ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มนักเรียนกลุ่มทดลองเพื่อชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้วิธีการเรียนและการทำกิจกรรมในขณะที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

2.2 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ใช้เวลา 50 นาที

2.3 วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ใช้เวลา 50 นาที

2.4 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียน จำนวน 9 ครั้งๆละ 50 นาที

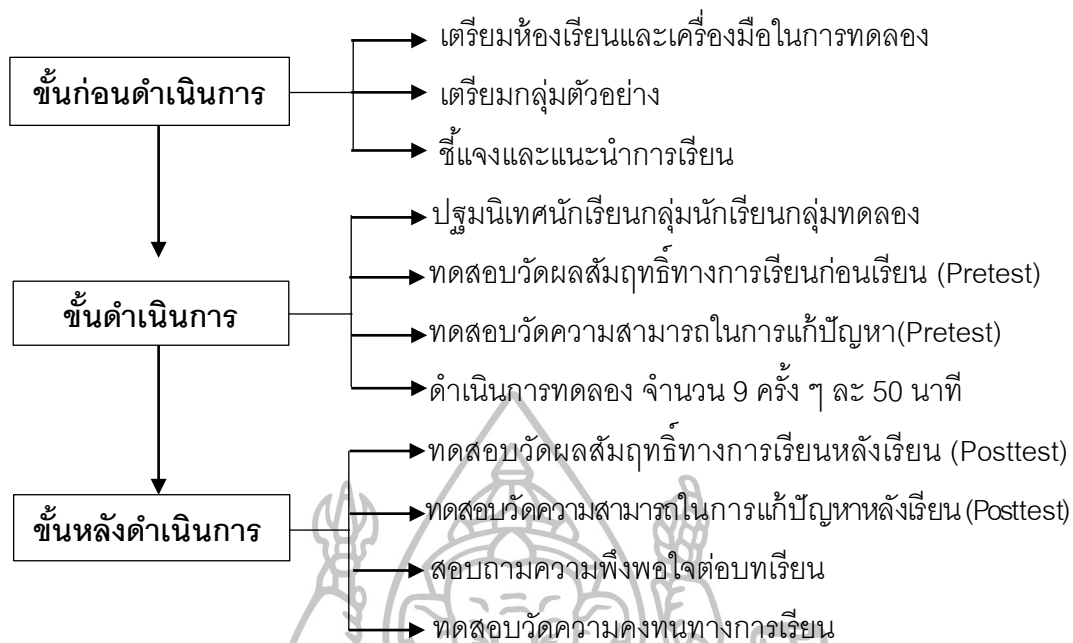
3. ขั้นหลังดำเนินการ

3.1 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Posttest) ใช้เวลา 50 นาที

3.2 ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน (Posttest) ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

3.3 หลังจากทดลองผ่านไป 2 สัปดาห์ ทดสอบซ้ำ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคงทน

3.4 ผู้วิจัยนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัยทั้งนี้สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 9 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 การหาค่าเฉลี่ย(Mean)โดยใช้สูตร(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ,2543: 306, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556:128)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum X$	แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทนจำนวนคนของกลุ่มตัวอย่าง

1.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 307 อ้างถึงใน นุสรุา เดชจิตต์, 2556: 129)

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

เมื่อ

S	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
N	แทน	จำนวนนักเรียน
N-1	แทน	ระดับขั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedom)

2. สถิติที่ใช้ในการหาคคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543: 117, อ้างถึงใน อรุรา สุขแปดริ้ว, 2554: 74)

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

เมื่อ

IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม
$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2531: 136, อ้างถึงใน อรุรา สุขแปดริ้ว, 2554: 74)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ

P	แทน	ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร พวงรัตน์ ทวีรัตน์
(2543: 129, อ้างถึงใน อรุรา สุขแปดริ้ว, 2554: 74)

$$r = \frac{Ru - RL}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ
	Ru	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	RL	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนคนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.4 หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) (ธีรศักดิ์ อุ่นอารมย์เลิศ, มปป: 166)

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ	r _u	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ทั้งฉบับ
	k	แทน	จำนวนของแบบวัดผลการเรียนรู้ทั้งฉบับ
	p	แทน	อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น
	q	แทน	อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้น (1-p)
	S ²	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

2.5 หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Alpha Coefficient) สัญลักษณ์ในการหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้ใช้ว่า α (แอลฟา) (ฉ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538: 200, อ้างถึงใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2546: 182-183)

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

เมื่อ	α	คือ	ค่าความเชื่อมั่น
	n	คือ	จำนวนของข้อคำถาม
	$\sum S_i^2$	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
	S_t^2	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สูตร E_1/E_2 (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต, 2528: 295, อ้างถึงใน อรรชรา สุขแปดริ้ว, 2554: 75)

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

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

เมื่อ E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการแบบทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum F$ หมายถึง คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการทดสอบค่าที (t-test) แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม 2555: 86)

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

เมื่อ	D	แทน	ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนคู่
	df	=	n - 1

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เพื่อศึกษาผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้และความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70 / 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
4. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

โดยผู้วิจัยนำเสนอผลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ

ตอนที่ 3 ผลการการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาคงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ

ตอนที่ 1 : ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 12 แสดงการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จำนวนนักเรียน (คน)	กระบวนการ (เต็ม 50 คะแนน)		ผลลัพธ์ (เต็ม 15 คะแนน)		ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2
	คะแนนเฉลี่ย	ค่าร้อยละ	คะแนนเฉลี่ย	ค่าร้อยละ	
36	36.08	72.17	11.08	73.87	72.17/73.87

จากตารางที่ 12 การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ จำนวน 36 คน พบว่า ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละ 72.17 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละ 73.87 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 70/70 จึงสามารถยอมรับสมมติฐานได้ (รายละเอียดดูจากภาคผนวก ค หน้า 247)

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ

ผลจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และค่าที (t-test) แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน ดังรายละเอียดแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียน

ทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าที	p
ก่อนเรียน	36	15	5.08	1.68	25.55	.000
หลังเรียน	36	15	10.75	1.98		
คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ				71.67		

จากตารางที่ 13 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (\bar{X}) เท่ากับ 5.08 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (\bar{X}) เท่ากับ 10.75 ส่วนการวิเคราะห์โดยใช้ค่าที (t-test) พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตอนที่ 3 ผลการการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและ
หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของ
โพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ**

ตารางที่ 14 แสดงผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง
การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนราชินีบูรณะ โดยภาพรวมดังนี้

ทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
ก่อนเรียน	36	50	13.64	4.09	ดี
หลังเรียน	36	50	37.44	3.56	
คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ				74.89	

จากตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การ
ประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โรงเรียนราชินีบูรณะ โดยภาพรวม พบว่า นักเรียนมี
คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 37.44 คิดเป็นร้อยละ 74.89 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ
3.56 จึงสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาทำ
ให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี สามารถ
ยอมรับสมมติฐานได้

**ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน
คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การ
ประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนราชินีบูรณะ**

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างสอบหลังเรียนด้วยบทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 ทันที เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และหลังจากที่นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านไปได้ 2 สัปดาห์จึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 15 แสดงผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน

คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

ทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าที	p
วัดผลสัมฤทธิ์ ครั้งที่ 1	36	15	10.75	1.98	- 0.67	.000
วัดผลสัมฤทธิ์ ครั้งที่ 2	36	15	10.61	2.22		

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 15 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1 เท่ากับ 10.75 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.98 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนหลังเรียนครั้งที่ 2 เท่ากับ 10.61 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.22 เมื่อนำผลการทดสอบหลังเรียนทั้ง 2 ครั้งมาทดสอบค่าที(t-test)แบบไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่ามีความแตกต่าง จึงสรุปว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีความคงทนในการเรียนรู้ สามารถยอมรับสมมติฐานได้

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ

ผลจากการสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ ค่าคะแนนเฉลี่ย(\bar{X})และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s.d) และระดับคะแนนความพึงพอใจ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 16 แสดงผลระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
แบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์					
1	เนื้อหาในบทเรียน มีความยากง่ายเหมาะสม	4.23	0.63	มาก	16
2	การจัดเรียงลำดับเนื้อหาในบทเรียนจากง่ายไปหายากได้เหมาะสม	4.30	0.59	มาก	10
3	การนำเสนอเนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น	4.67	0.47	มากที่สุด	2
4	การนำเสนอเนื้อหาทุกขั้นตอนเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.18	0.69	มาก	18
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา					
5	นักเรียนมีอิสระในกิจกรรมการเรียนรู้	4.82	0.37	มากที่สุด	1
6	นักเรียนมีความรู้สึกสนุกสนานในการเรียนด้วยบทเรียน	4.26	0.75	มาก	15
7	กิจกรรมช่วยกระตุ้นความสนใจและสร้างบรรยากาศในการเรียนได้มากขึ้น	4.30	0.59	มาก	10
8	ขั้นตอนการเรียนตามแนวคิดของโพลยาชัดเจน ทำให้เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น	4.47	0.55	มาก	7
ด้านการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย					
9	บทเรียนมีสีสันและภาพกราฟิกที่สวยงาม กระตุ้นความสนใจในการเรียนของนักเรียน	4.67	0.47	มากที่สุด	2
10	เสียงอ่านในบทเรียนกระตุ้นความสนใจ	4.28	0.61	มาก	14
11	บทเรียนช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น	4.13	0.63	มาก	19
12	บทเรียนมีคำชี้แจงที่ชัดเจนทำให้นักเรียนเรียนได้รวดเร็วทันเวลาที่กำหนด	4.03	0.61	มาก	20

ตารางที่ 16 แสดงผลการสรุปความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
13	บทเรียนทำให้การเรียนเนื้อหาที่ยากเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น	4.67	0.47	มากที่สุด	2
14	บทเรียน ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์	4.55	0.68	มากที่สุด	6
15	บทเรียนช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	4.67	0.47	มากที่สุด	2
16	บทเรียนทำให้นักเรียนเกิดความรู้ใหม่ และจดจำเนื้อหาได้นานมากขึ้น	4.30	0.59	มาก	10
17	การจัดลำดับเนื้อหาและขั้นตอนการเรียนในบทเรียนเหมาะสมและสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน	4.23	0.63	มาก	16
ด้านการวัดและการประเมินผล					
18	แบบทดสอบไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป	4.47	0.55	มาก	7
19	การประเมินผลทำให้นักเรียนได้รู้จักพัฒนาการเรียนของตนเอง	4.30	0.59	มาก	10
20	นักเรียนสามารถนำผลการสอบในบทเรียนมาพัฒนาตนเองได้ทันที	4.47	0.55	มาก	7
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})		4.40	0.57	มาก	

จากตารางที่ 16 แสดงผลระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เมื่อพิจารณา เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือข้อที่ 5 นักเรียนมีอิสระในกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 4.82 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 รองลงมาอันดับ 2 ได้แก่ 3) การนำเสนอเนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกันทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น 9)บทเรียนมีสีสันและภาพกราฟิกที่สวยงาม กระตุ้นความสนใจในการเรียนของนักเรียน 13) บทเรียนทำให้การเรียนเนื้อหาที่ยากเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น และ15) บทเรียนช่วยกระตุ้นความสนใจใน

การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 ส่วนข้อ
นักเรียนมีความพึงพอใจในลำดับสุดท้าย ได้แก่ข้อ12) บทเรียนมีค่าชี้แจงที่ชัดเจนทำให้นักเรียน
เรียนได้รวดเร็วทันเวลาที่กำหนด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 แต่
โดยภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 จึงสรุปได้ว่า
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา
ตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อยู่ใน
เกณฑ์ระดับมาก ($\bar{X} = 4.40, S.D = 0.57$)



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70 / 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. เพื่อศึกษาความคงทนของความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนราชินีบูรณะ จำนวน 12 ห้องเรียน รวม นักเรียนทั้งหมด 520 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 36 คน โรงเรียนราชินีบูรณะ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 ที่ได้มาด้วยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่

1.1 การจัดการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.3 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเน้นที่การนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย 3 หัวข้อ ได้แก่ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจำนวน 9 คาบ ทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ทดสอบหลังเรียน 1 คาบ และทดสอบวัดความคงทนในการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาผ่านไป 2 สัปดาห์ 1 คาบ รวมทั้งหมด 12 คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างสำหรับสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเพื่อนำไปสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีการสอนแบบโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งผ่านการวิเคราะห์ค่า IOC โดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเท่ากับ 0.98 จึงนำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญได้

2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 3 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 3 แผน เวลาเรียน 9 คาบ ประกอบด้วย 3 หัวข้อดังนี้

2.1 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน จำนวน 3 คาบ

2.2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 3 คาบ

2.3 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว จำนวน 3 คาบ

โดยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สมรรถนะสำคัญ การบูรณาการ การวัดผลและประเมินผล กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ ซึ่งได้ผ่านการวิเคราะห์ค่า IOC โดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเท่ากับ 0.98 จึงนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่องการ

ประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หัวข้อย่อย ได้แก่ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว ซึ่งผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีประสิทธิภาพ 72.17/ 71.48 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ที่ผ่านการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 0.93 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.56 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.38-0.63 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.89 สามารถนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้

5. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยโดยสร้างเป็นสถานการณ์โจทย์ปัญหา จำนวน 5 สถานการณ์ ที่ผ่านการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและข้อคำถาม จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 0.88 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.80 สามารถนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้

6. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับจำนวน 20 ข้อ ซึ่งผ่านการหาค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 0.97

7. แบบวัดความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือกโดยผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่กลับข้อ จำนวน 15 ข้อ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบจำนวน 15 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและข้อคำถาม หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ใช้เวลา 50 นาที
2. ผู้วิจัยดำเนินการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดความสามารถที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและข้อคำถาม หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน เป็นสถานการณ์โจทย์ปัญหาที่ใกล้เคียง จำนวน 5 สถานการณ์ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที
3. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและข้อคำถาม หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยแบ่งเป็น 3 หัวข้อ หัวข้อละ 3 คาบ รวมทั้งหมดจำนวน 9 คาบ คาบละ 50 นาที โดยในขณะที่นักเรียนเรียนแต่ละหัวข้อจะมีแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาในแต่ละหัวข้อ พร้อมกับทดสอบหลังเรียนของแต่ละหน่วย
4. นักเรียนเรียนครบทั้ง 3 หัวข้อและครบเวลาที่กำหนดแล้วจึงดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบเดิมแต่เป็นแบบคู่ขนานจำนวน 15 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและข้อคำถาม หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ใช้เวลา 50 นาที
5. ทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน (Posttest) เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดิม
6. นักเรียนตอบแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้เวลา 20 นาที

7. ทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่สลับข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการหาคุณภาพของแบบทดสอบ ใช้เวลา 50 นาที
8. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลทั้งหมดนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้ค่าสถิติที (t-test) แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเฉลี่ยร้อยละ (%)

4. การประเมินความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติค่าที (t-test) แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

5. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 72.17/73.87 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 33.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.68 ส่วนคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 71.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.98 จากผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวผู้วิจัยจึงนำมาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สามารถยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนได้

3. ผลการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โรงเรียนราชินีบูรณะ โดยภาพรวม พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 37.44 คิดเป็นร้อยละ 74.89 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.56 จึงสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี สามารถยอมรับสมมติฐานได้

4. ผลการวัดความคงทนในการเรียนรู้ที่นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอบทันทีหลังจากเรียนจบหน่วยการเรียนรู้กับหลังการเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ โดยใช้สถิติค่าที (test) ที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1 เท่ากับ 10.75 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.98 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนหลังเรียนครั้งที่ 2 เท่ากับ 10.61 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.22 เมื่อนำผลการทดสอบหลังเรียนทั้ง 2 ครั้งมาทดสอบค่าที (t-test) แบบไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่ามีความแตกต่าง จึงสรุปว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีความคงทนในการเรียนรู้ สามารถยอมรับสมมติฐานได้

5. การวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือข้อที่ 5 นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้อีก 4.82 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 รองลงมาอันดับ 2 ได้แก่ 3) การนำเสนอเนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกันทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น 9) บทเรียนมีสีสันและภาพกราฟิกที่สวยงาม กระตุ้นความสนใจในการเรียนของนักเรียน 13) บทเรียนทำให้การเรียนเนื้อหาที่ยากเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น และ 15) บทเรียนช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 ส่วนข้อนักเรียนมีความพึงพอใจในลำดับสุดท้าย ได้แก่ ข้อ 12) บทเรียนมีคำชี้แจงที่ชัดเจนทำให้นักเรียนเรียนได้รวดเร็ว

ทันเวลาที่กำหนด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 โดยภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ($\bar{X} = 4.40, S.D = 0.57$) สามารถยอมรับสมมติฐานข้อที่ 5 ที่ว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา อยู่ในระดับมากได้

อภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการศึกษิตตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้ 1) ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 พบว่า มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ 72.17 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 73.87 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 70/70 ซึ่งสามารถยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ ด้านการสอนแก้ปัญหาแบบโพลยา และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ประกอบผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้แนวคิดของ ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง (2547: 17-19, อ้างถึงใน อรรชรา สุขแปดริ้ว, 2555: 29-31) ได้แก่ 1) การวิเคราะห์เนื้อหา เริ่มตั้งแต่การพิจารณาหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์และการกำหนดขอบข่ายเนื้อหา 2) การออกแบบดำเนินเรื่อง โดยกำหนดการเดินเรื่องในบทต่างๆและเนื้อหาย่อยในแต่ละบทให้มีความสะดวกในการเรียน 3) การเขียนบทการดำเนินเรื่อง โดยผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นเฟรมย่อยๆ เรียงตามลำดับตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียน การเขียนบทดำเนินเรื่องจะยึดหลักของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผ่านมาเป็นหลัก ดังนั้นการสร้างบทเรียนดำเนินเรื่องจึงต้องมีความละเอียดรอบคอบและ

สมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนในขั้นต่อไปง่ายขึ้น เป็นระบบและสะดวกในการแก้ไขภายหลัง 4) การเลือกโปรแกรมและโปรแกรมตกแต่ง โดยผู้วิจัยใช้โปรแกรมหลักเพียงโปรแกรมเดียวคือ Micromedia Flash และใช้โปรแกรมตกแต่งเพื่อความสวยงามและเครื่องมืออื่นๆเช่น อุปกรณ์สำหรับบันทึกเสียง โปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น 5) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และ 6) การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หลังจากที่ได้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตาม 6 ขั้นตอนดังกล่าวแล้วจึงนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และปรับแก้ตามคำแนะนำหลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ด้านเทคนิคการสอนแก้ปัญหาแบบโพลยา จำนวน 3 ท่าน และด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจำนวน 3 ท่าน นำข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านมาสังเคราะห์แนวคิด จากนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอย่างเป็นระบบและผ่านการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 อย่างเป็นลำดับขั้นตอนกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนมาก่อนเรียนซึ่งมี 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) หาประสิทธิภาพกับนักเรียนรายบุคคล (one-to-one tryout) กับนักเรียนจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบและหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ในด้านต่างๆ โดยจากแล้วสอบถามนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังจากนั้นก็นำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการหาประสิทธิภาพกับนักเรียนกลุ่มย่อย (Small group Tryout) กับนักเรียนจำนวน 9 คน เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพและหาข้อบกพร่องของบทเรียนโดยการสอบถามอีกครั้ง จากนั้นก็ดำเนินการปรับแก้ตามคำแนะนำของกลุ่มทดลอง และ 3)หาประสิทธิภาพกับนักเรียนภาคสนาม(Field Tryout)กับนักเรียนจำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพและหาข้อบกพร่องอีกครั้ง โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็น หลังจากนั้นผู้วิจัยก็นำข้อคิดเห็นต่างๆมาสังเคราะห์และปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการวิจัยกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 36 คน แล้วประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนตามแนวคิดการประเมินคุณภาพของ วชิระ อินทร์อุดม (2536:2, อ้างถึงใน รุจรดา จุฑัญชัยคณาภิจะ, 2547: 26-28, อ้างถึงใน นุสรรา เดชจิตต์, 2556: 155) อีกทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยนำเสนอทั้ง ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงดนตรี เสียงพูด ตลอดจนภาพกราฟิกที่มีสีสันสวยงาม กระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียน สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนสามารถ

เรียนรู้ได้ด้วยตนเองไม่จำกัดเวลาและสถานที่ นักเรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียน รู้ผลทันทีทำให้นักเรียนสามารถย้อนกลับไปเรียนใหม่ได้ทันที สามารถเลือกเรียนได้ตามหัวข้อที่สนใจสอดคล้องกับคำกล่าวของ บรรรเจ็ด จงอภิวัตนกุล (2547: 14-15, อ้างถึงใน พรพิมล ดอนหงษ์ไผ่, 2555: 110) ว่า มัลติมีเดียมีบทบาทสำคัญต่อการส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสร้างความสนใจ มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคล และสอดคล้องกับงานวิจัยของแบกเกอร์ (Baxter, 1996:8 ,อ้างถึงใน นกตล ฤกษ์ศิริศุภกร, 2550: 90, อ้างถึงใน พรพิมล ดอนหงษ์ไผ่, 2555: 110) ได้ทำวิจัยเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ก่อนการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนมีส่วนในการใช้มัลติมีเดีย วิชา คอมพิวเตอร์ โดยใช้มัลติมีเดียนำสู่บทเรียนก่อนเรียน พบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจในเนื้อหาและทักษะเบื้องต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ มณฑพรพรท์ วัฒนกุลและคณะ (2555: 95) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเวลา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.58 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก อีกทั้ง ปานจิต วัชรระวีวสี (2548: บทคัดย่อ, อ้างถึงใน ดวงนภา มะลิทอง, 2550: 52) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า 1)นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2)พฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง 3)นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนเรียนรู้แบบร่วมมือกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ กัญญา บุญแจ้ง (2554: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนาชุดกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง ร้อยละ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาเรื่องร้อยละ มีความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆของชุดกิจกรรมอยู่ในระดับมาก และเมื่อทำการหาประสิทธิภาพ พบว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตติมา พิศาพาค

(2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้โจทย์ปัญหาที่มีความหลากหลายเหมาะกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จึงสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิด ของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 เนื่องจากเป็นสื่อที่ ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร วรรณกรรมและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ประกอบกับทุกขั้นตอนในการพัฒนาผ่านการตรวจสอบ ความถูกต้องจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และตรวจสอบประเมินคุณภาพโดยอาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีการทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพจากนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่ม ตัวอย่างถึง 3 ขั้นตอน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาปรับแก้ทุกครั้ง จึงทำให้บทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ 70/70 สามารถยอมรับสมมติฐานได้

2. ผลการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของ โพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 10.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.98 เมื่อทดสอบโดยใช้ค่าที (t-test) แบบไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบ แก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพล ยาแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ผ่านการประเมินคุณภาพของบทเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ และผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพจากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมี

ประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ เท่ากับ 72.17/ 73.87 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 70/70 ซึ่งผู้วิจัยได้จัดเรียงขั้นตอนในการเรียนแก้ปัญหาตามแนวคิดโพลยา (Polya, 1957: 16-27, อ้างถึงใน มุกดา ออกเสมอ, 2541: 37-38) ได้ทำการศึกษาและเสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ไว้ 4 ประการในโจทย์แต่ละข้อดังนี้ เริ่มจากขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) คือการทำความเข้าใจและสามารถระบุได้ว่า อะไรคือข้อมูล อะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรให้บ้างและเงื่อนไขนั้นเพียงพอที่จะแก้ปัญหหรือไม่ หากเกิดความกำกวมหรือขัดแย้งในการทำความเข้าใจ ควรใช้การวาดรูปโดย แยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วนๆ แล้วเขียนเป็นโครงสร้างสถานการณ์หรือเงื่อนไขนั้นๆ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆช่วย เช่นการเขียนรูป เขียน แผนภูมิ การเขียนสาระสำคัญด้วยถ้อยคำของตนเอง ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหад้วยวิธีใด จะแก้ได้อย่างไร และปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนหรือไม่ การวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาคิดพิจารณาความสัมพันธ์ต่างๆ ในปัญหาผสมผสานกับ ประสบการณ์ในการแก้ปัญหที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหโดยการ ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการทราบ ถ้าหากยังไม่สามารถเชื่อมโยงได้ควรใช้ ขั้นตอนเหล่านี้ช่วยในการแก้ปัญหาคือ 2.1) พิจารณาว่าเป็นโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมาก่อนหรือไม่หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมาก่อนหากแต่แตกต่างกันที่รูปแบบ เท่านั้น 2.2) พิจารณาว่าเคยรู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้และรู้ทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ หรือไม่ 2.3) พิจารณาส่งที่โจทย์ต้องการทราบและพยายาม คิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งมีสิ่งที่ต้องการทราบเหมือนกันแล้วเปรียบเทียบดูว่าจะนำวิธีการแก้ปัญห ที่เคยประสบมาใช้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่ และ 2.4) อ่านโจทย์อีกครั้งและวิเคราะห์ เพื่อทราบความแตกต่างที่มีโดยเทียบกับโจทย์ที่เคยประสบมาขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มจากการตรวจสอบ ความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถ หาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหใหม่ของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และต้องตรวจสอบแต่ ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลที่ได้ หรือการมอง ย้อนกลับ (Looking back) เป็นการตรวจสอบการแก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ การตรวจสอบ ผลลัพธ์ที่ได้นั้นอาจใช้วิธีการแก้ปัญหอย่างอื่นที่แตกต่างจากเดิมเพื่อตรวจสอบดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ ครั้งแรกตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าวๆในการตรวจสอบก็ได้ซึ่ง

สอดคล้องกับความเห็นของ ฌอนอมพร เลหาจรัสแสง(2542, อ้างถึงในนุสรา เดชจิตต์, 2556: 156) ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นเป็นสื่อมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ และด้วยคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สำคัญ 4 ประการของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ได้แก่ 1. ความเป็นสารสนเทศ (Information) ในที่นี้หมายถึงเนื้อหาสาระ (Content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 2 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) การตอบสนองของความแตกต่างระหว่างบุคคล คือ ลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่นักเรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองรวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนได้ การควบคุมการเรียนรู้ของตนเองมีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน ลักษณะสำคัญ ๆ ได้แก่ การควบคุมเนื้อหา การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียนเมื่อใดหรือย้อนกลับมาเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษา การควบคุมลำดับของการเรียน การเลือกที่จะเรียนส่วนใดก่อนหลังหรือการสร้างลำดับการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนสามารถที่จะกดเลือกข้อมูลที่ต้องการเรียนตามความสนใจ ความถนัดหรือตามพื้นฐานความรู้ของตนได้ การควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ ความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติหรือทำแบบทดสอบหรือไม่ 3. การโต้ตอบ (Interaction) ในที่นี้ คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย การเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุดก็คือการเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด นอกจากนี้การที่มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นหาใช่เกิดจากการสังเกตเท่านั้น หากจะต้องมีการตอบโต้หรือปฏิสัมพันธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้นคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้มีการออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน และ 4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ลักษณะที่ขาดไม่ได้อีกประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียก็คือ การให้ผลป้อนกลับโดยทันที ตามแนวคิดของ Skinner แล้วผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) อย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนให้ทันทีหมายรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะต้องมีการทดสอบหรือการประเมินความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนเป็นวิธีที่อนุญาตให้นักเรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์

มัลติมีเดียจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยวรางคณา บุญครอบ(2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา กับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และไม่แตกต่างกันเจตคติต่อการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05และความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน อีกทั้งมีผู้วิจัยอีกมากมายที่ได้ศึกษาเกี่ยวการนำแนวคิดของโพลยามาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ อาทิเช่น ภัทรภรณ์ เลขะวิวัฒน์ (2554: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุพัตรา เสงี่ยม (2555: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาและเทคนิคของโพลยาและเทคนิค การวาดรูปบาร์โมเดล เรื่องการบวก ลบ คูณและหาร กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ความเหมาะสมขององค์ประกอบต่างๆ ของแบบฝึกทักษะอยู่ในระดับมากมีประสิทธิภาพและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัยเกี่ยวกับด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย อาทิเช่นผจญ รุ่งอรุณเลิศ (2551: 87) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคงทองวิทยา ผลการวิจัยพบว่าสื่อมัลติมีเดียที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียมีระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมโครงการคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณิ โคพิชัย (2551: 93) ได้ทำการวิจัยเพื่อ

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ผ่านสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ด้วยวิธีการเรียนแบบแข่งขันกับวิธีเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่าการเรียนผ่านสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียด้วยวิธีการเรียนแบบแข่งขันกับวิธีเรียนแบบร่วมมือมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียน แบบร่วมมือสูงกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบแข่งขันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก อีกทั้งอัญชริกา จันจุฬาและคณะ (2551: บทคัดย่อ) ได้ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมี เดีย วิชาภาษาอังกฤษเรื่องคำศัพท์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณพร ทองสมนึก (2554: บทคัดย่อ อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 156) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโพธาวัฒนาเสนี พบว่า 1) บทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มี ประสิทธิภาพเท่ากับ 78.65/79.10 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 75/75 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้ง งานวิจัยของรุ่งเรือง เสาสสมสงฆ์ (2552: 73 อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 156) ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างบทคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแหลมบัววิทยา จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีค่า ประสิทธิภาพเป็น 72.72/70.93 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การที่ผลการวิจัย เป็นเช่นนี้ เพราะการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่องการคูณ เป็น วิธีการที่มีการกำหนดเส้นทางการเดินเรื่องเรียงลำดับให้นักเรียนแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง ด้วยการใช้คำถามหลักเป็นตัวกำหนดกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ เป็นเหตุการณ์ปัญหาที่ ต้องรอการแก้ไข เน้นการให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ให้โอกาสนักเรียนปรับปรุง แก้ไขทบทวน ฝึกทำซ้ำอย่างต่อเนื่องแสดงให้เห็นถึง

กระบวนการได้มาซึ่งความรู้จากสภาพจริง จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น

จึงสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาพร้อมทั้งมีแบบฝึกทักษะตามขั้นตอนของโพลยา อีกทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประกอบไปด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงดนตรี เสียงพูด ตลอดจนภาพการ์ตูนกราฟิกเหมาะสมกับวัยของนักเรียนเพื่อกระตุ้นและดึงดูดความสนใจ สามารถเรียนรู้ได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ที่ สนองต่อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่เข้าใจสามารถเรียนซ้ำได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างโจทย์สถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ฝึกทำซ้ำๆ ทำผิดกลับมาเรียนใหม่โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ทำให้นักเรียนเรียนด้วยความภาคภูมิใจ ในตนเองมากยิ่งขึ้น

3. ผลการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนเรียนของนักเรียนเท่ากับ 14.87 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 29.74 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนเท่ากับ 37.44 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.89 มีคะแนนแตกต่างกันระหว่างคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาเท่ากับ 22.57 คิดเป็นร้อยละ 45.14 เมื่อทดสอบค่าที (t-test) แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ระดับดี สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว สามารถพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี ทั้งนี้เนื่องมาจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์ในการจัดการกับ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ภาพกราฟิก

ตลอดจนการมีปฏิสัมพันธ์มาผสมผสานกับบทเรียนที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เนื้อหาตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา และได้ออกแบบการนำเสนอเนื้อหา ดังนี้ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา โดยระบุส่วนสำคัญของปัญหาได้แก่ สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร ข้อมูลและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ ขั้นตอนที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงของสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างน้อย 1 วิธี ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาแล้วสร้างเป็นประโยคสมการ ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนลงมาปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ เริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนก็ค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีใหม่แก้ปัญหาใหม่ถือว่าการพัฒนาผู้แก้ปัญหาและขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบความถูกต้อง เป็นขั้นการตรวจสอบของการดำเนินการในแต่ละขั้น เพื่อพิจารณาความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและความถูกต้องของคำตอบหมายถึง วิธีการปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนคือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน 4) ตรวจสอบผล มีการเสริมแรง เพื่อให้ผู้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เรียนซ้ำได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ เมื่อนักเรียนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแล้วจะมีแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สอดคล้องกับความคิดเห็นของเบลล์ (Bell, 1978: 311, อ้างถึงใน วิไลโพธิ์ชื่น, 2555: 84) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ ทักษะและความสามารถหลายด้าน การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่ดีและเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจสำหรับนักเรียน แต่ถ้การแก้ปัญหามุ่งเน้นที่ความเร็ว ความถูกต้อง รูปแบบ ความเป็นระเบียบและคำตอบที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนท้อถอย มีความรู้สึกว่าการแก้ปัญหาเป็นเรื่องยาก เมื่อครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาแล้วควรจัดสภาพแวดล้อมที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างอิสระจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และเรียนรู้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้เกิดการพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ให้ดีขึ้น และเป็นเครื่องมือในการประยุกต์ศักยภาพเหล่านั้นสู่สถานการณ์ที่กว้างขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ กอนซาเลส(Gonzales, 1994: 74, อ้างถึงใน ดวงนภา มะลิทอง, 2555: 41). ได้ให้ความเห็นไว้ว่า บรรยากาศที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ต้องเป็นบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนรู้สึกสะดวกสบายในการแสดงความคิด ไม่เข้มงวดเอาจริงเอาจังจนเกิดความตึงเครียด เพราะถ้านักเรียนเกิดความรู้สึกกลัวในสิ่งที่ทำ

ผิดพลาดหรือกลัวถูกหัวเราะเยาะจากเพื่อนนักเรียนจะไม่กล้าซักถาม ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ฉะนั้น ผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศของชั้นเรียนที่ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้มีการสำรวจ สืบค้น ให้เหตุผลและสื่อสารกัน สอดคล้องกับข้อคิดเห็นของสมาคมคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NTCM, 1991: 57, อ้างถึงใน นวลละออง ปิริยะ, 2551: 43) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ไว้ดังนี้ 1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิด และความรู้สึกของนักเรียน 2. ให้เวลาในการสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และ 3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งสิริพร ทิพย์คง (2536: 165-167) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้ 1. ควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน 2. ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ถ้ามีไม่เพียงพอนั้นครูควรสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่เคยเรียนไปแล้ว 3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา 4. ควรให้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับนักเรียน 5. ควรทดสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้นๆ หรือไม่ โดยการถามว่าโจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้ 6. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง 7. ควรช่วยนักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพ หรือเขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้ 8. ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหานี้หรือปัญหาที่มีลักษณะคล้ายข้อนี้มาก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้อนั้นๆ ออกเป็นปัญหาย่อยๆ 9. ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการคิดและทำ ในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ ตลอดจนทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน 10. ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยๆ หรือให้นำปัญหามาเองเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน จึงสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีผลทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา อยู่ในระดับดี แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นเมื่อพิจารณาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ยังมีคะแนนความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนที่ 1 คือ ทำความเข้าใจปัญหามีคะแนนค่อนข้างต่ำ เนื่องจากนักเรียนยังมีทักษะในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา วิเคราะห์โจทย์ไม่ได้สอดคล้องกับความคิดเห็นของ สิริพร ทิพย์คง(2538, อ้างถึง นุสรา เดชจิตต์, 2556: 158) ที่กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ว่า การใช้สื่อการเรียน เป็นสิ่งจำเป็นในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพราะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจสิ่งที่เรีนนามธรรมในโจทย์ปัญหา การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในรูปแบบของสื่อประสม ที่ประกอบไปด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย เป็นต้น จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเข้าใจในบทเรียนได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธีรวรรณ ไชยพิชิต (2551, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 158) ที่ได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาปัญหาคณิตศาสตร์โดยการสอดแทรกข้อมูลท้องถิ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ด้านวางแผนแก้ปัญหา ด้านดำเนินการตามแผน และด้านการตรวจสอบคำตอบ อยู่ในระดับดี สอดคล้องกับแนวคิดของ อุษณีย์ กรมเมือง (2539: 90) ซึ่งกล่าวว่าปัญหาหลักในการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาไม่ได้ สาเหตุมาจากนักเรียนอ่านโจทย์ไม่ได้ ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ อ่านไม่เข้าใจและยังมีสาเหตุอื่นๆคือครูจัดกระบวนการเรียนการสอนไม่เหมาะสมกับวุฒิภาวะทางปัญญาของนักเรียน ส่วนขั้นตอนที่มีคะแนนสูงสุดคือขั้นที่ 3 คือขั้นดำเนินการตามแผน ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อนักเรียนได้วิเคราะห์โจทย์ว่าโจทย์กำหนดอะไร และโจทย์ต้องการทราบอะไร แล้วนักเรียนก็จะนำข้อมูลมาวางแผนในการหาคำตอบดังนั้น ขั้นตอนที่ 3 จึงเป็นขั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนสูงสุดเพราะได้ผ่านการวิเคราะห์และวางแผนมาแล้ว แต่โดยทั่วไปตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นักเรียนและครูผู้สอนจะพะวงกับผลลัพธ์มากกว่ากระบวนการทำให้นักเรียนยังมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในเกณฑ์ต่ำ สอดคล้องกับความคิดเห็นของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 92) กล่าวว่า การสอนการแก้โจทย์ปัญหาของครูยังยึดติดกับวิธีสอนแบบบอกให้เด็กคิดตามครูแล้วดำเนินการแก้ปัญหาไปตามขั้นตอนที่ตายตัว ครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างเป็นระบบในการทำความเข้าใจวางแผนหาทางเลือก แล้วดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่คิดเอาไว้ ตรวจสอบผลที่ได้ โดยใช้วิธีคิดต่างจากเดิมเพื่อขยายไปสู่คำถามใหม่และยังมีผู้ให้ข้อคิดในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของจิตติมา พิศาวาค (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยใช้กระบวนการ

แก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้โจทย์ปัญหาที่มีความหลากหลายเหมาะกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิธิยา ทุมโยมา (2555: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาและทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และมีความพึงพอใจต่อชุดการเรียนรู้ในระดับมาก จึงสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในเกณฑ์ระดับดี

4. ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้วยการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน 2 ครั้ง พบว่า ครั้งที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 71.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.98 ส่วนครั้งที่ 2 ทดสอบหลังเรียนผ่านไป 2 สัปดาห์ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 70.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.22 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลเมื่อทดสอบหาค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามตามสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีความคงทน ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจัดลำดับอย่างขั้นตอนซึ่งประกอบด้วยข้อความ ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง เสียงดนตรี เสียงอ่าน ภาพการ์ตูนกราฟิกที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียนซึ่งช่วยในการจดจำ มีผลตอบกลับทันทีสามารถย้อนกลับไปอ่านที่เดิมได้ถ้าไม่เข้าใจ มีการเสริมแรงบวกในบทเรียน จัดลำดับการการเรียนรู้ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา กระตุ้นและสร้างความสนใจในการเรียนรู้ สามารถเรียนรู้ได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลสอดคล้องกับความคิดเห็นของ ดนัย งามมานะ (2531: 208, อ้างถึงใน นุสรธา เดชจิตต์ , 2556:89) กล่าวว่า การจำได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบหลายๆ

ประการ ดังต่อไปนี้ 1. เนื้อหาที่มีความหมาย คนเราจะจำได้ดีและรวดเร็วในเนื้อหาที่มีความหมายมากกว่าจำสิ่งที่ไม่มีความหมายหรือมีความหมายน้อย 2. การจัดระบบความรู้เข้าเป็นหลักการ ผู้สอนให้ความรู้เป็นหลักการใหญ่แล้วยกตัวอย่างแต่ละส่วนว่าเป็นเช่นนั้นได้เพราะอะไร ทั้งนี้เพราะคนเรามักจำหลักการใหญ่ได้ดีกว่าจำรายละเอียดของความรู้ 3. วิธีการเรียนที่ดี ช่วยให้จำได้เร็วและจำได้นาน สบาย เช่นการเรียนโดยให้เกิดความเข้าใจ แยกแยะเปรียบเทียบเรื่องที่เรียน มีการยอเนื้อหา ผักผ่อนและทบทวนในเวลาที่เหมาะสม 4. การเรียนให้รู้แจ้งเห็นจริง ต้องจัดเวลาให้มากๆ ในการให้ประสบการณ์ในแง่มุมต่างๆ เพื่อให้เด็กเรียนได้แจ่มแจ้ง ดีกว่าเร่งสอนโดยเด็กไม่รู้รายละเอียดในเรื่องเหล่านั้น แล้วครูก็รีบสอนเรื่องต่อไปเลย ทำให้เด็กมีการจำได้น้อย แต่มีการลืมมากกว่าและลืมเร็ว 5. ความสนใจ ช่วยให้นักเรียนจำเรื่องที่เรียนได้ดีขึ้น 6. เครื่องช่วยจำ หรือสิ่งที่ช่วยจำ ได้แก่ ไนตยอ แผนภูมิ แผนงาน คำกลอน ภาพประกอบ สอดคล้องกับแนวคิดของจอร์จ รรณ ยังรักษา (2542: 57, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์ ; 2556:89) ว่าปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น ขึ้นอยู่กับการจัดกระบวนการเรียนการสอนตลอดจนกิจกรรมต่างๆ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นถ้าหากครูผู้สอนสามารถจัดมวลประสบการณ์ที่มีความหมายและจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำกิจกรรมต่างๆ เมความสามารถจะเกิดการเรียนรู้อย่างแตกฉานแล้ว จำทำให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ประกอบกับผู้วิจัยได้ทดสอบวัดความคงทนภายในเวลาที่เหมาะสมไม่น้อยหรือนานจนเกินไปคือ 2 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ซวาล แพร์ตกุล (2516, อ้างถึงใน วรพงษ์ ผิวทน, 2544, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์ , 2556: 91) กล่าวไว้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ไว้ว่าในการสอบซ้ำโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันไปสอบบุคคลกลุ่มเดียวกัน เวลาในการทดลองครั้งแรกและครั้งที่สองควรเว้นห่างกันประมาณ 2-4 สัปดาห์ นอกจากนั้น ชัยพร วิชาวุธ (2520, อ้างถึงใน วรพงษ์ ผิวทน, 2544, อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 91) ยังกล่าวไว้ว่า ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำในระยะยาวหรือความคงทนในการจำประมาณ 14 วันหลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านไป นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยของ ลัญญาลักษณ์ สุจิรา (2552, บทคัดย่อ อ้างถึงใน นุสรา เดชจิตต์, 2556: 97) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจดจำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องระบบลำเลียงเลือด ผลการวิจัยพบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องระบบลำเลียงเลือด มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความคงทนในการจำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เอกพันธ์ สารทกำบัง (2555: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์

เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนอยู่ในระดับมากและมีความคงทนในการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความคงทนในการเรียนรู้ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1 และผลสัมฤทธิ์ครั้งที่ 2 หลังเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยใช้แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวมนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก และเมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ข้อที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดคือ นักเรียนมีอิสระในกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 รองลงมาอันดับ 2 ได้แก่ ข้อ 3) การนำเสนอเนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ข้อ 9) บทเรียนมีสีสันและภาพกราฟิกที่สวยงาม กระตุ้นความสนใจในการเรียนของนักเรียน ข้อ 13) บทเรียนทำให้การเรียนเนื้อหาที่ยากเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น และข้อ 15) บทเรียนช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา อยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5 ที่ว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา อยู่ในระดับมากได้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากเหตุผล บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นสิ่งที่ยังแปลกใหม่สำหรับนักเรียน ผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนซึ่งประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว มีเสียงดนตรี เสียงอ่าน ตลอดจนกราฟิกที่มีสีสัน และผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหา คณิตศาสตร์และด้านการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย อีกทั้งการเรียนจากบทเรียนไม่จำกัดเวลาและ

สถานที่ สามารถเรียนย้อนกลับไปได้ตามความต้องการและข้ามหัวข้อการเรียนได้ตาม ศักยภาพของนักเรียน ลดปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล และที่สำคัญนักเรียนสามารถทราบ ผลการประเมินได้ทันทีช่วยให้นักเรียนสามารถนำผลการประเมินมาพัฒนาตนเองได้ตามศักยภาพ ที่ว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ ผจกญ รุ่งอรุณเลิศ (2551: 87) ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์และการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคงทอง วิทยา พบว่า สื่อมัลติมีเดียที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ที่เรียนด้วยสื่อมัล ติมีเดียมีระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรม โครงการคอมพิวเตอร์ อยู่ในระดับมาก สอดคล้องงานวิจัยของ วรรรณี โคพิชัย (2551: 93) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ผ่านสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ด้วยวิธีการเรียนแบบแข่งขันกับวิธีเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การ เรียนผ่านสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียด้วยวิธีการเรียนแบบแข่งขันกับวิธีเรียนแบบร่วมมือ มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการ เรียนแบบร่วมมือสูงกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบแข่งขันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ มณฑกานติ รุธิรวิสุทธิ (2551: 97) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การคูณ มีประสิทธิภาพ สูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนด 70/70 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ นุสรรา เดชจิตต์ (2556) ผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนแบบแก้ปัญหา เรื่อง การคูณ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 76.94 อยู่ในเกณฑ์ระดับดี มีความคงทนในการเรียนรู้ และมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ใน ระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เหมาะสำหรับเนื้อหาที่ยาก และเน้นกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอนชัดเจน ที่สำคัญเหมาะสำหรับการเรียนในยุคศตวรรษที่ 21 แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นการนำผลวิจัยไปใช้ควรคำนึงถึงบริบทของนักเรียนด้วย

2. ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมก่อนที่จะให้นักเรียนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยเฉพาะทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ของนักเรียนเนื่องจากต้องเรียนด้วยตนเอง ความพร้อมของห้องเรียน และชี้แจงการทำกิจกรรมทุกขั้นตอนเพื่อให้เสร็จเรียบร้อยทันเวลากำหนด

3. ครูควรเน้นให้นักเรียนเรียนทุกขั้นตอนในบทเรียนแต่สามารถเลือกเรียนก่อนหลังได้ตามความสนใจ แต่ควรเรียนทุกกิจกรรมแต่ควรเรียนทุกกิจกรรมเพื่อความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหามารูปแบบการสอนแบบอื่นๆ อาทิเช่น การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) 5E, 4 MAT และ KWDL เป็นต้น

2. ควรศึกษาวิจัยกับตัวแปรตามตัวอื่นๆอีก เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ หรือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กนกรัตน์ วุฒิวชิชาภรณ์. (2554). “ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทวารวดี จังหวัดนครปฐม.” ปรินฎามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2531). **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2536). **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอดิชั่นเพรสโปรดัก จำกัด.
- _____. (2543). **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2522). **ระบบสื่อการสอน.** กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2540). **เอกสารชุดวิชาสื่อการสอนกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2522). **หลักการทฤษฎีเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- _____. (2546). **เทคโนโลยีการศึกษา: หลักการและแนวปฏิบัติ.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2539). “คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.” วารสารครุศาสตร์. ปีที่ 10, ฉบับที่ 36 (มกราคม-มีนาคม): 1-11.
- ทีศนา เขมมณี. (2548). **รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุทธาการพิมพ์.

- นลินพร แก้วศศิวิมล. (2552). "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การใช้กาวยี่เมนต์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาโยธา." วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร
- นุสรดา เดชจิตต์. (2556). "ผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแก้ปัญหา เรื่อง การคูณ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2." วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). **การพัฒนาการสอน**. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- _____. (2537). **การพัฒนาการสอน**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- บุญเกื้อ คชรหาเวช. (2530). **นวัตกรรมการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. "การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์." วารสารคณิตศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ แนวทางการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา เพื่อพร้อมรับการประเมินภายนอกกรุงเทพมหานคร 2543, 2537: 92.
- _____. (2537). **พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์**. วารสารคณิตศาสตร์. 38 (434-435): 62-67, 81-82.
- ผจญ รุ่งอรุณเลิศ. (2551). "ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคงทองวิทยา" สารนิพนธ์ การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษามหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2550). **กระบวนการออกแบบย้อนกลับ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรพิมล ดอนหงส์ไผ่. (2555). "ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารรอบตัว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6." สารนิพนธ์การค้นคว้าอิสระ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร

- พิชิต ฤทธิ์จำรูญ.(2555). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พิเชษฐ ทองนาวา. (2553). “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบพานอรามาเสมือนจริง เรื่อง พระราชวังสนามจันทร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. สารนิพนธ์การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร
- มณฑนา ศรีเทพ.(2553). ”ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กราฟิกประเภทบิตแมพ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.” สารนิพนธ์การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ยุพิน พิพิธกุล. (2537). **การเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: เอดิสันเพรสโปรดักส์,
- ยุพิน พิพิธกุล และ อรพรรณ ต้นบรรจง. (2531). **สื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เย็น ภู่วรรณ. (2538). **การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน**. เอกสารการอบรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน, ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย รัตนโกสินทร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. **การวัดและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2535). **ศัพท์คอมพิวเตอร์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น,
- _____. (2539). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- วรรณิ์ โคพิชัย.(2551).”เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ผ่านสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียด้วยวิธีการเรียนแบบแข่งขันกับวีเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร

- วรรณีย์ โสมประยูร. “การสอนการกระทำของจำนวน,” ใน เอกสารการสอนวิชาการสอนกลุ่ม
ทักษะ (คณิตศาสตร์)หน่วยที่1-7. หน้า 32. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,
2528.
- วาสนา วงษ์สังข์.(2552). “ผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับวิธีการเรียน
แบบร่วมมือ เรื่อง จำนวนจริง วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนปรีดாரามวิทยาคม” สารนิพนธ์การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร
- วัฒนาพร ระจับทุกข์. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :
วัฒนาพานิช, 2543
- เผชิญ กิจระการ และศุภสิริ โสมมาเกต. “การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อ
การศึกษา (E1/E2), ” การวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.7: 30- 36 ;
กรกฎาคม, 2544.
- ณิชนันท์ คำนวนสินธุ์. (2554). “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของแฮบาร์ตร่วมกับ
เทคนิคของโพลยาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชื่อมโยง เรื่องการเคลื่อนที่
แบบหมุน รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” ยังไม่เสร็จ
- นิวัฒน์ สาระพันธ์. “กิจกรรมเสริมความคิด เรียนคณิตให้สนุก,” วิชาการ.5 : 45 ; มีนาคม, 2545.
สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **ทักษะและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: 3 –ควิ มิเดีย,2555. 240 หน้า.
- _____. คู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2549.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). “การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
ที่ 1 โดยการใช้การเรียนแบบร่วมมือ.” ปริญญาโทการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขา
คณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
_____. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2545.
_____. **การวิจัยสำหรับครู**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2546
- สมวงศ์ แปลงประสพโชค. (2548). **กิจกรรมส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์**.
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
- สมนึก ภัททิยธนี. **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กทม. : ประสานการพิมพ์, 2549.

- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. (2425). การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร:วัฒนาพานิช.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Problem Solving). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2545). **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- _____. (2546). **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2547). **การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุคนธ์ สิ้นพานนท์.(2552). การจัดการกระบวนการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์
- _____. (2555). **พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา**. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9199 เทคนิควิธีคิด.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2552). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุลัดดา ลอยฟ้า และคณะ. “การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญและร่วมมือกันเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4”. ขอนแก่น :คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 19 วิธีจัดการเรียนรู้:เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์, 2547.
- _____. 19วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์, 2550.
- _____. **วิธีการสอนและการวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ : เทพนิมิตการพิมพ์, 2522.
- เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์ และอเนกกุล กวีแสง. **หลักเบื้องต้นของการวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : อักษรสัมพันธ์, 2522.

อรอุรา สุขแปดริ้ว. (2554). “ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนมัลติมีเดียร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มผลสัมฤทธิ์ที่มีต่อผลการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.” สารนิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร

อนุชา คชะชาชัย.(2554). “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามแนวคอนสตรัคติวิสต์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่างๆในร่างกาย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดอู่ตะเภา” สารนิพนธ์การค้นคว้าอิสระ การศึกษามหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร

อัมพร ม้าคะนอง.(2546). **คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

_____.(2553). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์:การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาต่างประเทศ

Adkinson, Jane Ellen. “Does Cooperative Learning Affect Girls’ and Boys’ Learning and Attitudes toward Mathematic Transformation Skills in Single – Sex and Mixed–Sex Classroom ?,” Dissertation Abstarcts International. 68(11) : unpagged ; May,2008.

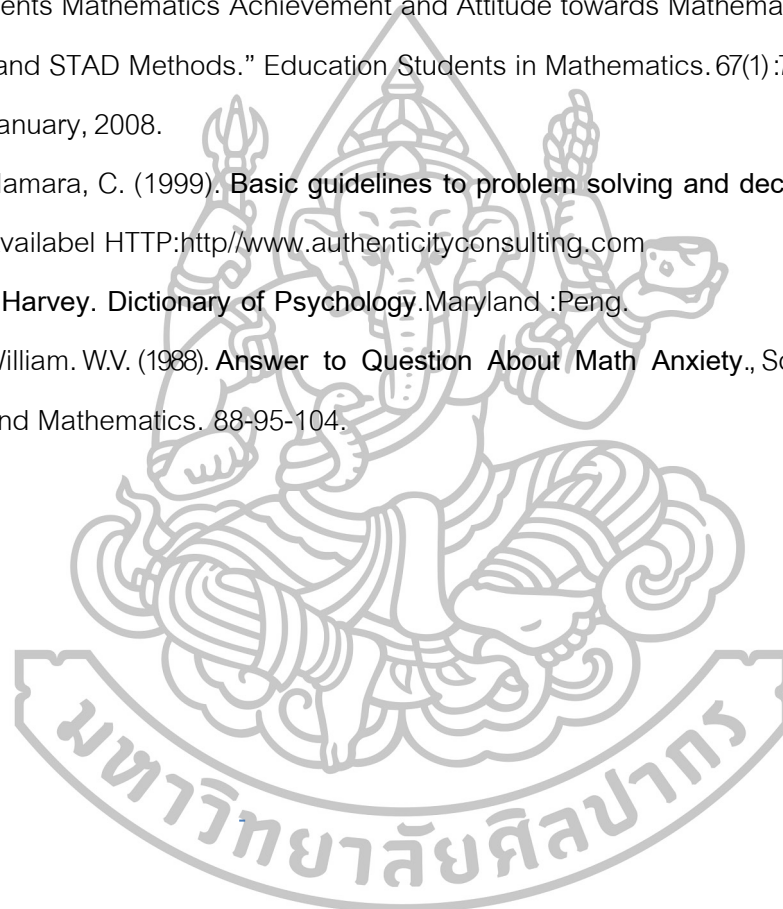
Baroody, Authur J. **Problems, Reasoning and Communicating, K-8 Helping Children Think Mathematically**. Newyork: Macmillan Publishing Company, 1993.

Beck-Jones, Juanda Joan. “The Effect of Cross-Training and Role Assignment in CooperativeLearning Groups onTaskPerformance,Knowledgeof Accounting Concepts,Teamwork Behavior,and Acquisition of Interpositional Knowledge,” Dissertation Abstracts International. 64(07): 2378-A ; January, 2004.

Good, Carter V. **Dictionary of Education**. New York : McGraw–Hill, 1973.

Goodman, R.I., K.A Fretcher and E.W. Schneider.“The Effectiveness Index as Comparative Measure in Media Product Evaluation,” Education Technology. 20(09) : 30-40 ; September, 1980.

- Polya G. (1957). **How to Solve It**. A New Aspect of Mathematical Method. Garden City, New York: Doubleday and Company.
- Polya G. (1973). **How to Solve It**. New York: Doubleday & Company Inc,
- _____. (1973). **How to Solve It**. New Jersey: Princeton University Press.
- Slavin, R.E. **Cooperative Learning**. New York : Simon and Schuster, 1995.
- Tarim, Kamuran and Akdeniz Fikri. "The Effects of Cooperative Learning on Turkish Elementary Students Mathematics Achievement and Attitude towards Mathematics Using TAI and STAD Methods." *Education Students in Mathematics*. 67(1) :77-91 ; January, 2008.
- NCTM. McNamara, C. (1999). **Basic guidelines to problem solving and decision making**. Available HTTP: <http://www.authenticityconsulting.com>
- Wallerstein, Harvey. **Dictionary of Psychology**. Maryland : Peng.
- William. W.V. (1988). **Answer to Question About Math Anxiety**, *School Science and Mathematics*. 88-95-104.





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

ด้านออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำมนต์ เรืองฤทธิ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. อาจารย์ ดร.วรวุฒิ มั่นสุขผล อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
3. นายธนา เทศทอง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
ศิลปะดนตรีและนาฏศิลป์
โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

1. นางสาวอรุณี เจ้าอรุณ ครูเชี่ยวชาญกลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์
โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม
2. นายทวี วรรณกุล ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม
3. นางนันทิยา จตุรพาหุ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

ด้านวิธีการสอนแก้ปัญหาแบบโพลยา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญฉิม ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวรรศ ศรีอนันต์คม อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

ด้านตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม รองคณบดีบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย และ อาจารย์ประจำภาควิชาพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. นางวิจิตรา ตะโกพร ครูชำนาญการพิเศษ(หัวหน้างานทะเบียน และวัดผล)โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม
3. นางวัชรินทร์ เกษร์สุวรรณ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชินี จังหวัดนครปฐม

ภาคผนวก ข

ประกอบด้วย

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง
2. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของ โพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ครั้งที่ 1
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ครั้งที่ 2
5. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6. แบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบ แก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว



แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

สำหรับสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ส่วนที่ 1 หลักการเบื้องต้น

หัวข้อวิจัย : การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

วิชา คณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

: THE DEVELOPMENT OF COMPUTER MULTIMEDIA PROBLEM SOLVING
TYPE IN THE LINE OF POLYA FOR MATHAYOM 2 STUDENTS

ผู้วิจัย : นางสาวชฎานิศ สุธรรมมา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70 / 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. เพื่อศึกษาความคงทนของความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาอยู่ในระดับดี

4. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีความคงทน

5. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา อยู่ในระดับมาก

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 12 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 520 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

1. เนื้อหาคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ประกอบด้วยเนื้อหา ย่อย ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน เป็นการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ จำนวนเต็ม จำนวนคู่ จำนวนคี่ เศษส่วนและทศนิยม โดยใช้สมการ
2. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ใช้ความรู้เรื่องสมการมาใช้ในการแก้โจทย์ ปัญหาเรื่องอัตราส่วนและร้อยละที่ซับซ้อน ยุ่งยาก ซึ่งอาจจะทำให้หาคำตอบได้รวดเร็วและง่าย กว่า
3. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว ความถี่ของระหว่ง ระยะทาง อัตราเร็ว และเวลา ดังนี้

$$\text{ระยะทาง} = \text{อัตราเร็ว} \times \text{เวลา}$$

2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4	พีชคณิต
สาระที่ 6	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
มาตรฐาน ค 4.2	ใช้นิพจน์ สมการ กราฟ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปล ความหมายและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
มาตรฐาน ค 6.1	มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. ตัวชี้วัด

ค 4.2 ม.2/1	แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ
ค 6.1 ม.2/2	ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

4. จุดประสงค์การเรียนรู้ตามตัวชี้วัด

3.1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

3.2 ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา หมายถึง บทเรียนที่ผู้วิจัยประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการกับ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ภาพกราฟิก ตลอดจนการมีปฏิสัมพันธ์มาผสมผสานกับบทเรียนที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เนื้อหาตาม กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา และได้ออกแบบการนำเสนอเนื้อหา ดังนี้

ขั้นตอนที่1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา โดย ระบุส่วนสำคัญของปัญหาได้แก่ สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร ข้อมูลและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นตอนที่2 วางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงของสิ่ง ที่โจทย์ต้องการทราบกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับ ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาอย่างน้อย 1 วิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาแล้ว สร้างเป็นประโยคสมการ

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนลงมาปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ เริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหา คำตอบได้ ถ้าแผนที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนก็ค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาลำ ใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีใหม่แก้ปัญหาลำใหม่นั้นถือว่าเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบความถูกต้อง เป็นขั้นการตรวจสอบของการดำเนินการในแต่ละ ขั้นตอน เพื่อพิจารณาความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและความถูกต้องของคำตอบหมายถึง วิธีการปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาให้นักเรียนเรียนรู้ เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนคือ 1)ทำความเข้าใจปัญหา 2)วาง แผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน 4) ตรวจสอบผล มีการเสริมแรง เพื่อให้ผู้สามารถเรียนรู้ ได้ด้วยตนเอง เรียนซ้ำได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ เมื่อนักเรียนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัล ติมีเดียแล้วจะมีแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.2 การแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya's Four-stage Method,1957) หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธี

การแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิด 4 ขั้นตอนของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา ระบุส่วนสำคัญของปัญหาได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ของตัวข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาและสุดท้ายเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนลงมาปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ เริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนก็ค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีใหม่แก้ปัญหาใหม่ถือว่าเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความถูกต้อง เป็นขั้นการตรวจสอบของการดำเนินการในแต่ละขั้นเพื่อปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา โดยพิจารณาโจทย์ดังนี้

ข้อมูลที่โจทย์กำหนด ได้แก่.....

ข้อมูลที่โจทย์ต้องการทราบ ได้แก่.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ยุทธวิธีการแก้ปัญหา ได้แก่.....

มีเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้แก่.....

ถ้าแก้ปัญหาคตามทีวางแผนที่วางไว้ไม่ได้คำตอบหรือได้คำตอบไม่ถูกต้องแล้ว

จะมีวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นหรือไม่.....แก้ปัญหายังไง.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

แสดงวิธีการแก้ปัญหาคตามทีกำหนดไว้.....

คำตอบคือ.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความถูกต้อง

คำตอบถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่.....

ตรวจสอบได้อย่างไร.....

4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยสร้างเป็นโจทย์สถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวจำนวน 5 สถานการณ์ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya's Four-stage Method, 1957) 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) การแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน 4) ตรวจสอบผล และมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิคดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 17 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	เกณฑ์การให้คะแนน
ขั้นที่ 1 ความเข้าใจปัญหา (2 คะแนน)	2 หมายถึง ทำความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง 1 หมายถึง การเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง 0 หมายถึง มีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมาก หรือไม่เข้าใจเลย
ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา (3 คะแนน)	3 หมายถึง การเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และเขียน ประโยคคณิตศาสตร์ถูก 2 หมายถึง สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนการแก้ปัญหาได้แต่ผิดบางส่วน 1 หมายถึง นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้และวางแผนการแก้ปัญหาได้ 0 หมายถึง นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนการแก้ปัญหาไม่ได้
ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา (3 คะแนน)	3 หมายถึง นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และสมบูรณ์ 2 หมายถึง นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่มีข้อผิดพลาดบางส่วน 1 หมายถึง นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้บางส่วน
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความถูกต้อง (2 คะแนน)	2 หมายถึง นักเรียนสามารถหาคำตอบและตรวจสอบที่มาของคำตอบได้ถูกต้อง 1 หมายถึง นักเรียนสามารถหาคำตอบและตรวจสอบที่มาของคำตอบได้บางส่วน 0 หมายถึง นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบและตรวจสอบที่มาของคำตอบได้

ส่วนที่ 2 ข้อมูลส่วนบุคคลและข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์

1. ข้อมูลส่วนบุคคล

- 1.1 เพศ ชาย หญิง
- 1.2 วุฒิการศึกษา ปริญญาตรี ปริญญาโท ปริญญาเอก
- 1.3 สาขาที่จบ.....
การศึกษา.....
- 1.4 ประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ หรือ เป็นผู้ที่มีความสามารถเกี่ยวกับกลุ่มสาระการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์ ปี
- 1.5 หน่วยงานที่สังกัด.....

2. ข้อคำถามสำหรับสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.1 ท่านคิดรูปแบบการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิด
ของไพลยา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ขึ้นมีความเหมาะสมหรือไม่.....
อย่างไร.....

2.2 บทเรียนรูปแบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของไพลยา กลุ่ม
สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ขึ้น ควรมีการออกแบบเนื้อหาหรือรูปแบบการ
นำเสนออย่างไร.....

2.3 การนำมัลติมีเดียมาใช้ประกอบการอธิบายเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรมีลักษณะอย่างไร....

2.3.1 รูปแบบของข้อความในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของ
สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรจะมีลักษณะอย่างไร

ข้อความ	ลักษณะที่เหมาะสม
รูปแบบตัวอักษร
ขนาดตัวอักษร
สีข้อความ

2.3.2 ภาพประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของสมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรจะมีลักษณะอย่างไร

2.3.2.1 ภาพนิ่ง (Still Picture)

ภาพนิ่ง	รูปแบบ
ลักษณะของภาพนิ่ง
การจัดวางตำแหน่ง ของภาพนิ่ง
การปรากฏของภาพ

2.3.2.2 ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture)

ภาพเคลื่อนไหว	รูปแบบ
ลักษณะของ ภาพเคลื่อนไหว
การจัดวางตำแหน่ง ของภาพเคลื่อนไหว
การปรากฏของ

ภาพเคลื่อนไหว
---------------	-------

2.3.2.3 ภาพแอนิเมชัน (Animation)

ภาพแอนิเมชัน	รูปแบบ
ลักษณะของภาพแอนิเมชัน
การจัดวางตำแหน่งของภาพแอนิเมชัน
การปรากฏของภาพแอนิเมชัน

2.3.3 เสียงประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น

ตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรมีลักษณะอย่างไร

2.3.3.1 เสียงบรรยาย

เสียงบรรยาย	รูปแบบ
ลักษณะของเสียงบรรยาย
ระดับความดังของเสียงบรรยาย

2.3.3.2 เสียงเอฟเฟ็กต์

เสียงเอฟเฟกต์	รูปแบบ
ลักษณะของเสียงเอฟเฟ็กต์
ระดับความดังของเสียงเอฟเฟ็กต์

2.3.3.3 เสียงดนตรีประกอบ

เสียงบรรยาย	รูปแบบ
ลักษณะของเสียงดนตรีประกอบ
ระดับความดังของเสียงดนตรีประกอบ

2.4 แบบฝึกทักษะระหว่างเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควร เป็นรูปแบบใด (เลือกตอบ, เติมคำ, ถูกผิด, จับคู่, แสดงวิธีการคำนวณ ฯลฯ)

.....

.....

2.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควร มีรูปแบบใด (เลือกตอบ, เติมคำ, ถูกผิด, จับคู่, แสดงวิธีการคำนวณ ฯลฯ)

.....

.....

2.6 ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีโปรแกรมใดบ้างที่เหมาะสมและสามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ให้สัมภาษณ์
(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลส่วนบุคคลและข้อความสำหรับการสัมภาษณ์

1. ข้อมูลส่วนบุคคล

- 1.1 เพศ ชาย หญิง
- 1.2 วุฒิการศึกษา ปริญญาตรี ปริญญาโท ปริญญาเอก
- 1.3 สาขาที่จบการศึกษา
- 1.4 ประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ หรือ เป็นผู้ที่มีความสามารถเกี่ยวกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปี
- 1.5 หน่วยงานที่สังกัด

2. ข้อคำถามสำหรับสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1 ท่านคิดว่าการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา มีความเหมาะสมหรือไม่..... อย่างไร.....

.....

.....

2.2 ท่านคิดว่า การสอนการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเดียว มีปัญหาและอุปสรรคหรือไม่ ท่านมีแนวทางการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาในหัวข้อต่อไปนี้มีประสิทธิภาพได้หรือไม่

เนื้อหา	แนวทางการจัดการเรียนรู้	ปัญหา/อุปสรรค ที่เคยพบ
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว

2.3 ท่านคิดว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สามารถเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาที่เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้อย่างไร

.....

.....

2.4 ท่านคิดว่า ควรนำภาพและเสียงรูปแบบใด มาประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและสามารถจดจำได้นานยิ่งขึ้นซึ่งนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา	ภาพ	เสียง
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว

2.5 ท่านคิดว่าแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ควรมีรูปแบบอย่างไร จึงจะสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการพัฒนาแต่ละหัวข้อต่อไปนี้

เนื้อหา	รูปแบบ
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ	<input type="checkbox"/> เลือกตอบ <input type="checkbox"/> ถูก-ผิด <input type="checkbox"/> จับคู่ <input type="checkbox"/> เติมคำ <input type="checkbox"/> เติมข้อความ <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน	<input type="checkbox"/> เลือกตอบ <input type="checkbox"/> เลือกตอบ <input type="checkbox"/> ถูก-ผิด <input type="checkbox"/> เติมคำ <input type="checkbox"/> เติมข้อความ <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ อัตราเร็ว	<input type="checkbox"/> เลือกตอบ	<input type="checkbox"/> ถูก-ผิด	<input type="checkbox"/> จับคู่
	<input type="checkbox"/> เติมคำ	<input type="checkbox"/> เติมข้อความ	<input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ
.....			

2.6 ท่านคิดว่าแบบฝึกทักษะระหว่างเรียนทั้ง 3 หัวข้อได้แก่ โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับจำนวน โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว ควรมีสัดส่วนอย่างไร

เนื้อหา	สัดส่วนคิดเป็นร้อยละ
1. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ	
2. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน	
3. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว	

2.7 ท่านคิดว่าการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้ประกอบการสอน สามารถส่งเสริมทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ฝึกให้นักเรียนมีทักษะการวิเคราะห์
- ฝึกการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ
- ฝึกการให้เหตุผล
- อื่นๆ.....

2.8 ท่านคิดว่าควรมีการวัดและประเมินผลด้านความรู้ความจำและความเข้าใจในการเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (โจทย์ปัญหา) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีการใด

- การสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถามขณะร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
- การอภิปรายหน้าชั้นเรียน
- การทำแบบทดสอบระหว่างเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
- การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
- อื่นๆ.....

2.9 ท่านคิดว่าการวัดและประเมินผลด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรเป็นรูปแบบใด จึงจะเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาและพัฒนาการของนักเรียน

- การสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถามขณะร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
- การอภิปรายหน้าชั้นเรียน
- การทำแบบทดสอบระหว่างเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
- การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
- อื่นๆ

.....

2.10 ท่านคิดว่าเกณฑ์การตัดสินว่านักเรียนมีความรู้ความจำและความเข้าใจ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ควรตรวจสอบอย่างไร และใช้วิธีการใด

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่นๆ

.....



ลงชื่อ..... ผู้ให้สัมภาษณ์
 (.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่...../...../.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เวลา 9 ชั่วโมง
 หน่วยการเรียนรู้ย่อย เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน เวลา 3 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 4.2 :ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 6.1 :มีความสามารถในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัดชั้นปี

- ค 4.2 ม.2/2 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้
- ค 4.2 ม.2/3 การตระหนักถึงความสม เหตุสมผลของคำตอบที่ได้
- ค 6.1 ม.2/1 การใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้
- ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

สาระสำคัญ

1. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนใช้กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา ระบุนส่วนสำคัญของปัญหาได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข (โจทย์ถาม, โจทย์กำหนด)

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ของตัวข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาและสุดท้ายเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

(วาดรูป, เขียนแผนภาพ, ตาราง เป็นต้น)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนลงมาปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ เริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนก็ค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีใหม่แก้ปัญหาใหม่ถือว่าการพัฒนาผู้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความถูกต้อง เป็นขั้นการตรวจสอบของการดำเนินการในแต่ละขั้น เพื่อพิจารณาความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและความถูกต้องของคำตอบหมายถึง วิธีการปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนคือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน 4) ตรวจสอบผล

2. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.1 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน

2.2 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

2.3 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว

3. ความเข้าใจที่คงทน

การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สมการเป็นวิธีหนึ่งที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาที่อาจพบในชีวิตประจำวันได้ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีหลักการและวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และมีวิธีที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้มีระบบและขั้นตอนที่ชัดเจนวิธีหนึ่งคือ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

สาระการเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

4.1 การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการตรวจสอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

4.2.1 สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ถูกต้องและตรวจสอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล

4.2.2 ทำงานอย่างเป็นระบบและมีความรอบคอบในการทำงาน

4.3 ด้านเจตคติ (A)

4.3.1 นำความรู้ เรื่อง การโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาไป
ประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ ต่อไป

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร (ใช้ภาษาถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะ
ของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเอง
และสังคม)
2. ความสามารถในการคิด (มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิด
อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์
ความรู้ใหม่ รู้จักประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา)
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา (มีความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่
เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล เข้าใจความสัมพันธ์และการ
เปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ แสวงหาความรู้และประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา)
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (มีความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆที่เกิดจาก
การเรียนรู้ มาจัดการกับปัญหาที่เผชิญอยู่ได้อย่างเหมาะสม)
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (มีทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาตนเองในด้านการ
เรียน การแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องและเหมาะสม)

การบูรณาการ

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี (เรื่อง ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์และ
การใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น)

ภาระงาน/ ชิ้นงาน

8.1 แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (สถานการณ์)

8.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

การวัดและการประเมินผล

ประเด็นการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ตัวชี้วัดชั้นปี			
1. เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ถูกต้องและสามารถตรวจสอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล	- สังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม - ตรวจ แบบฝึกทักษะ	- แบบสังเกตพฤติกรรมตอบคำถาม - แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา	ตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 70 ทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องร้อยละ 70
สมรรถนะสำคัญของนักเรียน			
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนมีพฤติกรรมตามเกณฑ์ประเมินสมรรถนะสำคัญของนักเรียนตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์			
1. ซื่อสัตย์สุจริต 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. มุ่งมั่นในการทำงาน 5. จิตสาธารณะ	สังเกตพฤติกรรม แบบองค์รวม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนมีพฤติกรรมตามเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การประเมิน

หัวข้อ การประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ต้องปรับปรุง(1)
1. สนใจใฝ่ เรียนรู้	1. มีความกระตือรือร้น ในการเรียน 2.ทำงานที่ได้รับ มอบหมายเป็นอย่างดี 3.สนใจซักถาม ปัญหาหรือข้อสงสัย	1. มีความ กระตือรือร้น ในการเรียน 2.ทำงานที่ได้รับ มอบหมายเป็น อย่างดี 3.ไม่สนใจซักถาม ปัญหาข้อสงสัย	1. มีความ กระตือรือร้นบ้าง 2.ทำงานที่ได้รับ มอบหมายเป็น ส่วนใหญ่ 3.ไม่สนใจซักถาม ปัญหาข้อสงสัย	1.ไม่ตั้งใจเรียนและขาด ความกระตือรือร้น 2.ไม่ค่อยรับผิดชอบ งานที่ได้รับมอบหมาย 3.ไม่สนใจซักถาม ปัญหาข้อสงสัย
2. การ แก้ปัญหา	ใช้ยุทธวิธีการ แก้ปัญหาสำเร็จและมี ประสิทธิภาพ อธิบาย ถึงเหตุผลในการใช้ วิธีการดังกล่าวได้ เข้าใจชัดเจน	ใช้ยุทธวิธีการ แก้ปัญหาสำเร็จแต่ น่าจะอธิบายถึง เหตุผลในการใช้ วิธีการดังกล่าวได้ ดีกว่านี้	ใช้ยุทธวิธีการ แก้ปัญหาสำเร็จเพียง บางส่วน อธิบายถึง เหตุผลในการใช้ วิธีการดังกล่าวได้ บางส่วน	มีร่องรอยการดำเนินการ แก้ปัญหาบางส่วน แต่ อธิบายไม่ได้ แก้ปัญหาไม่ สำเร็จ
3.ทำงานเป็น ระบบรอบคอบ	1.มีการวางแผน การดำเนินงานเป็น ระบบ 2.การทำงานมีครบ ทุกขั้นตอน ตัดขั้นตอน ที่ไม่สำคัญออก 3.จัดเรียงลำดับ ความสำคัญ ก่อน-หลัง ถูกต้องครบถ้วน	1.มีการวางแผน การดำเนินงาน 2.การทำงานไม่ครบ ทุกขั้นตอน และ ผิดพลาดบ้าง 3.จัดเรียงลำดับ ความสำคัญ ก่อน- หลังได้เป็นส่วนใหญ่	1.มีการวางแผน การดำเนินงานบ้าง 2.การทำงานไม่มี ขั้นตอนมีความ ผิดพลาดต้องแก้ไข 3.มีการจัดลำดับ ความสำคัญบ้าง	1.ไม่มีการวางแผน การดำเนินงาน 2.การทำงานไม่มีขั้นตอนมี ความผิดพลาดต้องแก้ไข 3.ไม่จัดลำดับความสำคัญ บ้าง
4. ชี้นำงาน/ คุณภาพ ชี้นำงาน	1.คิดคำนวณหรือ เสนอรูปแบบวิธีการ หาคำตอบได้อย่าง ถูกต้อง แม่นยำ 2. แสดงวิธีการ หรือ การหา	1.คำนวณหรือ วิธีการหาคำตอบ ถูกต้อง 2.แสดงวิธีการหรือ หาเหตุผลสนับสนุน การหาคำตอบได้ บางส่วน	1.การคำนวณมี ข้อผิดพลาด บางส่วน 2.แสดงเหตุผล สนับสนุนการหา คำตอบเล็กน้อย	ไม่มีชี้นำงาน

หัวข้อ การประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ต้องปรับปรุง(1)
		3. มีองค์ประกอบ ของชิ้นงานไม่น้อย กว่า 2 รายการ	3.มีองค์ประกอบของ ชิ้นงานไม่น้อยกว่า2 รายการ	
5. ลักษณะที่ พึงประสงค์ แบบองค์รวม	สามารถปฏิบัติได้ ด้วยตนเองหรือเป็น แบบอย่างแก่ผู้อื่นได้ ในการปฏิบัติงานทาง คณิตศาสตร์อย่างมี ระบบมีระเบียบวินัย มีความรอบคอบมี ความรับผิดชอบ มี วิจรรณญาณและมี ความเชื่อมั่นใน ตนเองปฏิบัติงานทาง คณิตศาสตร์อย่างมี ระบบมีระเบียบวินัย มีความรอบคอบมี ความรับผิดชอบ มี วิจรรณญาณและมี ความเชื่อมั่นใน ตนเอง	สามารถปฏิบัติตน ตามคำแนะนำหรือ ชี้แนะในการปฏิบัติ งานทาง คณิตศาสตร์อย่างมี ระบบ มีระเบียบ วินัยมีความ รอบคอบ มีความ รับผิดชอบ มี วิจรรณญาณ และ มีความเชื่อมั่นใน ตนเอง	สามารถปฏิบัติตน ตามแนะนำหรือคำ ชี้แนะต้องมีการกำกับ อยู่ติดตามอยู่เสมอใน การปฏิบัติทาง คณิตศาสตร์อย่าง มีระบบมีระเบียบวินัย มีความรอบคอบมี ความรับผิดชอบ วิจรรณญาณและ มีความเชื่อมั่นใน ตนเอง	ไม่มีความสามารถ ปฏิบัติตนด้วยด้วย ตนเอง ต้องมีการกำกับ และติดตามอยู่เสมอใน การปฏิบัติงานทาง คณิตศาสตร์อย่างมีระบบ ขาดระเบียบวินัย ขาด ความรอบคอบ มีความ รับผิดชอบน้อยไม่มี วิจรรณญาณที่เหมาะสม และไม่มี ความเชื่อมั่น ในตนเอง

10. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม

1. ครูทบทวน เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้แก่ ความหมายของสมการ การแก้สมการคำตอบของสมการ ฯลฯ โดยใช้สมบัติการเท่ากันในการแก้สมการ
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการเรียนการทํากิจกรรมในขณะที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

ขั้นเสริมสร้างประสบการณ์ใหม่

1. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน(Prestest) 15 ข้อ

หมายเหตุ เนื่องจากเป็นแบบทดสอบแบบคิดวิเคราะห์และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา อาจจำเป็นต้องใช้เวลานาน ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการทดสอบนอกบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ขั้นนำไปใช้และสร้างสรรค์ทักษะชีวิต

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้ 4 ขั้นตอนของโพลยา ดังนี้

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโจทย์

โจทย์ต้องการทราบ.....

โจทย์กำหนด.....

สร้างเงื่อนไข.....

ขั้นวางแผน (แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการ)

นำเงื่อนไขมากำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา โดยอาจจะวาดรูป เขียนแผนภาพตาราง เป็นต้นแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการ

ขั้นดำเนินการตามแผน (แก้สมการเพื่อหาคำตอบของสมการ)

นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ (แผนที่เลือกไว้อาจจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีใหม่แก้ปัญหาใหม่ถือว่าการพัฒนาผู้แก้ปัญหา)

ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (ตระหนักถึงความสมเหตุสมผล)

นักเรียนพิจารณาความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบของสมการ

แผนที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนก็ค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีใหม่แก้ปัญหาใหม่ถือว่าเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหา

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

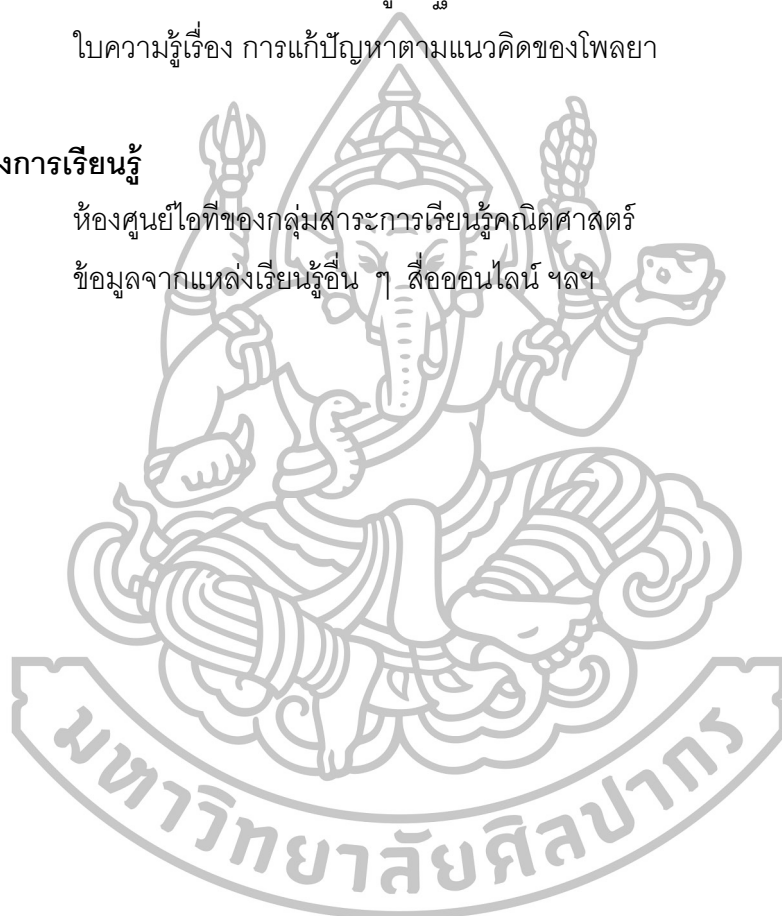
หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ ม.2 เล่ม 2

ใบความรู้เรื่อง การแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

แหล่งการเรียนรู้

ห้องศูนย์ไอทีของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ สื่อออนไลน์ ฯลฯ



ใบความรู้
เรื่อง การแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

โพลยา (George Polya ปี ค.ศ. 1987-1985) เขียนไว้ในหนังสือชื่อ How to Solve It ในปี ค.ศ. 1957 เป็นหนังสือที่มีชื่อเสียงมาก โดยได้รับการแปลเป็นภาษาต่างๆทั่วโลกไม่น้อยกว่า 15 ภาษาต่างๆทั่วโลกไม่น้อยกว่า 15 ภาษา กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยามีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) ต้องเข้าใจว่าโจทย์ถามหาอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ สามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ ถ้ายังไม่ชัดเจนในโจทย์อาจใช้การวาดรูปและแยกแยะสถานการณ์หรือเงื่อนไขในโจทย์ออกเป็นส่วนๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจในโจทย์ปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) นักเรียนมองเห็นความสำคัญของข้อมูลต่างๆ ในโจทย์ปัญหาอย่างชัดเจนมากขึ้น เป็นขั้นที่ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ถามกับข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ถ้าหากไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ก็ควรอาศัยหลักการของการวางแผนการแก้ปัญหาดังนี้

โจทย์ปัญหาลักษณะนี้เคยพบมาก่อนหรือไม่ มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาที่เคยทำมาแล้วอย่างไร เคยพบโจทย์ปัญหาลักษณะนี้เมื่อไร และใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา ถ้าอ่านโจทย์ปัญหาครั้งแรกแล้วไม่เข้าใจ ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของปัญหานี้กับปัญหาที่เคยทำมาก่อน

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาด้วยการรู้จักเลือกวิธีการคิดคำนวณ สมบัติ กฎ หรือสูตร ที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking back) เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและตรวจดูว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอีกหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าวๆ

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวน เรื่อง การแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา
2. ครูชี้แจงการใช้สื่อบทเรียนมัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา แจ้างจุดประสงค์ วิธีการเรียนการทำกิจกรรมในขณะที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

ขั้นเสริมสร้างประสบการณ์ใหม่

3. นักเรียนทุกคนเรียนและปฏิบัติตามขั้นตอนในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนมัลติมีเดียให้ครบทุกขั้นตอนตามเวลาดำหนด
4. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาจำนวน 4 ข้อ

ขั้นนำไปใช้และสร้างสรรค์ทักษะชีวิต

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้ 4 ขั้นตอนของโพลยา
6. นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน จำนวน 1 สถานการณ์ และส่งครูตรวจสอบความถูกต้อง
7. ครูตรวจกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบของสมการแล้วแจ้งผลการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนทราบ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความก้าวหน้าในการแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องต่อไป

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

- หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ ม.2 เล่ม 2
ตัวอย่าง การแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา 2 ตัวอย่าง

แหล่งการเรียนรู้

- ห้องศูนย์ไอทีของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โจทย์สถานการณ์ตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งที่ 1

เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 ข้อ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

สถานการณ์ที่ 1 : สามเท่าของผลต่างของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 7 เป็น 51
 จงหาจำนวนจำนวนนั้น

จากโจทย์ใช้ตอบคำถามข้อ 1-3 (กำหนดสิ่งที่โจทย์ต้องการเป็น Y)

1. ข้อใดคือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

1. ผลต่างของจำนวนจำนวนกับ 7 คือ $Y - 7$ หรือ $7 - Y$

2. สามเท่าของผลต่างของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 7 คือ $3(Y - 7)$ หรือ $3(7 - Y)$

ก. ข้อ 1 ถูก ข. ข้อ 2 ถูก

ค. ถูกทั้ง 2 ข้อ ง. ไม่มีข้อถูก

2. จากโจทย์ข้อใดเขียนสมการได้ถูกต้อง

ก. $3(Y - 7) = 51$

ข. $3(7 - Y) = 51$

ค. $(Y - 7) = 51$

ง. ข้อ ก. และข้อ ข. ถูก

3. ข้อใดคือคำตอบของสมการ

ก. $Y = 58$

ข. $Y = 24$

ค. $Y = -10$

ง. ข้อ ข. และข้อ ค. ถูก

9 ข้อใดคือคำตอบของสมการ

- | | |
|--------------|--------------|
| ก. 3,700 บาท | ข. 3,650 บาท |
| ค. 3,500 บาท | ง. 4,000 บาท |

สถานการณ์ที่ 4 : จุ๊บแจงนำเงินไปฝากธนาคาร 7,000 บาท ธนาคารคิดดอกเบี้ยให้ 7% ต่อปี เมื่อถึงสิ้นปี จุ๊บแจงจะได้ดอกเบี้ยเท่าใด

ใช้ตอบคำถามข้อ 10-11 (กำหนดตัวไม่ทราบค่าเป็น a)

10. จากสถานการณ์ เขียนเป็นสัดส่วนได้ตรงกับข้อใด

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ก. $\frac{100}{a} = \frac{6}{7,000}$ | ข. $\frac{a}{100} = \frac{6}{7,000}$ |
| ค. $\frac{6}{a} = \frac{7,000}{100}$ | ง. $\frac{a}{7,000} = \frac{6}{100}$ |

11. ข้อใดคือคำตอบของสมการ

- | | |
|------------|------------|
| ก. 400 บาท | ข. 420 บาท |
| ค. 450 บาท | ง. 475 บาท |

สถานการณ์ที่ 4 : มินินขี่จักรยานยนต์ด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ไปตามถนนสายหนึ่ง อีกสองชั่วโมงต่อมา มินาขี่รถจักรยานยนต์ตามไปด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยออกจากจุดเริ่มต้นเดียวกัน จงหาว่า มินา ขี่รถกี่ชั่วโมงจึงจะตามทันมินิน

จากโจทย์คำถามข้อ 1-4 (กำหนดให้ ตัวไม่ทราบค่าเป็น X)

12. ข้อใด คือเวลาที่มินินใช้ในการเดินทาง

- | | |
|----------|--------------|
| ก. X | ข. X + 2 |
| ค. X - 2 | ง. X (X + 2) |

13 ข้อใด คือเวลาที่มินาใช้ในการเดินทาง

- | | |
|----------|--------------|
| ก. X | ข. X + 2 |
| ค. X - 2 | ง. X (X + 2) |

14. มีนาซื้อรถจักรยานยนต์ตามไปด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เขาจะเดินทางได้กี่กิโลเมตร

ก. $60X$

ข. $60(X+2)$

ค. $80X$

ง. $80(X+2)$

15. ข้อใดคือคำตอบของสมการ

ก. 6 ชั่วโมง

ข. 7 ชั่วโมง

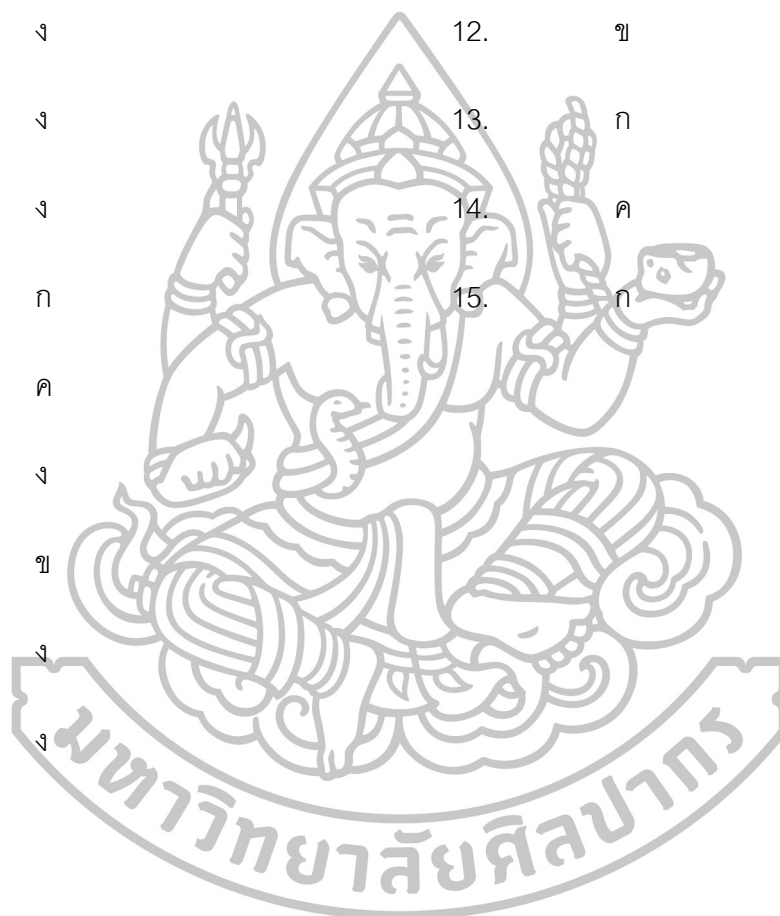
ค. 8 ชั่วโมง

ง. 9 ชั่วโมง



เฉลย
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

- | | | | |
|-----|---|-----|---|
| 1. | ค | 11. | ข |
| 2. | ง | 12. | ข |
| 3. | ง | 13. | ก |
| 4. | ง | 14. | ค |
| 5. | ก | 15. | ก |
| 6. | ค | | |
| 7. | ง | | |
| 8. | ข | | |
| 9. | ง | | |
| 10. | ง | | |





แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งที่ 2

เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จำนวน 15 ข้อ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

สถานการณ์ที่ 1 : สามเท่าของผลต่างของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 7 เป็น 51
จงหาจำนวนจำนวนนั้น

จากโจทย์ใช้ตอบคำถามข้อ 1-3 (กำหนดสิ่งที่โจทย์ต้องการเป็น Y)

1. ข้อใดคือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

1. ผลต่างของจำนวนจำนวนกับ 7 คือ $Y - 7$ หรือ $7 - Y$

2. สามเท่าของผลต่างของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 7 คือ $3(Y - 7)$ หรือ $3(7 - Y)$

ก. ข้อ 1 ถูก

ข. ข้อ 2 ถูก

ค. ถูกทั้ง 2 ข้อ

ง. ไม่มีข้อถูก

2. จากโจทย์ข้อใดเขียนสมการได้ถูกต้อง

ก. $3(Y - 7) = 51$

ข. $3(7 - Y) = 51$

ค. $(Y - 7) = 51$

ง. ข้อ ก. และข้อ ข. ถูก

3. ข้อใดคือคำตอบของสมการ

ก. $Y = 58$

ข. $Y = 24$

ค. $Y = -10$

ง. ข้อ ข. และข้อ ค. ถูก

สถานการณ์ที่ 2 : มินินขี่จักรยานยนต์ด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ไปตามถนนสายหนึ่ง อีกสองชั่วโมงต่อมา มีนาขี่รถจักรยานยนต์ตามไปด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยออกจากจุดเริ่มต้นเดียวกัน จงหาว่า มีนา ขี่รถกี่ชั่วโมงจึงจะตามทันมินิน

จากโจทย์คำถามข้อ 4-7 (กำหนด X แทนตัวไม่ทราบค่า)

4. ข้อใด คือเวลาที่มินินใช้ในการเดินทาง

- | | |
|----------|-------------|
| ก. X | ข. X + 2 |
| ค. X - 2 | ง. X(X + 2) |

5. ข้อใด คือเวลาที่มีนาใช้ในการเดินทาง

- | | |
|----------|-------------|
| ก. X | ข. X + 2 |
| ค. X - 2 | ง. X(X + 2) |

6. มีนาขี่รถจักรยานยนต์ตามไปด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เขาจะเดินทางได้กี่กิโลเมตร

- | | |
|--------|--------------|
| ก. 60X | ข. 60(X + 2) |
| ค. 80X | ง. 80(X + 2) |

7.. ข้อใดคือคำตอบของสมการ

- | | |
|--------------|--------------|
| ก. 6 ชั่วโมง | ข. 7 ชั่วโมง |
| ค. 8 ชั่วโมง | ง. 9 ชั่วโมง |

สถานการณ์ที่ 3 : จุ๊บแจงนำเงินไปฝากธนาคาร 7,000 บาท ธนาคารคิดดอกเบี้ยให้ 7% ต่อปี เมื่อถึงสิ้นปี จุ๊บแจงจะได้ดอกเบี้ยเท่าใด

ใช้ตอบคำถามข้อ 8-9 (กำหนดตัวไม่ทราบค่าเป็น a)

8. จากสถานการณ์ เขียนเป็นสัดส่วนได้ตรงกับข้อใด

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ก. $\frac{100}{a} = \frac{6}{7,000}$ | ข. $\frac{a}{100} = \frac{6}{7,000}$ |
| ค. $\frac{6}{a} = \frac{7,000}{100}$ | ง. $\frac{a}{7,000} = \frac{6}{100}$ |

9. ข้อใดคือคำตอบของสมการ

- | | |
|------------|------------|
| ก. 400 บาท | ข. 420 บาท |
| ค. 450 บาท | ง. 475 บาท |

15 ข้อใดคือคำตอบของสมการ

ก. 3,700 บาท

ข. 3,650 บาท

ค. 3,500 บาท

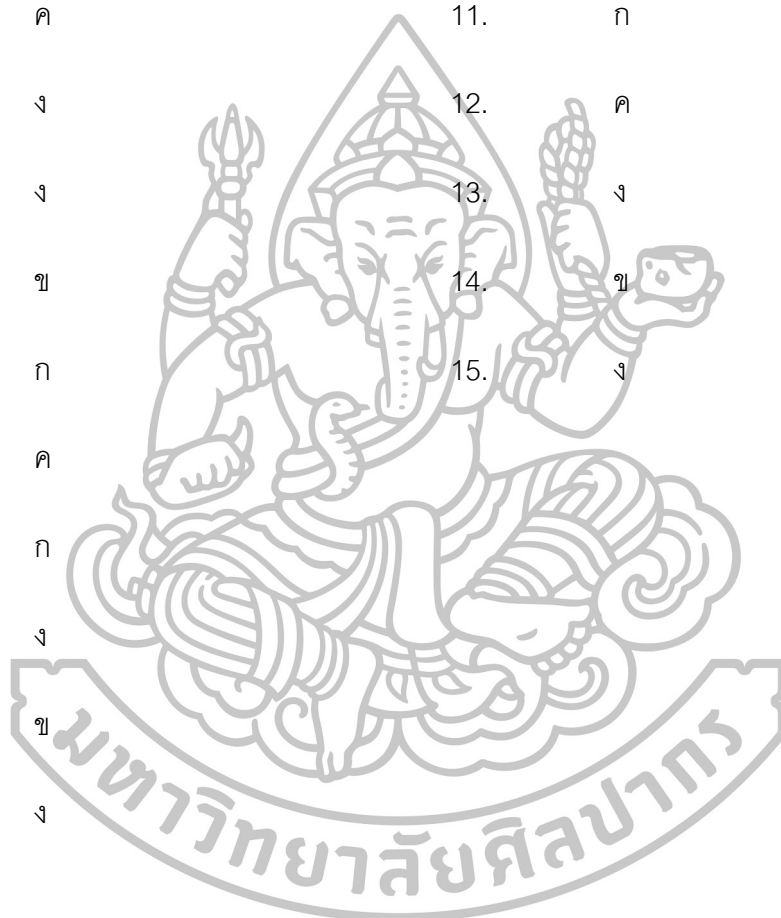
ง. 4,000 บาท



เฉลย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งที่ 2
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

- | | | | |
|-----|---|-----|---|
| 1. | ค | 11. | ก |
| 2. | ง | 12. | ค |
| 3. | ง | 13. | ง |
| 4. | ข | 14. | ข |
| 5. | ก | 15. | ง |
| 6. | ค | | |
| 7. | ก | | |
| 8. | ง | | |
| 9. | ข | | |
| 10. | ง | | |





แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 ข้อ

คำชี้แจง : 1. แบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 50 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที
 2. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

1. ลานโดมโรงเรียนราชินีบูรณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความยาวมากกว่าสองเท่าของความกว้าง อยู่ 6 เมตร ถ้าลานโดมดังกล่าวยาว 78 เมตร จงหาความกว้างของลานโดมนี้

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการปัญหา.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ.....

.....

.....

.....

2. เมื่อสามปีที่แล้วแพทมีอายุเท่ากับหนึ่งในห้าของอายุปัจจุบันของป้า ห้าปีข้างหน้าป้าจะมีอายุมากกว่าอายุของแพท 25 ปี จงหาอายุปัจจุบันของป้าและแพท

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา.....

.....

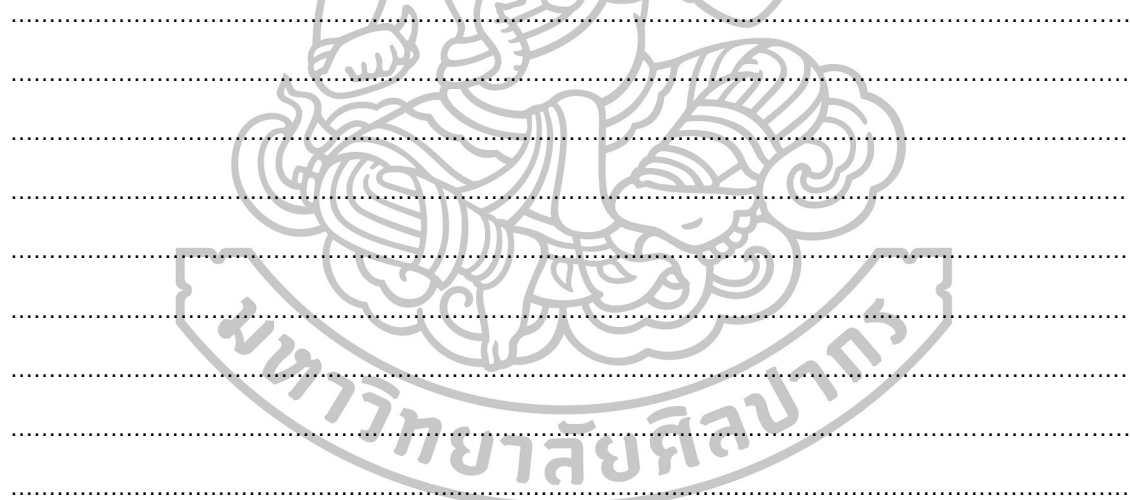
.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการปัญหา.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน.....



ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ.....

.....

.....

.....

3. ในปีการศึกษา 2558 โรงเรียนราชินีบูรณะมีจำนวนนักเรียนในระดับชั้นต่างๆ ดังนี้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ยกเว้นห้องเรียนพิเศษสมาร์ทคลาส) คิดเป็น 50% ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ของโรงเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย(ยกเว้นห้องเรียนพิเศษสมาร์ทคลาส) คิดเป็น 80 % ของจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เหลืออีก 118 คน เป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษสมาร์ทคลาส จงหาจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....



4. หนูดี เตรียมตัวเข้าร่วมโครงการปั่นจักรยานเพื่อพ่อ เขาจึงวางแผนซ้อมก่อนถึงวันจริง โดยวันแรกเขาปั่นไปตามเส้นทางที่กำหนดได้ 20 % ของระยะทางทั้งหมด วันที่สองก็ซ้อมเหมือนเดิมได้ระยะทาง 64 กิโลเมตร จึงต้องหยุดเพราะจักรยานพัง ต่อมาวันที่สามซื้อจักรยานใหม่สามารถปั่นต่อได้อีก 50% ของระยะทางที่เหลือ ผลปรากฏว่าสามวันหนูดีปั่นจักรยานได้ระยะทางรวมกันได้ 200 กิโลเมตร จงหาว่าระยะทางที่หนูดีต้องปั่นจักรยานทั้งหมดกี่กิโลเมตร

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการปัญหา.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



5. เพชรวิ่งด้วยอัตราเร็ว 13 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พลอยวิ่งด้วยอัตราเร็ว 11 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และวิ่งนานกว่าเพชร 20 นาที ได้ระยะทางไกลกว่าเพชร 2 กิโลเมตร จงหาว่าพลอยวิ่งได้ระยะทางเท่าไร

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนการปัญหา.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน.....

.....

.....



ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ.....

.....

.....

.....

.....

ตารางที่ 18 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	เกณฑ์การให้คะแนน
<p>ขั้นที่ 1</p> <p>ความเข้าใจปัญหา (2 คะแนน)</p>	<p>2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง</p> <p>1 หมายถึง การเข้าใจปัญหาบางส่วนได้ถูกต้อง</p> <p>0 หมายถึง เข้าใจน้อยมาก หรือไม่เข้าใจเลย</p>
<p>ขั้นที่ 2</p> <p>วางแผนการแก้ปัญหา (3 คะแนน)</p>	<p>3 หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง</p> <p>2 หมายถึง เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบได้ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง</p> <p>1 หมายถึง เลือกยุทธวิธีส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง</p> <p>0 หมายถึง เลือกยุทธวิธีไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกได้เลย</p>
<p>ขั้นที่ 3</p> <p>ดำเนินการแก้ปัญหา (3 คะแนน)</p>	<p>3 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง</p> <p>2 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องบางส่วน</p> <p>1 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง</p> <p>0 หมายถึง ไม่สามารถนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้</p>
<p>ขั้นที่ 4</p> <p>ตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)</p>	<p>2 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง</p> <p>1 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องบางครั้ง</p> <p>0 หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง</p>

จากเกณฑ์วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในตารางที่ 11 ผู้วิจัยจะใช้ค่าร้อยละและค่าเฉลี่ยในการประเมินทั้งหมด 5 ข้อ โดยแต่ละข้อให้คะแนนได้ตั้งแต่ 0 - 10 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

- ช่วงคะแนน 40-50 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก
- ช่วงคะแนน 30-39 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับดี
- ช่วงคะแนน 20-29 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง
- ช่วงคะแนน 10-19 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับน้อย
- ช่วงคะแนน 0-9 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับ

ต้องปรับปรุง

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง: โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยกากบาทเครื่องหมายลงในช่องระดับความคิดเห็น ซึ่ง

- | | | |
|---|---------|----------------------------|
| 5 | หมายถึง | ความพึงพอใจระดับมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | ความพึงพอใจระดับมาก |
| 3 | หมายถึง | ความพึงพอใจระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | ความพึงพอใจระดับน้อย |
| 1 | หมายถึง | ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด |

ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์						
1	เนื้อหาในบทเรียน มีความยากง่ายเหมาะสม					
2	การจัดเรียงลำดับเนื้อหาในบทเรียนจากง่ายไปหายากได้เหมาะสม					
3	การนำเสนอเนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกันทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น					
4	การนำเสนอเนื้อหาทุกขั้นตอนเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา						
5	นักเรียนมีอิสระในกิจกรรมการเรียนรู้					
6	นักเรียนมีความรู้สึกสนุกสนานในการเรียนด้วยบทเรียน					
7	กิจกรรมช่วยกระตุ้นความสนใจและสร้างบรรยากาศในการเรียนได้มากขึ้น					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย						
8	ขั้นตอนการเรียนตามแนวคิดของโพลยาชัดเจน ทำให้เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
9	บทเรียนมีสีสันและภาพกราฟิกที่สวยงาม กระตุ้น ความสนใจในการเรียนของนักเรียน					
10	เสียงอ่านในบทเรียนกระตุ้นความสนใจ					
11	บทเรียนช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นใน ตนเองสูงขึ้น					
12	บทเรียนมีคำชี้แจงที่ชัดเจนทำให้นักเรียนเรียนได้ รวดเร็วทันเวลาที่กำหนด					
13	บทเรียนทำให้การเรียนเนื้อหาที่ยากเข้าใจได้ง่าย มากขึ้น					
14	บทเรียน ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชา คณิตศาสตร์					
15	บทเรียนช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานใน การเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
16	บทเรียนทำให้นักเรียนเกิดความรู้ใหม่ และจดจำ เนื้อหาได้นานมากขึ้น					
17	การจัดลำดับเนื้อหาและขั้นตอนการเรียนใน บทเรียนเหมาะสมและสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน					
ด้านการวัดและการประเมินผล						
18	แบบทดสอบไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป					
19	การประเมินผลทำให้นักเรียนได้รู้จักพัฒนาการ ด้านการเรียนของตนเอง					
20	นักเรียนสามารถนำผลการสอบในบทเรียนมา พัฒนาตนเองได้ทันที					
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x})						

ภาคผนวก ค
ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย

1. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง
2. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
3. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา
4. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา
5. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
6. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
7. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
8. ผลการวิเคราะห์การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีการสอนแก้ปัญหาแบบโพลยา
9. ผลการวิเคราะห์การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
10. ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทดลองรายบุคคล (one-to-one tryout)

11. ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทดลองกลุ่มย่อย (Small Group tryout)
12. ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทดลองภาคสนาม (Field tryout)
13. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก(r)ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
14. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p)ค่าอำนาจจำแนก (r)ของแบบทดสอบความคงทนเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
15. ผลการวิเคราะห์ ความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
16. ผลการวิเคราะห์คะแนนรายบุคคลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
17. ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
18. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตารางที่ 19 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์แบบมี
โครงสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังตารางต่อไปนี้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			IOC
	1	2	3	
ตอนที่ 1 ความคิดเห็นและแนวทางการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย				
1. ท่านคิดว่าแนวคิดในการนำกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา มาใช้ในการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00
2. ท่านคิดว่า การสอนการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเดียว มีปัญหาและอุปสรรคหรือไม่ ท่านมีแนวทางการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้อย่างไร	+1	0	+1	0.67
3. ท่านคิดว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สามารถเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาที่เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้อย่างไร	+1	+1	+1	1.00
4. ท่านคิดว่า ควรนำภาพและเสียงรูปแบบใด มาประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจและสามารถจดจำได้นานยิ่งขึ้น ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	+1	+1	+1	1.00
5. ท่านคิดว่าแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ควรมีรูปแบบอย่างไร จึงจะสอดคล้องกับเนื้อหาและมาตรฐานตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00
6. ท่านคิดว่าแบบฝึกทักษะระหว่างเรียนทั้ง 3 หัวข้อ (โจทย์ปัญหาจำนวน, โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว) ควรมีสัดส่วนเท่าไร	+1	+1	+1	1.00
7. ท่านคิดว่าแนวคิดในการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา สามารถส่งเสริมทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 19 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์แบบมี
โครงสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
	1	2	3	
8. ท่านคิดว่าควรมีการวัดและประเมินผลด้านความรู้ความจำและความเข้าใจในการเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีการใด	+1	+1	+1	1.00
9. ท่านคิดว่าการวัดและประเมินผลด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรเป็นลักษณะใดจึงจะเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาและพัฒนาการของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00
10. ท่านคิดว่าเกณฑ์การประเมินว่านักเรียนมีความรู้ความจำและความเข้าใจ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ควรตรวจสอบอย่างไร และใช้วิธีการใด	+1	+1	+1	1.00
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย				
1. ท่านคิดว่ารูปแบบการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya's Four – stage Method, 1957) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ขึ้นมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร	+1	+1	+1	1.00
2. บทเรียนรูปแบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya's Four - stage Method, 1957) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ขึ้น ควรมีการออกแบบเนื้อหาหรือรูปแบบการนำเสนออย่างไร	+1	+1	+1	1.00
3. การนำมัลติมีเดียมาใช้ประกอบการอธิบายเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรมี รูปแบบ, ขนาดและสีของตัวอักษรอย่างไร	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 19 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
	1	2	3	
4. แบบฝึกทักษะระหว่างเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควร มีลักษณะใด (เลือกตอบ, เต็มคำ, ถูกผิด, จับคู่, แสดงวิธีการคำนวณ ฯลฯ)	+1	+1	+1	1.00
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรมีลักษณะใด (เลือกตอบ, เต็มคำ, ถูกผิด, จับคู่, แสดงวิธีการคำนวณ ฯลฯ)	+1	+1	+1	1.00
6. ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีโปรแกรมสำเร็จรูปหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใดบ้างที่เหมาะสมและสามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้อย่างมีประสิทธิภาพ	+1	+1	+1	1.00
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})				0.98
สรุป				สอดคล้อง

ตารางที่ 20 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา จำนวน 3 ท่าน ดังตารางต่อไปนี้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
	1	2	3	
ด้านเนื้อหาตามหลักสูตร				
1.. เนื้อหาถูกต้องตรงตามหลักสูตรกำหนด	+1	+1	+1	1.00
2. เนื้อหาของบทเรียนครอบคลุมมาตรฐานตัวชี้วัดและจุดประสงค์	+1	+1	+1	1.00
3. ความเหมาะสมของการจัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	+1	+1	+1	1.00
4. ความเหมาะสมของการแบ่งหัวข้อเนื้อหา	+1	+1	+1	1.00
5. เนื้อหามีระดับความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน	+1	+1	+1	1.00
6. เนื้อหาน่าสนใจส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเป็นประโยชน์สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้	+1	+1	+1	1.00
ด้าน ภาพ เสียง และตัวอักษร				
7.ขนาดของภาพใช้ประกอบบทเรียนเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
8.ภาพที่นำเสนอเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	0	+1	0.67
9.ภาพที่ใช้ประกอบสื่อความหมายได้ชัดเจน	+1	0	+1	0.67
10. ความเหมาะสมของเสียงที่ใช้ประกอบ	+1	+1	+1	1.00
11. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรกับพื้นจอภาพ	+1	+1	+1	1.00
12. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่เลือกใช้	+1	+1	+1	1.00
13. ความเหมาะสมในการจัดวางองค์ประกอบศิลป์	+1	+1	+1	1.00
14. ความเหมาะสมของแบบอักษร (Font)	+1	+1	0	0.67
15. คำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีประเมินผลการเรียน วิธีทดสอบ และ คำสั่งต่างๆ มีความชัดเจน สามารถปฏิบัติตามได้	+1	+1	+1	1.00
16. ข้อคำถามมีความชัดเจน ไม่กำกวม	+1	+1	+1	1.00
17. การตรวจคำตอบถูกต้องแม่นยำ	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 20 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ของแบบประเมินบทเรียน
คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา โดยผู้เชี่ยวชาญด้าน
เนื้อหาและวิธีการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา จำนวน 3 ท่าน (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC
	3	2	1	
ด้านการออกแบบและปฏิสัมพันธ์				
18. ออกแบบสัดส่วนหน้าจอได้เหมาะสม สวยงาม สะดวก และง่ายต่อการใช้	+1	+1	+1	1.00
19. ภาพกราฟิกเหมาะสม ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหาและมี ความสวยงาม มีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ และ สร้างภาพ	+1	+1	+1	1.00
20. มีการใช้ผลป้อนกลับโดยการเสริมแรงหรือให้ความ ช่วยเหลือได้ เหมาะสมและตามความจำเป็น	+1	+1	+1	1.00
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})	0.93			
แปลผล	สอดคล้อง			



ตารางที่ 21 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการ ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จำนวน 3 ท่าน ดังตารางต่อไปนี้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			IOC
	1	2	3	
ส่วนนำของบทเรียน				
1. ส่วนนำกระตุ้นเร้าความสนใจ, มีข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นครบ	+1	+1	+1	1.00
2. วัตถุประสงค์ เมฆหลัก มีส่วนช่วยเหลือคำแนะนำและมีความชัดเจน	+1	+1	+1	1.00
ส่วนเนื้อหาของบทเรียน				
3. โครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่	+1	0	0	0.33
4. เนื้อหาถูกต้องตามหลักสูตรกำหนด	+1	+1	+1	1.00
5. เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะนำเสนอในบทเรียน	+1	+1	+1	1.00
6. มีระดับความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน	+1	+1	+1	1.00
ด้านการใช้ภาษา				
7. ใช้ภาษาถูกต้อง เข้าใจง่าย เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00
8. สื่อความหมายได้ถูกต้อง ชัดเจน	+1	+1	+1	1.00
9. เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	+1	0	+1	0.67
10. มีการส่งเสริมและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	+1	+1	+1	1.00
11. มีความยืดหยุ่น สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ควบคุมลำดับเนื้อหา ลำดับการเรียนรู้ แบบฝึกและ แบบทดสอบได้	+1	+1	+1	1.00
ด้านการออกแบบและปฏิสัมพันธ์				
12. ความยาวของการนำเสนอแต่ละหน่วยแต่ละตอนเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
13. กลยุทธ์ในการถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 21 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินบทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของ
สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ
ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจำนวน 3 ท่าน (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			IOC
	1	2	3	
ด้านการออกแบบและปฏิสัมพันธ์				
15. แบบทดสอบมีปริมาณที่เหมาะสมกับเวลาและมีเพียงพอที่จะ ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้	+1	+1	+1	1.00
16. ออกแบบหน้าจอเหมาะสม ง่ายต่อการใช้	+1	+1	+1	1.00
17. สี ขนาดตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย เหมาะสมกับ ระดับและวัยนักเรียน	+1	+1	+1	1.00
18. ภาพกราฟิกเหมาะสม ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหาและมี ความสวยงาม ออกแบบสร้างสรรค์ เหมาะสมกับระดับ และวัยนักเรียน	+1	+1	+1	1.00
19. คุณภาพในการใช้เสียง ดนตรี ประกอบบทเรียนเหมาะสม ชัดเจน น่าสนใจ ชวนคิดน่าติดตาม	+1	0	+1	0.67
20. ออกแบบปฏิสัมพันธ์ให้โปรแกรมใช้ง่ายสะดวก สามารถ โต้ตอบกับนักเรียนได้สม่ำเสมอ ชัดเจนถูกต้องตาม หลักเกณฑ์และสามารถย้อนกลับไปยังจุดต่างๆ ได้ตาม ต้องการของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x})	0.93			
สรุป	สอดคล้องกัน			

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จำนวน 3 ท่าน ดังตารางต่อไปนี้

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			IOC
		1	2	3	
ด้านเนื้อหา					
1	เนื้อหาในบทเรียน มีความยากง่ายเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
2	การจัดเรียงลำดับเนื้อหาในบทเรียนจากง่ายไปหายากได้เหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3	การนำเสนอเนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกันทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น	+1	+1	+1	1.00
4	การนำเสนอเนื้อหาทุกขั้นตอนเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	1.00
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา					
5	นักเรียนมีอิสระในกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
6	นักเรียนมีความรู้สึกสนุกสนานในการเรียนด้วยบทเรียน	+1	+1	+1	1.00
7	กิจกรรมช่วยกระตุ้นความสนใจและสร้างบรรยากาศในการเรียนได้มากขึ้น	+1	+1	+1	1.00
8	ขั้นตอนการเรียนตามแนวคิดของโพลยา ชัดเจน ทำให้เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น	+1	0	+1	0.67
ด้านการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย					
9	บทเรียนมีสีสันและภาพกราฟิกที่สวยงาม กระตุ้นความสนใจในการเรียนของนักเรียน	0	+1	+1	0.67
10	เสียงอ่านในบทเรียนกระตุ้นความสนใจ	+1	+1	+1	1.00
11	บทเรียนช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น	1	+1	+1	1.00
12	บทเรียนมีคำสั่งที่ชัดเจนทำให้นักเรียนเรียนได้รวดเร็วทันเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจของ
 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของ
 โพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 จำนวน 3 ท่าน (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			IOC
		1	2	3	
13	บทเรียนทำให้การเรียนรู้เนื้อหาเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น	+1	+1	+1	1.00
14	บทเรียน ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	1.00
15	บทเรียนช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	1.00
16	บทเรียนทำให้นักเรียนเกิดความรู้ใหม่ และจดจำเนื้อหาได้นานมากขึ้น	+1	+1	+1	1.00
17	การจัดลำดับเนื้อหาและขั้นตอนการเรียนรู้ในบทเรียนเหมาะสมและสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน	+1	+1	+1	1.00
ด้านการวัดและการประเมินผล					
18	แบบทดสอบไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป	+1	+1	+1	1.00
19	การประเมินผลทำให้นักเรียนได้รู้จักพัฒนาการด้านการเรียนของตนเอง	+1	+1	+1	1.00
20	นักเรียนสามารถนำผลการสอบในบทเรียนมาพัฒนาตนเองได้ทันที	+1	+1	+1	1.00
เฉลี่ย		19.34			0.97
สรุปผล		สอดคล้อง			

ตารางที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของ โพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			IOC
		1	2	3	
มาตรฐานการเรียนรู้					
1.	มาตรฐานการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00
	ตัวชี้วัด				
2	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
4	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
5	จุดประสงค์การเรียนรู้กับตัวชี้วัดมีความสอดคล้องกัน	+1	+1	+1	1.00
6	จุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	+1	+1	+1	1.00
7	กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอนและมีความ				
กระบวนการจัดการเรียนรู้					
	สัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง	+1	+1	+1	1.00
8	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
9	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	1.00
10	กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	+1	0	+1	0.67
สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้					
11	สื่อและแหล่งการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00
สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้					
12	สื่อและแหล่งการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 23 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของ โพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			IOC
		1	2	3	
13	สื่อและแหล่งการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1.00
14	สื่อและแหล่งการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการพัฒนาทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	1.00
15	แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับ ระดับความสามารถและวัยของนักเรียน สามารถนำแผนการ	+1	+1	+1	1.00
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})		0.98			
สรุป		สอดคล้องกัน			



ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา จำนวน 3 ท่านดังนี้

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D
		1	2	3		
ด้านเนื้อหาของบทเรียน						
1	เนื้อหาถูกต้องตรงตามหลักสูตรกำหนด	5	5	5	5.00	0.00
2	เนื้อหาของบทเรียนครอบคลุมมาตรฐานตัวชี้วัดและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
3	ความเหมาะสมของการจัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58
4	ความเหมาะสมของการแบ่งหัวข้อเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58
5	เนื้อหา มีระดับความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน	4	4	5	4.33	0.58
6	เนื้อหา น่าสนใจส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเป็นประโยชน์สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้	4	4	5	4.33	0.58
ด้าน ภาพ เสียง และตัวอักษร						
7	ขนาดของภาพใช้ประกอบบทเรียนเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58
8	ภาพที่นำเสนอเหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58
9	ภาพที่ใช้ประกอบสื่อความหมายได้ชัดเจน	4	5	5	4.67	0.58
10	ความเหมาะสมของเสียงที่ใช้ประกอบ	4	4	4	4.00	0.00
11	ความเหมาะสมของสีตัวอักษรกับพื้นจอภาพ	5	5	4	4.67	0.58
12	ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่เลือกใช้	4	5	4	4.33	0.58
13	ความเหมาะสมในการจัดวางองค์ประกอบศิลป์	5	5	5	5.00	0.00
14	ความเหมาะสมของแบบอักษร (Font)	5	4	5	4.67	0.58
ด้านการประเมินผลการเรียน						
15	คำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีประเมินผลการเรียน วิธีทดสอบ และคำสั่งต่างๆ มีความชัดเจน สามารถปฏิบัติตามได้	5	4	4	4.33	0.58

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาจำนวน 3 ท่าน(ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D
		1	2	3		
16	ข้อความมีความชัดเจน ไม่กำกวม	5	5	4	4.67	0.58
17	การตรวจคำตอบถูกต้องแม่นยำ	5	4	4	4.33	0.58
18	ออกแบบสัดส่วนหน้าจอได้เหมาะสม สวยงาม สะดวก และง่ายต่อการใช้	5	5	4	4.67	0.58
19	ภาพกราฟิกเหมาะสม ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหาและมีความสวยงาม มีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบและสร้างภาพ	4	4	5	4.33	0.58
20	มีการใช้ผลป้อนกลับโดยการเสริมแรงหรือให้ความช่วยเหลือได้ เหมาะสมและตามความจำเป็น	4	4	4	4.00	0.00
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})					4.50	0.50



ตารางที่ 25 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา ตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D
		1	2	3		
ส่วนนำของบทเรียน						
1	กระตุ้นเร้าความสนใจ และมีข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นครบ	5	5	5	5.00	0.00
2	วัตถุประสงค์ เมฆหลัก มีส่วนช่วยเหลือคำแนะนำ และมีความชัดเจน	5	4	4	4.33	0.58
ส่วนเนื้อหาของบทเรียน						
3	โครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่	4	5	4	4.33	0.58
4	เนื้อหาถูกต้องตามหลักสูตรกำหนด	5	5	5	5.00	0.00
5	เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะนำเสนอในบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
6	มีระดับความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน	5	5	5	5.00	0.00
ด้านการใช้ภาษา						
7	ใช้ภาษาถูกต้อง เข้าใจง่าย เหมาะสมกับระดับของนักเรียน	5	5	5	5.00	0.00
8	สื่อความหมายได้ถูกต้อง ชัดเจน	4	5	5	4.67	0.58
9	เนื้อหา มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	5	5	5	5.00	0.00
10	มีการส่งเสริมและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	5	5	5	5.00	0.00
11	มีความยืดหยุ่น สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ควบคุมลำดับเนื้อหา ลำดับการเรียนรู้แบบฝึกและแบบทดสอบได้ดี	5	5	5	4.67	0.58

ตารางที่ 25 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D
		1	2	3		
12	ความยาวของการนำเสนอแต่ละหน่วยแต่ละตอนเหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00
13	กลยุทธ์ในการถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ	5	5	5	5.00	0.00
14	มีกลยุทธ์การประเมินผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสม มีความหลากหลายและปริมาณเพียงพอที่สามารถตรวจสอบความเข้าใจเรียนด้วยตนเองได้	4	4	4	4.00	0.00
15	แบบทดสอบมีปริมาณที่เหมาะสมกับเวลาและมีเพียงพอที่จะตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้	5	5	4	4.67	0.58
ด้านการออกแบบและปฏิสัมพันธ์						
16	ออกแบบหน้าจอเหมาะสมง่ายต่อการใช้ มีสัดส่วนเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
17	สี ขนาดตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่ายเหมาะสมกับระดับและวัยนักเรียน	5	4	4	4.67	0.58
18	ภาพกราฟิกเหมาะสม ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา และมีความสวยงาม ออกแบบสร้างสรรค์เหมาะสมกับระดับและวัยนักเรียน	4	4	4	4.00	0.00
19	คุณภาพในการใช้เสียง ดนตรี ประกอบบทเรียนเหมาะสม ชัดเจน น่าสนใจ ชวนคิดน่าติดตาม	4	4	4	4.00	0.00
20	ออกแบบปฏิสัมพันธ์ให้โปรแกรมใช้ง่ายสะดวก สามารถโต้ตอบกับนักเรียนได้สม่ำเสมอ ชัดเจน ถูกต้องตามหลักเกณฑ์					
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})					4.60	0.49

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา

เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการทดลองรายบุคคล จำนวน 3 คน ดังนี้

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
1	9	9	18	17	44	88	13	86.67
2	6	7	13	12	32	64	11	73.33
3	3	5	10	9	24	48	7	46.67
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต					33.33	66.67	10.33	68.89

ตารางที่ 27 แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา

แนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชา
คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการทดลองแบบกลุ่มย่อย
(Small Group Tryout) จำนวน 9 คน ดังนี้

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
1	8	8	18	17	43	86	13	86.67
2	9	8	16	17	41	82	11	73.33
3	8	10	16	16	42	84	12	80
4	5	8	16	14	38	76	12	80
5	6	9	15	15	39	78	10	66.67

ตารางที่ 27 แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบ
แก้ปัญหาแนวคิดของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปร
เดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการ
ทดลองแบบกลุ่มย่อย (Small Group Tryout) จำนวน 9 คน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
6	5	8	15	11	34	68	11	73.33
7	3	7	10	8	25	50	8	53.33
8	3	7	13	10	30	60	9	60
9	2	5	7	9	21	42	9	60
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต					36.11	69.56	10.56	70.37

ตารางที่ 28 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ภาคสนาม (Field Tryout) บทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปร
เดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ดังนี้

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
1	4	8	16	14	38	76	11	73.33
2	8	10	17	15	42	84	11	73.33
3	6	8	15	12	35	70	10	66.67
4	6	10	18	15	43	86	12	80
5	6	9	19	19	47	94	12	80

ตารางที่ 28 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ภาคสนาม (Field Tryout) บทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 จำนวน 30 คน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
6	5	10	9	12	31	62	10	66.67
7	3	7	17	10	34	68	9	60
8	6	10	18	14	42	84	12	80
9	2	9	14	12	35	70	9	60
10	3	10	18	14	42	84	10	66.67
11	3	9	16	9	34	68	9	60
12	4	9	14	16	39	78	12	80
13	2	8	12	10	30	60	9	60
14	9	10	19	16	45	90	13	86.67
15	3	6	14	12	32	64	10	66.67
16	5	7	10	11	28	56	11	73.33
17	6	10	17	14	41	82	12	80
18	6	8	14	12	34	68	11	73.33
19	6	9	13	12	34	68	9	60
20	7	9	16	13	38	76	11	73.33
21	3	8	14	10	32	64	10	66.67
22	5	6	10	12	28	56	9	60
23	2	6	9	10	25	50	8	53.33
24	8	8	11	13	32	64	11	73.33
25	6	8	11	14	33	66	12	80

ตารางที่ 28 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ภาคสนาม (Field Tryout) บทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 จำนวน 30 คน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
26	7	9	18	13	40	80	12	80
27	2	8	16	13	37	74	13	86.67
28	9	8	13	12	33	66	11	73.33
29	6	6	13	10	29	58	9	60
30	6	9	17	15	41	82	11	73.33
รวม					1070		319	
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต					35.80	71.33	10.63	70.89

ตารางที่ 29 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ของกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนด้วยบทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จำนวน 36 คน ดังตารางต่อไปนี้

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
1	4	8	11	14	33	66	8	53.33
2	8	9	18	13	40	80	12	80

ตารางที่ 29 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ของกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนด้วยบทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จำนวน 36 คน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
3	6	8	16	13	37	74	10	66.67
4	6	9	15	14	38	76	12	80
5	4	8	13	14	35	70	9	60
6	2	9	16	13	38	76	10	66.67
7	3	9	14	16	39	78	8	53.33
8	9	8	12	13	33	66	14	93.33
9	3	10	19	16	45	90	9	60
10	5	10	18	14	42	84	11	73.33
11	6	9	16	9	34	68	11	73.33
12	7	9	14	16	39	78	13	86.67
13	6	8	12	12	32	64	11	73.33
14	8	10	19	16	45	90	11	73.33
15	6	6	15	13	34	68	12	80
16	3	8	15	14	37	74	8	53.33
17	4	10	17	14	41	82	12	80
18	6	8	14	12	34	68	9	60
19	6	9	13	12	34	68	13	86.67
20	6	9	16	13	38	76	10	66.67
21	5	8	14	10	32	64	13	86.67

ตารางที่ 29 แสดงการหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ของกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนด้วยบทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จำนวน 36 คน (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ	คะแนนหลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ
		หัวข้อที่ 1	หัวข้อที่ 2	หัวข้อที่ 3				
	15	10	20	20	50		15	
22	2	6	12	14	32	64	7	46.67
23	4	6	11	12	29	58	10	66.67
24	6	8	11	13	32	64	13	86.67
25	3	6	14	12	32	64	9	60
26	5	7	12	11	30	60	12	80
27	9	10	17	14	41	82	14	93.33
28	4	9	14	13	36	72	9	60
29	10	9	13	12	34	68	14	93.33
30	6	9	16	13	38	76	11	73.33
31	7	8	14	10	32	64	13	86.67
32	4	9	15	13	37	74	12	80
33	6	9	16	9	34	68	12	80
34	5	9	14	16	39	78	11	73.33
35	9	8	12	12	32	64	15	60
36	8	10	15	16	41	82	11	73.33
รวม					1299		399	
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต					36.08	72.17	11.08	73.87
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน					4.05		1.98	

ตารางที่ 30 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			IOC = $\frac{\sum R}{N}$	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3		
1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
10	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
18	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 30 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			IOC = $\frac{\sum R}{N}$	สรุปผลการประเมิน
	1	2	3		
23	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
25	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
28	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ค่าเฉลี่ย				0.93	สอดคล้อง

ตารางที่ 31 แสดงการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 ข้อ โดยการวิเคราะห์เป็นรายข้อ ดังนี้

ข้อที่	(p)	(r)	สรุปผล	ข้อที่	(p)	(r)	สรุปผล
1	0.50	0.50	เลือกใช้	16	0.13	0.00	ตัดทิ้ง
2	0.13	0.00	ตัดทิ้ง	17	0.38	0.50	เลือกใช้
3	0.25	0.25	ตัดทิ้ง	18	0.25	0.00	ตัดทิ้ง
4	0.50	0.50	เลือกใช้	19	0.50	0.50	เลือกใช้
5	0.13	0.00	ตัดทิ้ง	20	0.44	0.38	ตัดทิ้ง
6	0.38	0.50	เลือกใช้	21	0.31	0.38	ตัดทิ้ง
7	0.25	0.00	ตัดทิ้ง	22	0.38	0.50	เลือกใช้
8	0.56	0.38	เลือกใช้	23	0.56	0.63	เลือกใช้
9	0.50	0.50	เลือกใช้	24	0.56	0.63	เลือกใช้
10	0.31	0.38	ตัดทิ้ง	25	0.44	0.38	ตัดทิ้ง
11	0.13	0.00	ตัดทิ้ง	26	0.25	0.25	ตัดทิ้ง
12	0.44	0.63	เลือกใช้	27	0.44	0.63	เลือกใช้
13	0.44	0.38	ตัดทิ้ง	28	0.56	0.63	เลือกใช้
14	0.38	0.50	เลือกใช้	29	0.25	0.00	ตัดทิ้ง
15	0.44	0.38	ตัดทิ้ง	30	0.44	0.38	เลือกใช้
สรุป 1. เลือกใช้แบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.38 – 0.56							
2. เลือกใช้แบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.38 – 0.63							
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 = 0.89							

ตารางที่ 32 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			ผลรวม ของคะแนน	$IOC = \frac{\sum R}{N}$	สรุป
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1.00	เลือกใช้
2	1	1	1	3	1.00	เลือกใช้
3	1	1	0	2	0.67	ตัดทิ้ง
4	1	1	1	3	1.00	เลือกใช้
5	1	1	1	3	1.00	เลือกใช้
6	1	0	1	2	0.67	ตัดทิ้ง
7	1	1	1	3	1.00	เลือกใช้
8	0	1	1	2	0.67	ตัดทิ้ง
รวม				21	7.01	ทุกข้อมีความ สอดคล้อง และเหมาะสม
เฉลี่ย				2.63	0.88	
ค่าความเชื่อมั่น				0.80		

ตารางที่ 33 แสดงการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

คนที่	สถานการณ์โจทย์ปัญหา(ข้อที่)					X	X ²
	1	2	3	4	5		
1	6	6	8	8	7	35	1225
2	9	10	8	9	7	43	1849
3	10	9	8	9	8	44	1936
4	6	6	8	7	8	35	1225
5	3	5	5	8	7	28	784
6	7	9	8	10	8	42	1764

ตารางที่ 33 แสดงการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (ต่อ)

คนที่	สถานการณ์โจทย์ปัญหา(ข้อที่)					X	X ²
	1	2	3	4	5		
7	8	6	8	9	8	39	1521
8	8	8	10	10	8	44	1936
9	4	6	5	7	6	28	784
10	6	8	7	7	7	35	1225
11	9	10	9	9	8	45	2025
12	9	10	10	10	9	48	2304
13	9	9	8	10	9	45	2025
14	9	8	9	10	8	44	1936
15	5	8	7	8	8	36	1296
16	8	6	8	8	7	37	1369
17	6	8	8	8	8	38	1444
18	7	5	8	9	8	37	1369
19	3	6	6	9	7	31	961
20	8	7	9	9	8	41	1681
21	8	8	9	9	7	41	1681
22	8	7	8	8	8	39	1521
23	8	8	7	8	7	38	1444
24	5	8	9	10	10	42	1764
25	5	8	9	9	8	39	1521
26	5	6	9	9	8	37	1369
27	7	7	10	9	9	42	1764
28	7	7	9	10	9	42	1764
29	9	9	10	10	9	47	2209

ตารางที่ 33 แสดงการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (ต่อ)

คนที่	สถานการณ์โจทย์ปัญหา(ข้อที่)					X	X ²
	1	2	3	4	5		
30	9	10	8	10	8	45	2025
31	9	9	8	8	8	42	1764
32	6	7	8	8	7	36	1296
33	4	6	6	8	7	31	961
34	2	5	6	8	6	27	729
35	8	8	10	10	8	44	1936
36	8	8	7	8	6	37	1369
ค่าความเชื่อมั่น							0.80

ตารางที่ 34 แสดงคะแนนรายบุคคลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง การ
ประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตาม
แนวคิดของโพลยา

คนที่	คะแนนก่อนเรียน 50 คะแนน	คะแนนประเมินความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)					รวม 50 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ	แปลผล
		10	10	10	10	10			
1	12	8	7	7	6	7	35	70	ดี
2	13	7	7	6	8	7	35	70	ดี
3	9	7	7	7	6	7	34	68	ปานกลาง
4	11	8	8	7	8	7	38	76	ดี
5	12	9	8	7	8	7	39	78	ดี
6	15	8	8	7	8	7	38	76	ดี

ตารางที่ 34 แสดงคะแนนรายบุคคลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน 50 คะแนน	คะแนนประเมินความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)					รวม 50 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ	แปลผล
		10	10	10	10	10			
7	13	7	8	8	9	8	40	80	ดีมาก
8	19	8	7	8	8	9	40	80	ดีมาก
9	8	7	6	7	7	6	33	66	ปานกลาง
10	14	9	8	7	8	7	39	78	ดี
11	20	9	8	7	9	9	42	84	ดีมาก
12	25	8	8	7	8	8	39	78	ดี
13	15	9	8	8	9	9	43	86	ดีมาก
14	20	10	8	8	9	9	44	88	ดีมาก
15	9	9	8	9	6	7	39	78	ดี
16	7	7	7	8	6	6	34	68	ปานกลาง
17	12	8	8	7	7	6	36	72	ดี
18	14	10	8	9	9	8	44	88	ดีมาก
19	11	7	7	6	6	6	32	64	ปานกลาง
20	15	8	7	7	6	7	35	70	ดี
21	19	7	7	8	7	6	35	70	ดี
22	14	8	7	6	6	6	33	66	ปานกลาง
23	12	8	7	8	6	6	35	70	ดี
24	16	9	8	8	9	8	42	84	ดีมาก
25	21	7	8	8	7	6	36	72	ดี
26	18	9	8	8	8	8	41	82	ดีมาก

ตารางที่ 34 แสดงคะแนนรายบุคคลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน 50 คะแนน	คะแนนประเมินความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)					รวม 50 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ	แปลผล
		10	10	10	10	10			
27	12	8	7	7	6	6	34	68	ปานกลาง
28	24	7	7	8	7	7	36	72	ดี
29	20	7	7	8	6	6	34	68	ปานกลาง
30	19	8	9	8	9	8	42	84	ดีมาก
31	23	9	8	9	8	9	43	86	ดีมาก
32	7	7	8	8	6	5	34	68	ปานกลาง
33	14	8	8	7	7	6	36	72	ดี
34	17	7	7	8	6	6	34	68	ปานกลาง
35	17	8	8	8	8	8	40	80	ดีมาก
36	9	7	6	8	7	6	34	68	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต								74.89	ดี
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน								3.56	

ตารางที่ 35 แสดงคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหา

ตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เลขที่	ผลการทดสอบ			ผลต่าง	เลขที่	ผลการทดสอบ			ผลต่าง
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	หลังผ่านไป 2 สัปดาห์			ก่อนเรียน	หลังเรียน	หลังผ่านไป 2 สัปดาห์	
1	4	8	7	-1	19	8	13	14	1
2	8	12	13	1	20	6	10	9	1
3	6	10	9	-1	21	6	13	12	-1
4	6	12	11	-1	22	4	7	9	2
5	4	9	8	-1	23	6	14	13	-1
6	2	7	6	-1	24	6	13	12	-1
7	3	8	8	0	25	6	11	12	1
8	9	14	15	1	26	5	12	11	-1
9	3	9	7	-2	27	2	8	7	-1
10	5	11	10	-1	28	4	9	10	1
11	6	11	12	1	29	6	13	14	1
12	7	13	14	1	30	3	9	11	2
13	6	11	13	2	31	5	11	11	0
14	5	12	11	-1	32	5	13	12	-1
15	6	12	11	-1	33	4	11	9	-1
16	3	8	10	2	34	3	11	10	-1
17	4	12	10	-2	35	6	10	9	-1
18	4	9	10	1	36	7	11	12	1
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})							10.75	10.61	-0.14
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)							1.98	2.22	0.24
ทดสอบค่าที (t-test)							-0.67		

ตารางที่ 36 แสดงผลการสรุปความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
แบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

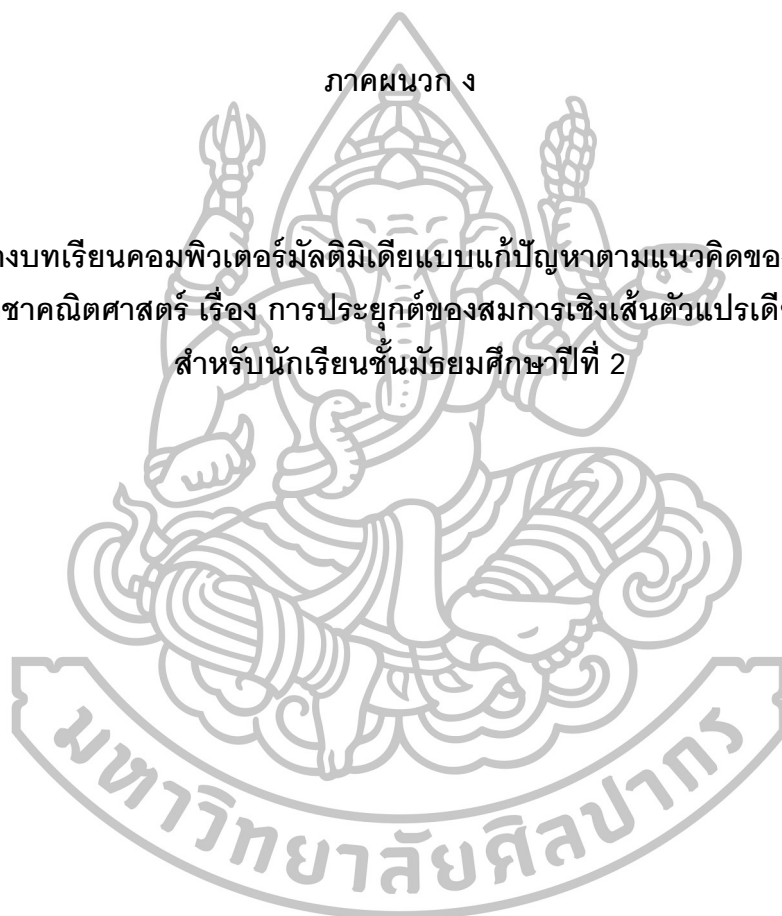
ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์					
1	เนื้อหาในบทเรียน มีความยากง่ายเหมาะสม	4.23	0.63	มาก	16
2	การจัดเรียงลำดับเนื้อหาในบทเรียนจากง่ายไปหายากได้เหมาะสม	4.30	0.59	มาก	10
3	การนำเสนอเนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น	4.67	0.47	มากที่สุด	2
4	การนำเสนอเนื้อหาทุกขั้นตอนเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.18	0.69	มาก	18
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา					
5	นักเรียนมีอิสระในกิจกรรมการเรียนรู้	4.82	0.37	มากที่สุด	1
6	นักเรียนมีความรู้สึกสนุกสนานในการเรียนด้วยบทเรียน	4.26	0.75	มาก	15
7	กิจกรรมช่วยกระตุ้นความสนใจและสร้างบรรยากาศในการเรียนได้มากขึ้น	4.30	0.59	มาก	10
8	ขั้นตอนการเรียนตามแนวคิดของโพลยาชัดเจน ทำให้เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น	4.47	0.55	มาก	7
ด้านการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดีย					
9	บทเรียนมีสีสันและภาพกราฟิกที่สวยงาม กระตุ้นความสนใจในการเรียนของนักเรียน	4.67	0.47	มากที่สุด	2
10	เสียงอ่านในบทเรียนกระตุ้นความสนใจ	4.28	0.61	มาก	14
11	บทเรียนช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น	4.13	0.63	มาก	19
12	บทเรียนมีคำสั่งที่ชัดเจนทำให้นักเรียนเรียนได้รวดเร็วทันเวลาที่กำหนด	4.03	0.61	มาก	20

ตารางที่ 36 แสดงผลการสรุปความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
แบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการ
เชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
13	บทเรียนทำให้การเรียนรู้เนื้อหาที่ยากเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น	4.67	0.47	มากที่สุด	2
14	บทเรียน ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์	4.55	0.68	มากที่สุด	6
15	บทเรียนช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	4.67	0.47	มากที่สุด	2
16	บทเรียนทำให้นักเรียนเกิดความรู้ใหม่ และจดจำเนื้อหาได้นานมากขึ้น	4.30	0.59	มาก	10
17	การจัดลำดับเนื้อหาและขั้นตอนการเรียนรู้ในบทเรียนเหมาะสมและสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน	4.23	0.63	มาก	16
ด้านการวัดและการประเมินผล					
18	แบบทดสอบไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป	4.47	0.55	มาก	7
19	การประเมินผลทำให้นักเรียนได้รู้จักพัฒนาการด้านการเรียนของตนเอง	4.30	0.59	มาก	10
20	นักเรียนสามารถนำผลการสอบในบทเรียนมาพัฒนาตนเองได้ทันที	4.47	0.55	มาก	7
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})		4.40	0.57	มาก	

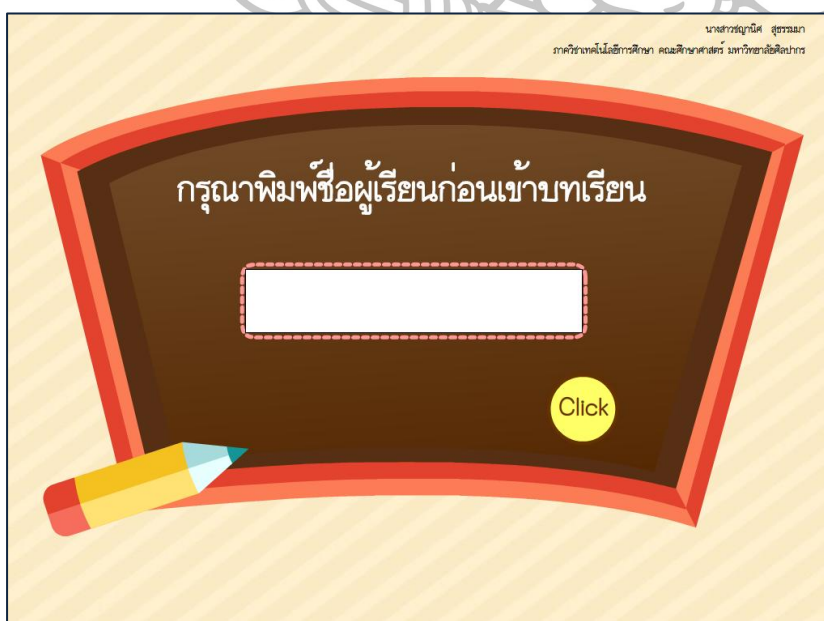
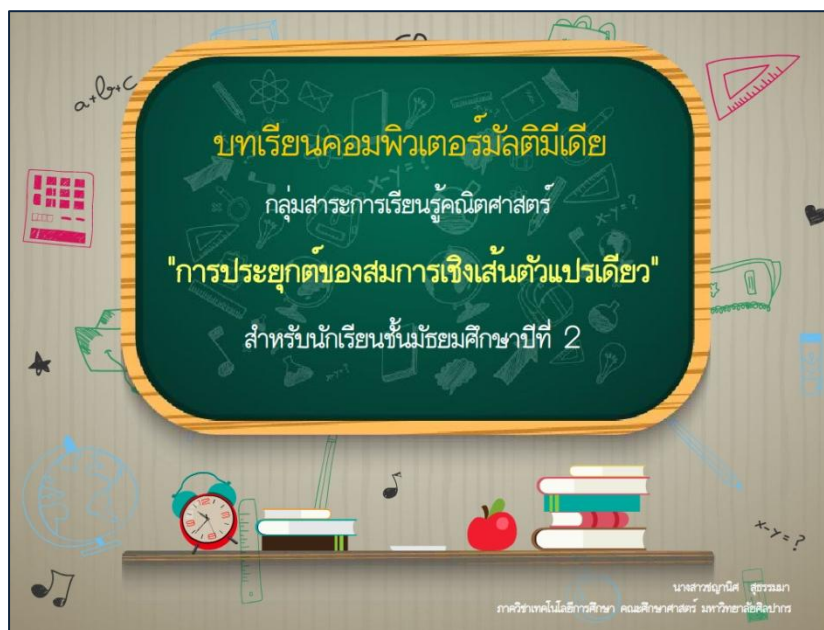
ภาคผนวก ง

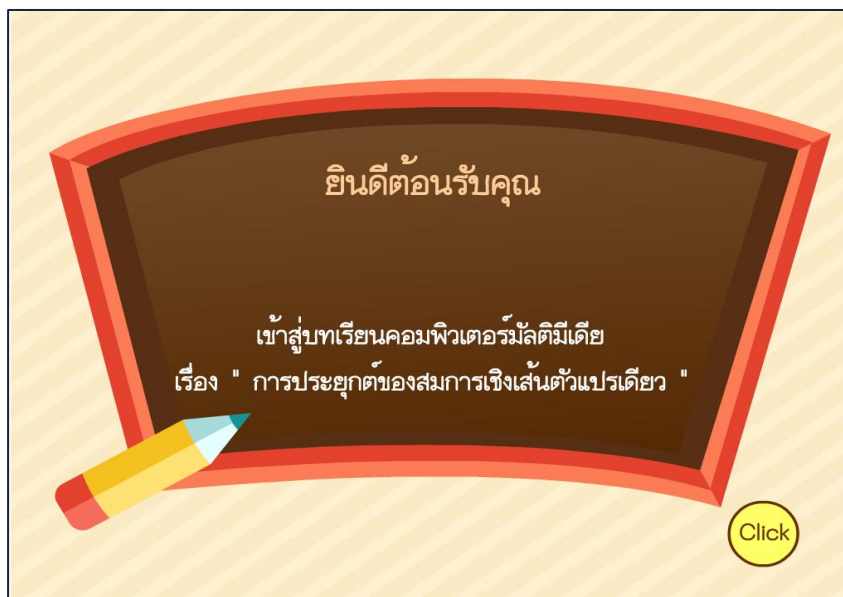
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ตัวอย่าง

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2





หน้าต้อนรับเข้าสู่บทเรียน



หน้าเมนูหลัก

แนวคิดของโพลยา

การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด 4 ขั้นตอนของโพลยาวิธีการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนสำคัญ ต้องอ่านโจทย์ให้ละเอียดและวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้รวมทั้งสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

โดยแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปสมการ

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน

เพื่อหาคำตอบโดยการแก้สมการ

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

โดยตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ในสถานการณ์ต่างๆ



หน้าแนะนำขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ

ตามแนวคิดของโพลยา

อัตราส่วน เป็นการเปรียบเทียบปริมาณสิ่งของอย่างเดียวกันหรือเปรียบเทียบปริมาณของสิ่งของสองสิ่งขึ้นไปแทนด้วย $a : b$ หรือ $\frac{a}{b}$ อ่านว่า **เอ ต่อ บี**

ถ้าให้ **a** แทนจำนวนในกลุ่มที่หนึ่ง
b แทนจำนวนในกลุ่มที่สอง

สัดส่วน (Propotion)

คือ ประโยคที่แสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน



หน้าตัวอย่างเนื้อหาเกี่ยวกับบทเรียน

ร้อยละในชีวิตประจำวัน

ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์

ร้อยละ หรือ เปอร์เซ็นต์ เป็นอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณโดยปริมาณหนึ่งต่อ 100

เช่น ร้อยละ 30 หรือ 30% เขียนแทนด้วย $30 : 100$ หรือ $\frac{30}{100}$

ร้อยละ 75 หรือ 75% เขียนแทนด้วย $75 : 100$ หรือ $\frac{75}{100}$

การเขียนอัตราส่วนใดๆให้อยู่ในรูปร้อยละจะต้องเขียนอัตราส่วนนั้น ให้อยู่ในรูปที่มีจำนวนหลังอัตราส่วนเป็น 100 ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$\frac{2}{5} = \frac{40}{100} = 40\%$$

$$0.5 = \frac{5}{10} = \frac{50}{100} = 50\%$$

$$0.0045 = \frac{45}{10,000} = \frac{0.45}{100} = 0.45\%$$

หน้าตัวอย่างเนื้อหาเกี่ยวกับบทเรียน

ตัวอย่างที่ 1 กุ๊กโก้ออกเดินทางด้วยอัตราเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อเวลา 09.00 น. อีก 2 ชั่วโมงต่อมา กุ๊กโก้ออกเดินทางตามมา โดยใช้เส้นทางเดียวกับกุ๊กโก๋ด้วยอัตราเร็ว 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง กุ๊กโก๋จะเดินทางตามและทัน กุ๊กโก๋ เมื่อเวลาเท่าไร

ตัวอย่างที่ 2

วิธีทำ

คำตอบ

หน้าตัวอย่างเนื้อหาเกี่ยวกับบทเรียน

ตัวอย่างที่ 1 บิดาแบ่งเงินให้บุตร 3 คน
 ในอัตราส่วน 1 : 2 : 4 บุตรคนที่ได้รับเงินมากที่สุด
 กับบุตรที่ได้รับเงินน้อยที่สุดต่างกัน 2,400 บาท บิดามีเงินอยู่เท่าไร



ตัวอย่างที่ 2
 ตัวอย่างที่ 3
 วิธีทำ
 คำตอบ

🎵 ⏪ ⏩ 🏠

หน้าตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน

ตัวอย่างที่ 1 บิดาแบ่งเงินให้บุตร 3 คน
 ในอัตราส่วน 1 : 2 : 4 บุตรคนที่ได้รับเงินมากที่สุด
 กับบุตรที่ได้รับเงินน้อยที่สุดต่างกัน 2,400 บาท บิดามีเงินอยู่เท่าไร

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

- บิดาแบ่งเงินให้บุตร 3 คน ในอัตราส่วน 1 : 2 : 4
- บุตรคนที่ได้รับเงินมากที่สุดกับบุตรที่ได้รับเงินน้อยที่สุดต่างกัน 2,400 บาท



ตัวอย่างที่ 1
 ตัวอย่างที่ 2
 ตัวอย่างที่ 3
 คำตอบ

🎵 ⏩ 🏠

หน้าตัวอย่าง ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

ตัวอย่างที่ 1 บิดาแบ่งเงินให้บุตร 3 คน
 ในอัตราส่วน 1 : 2 : 4 บุตรคนที่ได้รับเงินมากที่สุด
 กับบุตรที่ได้รับเงินน้อยที่สุดต่างกัน 2,400 บาท บิดามีเงินอยู่เท่าไร

วิธีทำ ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

- เงิน 3 ส่วน เท่ากับ 2,400
- เงิน 3 คน รวมกันเป็น 7 ส่วน
- เงิน 1 ส่วน เท่ากับ $\frac{2,400}{3} = 800$
- ให้บิดามีเงิน X บาท

ตัวอย่างที่ 1
 ตัวอย่างที่ 2
 ตัวอย่างที่ 3
 คำตอบ




หน้าตัวอย่าง ขั้นตอนที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ตัวอย่างที่ 1 บิดาแบ่งเงินให้บุตร 3 คน
 ในอัตราส่วน 1 : 2 : 4 บุตรคนที่ได้รับเงินมากที่สุด
 กับบุตรที่ได้รับเงินน้อยที่สุดต่างกัน 2,400 บาท บิดามีเงินอยู่เท่าไร

วิธีทำ ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

$$\frac{\text{บิดามีเงินทั้งหมด}}{\text{จำนวนเงินต่อหนึ่งส่วน}} \quad \text{คือ} \quad \frac{X}{800} = \frac{7}{1}$$

$$X = \frac{7}{1} \times 800$$

$$X = 5,600$$

นั่นคือ บิดามีเงินทั้งหมด 5,600 บาท

ตัวอย่างที่ 1
 ตัวอย่างที่ 2
 ตัวอย่างที่ 3
 คำตอบ




หน้าตัวอย่าง ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ตัวอย่างที่ 1 บิดาแบ่งเงินให้บุตร 3 คน
 ในอัตราส่วน 1 : 2 : 4 บุตรคนที่ได้รับเงินมากที่สุด
 กับบุตรที่ได้รับเงินน้อยที่สุดต่างกัน 2,400 บาท บิดามีเงินอยู่เท่าไร

วิธีทำ ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

บิดามีเงินทั้งหมด 5,600 บาท

$$\frac{5,600}{800} = \frac{7}{1}$$

$$5,600 \times 1 = 800 \times 7$$

$$5,600 = 5,600$$

ตัวอย่างที่ 1
 ตัวอย่างที่ 2
 ตัวอย่างที่ 3
 คำตอบ






หน้าตัวอย่าง ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ


แบบทดสอบ

เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ตามแนวคิดแบบโพลยา

หน้าเข้าสู่การทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียน




สถานการณ์ : สามเท่าของผลต่างของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 7 เป็น 51 จงหาจำนวนจำนวนนั้น จากโจทย์ใช้ตอบคำถามข้อ 1-3 (กำหนดสิ่งที่โจทย์ต้องการเป็น Y)

1. ข้อใดคือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

(1) ผลต่างของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 7 คือ $Y-7$ หรือ $7-Y$
 (2) สามเท่าของผลต่างของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 7 คือ $3(Y-7)$ หรือ $3(7-Y)$

ก. ข้อ (1) ถูก ข. ข้อ (2) ถูก
 ค. ถูกทั้ง 2 ข้อ ง. ไม่มีข้อถูก

หน้าตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



สถานการณ์ : ครูโทนรงกาแพ 5 ถ้วย โดยใช้อัตราส่วนของกาแฟบด 3 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 5 ถ้วย ถ้าครูโทนต้องการเลี้ยงกาแฟผู้ร่วมประชุมวิชาการทั้งหมด 30 คน คนละ 1 ถ้วย ครูโทนจะต้องใช้กาแฟบดกี่ช้อนโต๊ะ (กำหนดให้ตัวแปรค่าเป็น m) จากโจทย์ใช้ตอบคำถามข้อ 4-6

4. จากสถานการณ์ข้างต้น ข้อใดอยู่ในวันที่ 1 ของการแก้ไขปัญหของไหลชา

ก. ให้จำนวนแรกของอัตราส่วนใหม่เป็น m
 ข. อัตราส่วนของกาแฟบดเป็นช้อนโต๊ะต่อน้ำเป็นถ้วย เป็น $3 : 5$
 ค. อัตราส่วนใหม่ คือ $X : 30$ หรือ $\frac{X}{30}$
 ง. ถูกทุกข้อ

หน้าตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถานการณ์ที่ 1

เมื่อ 8 ปีที่แล้วแม่มีอายุ 57 ปี ซึ่งคิดเป็นสามเท่าของอายุของบุตร
 ในขณะนั้นอีก 10 ปีข้างหน้า $\frac{2}{3}$ ของอายุบุตรจะเป็นเท่าไร

> 🏠

หน้าตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ปัญหาวัดความสามารถ
 ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1

> 🏠

หน้ากระดาษคำตอบ

สถานการณ์ที่ 3

โรงเรียนราชินีบูรณะมีจำนวนนักเรียนในระดับชั้นต่างๆ ดังนี้ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดย(ไม่รวมห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์) คิดเป็น 50% ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายคิดเป็น 80% ของจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดย (ไม่รวมห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์) ที่เหลืออีก 118 คน เป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จงหาจำนวนนักเรียนทั้งหมดของโรงเรียนราชินีบูรณะ

หน้าตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ปัญหาวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สถานการณ์ที่ 3

หน้ากระดาษคำตอบ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นางสาวชฎานิศ สุธรรมมา
 ที่อยู่ 165/13 หมู่ 6 ถนน โรจนะ ตำบลไผ่ลิง อำเภอพระนครศรีอยุธยา
 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
 ที่ทำงาน โรงเรียนราชินีบูรณะ ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม
 จังหวัดนครปฐม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2527 สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญา วิชาเอกบรรณารักษศาสตร์
 วิทยาลัยครูมหาสารคาม
 พ.ศ. 2534 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์
 สุขภาพ วิชาเอกสุขศึกษา วิทยาลัยครูมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
 พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ และ
 เทคโนโลยี วิชาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จังหวัดเลย
 พ.ศ. 2555 ศึกษาต่อระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

ประวัติการทำงาน ด้านการศึกษา

พ.ศ. 2536-2540 ครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน
 โรงเรียนเทคโนโลยีพลพัฒนศึกษา อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น
 พ.ศ. 2541-2552 ครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน
 โรงเรียนจิระศาสตร์วิทยา อำเภอพระนครศรีอยุธยา
 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
 พ.ศ. 2554-2555 พนักงานราชการครู โรงเรียนสถาพรวิทยา อำเภอบางเลน
 จังหวัดนครปฐม
 พ.ศ. 2556 - ปัจจุบัน ครูโรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม