

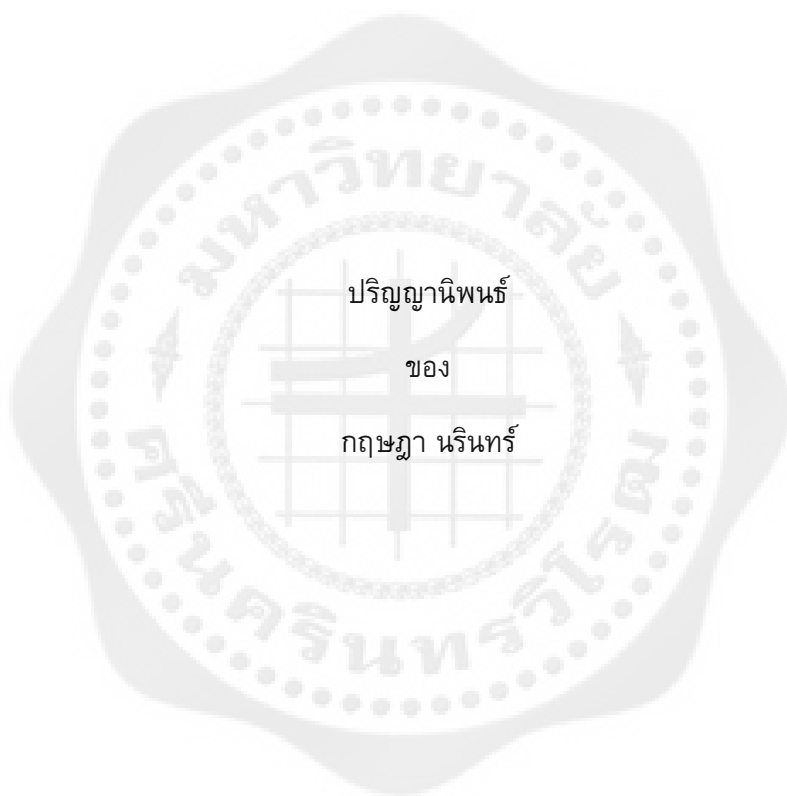
การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง
โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตสโน้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนขยายโอกาสจังหวัดอุดรธานี



ปริญญานิพนธ์
ของ
กฤษฎา นรินทร์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
กรกฎาคม 2561

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง
โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนขยายโอกาสจังหวัดอุดรธานี



ปริญญานิพนธ์

ของ

กฤษฎา นรินทร์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

กรกฎาคม 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง
โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตสโน้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนขยายโอกาสจังหวัดอุดรธานี



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
กรกฎาคม 2561

กฤษฎา นรินทร์. (2561). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสจังหวัดอุดรธานี. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการ ศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินทิพนิพนธ์: อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ 3) เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบปกติ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Research) ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านน่าน้ำชุ่ม อำเภอสร้างคอม จังหวัดอุดรธานี ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้น มโนทัศน์ กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียน บ้านดอนเต้อ อำเภอสร้างคอม จังหวัดอุดรธานี ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นักเรียนทั้งสอง กลุ่มเป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับเดียวกัน ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 13 คาบ แล้วทำการทดสอบทันทีหลังการทดลองและทดสอบเพื่อวัดความคงทนในการเรียนวิชา คณิตศาสตร์หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เลขยกกำลัง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูลได้แก่ t-test for One Sample และ t-test for Independent Samples

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 แต่ไม่สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

COMPARATIVE STUDY OF MATHEMATICAL ACHIEVEMENT AND LEARNING
RETENTION ON POWER BY ORGANIZING EMPHASIZED CONCEPTS FOR
MATHAYOMSUKSA ONE STUDENTS AT OPPORTUNITY EXPANSION SCHOOL IN
UDON THANI PROVINCE



Presented in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Master of Education Degree in Educational Science and Learning Management
at Srinakharinwirot University

July 2018

Kritsada Narin. (2018). *Comparative Study of Mathematical Achievement and Learning Retention on Power by Organizing Emphasized Concepts for Mathayomsuksa One Students at Opportunity Expansion School in UdonThani Province*. Master's Thesis, M.Ed. (Educational Science and Learning Management). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor: Dr.Sunisa Sumirattana.

The purposes of this research were 1) to study the mathematical achievement on power by organizing emphasized concepts for Mathayomsuksa One students; and 2) to compare the mathematical achievement on power between groups taught using organized and emphasized instruction concepts and traditional and organized teaching, and 3) to compare retention of mathematical learning on power among Mathayomsuksa One students Power using the organized and the emphasized approach and organized approach. This research was of a quasi – experimental and composed of an experimental group and a control group, which were selected by cluster random sampling. The study was conducted during the second semester of the 2017 academic year with Mathayomsuksa One students at the opportunity expansion school in Udon Thani. The experimental group from Nanamchum School learned with organized and emphasized concepts, and the control group from Dondue School were organized so that both of them had similar mathematical abilities. The duration of experiment was thirteen periods. The research instruments included lesson plans on power and the mathematical achievement test. The data were statistically analysed by a t-test for One Sample and a t-test for the independent samples

The findings were as follows: 1) The mathematical achievement of the students on power of the experimental group after organizing emphasized concepts which were not higher than the 70% 2) The mathematical achievement on power of the experimental group was higher than the control group at a .01 level of significance. 3) Mathematical learning retentions in the experimental group was higher than the control group at a .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง

โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โรงเรียนขยายโอกาสจังหวัดอุดรธานี

ของ

กฤษฎา นรินทร์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2561

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาประธาน
(อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ) (รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี)

ประกาศคุณประการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาในการทำวิจัยจาก อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรนะ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ดูแล เอาใจใส่ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และอดทนต่อความล่าช้าของผู้วิจัย นับตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยตั้งต้นใจและซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แยมรุ่ง รองศาสตราจารย์ ประพนธ์ จ้ายเจริญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี อาจารย์ ดร.ดวงใจ สีเขียว คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ทุกท่าน และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ ประธานสอบปากเปล่า ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุรินทร์ บุญพัฒนาภรณ์ ครูสุริยันต์ ยางศรี และครู ปัทมา เพชรศรี ที่กรุณาอุทิศเวลาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ พร้อมทั้งให้กำลังใจเป็นผู้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือผู้วิจัยตลอดมา

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและผลักดันให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยให้แล้วเสร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณ สิทธิกร เรืองศรี และมัณฑุสร รัตนะเพื่อนและน้องที่คอยกระตุ้น ส่งเสริม ผลักดัน และยังสละเวลาช่วยเหลือพร้อมให้คำปรึกษาจนผู้วิจัยให้ดำเนินงานวิจัยนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ ขอขอบคุณปาวลี ขาวสมบูรณ์ กัลยาณมิตรผู้ให้กำลังใจในยามท้อและคอยชี้แนะการทำวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ทุกท่านที่เติมเต็มกำลังใจให้กันและกันเสมอมา

ประโยชน์และคุณค่าใด ๆ ไม่ว่าจะมากหรือน้อยของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นกำลังใจให้แก่การศึกษาทุกท่านที่มีความปรารถนาดีในการพัฒนานักเรียนให้ไปสู่ทางที่ดี ขอให้ความตั้งใจและแรงปรารถนาที่ดีของท่านได้รับการเกื้อหนุนและประสบผลสำเร็จดังที่ตั้งใจไว้ด้วยเทอญ

กฤษฎา นรินทร์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
สมมติฐานในการวิจัย	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์.....	9
ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	9
ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	10
แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์.....	11
การวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	15
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	19
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	19
องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	22
สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	23
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียน.....	27
ความหมายของความคงทนในการเรียน.....	27
ความหมายของการจำ.....	28
กระบวนการของการจำและระบบความจำ.....	๓๑
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำ.....	
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคงทนในการเรียน.....	30
การวัดความคงทนในการเรียน.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	35
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง	35
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	36
การเก็บรวบรวมข้อมูล	40
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	41
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	44
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	44
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	45
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	48
สรุปผลการวิจัย	49
อภิปรายผลการวิจัย	49
ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	64
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	66
ภาคผนวก ค คะแนนและผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
ประวัติย่อผู้วิจัย	90

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	5
2 ตารางวิเคราะห์หมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง	36
3 ตารางแสดงหน่วยการเรียนรู้และจำนวนคาบของแผนการจัดการเรียนรู้.....	37
4 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ.....	39
5 แบบแผนการวิจัย.....	40
6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นหมโนทัศน์ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70).....	45
7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นหมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	45
8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการทดสอบครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นหมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	46
9 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการทดสอบ ครั้งที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นหมโนทัศน์และกลุ่มที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	46
10 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการทดสอบ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นหมโนทัศน์และ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	47
11 การกำหนดลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง.....	80
12 การวิเคราะห์ข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกตาม ระดับพฤติกรรม.....	81
13 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....	87
14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	88
15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ครั้งที่ 2 ซึ่งวัดหลังจากการทดสอบครั้งแรกผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์.....	89

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	ผังแสดงกรอบแนวคิด	6
---	-------------------------	---



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์เป็นอย่างมาก ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา และสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ อีกทั้งคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในอดีตและปัจจุบันคณิตศาสตร์จึงเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1) การที่นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จึงเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555: 123)

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญและจำเป็นต่อมนุษย์ แต่จากผลการประเมินคุณภาพ นักเรียนของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ดูได้จาก รายงานผลของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติที่ได้ประกาศผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระดับประเทศ ประจำปีการศึกษา 2557 – 2559 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ที่ 29.65 32.40 และ 29.31 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). 2559: ออนไลน์) สะท้อนให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ยังอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งอาจเกิดมาจากหลายสาเหตุ เช่น มีการจัดการเรียนการสอนแบบเดิม นักเรียนไม่สามารถระลึกความรู้มาประยุกต์ใช้ได้ เป็นต้น ดังที่ อรพรรณ พรสีมา (2543: 41) และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 61) กล่าวว่า การถ่ายทอดความรู้โดยวิธีบรรยายทำให้นักเรียนจำเนื้อหาแต่ไม่ได้เข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริงและไม่มีมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและยากต่อการระลึกความรู้ที่นำมาประยุกต์ใช้ ผู้วิจัยจึงมองเห็นความสำคัญว่าการพัฒนามโนทัศน์จะส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพัฒนาสูงตามขึ้นไปและยังสามารถระลึกความรู้มาใช้ในภายหลังได้ดีอีกด้วย

สำนักคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ สถาบันส่งเสริมการสอนคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 8-12) และสิริพร ทิพย์คง (2558: 5) กล่าวสอดคล้องกันว่า จุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องการให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ยังมีความเป็นนามธรรมมากยิ่งขึ้นและยากที่จะสอนให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย ดังนั้นครูควรสอนให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์และหลักการทางคณิตศาสตร์ เพราะมโนทัศน์เป็นพื้นฐานที่สำคัญและจำเป็นในการนำไปใช้กับปัญหาต่าง ๆ เช่นเดียวกันกับ เสน่ห์ หมายจากกลาง (2554: 38) ที่ได้อธิบายว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็น

พื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะความสำเร็จทางการเรียนคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้องในสิ่งที่ได้เรียนรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงต้องเน้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความหมาย เข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ คิดอย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ นอกจากนี้ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561: 84-85) สุวัฒนา อุทัยรัตน์ (2546: 33) วิสุทธิ คงกัลป์ (2558: 11) และสิริพร ทิพย์คง (2558: 5) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การเกิดมโนทัศน์ในทำนองเดียวกันว่า กลไกในการเกิดมโนทัศน์ไม่สามารถเรียนรู้ด้วยการบอกโดยตรง จะต้องเกิดจากประสบการณ์และความคิด ยิ่งคิดยิ่งมีประสบการณ์มากเท่าไรมโนทัศน์ก็จะชัดเจนยิ่งขึ้น โดยในการจัดกระบวนการให้สร้างมโนทัศน์นั้นเริ่มจากการป้อนตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างที่มากเพียงพอให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ แยกแยะลักษณะที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันจนสรุปเป็นมโนทัศน์ได้

จากงานวิจัยของอรุษา อิศรางกูร ณ อยุธยา (2556: 127-128) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์มีนักเรียนจำนวนร้อยละ 64 ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 และนักเรียนนำนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ไปทำการสอนซ่อมเสริมแล้วทดสอบอีกครั้งปรากฏว่าทั้งหมดผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 และได้เสนอแนะเพิ่มเติมไว้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์ใช้เวลาค่อนข้างนาน ครูควรใช้เทคนิคการสอนแบบอุปนัยเพื่อช่วยให้นักเรียนค้นพบข้อสังเกตและสรุปมโนทัศน์ได้อย่างต่อเนื่องทั้งยังเสนอให้วัดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในงานวิจัยครั้งต่อไป นอกจากนี้ พิพัฒน์ ปานชื่น (2555: 56-60) และอรพรรณ เลื่อนแป้น (2555: 49-55) ได้วิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์และความคงทนหลังการจัดการเรียนรู้ 2 สัปดาห์ไม่แตกต่าง และได้อภิปรายเพิ่มเติมว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้นักเรียนสามารถสร้างและตรวจสอบมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง และทำให้นักเรียนจดจำลักษณะสำคัญในเรื่องที่เรียนได้เพราะในแต่ละชั้นช่วยให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ได้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งณัฐกานต์ จอมขันธ์เงิน (2549: 45-49) และวิมล ธรรมโรเวศน์ (2558: 72-77) ได้วิจัยเกี่ยวกับการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ พบว่า การใช้เกมในการจัดการเรียนรู้มีผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น ทั้งยังทำให้นักเรียนสนใจในการเรียนและเรียนรู้อย่างสนุกสนาน จากงานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นมโนทัศน์มีผลส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นและมีความคงทนในการเรียนยิ่งขึ้น

จากงานวิจัยของบุญยงกุล กุลเพชร (2552: 2, 80-91) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง โดยในแต่ละหัวข้อการเรียนรู้ได้ศึกษา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการใช้บทนิยาม ทฤษฎีบท สมบัติ กฎหรือสูตร ด้านทักษะการคำนวณ และด้านการแก้ปัญหาและการประยุกต์ สรุปได้ว่า เรื่องที่นักเรียนคลาดเคลื่อนอยู่มาก ได้แก่

1) อธิบายความหมายของเลขยกกำลังผิด 2) ไม่สามารถเขียนจำนวนที่กำหนดให้ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวกได้ 3) ไม่สามารถเขียนจำนวนที่มีค่ามาก ๆ หรือน้อย ๆ ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ 4) ไม่สามารถนำสมบัติเลขยกกำลังมาใช้ได้ 5) ไม่สามารถหาผลคูณและเปรียบเทียบเศษส่วนได้ 6) ไม่สามารถนำสมบัติของเลขยกกำลังไปใช้ในการแก้สมการเลขยกกำลังได้ และยังได้แนะนำเพิ่มอีกว่าเรื่องเลขยกกำลังเป็นพื้นฐานของหน่วยการเรียนรู้อื่นอีกหลายหน่วย เช่น พหุนาม การแยกตัวประกอบ จำนวนจริง พาราโบลา ฯลฯ ถ้านักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องเลขยกกำลังผิดพลาดก็จะส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้เรื่องอื่นด้วย ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญว่าควรทำการวิจัยเพื่อหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้เรื่อง เลขยกกำลัง ให้นักเรียนมีมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนี้ให้อยู่ในระดับดี

จากความสำคัญดังกล่าวมาทั้งหมดจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ความสำคัญของการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ไม่จำเป็นต้องยึดเพียงรูปแบบการสอนหรือใช้วิธีใดวิธีหนึ่งเพียงอย่างเดียว งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เน้นการพัฒนา มโนทัศน์ เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ดี เพราะจากการศึกษาพบว่าเมื่อนักเรียนมี มโนทัศน์ที่ดีจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นไปด้วย และหากนักเรียนสามารถระลึกความรู้ได้แม้ว่าจะผ่านการเรียนรู้นั้นมาสักระยะแล้วก็จะยิ่งส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นไปอีก ผลของงานวิจัยนี้จึงทำให้ทราบถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นและมีความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ใช่เพียงใช้สอนเรื่องเลขยกกำลังเท่านั้น แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับเรื่องอื่น ๆ ได้อีกด้วย

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 223 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดอุดรธานี โดยผู้วิจัยทำการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มา 2 กลุ่ม และใช้การสุ่มอย่างง่ายเพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านนาข้าวซุ่ม อำเภอสร้างคอม จังหวัดอุดรธานี ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมนทัศน์

กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านดอนเต้อ อำเภอสร้างคอม จังหวัดอุดรธานี ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ซึ่งทั้งสองกลุ่มเป็นโรงเรียนขยายโอกาสขนาดเล็กเหมือนกัน และพิจารณาจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 แล้วพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 30.56 และ 31.06 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยแบ่งเป็นชี้แจงและทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ดำเนินการกับกลุ่มทดลองจำนวน 10 คาบ และดำเนินการกับกลุ่มควบคุมจำนวน 13 คาบ คาบละ 60 นาที ทดสอบหลังเรียน 1 คาบ และหลังจากทดสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์ทำการทดสอบซ้ำด้วยแบบทดสอบฉบับเดิมอีก 1 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค21102 เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหา	จำนวนคาบการจัด การเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์	จำนวนคาบการจัด การเรียนรู้แบบปกติ
1. ความหมายของเลขยกกำลัง	3	3
2. การดำเนินการของเลขยกกำลัง	5	6
3. สัญกรณ์วิทยาศาสตร์	2	4
รวม	10	13

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.2 ความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ครูฝึกให้นักเรียนได้รู้จักการสังเกต เปรียบเทียบ แยกแยะ จนสามารถคาดการณ์ผลสรุปและสรุปผลได้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียน

ครูเร้าให้นักเรียนสนใจในบทเรียน กระตุ้นให้สงสัยอยากรู้ ให้เห็นความสัมพันธ์กับประสบการณ์ชีวิต หรือให้เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาอื่น ๆ ทั้งที่เรียนมาแล้วหรือจะได้เรียนในอนาคต

ขั้นตอนที่ 2 การให้ตัวอย่าง

ครูให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ทั้งตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบ โดยมีตัวอย่างที่มากเพียงพอให้นักเรียนสังเกตความคล้ายคลึงและความแตกต่างจนสามารถแยกลักษณะของตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบได้

ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน

ครูใช้กระบวนการถามตอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนบอกสมมติฐานหรือลักษณะที่มีร่วมกันของมโนทัศน์ที่ได้จากการสังเกตตัวอย่าง หากนักเรียนยังไม่สามารถบอกลักษณะของสิ่งที่ เป็นมโนทัศน์ได้ครูเพิ่มวงจรโดยการให้ตัวอย่างเพิ่มเติม แล้วให้นักเรียนบอกสมมติฐานใหม่อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปมโนทัศน์

ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนสมมติฐานโดยการสร้างโครงข่ายความสัมพันธ์ ลักษณะของสิ่งที่เป็นมโนทัศน์จากตัวอย่างในขั้นตอนที่ 2 เมื่อครบถ้วนแล้วนำมาสรุปเป็นมโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจมโนทัศน์แล้ว ครูให้นักเรียนทำการฝึกฝนโดยการทำโจทย์ที่หลากหลายหรือการทำแบบฝึกหัด

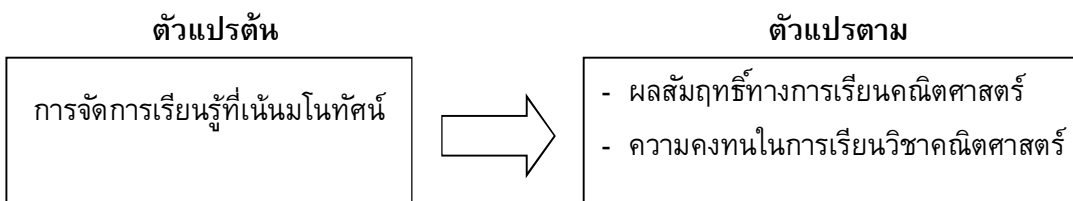
2. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อเร้าให้นักเรียนสนใจบทเรียน 2) ขั้นสอน เป็นการถ่ายทอดความรู้โดยครูเป็นผู้บรรยาย และ 3) ขั้นสรุป เป็นการสรุปบทเรียนและนำความรู้ไปใช้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ความเข้าใจทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งประเมินจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาสอบ 30 นาที โดยทดสอบทันทีหลังการทดลอง

4. ความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือประสบการณ์ที่เคยได้รับมาก่อน หลังจากนั้นทั้งช่วงระยะเวลาไว้ช่วงหนึ่ง แล้วยังสามารถนำ ความรู้หรือประสบการณ์นั้นมาใช้ได้ ซึ่งผู้วิจัยประเมินโดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วัดหลังจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งแรกผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนามโนทัศน์ของนักวิชาการและนักการศึกษาท่านต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ดี เพราะเมื่อนักเรียนมีมโนทัศน์ที่ดีจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นไปด้วย และหากนักเรียนสามารถระลึกความรู้ได้แม้ว่าจะผ่านการเรียนรู้นั้นมาสักระยะแล้วก็จะยังส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นไปอีก แสดงเป็นกรอบแนวคิด ดังภาพประกอบ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิด

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์
 - 1.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์
 - 1.4 การวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียน
 - 3.1 ความหมายของความคงทนในการเรียน
 - 3.2 ความหมายของการจำ
 - 3.3 กระบวนการของการจำและระบบความจำ
 - 3.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำ
 - 3.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคงทนในการเรียน
 - 3.6 การวัดความคงทนในการเรียน
 - 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. มโนทัศน์และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์

1.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

คำว่า Concept มีความหมายตรงกับศัพท์ภาษาไทยหลายคำ เช่น มโนคติ สังกัป ความคิดรวบยอด และมโนทัศน์ ซึ่งความหมายว่า ผลสรุปของความคิดและความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยการสังเกต การรับรู้ ประสบการณ์ทำให้สามารถจัดกลุ่มสิ่งที่มีลักษณะเดียวกันหรือเหมือนกันเข้าด้วยกัน และสามารถจำแนกสิ่งที่แตกต่างกันได้ (สุวัฒนา อุทัยรัตน์. 2546: 33); (สิริพร ทิพย์คง. 2558: 5) ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้คำแปลของ Concept ว่ามโนทัศน์

มโนทัศน์

มีผู้ให้คำอธิบายของมโนทัศน์ไว้มากหลาย ผู้วิจัยได้รวบรวมมาได้ดังนี้

มโนทัศน์เป็นกลุ่มของความคิด สิ่งของ หรือเหตุการณ์ ที่ได้จากการรวบรวมลักษณะบางประการหรือหลายประการที่มีอยู่ร่วมกัน มาจัดลำดับชั้น จัดประเภท ให้เป็นหมวดหมู่โดยใช้ลักษณะสำคัญเป็นเกณฑ์ และมโนทัศน์เป็นข้อสรุปของคนคนหนึ่งเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะเป็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งนั้นชั่วระยะเวลาหนึ่งหรือตลอดไปได้ (จักรพงษ์ แพทย์หลัก พ.2542: 19-23); (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2553: 119)

มโนทัศน์มีลักษณะเป็นคำหรือกลุ่มคำที่เป็นนามธรรม ซึ่งเป็นความคิด ความรู้ หรือความเข้าใจในภาพรวมขององค์ความรู้ข้อเท็จจริง ที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันจัดเข้าเป็นจำพวกเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น (นาคยา ปิลันธนานนท์. 2542: 6-8); (สุวิทย์ มูลคำ. 2551: 10); (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2552: 327); (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2555: 2)

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2553: 120) และสิริพร ทิพย์คง (2558: 5) ให้ความหมายมโนทัศน์ไปในทำนองเดียวกันว่า ผลสรุปของความคิดและความเข้าใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยอาศัยการรับรู้ต่อสิ่งเร้าที่มีลักษณะต่าง ๆ ร่วมกันอยู่ ทำให้สามารถจัดกลุ่มสิ่งที่มีลักษณะเดียวกันหรือเหมือนกันเข้าด้วยกัน และจำแนกสิ่งที่แตกต่างกันได้

สรุปได้ว่า มโนทัศน์คือความคิด ความเข้าใจที่ได้จากการสังเกตและวิเคราะห์ลักษณะสำคัญที่มีอยู่ร่วมกันของสิ่งเร้ามาจัดเป็นจำพวกเดียวกัน และจำแนกสิ่งเร้าที่มีลักษณะอื่นออกไปได้

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

คำอธิบายมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ได้ถูกกล่าวถึงดังนี้

ทูร์มาซิส (อรพรรณ เลื่อนแป้น. 2555: 9; อ้างอิงจาก Toumasis. 1995: 98) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความคิดขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งเร้า โดยนักเรียนสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้าที่มีความสัมพันธ์กันและไม่สัมพันธ์กันได้

อัมพร ม้าคนอง (2557: 5) และสิริพร ทิพย์คง (2558: 5) กล่าวไปในทำนองเดียวกันว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หมายถึงความรู้ ความคิดนามธรรมทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการสังเกต การคิด การรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้สามารถแยกแยะวัตถุ หรือเหตุการณ์ว่าเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น และสามารถสรุป ความหมายหรือบทนิยามของเรื่องนั้น ๆ ได้

สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์คือความคิด ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการ สังเกตและวิเคราะห์ลักษณะสำคัญที่มีอยู่ร่วมกันของสิ่งเร้า จนสามารถสรุปเป็นความหมายของเรื่อง นั้น ๆ ได้ และสามารถแยกได้ว่าสิ่งเร้าใดเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของเรื่องนั้น

1.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

เสนห์ หมายจากกลาง (2554: 38) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญ สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะความสำเร็จทางการเรียนคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับความ เข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้องในสิ่งที่ได้เรียนรู้ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึง ต้องเน้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความหมาย เข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ สามารถคิดได้ อย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ สามารถอธิบายได้ ความรู้ลักษณะนี้เรียกว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ แต่ก็มี ความรู้อีกประเภทหนึ่งเรียกว่า ความรู้เชิงกระบวนการซึ่งเป็นความรู้ที่เน้นการคำนวณ และ ขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกล่าวไปในแนวทางเดียวกับสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 8-9) ที่สนับสนุนให้การจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นไปเพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์และคิดอย่างมีความหมายก่อนที่จะคิดคำนวณ เพราะ การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติก่อนที่จะมีความเข้าใจในขั้นตอนหรือหลักการ นักเรียนจะไม่พยายามคิด ค้นหาความหมายในสิ่งที่เรียน นักเรียนมักยึดติดกับขั้นตอนเหล่านั้น ส่งผลให้การได้มาซึ่งความ เข้าใจในภายหลังเกิดขึ้นได้ยาก

นอกจากนี้ สุวัฒนา อุทัยรัตน์ (2546: 33-34); สำนักคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 8-12); อัมพร ม้าคนอง (2557: 16); และสิริพร ทิพย์คง (2558: 5) กล่าวไปในทำนองเดียวกันว่า เป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องการให้ นักเรียนได้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมที่อาจมีความเข้าใจผิดหรือเข้าใจไม่ ตรงกัน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงควรเน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับ แนวคิดเชิงลึกทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะทำให้ผู้สอนได้ข้อมูลว่านักเรียนเข้าใจอะไรและไม่เข้าใจอะไร ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความเข้าใจและการพัฒนามโนทัศน์ เพื่อไปเป็น พื้นฐานอันจำเป็นสำหรับความสามารถในการแก้ปัญหาต่อไป

จากข้างต้นจึงกล่าวได้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ ซึ่งหนึ่งนั้นเป็นความรู้ที่เน้นความเข้าใจอย่างมี ความหมาย คิดมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ สามารถอธิบายได้ ส่วนอีกประเภทหนึ่งเป็นความรู้ที่เน้นการ

คำนวณและขั้นขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และเป้าหมายในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นั้นต้องการให้นักเรียนได้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนานโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานที่สำคัญอันจะนำไปสู่ความสามารถในการคิดคำนวณและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป

1.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์

มโนทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถเรียนรู้ด้วยการบอก ต้องเกิดจากประสบการณ์และการคิด ยิ่งมีประสบการณ์มากเท่าไร มโนทัศน์ก็จะเกิดได้ลึกซึ้งและชัดเจนมากยิ่งขึ้น และถ้ามีประสบการณ์หลายอย่างก็จะทำให้เกิดมโนทัศน์พัฒนาขึ้นไปตามลำดับ ครูจึงต้องฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างกระตือรือร้น สังเกตความสัมพันธ์ เปรียบเทียบ จำแนกประเภทสิ่งต่าง ๆ แยกแยะเหตุการณ์ ความคิดต่าง ๆ คุณสมบัติต่าง ๆ นำไปสู่ความสัมพันธ์ร่วมกันและแยกแยะสิ่งที่แตกต่างกัน จนกระทั่งสามารถสรุปผลได้ (ชมขนาด เชื้อสุวรรณทวี. 2561: 85); (วิสุทธิ คงกัลป์. 2558: 11)

สิริพร ทิพย์คง (2558: 5) อธิบายลำดับของการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่ามีดังนี้

1. การเรียนรู้เริ่มจากการรับรู้ โดยอาศัยประสาทสัมผัส ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ร้อยละ 80 และประสบการณ์ของนักเรียนจากสิ่งที่นักเรียนได้เห็น ได้ยิน ได้สัมผัส และได้เรียนรู้มาก่อน โดยครูอาจยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง

2. นักเรียนนำความรู้จากประสบการณ์เดิมมาใช้ในการคิด วิเคราะห์ แยกแยะ ความเหมือนหรือความแตกต่างของสิ่งที่เรารู้ที่ได้รับ

3. นักเรียนเริ่มพิจารณาและคิดถึงลักษณะที่ร่วมกันของสิ่งเรานั้น

4. นักเรียนตั้งสมมติฐานว่ามโนทัศน์นั้นคืออะไร

5. นักเรียนตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้น

6. นักเรียนเลือกสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มของสิ่งเร่ที่มีลักษณะบางประการร่วมกัน ถ้าถูกต้องก็คงสมมติฐานนั้นไว้ ถ้าไม่ถูกต้องก็กลับไปสังเกตและตั้งสมมติฐานใหม่จนกว่าจะถูกต้อง

ลาสเลย์และแมทซินสกี (อัมพร ม้าคอง. 2546: 11-18 อ้างถึงใน Lasley & Matczynski. 1997) กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ซึ่งได้แก่ โมเดลการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation Model) และโมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Concept Attainment Model) โมเดลทั้งสองมีความแตกต่างกันดังนี้

โมเดลการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation Model) เป็นโมเดลที่ใช้การนิรนัยในการสอนเพื่อให้นักเรียนแยกแยะแนวคิดต่าง ๆ และขยายจากตัวอย่างเฉพาะไปสู่มโนทัศน์ที่กว้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การผลิตข้อมูล เป็นการผลิตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่จะสร้าง โดยครูทำหน้าที่กลั่นกรองข้อมูลที่ได้ว่าเพียงพอที่จะนำไปสู่มโนทัศน์ได้หรือไม่ สิ่งใดควรเพิ่มหรือสิ่งใดควรตัดออก

ขั้นตอนที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูล ครูกำหนดหลักการที่ใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูล โดยให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการจัดกลุ่มข้อมูลตามหลักการจากการรับรู้ของนักเรียนเอง ครูคอยให้คำแนะนำในการใช้หลักการเพื่อที่จะแยกข้อมูลกลุ่มที่มีลักษณะตามมโนทัศน์และกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามมโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 3 การขยายความประเภข้อมูล ครูทำการตรวจสอบดูว่านักเรียนคิดอย่างไรในกระบวนการจำแนก ครูและนักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องและขยายความเข้าใจของนักเรียนให้ชัดเจนมากขึ้น การอธิบายวิธีคิดในการจัดประเภทเป็นการขยายความจากลักษณะที่เห็นไปสู่มโนทัศน์ที่แท้จริง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปปิด ครูให้นักเรียนสรุปความหมายของประเภทที่จัด และสร้างโครงข่ายความสัมพันธ์ต่าง ๆ การทำเช่นนี้เป็นการใช้การคิดวิเคราะห์ระดับสูงที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจนสามารถสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองได้

โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Concept Attainment Model) เป็นโมเดลการสอนที่มีหลักการอยู่ที่การถามตอบระหว่างครูกับนักเรียน โดยครูเป็นผู้ทำให้ความคิดของนักเรียนอยู่ในกรอบที่จะนำไปสู่มโนทัศน์ หรือทำให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมจากส่วนประกอบเล็ก ๆ นักเรียนต้องค้นหาแนวคิดที่จะทำให้ตนเองเข้าใจภาพรวมทั้งหมด ซึ่งโมเดลนี้สามารถใช้ได้ทั้งการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ที่เป็นรูปธรรมและเป็นนามธรรม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดมโนทัศน์ ครูจะเลือกมโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ โดยอาจได้มาจากหนังสือแบบเรียน จากคำอธิบายรายวิชา หรือจากการวิเคราะห์เนื้อหาที่จะสอน

ขั้นตอนที่ 2 การให้ตัวอย่าง เมื่อเลือกมโนทัศน์ในขั้นที่ 1 แล้วครูจะให้ตัวอย่างหลากหลายทั้งตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบ ตัวอย่างทางบวกประกอบด้วยลักษณะที่จำเป็นของมโนทัศน์ ในขณะที่ตัวอย่างทางลบขาดลักษณะเหล่านั้น สิ่งสำคัญคือตัวอย่างทางบวกจะต้องชัดเจนและเฉพาะเจาะจง เพื่อให้นักเรียนสืบสอบไปถึงลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ได้ ตัวอย่างที่ให้ควรมีจำนวนมากพอที่จะให้นักเรียนแยกแยะลักษณะที่หลากหลายได้

ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน ในขั้นนี้ครูจะถามเพื่อให้นักเรียนบอกลักษณะทั่วไปของมโนทัศน์ ขั้นการให้ตัวอย่างและขั้นตั้งสมมติฐานจะเป็นวงจรย่อยภายในรูปแบบ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนสังเกตตัวอย่างและตั้งสมมติฐานแล้ว หากนักเรียนยังไม่สามารถบอกลักษณะทั่วไปของมโนทัศน์ได้ ครูสามารถให้ตัวอย่างเพิ่มได้อีกเพื่อให้นักเรียนสังเกตเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นแล้วให้นักเรียนบอกสมมติฐานใหม่อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปปิด ครูเป็นผู้ทบทวนสมมติฐานที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 เพื่อให้นักเรียนคิดหาข้อสรุปของลักษณะของมโนทัศน์และชื่อของมโนทัศน์ ขั้นนี้เปรียบเสมือนขั้นสังเคราะห์รายละเอียดเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการนำไปใช้ นักเรียนใช้ความเข้าใจมโนทัศน์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 ในการสร้างตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบ และครูตรวจสอบว่านักเรียนแต่ละคนนิยามลักษณะที่จำเป็นของมโนทัศน์ได้ถูกต้องหรือไม่

อรชา อิศรางกูร ณ อยุธยา (2556: 23) ได้เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ระหว่างผังมโนทัศน์กับเอกสารสรุปมโนทัศน์ไว้ว่า ผังมโนทัศน์มีลักษณะเป็นแผนภูมิที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มมโนทัศน์ด้วยเส้นหรือลูกศรจากบนลงล่างพร้อมคำเชื่อมที่เหมาะสม โดยมีมโนทัศน์ที่ครอบคลุมอยู่ด้านบนสุดของแผนภูมิ และลดลำดับลงมาเป็นมโนทัศน์รองที่แสดงลักษณะเด่นมากขึ้น จนถึงมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง ส่วนเอกสารสรุปมโนทัศน์เป็นเอกสารที่ครูให้นักเรียนเขียนนิยามของมโนทัศน์ด้วยความเข้าใจของนักเรียนเอง จะมีการโยงโครงข่ายของลักษณะที่สัมพันธ์กัน มีการยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561: 70); ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543: 171-172); ไสว พักขาว (2544: 94-95); สิริพร ทิพย์คง (2545: 49); และทศนา เขมมณี (2553: 340) ได้อธิบายถึงวิธีการสอนแบบอุปนัย (inductive method) ไว้ในทำนองเดียวกันว่า วิธีการสอนแบบอุปนัยเป็นวิธีการสอนที่มีธรรมชาติของการค้นพบแฝงอยู่ เริ่มด้วยการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างให้นักเรียนสังเกตเห็นรูปแบบที่มีลักษณะร่วมกันจนสามารถสรุปเป็นมโนทัศน์ได้ การสอนแบบนี้เป็นการค้นพบด้วยการสังเกตฝึกสัมพันธ์ความคิด ใช้เหตุผลหาข้อสรุปด้วยตนเอง ทำให้เข้าใจได้อย่างชัดเจน การยกตัวอย่างจะต้องเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนสามารถสรุปมโนทัศน์ได้ กล่าวสั้น ๆ ได้ว่าเป็นการสอนที่ให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์จากตัวอย่าง

ขั้นตอนของการสอนแบบอุปนัยสรุปได้จาก ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561: 70) และ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543: 171-172) ได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ได้รับความสนใจให้อยากเรียน เตรียมความพร้อมหรือทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง
2. ขั้นแสดง คือการให้ตัวอย่างต่าง ๆ แก่นักเรียนอย่างน้อย 3 ตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบลักษณะร่วมได้
3. ขั้นเปรียบเทียบและค้นหา คือการที่นักเรียนได้มีโอกาสพิจารณาความคล้ายคลึงกันของลักษณะในตัวอย่างเพื่อเตรียมสรุปมโนทัศน์
4. ขั้นสรุปมโนทัศน์ คือการนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่างมาช่วยกันสรุปเป็นมโนทัศน์
5. ขั้นนำไปใช้ คือขั้นทดสอบความเข้าใจของนักเรียนจากมโนทัศน์ที่ได้ โดยให้นักเรียนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือทำแบบฝึกหัด ครูสังเกตว่านักเรียนนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องหรือไม่

รวีวรรณ ฐมชัย (2534?: 98); กรมวิชาการ (2541: 30); ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543: 92); จวีวรรณ เศวตมัลย์ (2544: 75); ญัฐภูมิ กิจรุ่งเรือง (2547-2548: 91); มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาธิราช (2549: 336); และประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2545: 30) กล่าวถึงการใช้เกมในการจัดการ เรียนรู้ ในทิศทางเดียวกันไว้ว่า เกมประกอบด้วย กติกา ผู้เล่น จุดประสงค์ที่เน้นเนื้อหาหรือ ความสามารถ และการประเมินผลสำเร็จของผู้เล่น เกมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สร้างบรรยากาศการ เรียนให้มีความสนุกสนาน นักเรียนมีความสุข กระตือรือร้นและสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น นักเรียน ได้ใช้ความพยายามในการค้นหากลยุทธ์ที่จะเอาชนะ เป็นสิ่งเร้าที่ดีในการเสริมสร้างความเข้าใจใน บทเรียนด้วยตนเอง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงขึ้น ความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นจะถูกจดจำใน รูปมโนทัศน์ได้เป็นระยะอันยาวนาน นับว่าเป็นผลลัพธ์ที่มีค่าของการสอนคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูจึง ควรนำเกมมาประยุกต์เข้ากับการจัดการเรียนรู้โดยอาจใช้ในช่วงนำ ชั้นสอน หรือขั้นสรุปก็ได้

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนต้องฝึกให้นักเรียนได้รู้จักการสังเกต เปรียบเทียบ แยกแยะ จนสามารถคาดการณ์ผลสรุป และสรุปผลได้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้เช่นนี้ไม่สามารถบอกโดยตรงได้ ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่หลัก ของครูที่จะใช้การถามตอบเพื่อชักนำความคิดของนักเรียนให้อยู่ในกรอบที่จะนำไปสู่มโนทัศน์ อีกทั้ง การจัดการเรียนรู้นั้นต้องเร้าให้นักเรียนสนุกสนานและกระตือรือร้นในการเรียนเพื่อทำให้นักเรียน จดจำได้ยาวนานส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงขึ้น แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมานี้ผู้วิจัย สรุปเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียน

ครูเร้าให้นักเรียนสนใจในบทเรียน กระตุ้นให้สงสัยอยากรู้ ให้เห็นความสัมพันธ์กับ ประสบการณ์ชีวิต หรือให้เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาอื่น ๆ ทั้งที่เรียนมาแล้วหรือจะได้เรียนใน อนาคต

ขั้นตอนที่ 2 การให้ตัวอย่าง

ครูให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ทั้งตัวอย่างทางบวก และตัวอย่างทางลบ โดยมีตัวอย่างที่มากเพียงพอให้นักเรียนสังเกตความคล้ายคลึงและความ แตกต่างจนสามารถแยกลักษณะของตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบได้

ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน

ครูใช้กระบวนการถามตอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนบอกสมมติฐานหรือลักษณะที่มี ร่วมกันของมโนทัศน์ที่ได้จากการสังเกตตัวอย่าง หากนักเรียนยังไม่สามารถบอกลักษณะของสิ่งที่ เป็นมโนทัศน์ได้ครูเพิ่มวงจรโดยการให้ตัวอย่างเพิ่มเติม แล้วให้นักเรียนบอกสมมติฐานใหม่อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปมโนทัศน์

ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนสมมติฐานโดยการสร้างโครงข่ายความสัมพันธ์ลักษณะ ของสิ่งที่เป็นมโนทัศน์จากตัวอย่างในขั้นตอนที่ 2 เมื่อครบถ้วนแล้วนำมาสรุปเป็นมโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจมโนทัศน์แล้ว ครูให้นักเรียนทำการฝึกฝนโดยการทำโจทย์ที่หลากหลายหรือการทำแบบฝึกหัด

1.4 การวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินว่านักเรียนเกิดมโนทัศน์ครูผู้สอนต้องสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียน สามารถใช้วิธีการและเครื่องมือวัดได้อย่างหลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ความคิดออกมา เช่น การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตอบ การบ้าน ใบงาน การตรวจแบบฝึกหัดหรือใบกิจกรรม การเขียนอนุทิน การสอบปากเปล่า หรือแม้กระทั่งการใช้แบบทดสอบทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัย

การวัดและประเมินผลมโนทัศน์เป็นการวัดและประเมินผลทางด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจหรือความรู้ความจำ ควรประเมินใน 2 ประเด็นคือ ลักษณะของมโนทัศน์ กับตัวอย่างที่ใช้และที่ไม่ใช่มโนทัศน์ ด้านลักษณะมโนทัศน์ประกอบด้วย ลักษณะเฉพาะที่สำคัญและลักษณะอื่นที่ไม่สำคัญและความสัมพันธ์ของมโนทัศน์กับมโนทัศน์อื่น ส่วนด้านตัวอย่างที่ใช้และไม่ใช้มโนทัศน์พิจารณาจากการจำแนกและเหตุผลที่ใช้ในการจำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ ซึ่งการวัดและประเมินผลนี้ต้องทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ในเนื้อหานั้นก่อน แล้วค่อยออกข้อสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้น (Willson. 1971: 645-670); (อัมพร ม้าคอง. 2546: 29); (อรชา อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2556: 29)

จากการค้นคว้าตัวอย่างงานวิจัยของ นวรัตน์ ศิริโชติ (2521: 60); อรญา อัญโย (2553: 200); พิพัฒน์ ปานชื่น (2555: 96); และอรชา อิศรางกูร ณ อยุธยา (2556: 189) ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างข้อสอบจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์พอสังเขปดังนี้

ข้อ 00. ข้อใดเป็นสมการพาราโบลา

ก. $y = x^2 - 2x - 1$ ข. $y = x$

ค. $y = 2x$ ง. $y = x - 2^2$

ข้อ 01. ข้อใดไม่เป็นสมการพาราโบลา

ก. $y = (x - 1)^2$ ข. $y = 7^2 + x$

ค. $y = -(2 + x)^2$ ง. $y = x^2 + 3$

ข้อ 02. กำหนดสมการของฟังก์ชันคือ $y = -4x^2$ ข้อความใดไม่ถูกต้อง

ก. กราฟมีลักษณะเป็นพาราโบลาหงาย

ข. จุดยอดของกราฟอยู่บนแกน X

ค. กราฟมีแกน Y เป็นแกนสมมาตร

ง. กราฟตัดแกน Y ที่จุด (0,0)

ข้อ 03. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\left(-\frac{2}{5}\right)^4$

ก. $-\left[\left(\frac{2}{5}\right)+\left(\frac{2}{5}\right)+\left(\frac{2}{5}\right)+\left(\frac{2}{5}\right)\right]$

ข. $-\left[\left(\frac{2}{5}\right)\left(\frac{2}{5}\right)\left(\frac{2}{5}\right)\left(\frac{2}{5}\right)\right]$

ค. $\left(\frac{2}{5}\right)+\left(\frac{2}{5}\right)+\left(\frac{2}{5}\right)+\left(\frac{2}{5}\right)$

ง. $\left(-\frac{2}{5}\right)\left(-\frac{2}{5}\right)\left(-\frac{2}{5}\right)\left(-\frac{2}{5}\right)$

ข้อ 04. เลขยกกำลังในข้อใดไม่เท่ากับ 0.0001

ก. $(0.1)^4$

ข. $(0.1)^3$

ค. $\left(\frac{1}{10}\right)^4$

ง. $\left(\frac{1}{100}\right)^2$

ข้อ 05. ข้อใดคือสัญลักษณ์ที่แทนคำว่า “เป็นสมาชิกของ”

ก. $\in$

ข. $\notin$

ค. $\emptyset$

ง. $=$

ข้อ 06. ข้อใดคือความหมายของ “สมาชิกของเซต”

ก. สิ่งเหมือนกันในเซตนั้น

ข. สิ่งต่างกันในเซตนั้น

ค. สิ่งแต่ละสิ่งในเซตนั้น

ง. สิ่งที่ไม่อยู่ในเซตนั้น

จากวัดและประเมินผลมโนทัศน์และการเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต้องประเมิน 2 ด้านสำคัญ คือ ด้านลักษณะมโนทัศน์ และด้านการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ ซึ่งการวัดและประเมินผลนี้ต้องทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์นั้นก่อน แล้วจึงออกข้อสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์เหล่านั้น โดยประเด็นที่จะใช้ในวัดและประเมินผลมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ได้แก่ ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ และลักษณะอื่นที่ไม่สำคัญ ความสัมพันธ์ของมโนทัศน์นั้นกับมโนทัศน์อื่น การจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์ และเหตุผลที่ใช้ในการจำแนกตัวอย่างมโนทัศน์

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐกานต์ จอมขันเงิน (2549: 45-49) วิจัยเรื่อง การใช้เกมฝึกสมองเพื่อสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอรุณวิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2548 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงและต่ำอย่างละ 5 คน พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างถาวรในหลายสถานการณ์ การเรียนรู้มากกว่านักเรียนกลุ่มอ่อน

พิริยะพงศ์ เตชะศิริยีนง (2552: 58-66) ได้วิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ เรื่องการให้เหตุผล โรงเรียนราชันนทการย์ สามเสนวิทยาลัย ปีการศึกษา 2552 พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการสอนแบบสืบสวนโดยใช้เกมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการสอนแบบสืบสวนโดยใช้เกมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัมพร ม้าคนอง (2552: 6-12) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551 สรุปผลการวิจัยได้ว่า 1) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนจากการใช้โมเดลสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) หลังจากการเรียนโดยใช้โมเดล ผู้เรียนที่สามารถอธิบายมโนทัศน์แบบมีโครงสร้างที่เป็นเหตุเป็นผลที่สื่อความหมายชัดเจนมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น 3) ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นว่า กระบวนการเรียนการสอนเน้นความคิดทางคณิตศาสตร์และมโนทัศน์ที่ได้รับมีประโยชน์โดยตรงต่อการนำไปสอนคณิตศาสตร์ในอนาคต

อรุณา อัญโย (2553: 119-126) วิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการการใช้ตัวแทนที่หลากหลายและเครื่องคำนวณเชิงกราฟที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดีบุกพังงาวิทยายน จังหวัดพังงา ปีการศึกษา 2553 ผลของการวิจัยที่เกี่ยวกับมโนทัศน์พบว่า 1) หลังจากการจัดกิจกรรมนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการคือ สูงกว่าร้อยละ 50 2) คะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ (2554: 70-77) วิจัยเรื่อง ผลการใช้กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้เกมผ่านการเล่นไทยเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2553 พบว่า 1) ทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ทักษะการคิดคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อภิปรายเพิ่มเติมว่า การใช้เกมทำให้นักเรียนผ่อนคลายความตึงเครียด เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินมีความตื่นตัวในการเรียนรู้

สุปรียชาติ สังข์ทองจัน (2554: 78-85) วิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เอกนาม โดยใช้เกมประกอบการสอน โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี ปีการศึกษา 2553 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และอภิปรายการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมประกอบการสอนไว้ว่า นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีความสนุกสนาน ทำท่าย ทำท่า บรรยากาศในการเรียนมีความเป็นกันเอง ทั้งใจให้นักเรียนทำงานมากขึ้น

พิพัฒน์ ปานชื่น (2555: 56-60) ได้วิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับการสอนแบบตอบสนองด้วยท่าทางที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดอนทองวิทยา

จังหวัดพิษณุโลก ปีการศึกษา 2557 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 73.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคงทนหลังการจัดการเรียนรู้ 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้อภิปรายเพิ่มเติมว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้นักเรียนสามารถสร้างและตรวจสอบมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง และทำให้นักเรียนจดจำลักษณะสำคัญในเรื่องที่เรียนได้เพราะในแต่ละขั้นช่วยให้ นักเรียนสร้างมโนทัศน์ได้อย่างต่อเนื่อง

อรพรรณ เลื่อนแป้น (2555: 49-55) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ปีการศึกษา 2554 พบว่า 1) ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรม 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีความคงทนโดยคะแนนเฉลี่ยโดยการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 หลังการจัดกิจกรรม ไม่แตกต่างกัน และได้เสนอแนะเพิ่มเติมว่า โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์มีขั้นตอนที่ให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างมา ตั้งสมมติฐานและสรุปเป็นมโนทัศน์ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการสอนแบบอุปนัย การสอนแบบอุปนัยนี้จะช่วยพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์อย่างต่อเนื่อง และมโนทัศน์จะคงทนได้ยาวกว่าการสอนแบบนិยัย

ภาณุมาส เศรษฐจันทร์ (2556: 71-76) วิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เกมประกอบการเรียนรู้ โรงเรียนสวสดีวิทยา ปีการศึกษา 2555 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังอภิปรายเพิ่มเติมอีกว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมประกอบการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจดจำบทเรียนได้ง่ายและรวดเร็ว ทำให้นักเรียนสนุกสนาน เพลิดเพลินระหว่างการเรียนรู้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ร่วมกับผู้อื่น เกมที่ใช้ไม่ใช่เพียงเกมที่กระตุ้นความสนใจอย่างเดียว แต่สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนตั้งใจมากยิ่งขึ้นด้วย

อรชา อิศรางกูร ณ อยุธยา (2556: 125-131) วิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทพศิรินทร์ ปีการศึกษา 2555 สรุปผลการวิจัยที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 64

เวชฤทธิ์ อังกะระภัทรขจร (2557: 93-106) วิจัยเรื่อง การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 – 4 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2556 ผลวิจัยพบว่า นิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 37.55) มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในกลุ่มที่ 3 กล่าวคือ หลังจากใช้เครื่องมือในการวิจัย อันได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9331 และแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ นิสิตสามารถตอบคำถามถูกต้องอย่างสมบูรณ์ โดยการอธิบายมีการอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้างแต่ไม่ชัดเจน หรือสามารถตอบคำถามถูกต้องอย่างสมบูรณ์แต่การอธิบายใช้การอ้างอิงความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล

วิมล ธรรมโรเวศน์ (2558: 72-77) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของรูปแบบการสอนมโนทัศน์เสริมด้วยเกมการศึกษาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนวัดศรีคัตตมังค์ จังหวัดปทุมธานี เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 78.29 ซึ่งไม่น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งได้อภิปรายเพิ่มเติมไว้ว่า การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์เสริมด้วยเกมการศึกษาทำให้นักเรียนได้ตระหนักถึงข้อผิดพลาดของตน และเกิดแรงจูงใจที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดนั้น รวมทั้งได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนทั้งในลักษณะของการตรวจสอบความรู้ และเป็นแหล่งเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson. 1971: 643-696) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมทางการเรียนรู้ด้านสติปัญญา ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาไว้เป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ พฤติกรรมระดับนี้ถือเป็นพฤติกรรมระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความหมายที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามจะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่จำเป็นต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งได้เป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนทัศน์เป็นนามธรรมซึ่งประมวลมาจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความ การยกตัวอย่างของมโนทัศน์นั้นสามารถทำได้โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ โดยเขียนเป็นรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียนมิฉะนั้นจะเป็นเพียงการวัดความจำเท่านั้น

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจทางโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ คำถามที่วัดในระดับนี้เป็นคำถามที่เกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนจริงและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้ไปเป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลงจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณหลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อความที่วัดความสามารถในชั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในชั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาชั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจาก

ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม ปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่าง ในการหาคำตอบที่กำลังประสบอยู่หรืออาจต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการ ตัดสินใจหลายครั้งต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบรูป ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการ สมมาตร เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูล ที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้อง สืบหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดให้จากโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็น หรือไม่เคยทำ แบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การ แก่โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกันเพื่อ แก้ปัญหา พฤติกรรมระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้อง ใช้สมรรถภาพทางสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ ซับซ้อน ไม่มีแบบฝึกหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนทัศน์ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ และสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้แก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิม ที่เคยพบมา และใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคย เห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยนิยามทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ ความสามารถในการขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ ควบคุมกับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยาก ซับซ้อนกว่า ความสามารถขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้อง หรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดจากมโนทัศน์ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร นักเรียน ต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยสัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุผลผลด้วย คือการจะถาม ให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

ไอแซก และ มิล (Eysank; & Meilli. 1972: 6) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ว่าหมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการ กระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งร่างกายและสติปัญญา ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงมีขนาด ของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนโดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจ ได้มาจากกระบวนการที่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น กระสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรืออาจได้ใน

รูปเเรดของโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและระยะเวลานานพอสมควรด้วยการวัดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

กู๊ด (Good. 1972: 195) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge-Attained) การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540: 29) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือคุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน คือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

สุวิทย์ หิรัญยกานต์ (2544: 5) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความสำเร็จ ความรู้ ความสามารถหรือทักษะ หรือหมายถึงผลการเรียนการสอนหรือผลงานที่ได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ ก็ได้

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544: 23) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงความสำเร็จความสมหวังในด้านการเรียนรู้ รวมทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมายและผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนนั้นจะทำให้แยกกลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมินออกเป็นระดับต่าง ๆ เช่น สูง กลางและต่ำ เป็นต้น

จากการค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้ จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมายและผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.2 องค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอาจจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ งานที่ได้รับมอบหมายให้ทำ การทำแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความแตกต่างกันนั้นเกิดจากอิทธิพลขององค์ประกอบหลายประการด้วยกัน ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

บลูม (Bloom. 1976: 167-176) ได้ทำการวิจัยและเสนอทฤษฎีเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนในโรงเรียน โดยองค์ประกอบหรือปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 องค์ประกอบ

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด ซึ่งหมายถึงความสามารถทั้งหมดของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยความถนัดและพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน

2. คุณลักษณะทางด้านจิตพิสัย ซึ่งหมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ใหม่ ซึ่งได้แก่ความสนใจและเจตคติที่มีต่อเนื้อหาวิชา โรงเรียนและระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะซึ่งเป็นคุณลักษณะต่าง ๆ ทางด้านจิตพิสัย ซึ่งบางอย่าง อาจเปลี่ยนแปลงได้ บางอย่างยังคงอยู่

3. คุณภาพของการสอน ซึ่งได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมสร้างของครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำได้ถูกต้องหรือไม่

นันทิยา ไชยสะอาด (2557: 42) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนปัจจัยหลักก็คือ ความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ทั้งทางด้านสติปัญญา อารมณ์ ความ สนใจและเจตคติต่อตัวครูผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูก็ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การจัดกิจกรรมที่เอื้อต่อ การเรียนรู้ และความสนใจของนักเรียน พร้อมทั้งมีการเสริมแรงทางบวกให้นักเรียนอย่างสม่ำเสมอ ก็ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

กมลวรรณ ไจอารีย์ (2556: 46) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีทั้ง ด้านตัวนักเรียนและครู โดยเฉพาะนักเรียนต้องมีการพัฒนาด้านสติปัญญา ความสนใจ และเจตคติ ของนักเรียน ส่วนครูมีบทบาทในการถ่ายทอดและกระตุ้นให้นักเรียนบรรลุในการเรียนรู้

ภาณุมาส เศรษฐจันทร์ (2556: 20-21) กล่าวว่า การที่นักเรียน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนอยู่ในระดับสูงหรือต่ำนั้น มีองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่าง ๆ เช่น สภาพความพร้อมของร่างกาย และจิตใจ สภาพแวดล้อมทางบ้านและครอบครัว สภาพแวดล้อมทางโรงเรียน และความสัมพันธ์ของ นักเรียนและบุคคลรอบข้างไม่ว่าจะเป็นเพื่อนหรือผู้สอน เจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ การ จัดการเรียนรู้ของผู้สอน การที่จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นนั้น ทุก ๆ ฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นทาง บ้านหรือโรงเรียนต้องร่วมมือกันจัดองค์ประกอบให้เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561: 121) กล่าวถึงสาเหตุหรือที่มาที่ทำให้นักเรียนเรียนอ่อน ทางคณิตศาสตร์ เช่น

1. ขอบกพร่องทางร่างกาย หรือสุขภาพไม่เอื้ออำนวย
2. ระดับสติปัญญาต่ำ
3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีในวิชาคณิตศาสตร์มาก่อน ทำให้ฝังใจ เกิดการต่อต้านไม่ยอมรับ ปิดกั้นตัวเองแบบรู้ตัวและไม่รู้ตัว
4. สิ่งแวดล้อมทางบ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียน ตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่าง ๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม กล้าแสดงออก ความอดทน ความเพียรพยายาม การรู้จัก แบ่งเวลา ความมีวินัยในตนเอง ความรับผิดชอบ การมีสมาธิ
5. วุฒิภาวะต่ำ

6. พื้นฐานความรู้เดิมมีไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ทำให้เรียนตามเพื่อนไม่ทัน ไม่เข้าใจบทเรียนใหม่

ภาณุมาส เศรษฐจันทร์ (2556: 22) กล่าวว่า ปัจจัยที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมาจากการจัดการเรียนรู้กับผู้เรียน เช่น สภาพความพร้อมทางร่างกายและจิตใจของผู้เรียน สภาพแวดล้อมทางครอบครัว ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับบุคคลรอบข้าง เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

นันทิยา ไชยสะอาด (2557: 42) กล่าวว่าสาเหตุที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสร้างแรงจูงใจ ความสนใจ ตลอดจนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ครูจึงมีหน้าที่โดยตรงในการสร้างแรงกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ซึ่งครูจะต้องหาวิธีการแก้ไขให้นักเรียนเกิดความสนใจศึกษาเล่าเรียน และพัฒนาความสามารถในด้านต่างๆ ตามแต่ลักษณะของปัญหา

จากการค้นคว้าสรุปได้ว่าสาเหตุที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสร้างแรงจูงใจ ความสนใจตลอดจนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียน ครูจึงมีหน้าที่โดยตรงในการสร้างแรงกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องหาวิธีการแก้ไขให้ผู้เรียนเกิดความสนใจศึกษาเล่าเรียน และพัฒนาความสามารถในด้านต่าง ๆ

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชาวล แพรัตกุล (2516: 123-136) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบที่ดีควรมีคุณลักษณะ 10 ประการ ดังนี้

1. ต้องเที่ยงตรง หมายถึง คุณสมบัติที่จะทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ แบบทดสอบที่ความเที่ยงตรงสูงคือแบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราจะวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย
2. ต้องยุติธรรม คือ โจทย์คำถามทั้งหลายต้องไม่มีช่องทางแนะให้นักเรียนเดาคำตอบได้ ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนเกียจคร้านที่ไม่ดูตำราแต่ตอบได้ดี
3. ต้องถามลึก วัดความลึกซึ่งของวิทยาการตามแนวดิ่งมากกว่าที่จะวัดแนวกว้างขวางมากนักเพียงใด
4. ต้องยั่วยุเป็นเยี่ยงอย่าง คำถามมีลักษณะท้าทายเชิญชวนให้คิด นักเรียนสอบแล้วมีความอยากรู้อย่างไรให้กว้างขวางยิ่งขึ้น
5. ต้องจำเพาะเจาะจง นักเรียนอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัด ไม่ถามคลุมเครือ
6. ต้องเป็นปรนัย หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ

6.1 แจ่มชัดในความหมายของคำถาม

6.2 แจ่มชัดในวิธีการตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน

6.3 แจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน

7. ต้องมีประสิทธิภาพ คือ สามารถให้คะแนนได้เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลา แรงงาน และเงินน้อยที่สุดด้วย
8. ต้องยากพอเหมาะ
9. ต้องมีอำนาจจำแนก คือสามารถแยกเด็กออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุดถึงเก่งสุด
10. ต้องมีความเชื่อมั่นคือข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้ตรงที่แน่นอนไม่แปรผัน

ภีมภา ลอยวิเวก (2556: 24) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการเรียนของนักเรียนซึ่งวัดได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในการแก้ปัญหา โดยลักษณะของแบบทดสอบที่นิยมใช้มีทั้งแบบทดสอบชนิดปรนัยและแบบทดสอบชนิดอัตนัย

ผกายมาศ เหมชูเกียรติ (2557: 42-43) อธิบายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดพฤติกรรมและประสบการณ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการเรียนหลังสิ้นสุดการเรียนรู้ โดยแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น เป็นชุดคำถามที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อวัดความรู้หรือความพร้อมในการเรียนบทใหม่ รูปแบบที่นิยมใช้มีทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัย

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้น และได้ผ่านการทดลองหาคุณภาพของแบบทดสอบ สามารถนำมาใช้เป็นหลักหรือเปรียบเทียบผลเพื่อการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ได้ รูปแบบที่นิยมใช้มีทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัย

จากการศึกษาจึงสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้สิ้นสุดลง อาจใช้เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัยหรืออัตนัยอย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้ร่วมกันในชุดเดียว ซึ่งจะสร้างโดยครูผู้สอนเองหรือสร้างจากผู้เชี่ยวชาญก็ได้ แต่ต้องเที่ยงตรง ยุติธรรม มีความยากพอเหมาะ ชัดเจนในการแปลความหมาย และในการตรวจให้คะแนน จะมีลักษณะดียิ่งขึ้นหากสามารถแยกประเภทนักเรียนออกได้ทุกระดับตั้งแต่กลุ่มอ่อนจนถึงกลุ่มเก่ง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

พรรณทิพา ทองนวล (2554: 194-208) วิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา โดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีภูเก็ต ปีการศึกษา 2553 ผลการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์พบว่า หลังการทดลองนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้นสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และได้อภิปรายเพิ่มเติมว่า นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการอภิปราย แสดงความคิดเห็นและลงข้อสรุปร่วมกัน ทำให้นักเรียนเกิดประกายความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียน อีกทั้งการที่ครูคอยให้ปรึกษาและช่วยชี้แนะในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ทำให้นักเรียนมีกำลังใจและเข้าใจมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

กมลวรรณ ใจอารีย์ (2556: 92-102) วิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพัทธ์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2555 ผลการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และได้อภิปรายเพิ่มเติมว่า การที่ครูคอยให้ปรึกษาและช่วยชี้แนะในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ทำให้นักเรียนมีกำลังใจและเข้าใจมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ธินันต์ สังหรณ์ (2556: 124-136) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์พบว่า หลังการทดลองนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และได้อภิปรายเพิ่มเติมว่า การสอนที่นำเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง และเรียนรู้โดยการสังเกตเปรียบเทียบดูสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันแล้วสามารถสรุปเป็นนิเทศน์จากตัวอย่างด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ภาณุมาส เศรษฐจันทร์ (2556: 71-76) วิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวและการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เกมประกอบการเรียนรู้ โรงเรียนสวัสดิวิทยา ปีการศึกษา 2555 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังอภิปรายเพิ่มเติมอีกว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมประกอบการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจดจำบทเรียนได้ง่ายและรวดเร็ว ทำให้นักเรียนสนุกสนาน เพลิดเพลินระหว่างการเรียนรู้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ร่วมกับผู้อื่น เกมที่ใช้ไม่ใช่เพียงเกมที่กระตุ้นความสนใจอย่างเดียว แต่สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนตั้งใจมากยิ่งขึ้นด้วย

วิมล ธรรมโรเวศน์ (2558: 72-77) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของรูปแบบการสอนมโนทัศน์ เสริมด้วยเกมการศึกษาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนวัดศรีศัคคมางค์ จังหวัดปทุมธานี เป็นการ วิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 78.29 ซึ่งไม่น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งได้อภิปราย เพิ่มเติมไว้ว่า การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์เสริมด้วยเกมการศึกษาทำให้นักเรียนได้ ตระหนักถึงข้อผิดพลาดของตน และเกิดแรงจูงใจที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดนั้น รวมทั้งได้แลกเปลี่ยน เรียนรู้กับเพื่อนทั้งในลักษณะของการตรวจสอบความรู้ และเป็นแหล่งเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

3. ความคงทนในการเรียนรูวิชาคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของความคงทน

กู๊ด (อรพรรณ เลื่อนแป้น.2555: 20; อ้างอิงจาก Good. 1973: 124) ได้กล่าวว่า ความ คงทนในการเรียนรู้เป็นความสามารถในการจำที่คงทน หลังจากที่ได้รับการกระตุ้นประสบการณ์ เพื่อให้เกิดการตอบสนองต่าง ๆ

กาเย (อรพรรณ เลื่อนแป้น.2555: 21; อ้างอิงจาก Gagne. 1977: 36) ได้กล่าวว่า ความ คงทนในการเรียนเป็นการสะสมสิ่งที่เรียนรู้ ซึ่งถือเป็นความสามารถในการเก็บรักษาหรือสะสมสิ่งที่ ได้เรียนรู้ให้คงทนอยู่จนเกิดเป็นความจำระยะยาว

อดัม (อุบล ธรรมพานิชวงศ์. 2545: 23; อ้างอิงจาก Adam. 1967: 9) ได้กล่าวว่า ความ คงทนในการเรียนเป็นการคงไว้ซึ่งผลการเรียนที่จะระลึกได้ต่อสิ่งที่เราที่เคยเรียนหรือผ่าน ประสบการณ์ที่รับรู้มาแล้วหลังจากทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528: 238) ได้กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วถ่ายทอดออกมาในรูปของ การจำได้หรือระลึกได้

บุญสิริ สุวรรณเพ็ชร (2538: 433) ได้กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ผลลัพธ์ ของประสบการณ์ที่ยังคงเหลืออยู่ ทำให้เกิดพื้นฐานการเรียนรู้ การจำได้ นิสัย ทักษะ และพัฒนาการ ทุกด้าน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของ นักเรียนในการจำหรือระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้และประสบการณ์ที่เคยได้รับมาก่อน เมื่อผ่านไปช่วง ระยะเวลาหนึ่งก็ยังสามารถเอาความรู้หรือประสบการณ์นั้นมาใช้ได้

จะเห็นได้ว่าความคงทนในการเรียนรู้มีความเกี่ยวข้องกับความจำ ฉะนั้นจึงต้องศึกษา ความรู้เกี่ยวกับความจำเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

3.2 ความหมายของการจำ

แอนเดอสัน (โชติ จันทรวิง. 2547: 51; อ้างอิงจาก Anderson. 1995: 5) ได้ให้ความหมายของการจำว่า การจำหมายถึง การบันทึกประสบการณ์ให้มีความคงทน ซึ่งอาศัยการเรียนรู้เป็นพื้นฐาน

จิราภา เต็งไตรรัตน์ (2544: 138) กล่าวว่า การจำหมายถึง ความสามารถคงไว้ซึ่งสิ่งที่ได้เรียนรู้และระลึกได้ การจำเกิดขึ้นได้ภายในจิตใจเช่นเดียวกับการรับรู้การคิด พฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในจิตใจเช่นนี้เป็นพฤติกรรมภายในที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง

ถวิล ธาราโกชน และศรัณย์ ดาริสุข (2545: 93) ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำหมายถึง ความสามารถในการจัดเก็บเรื่องราวต่าง ๆ ไว้ในตัวของเรา จะระลึกออกมาเมื่อมีการอ้างถึงเรื่องราวเหล่านั้น

จากความหมายของความจำข้างต้นจึงกล่าวได้ว่า การจำหมายถึง ความสามารถในการจัดเก็บเรื่องราวที่ได้เรียนรู้และประสบการณ์ที่พบเจอ แล้วสามารถระลึกออกมาใช้ได้เมื่อต้องการนำความรู้เหล่านั้นมาใช้

3.3 กระบวนการจำและระบบความจำ

วิภาพร มาพบสุข (2542: 351) กล่าวว่า ระบบความจำของมนุษย์แบ่งออกเป็น 3 ระบบคือ ระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัส ระบบความจำระยะสั้น และระบบความจำระยะยาว

1. ระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัส หมายถึง การคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัสหลังจากที่การเสนอของสิ่งเร้าสิ้นสุดลง ความคงอยู่ของสัมผัสจะทำให้เกิดการเห็นภาพซ้อนต่อเนื่องกันไป ซึ่งคล้ายหลักการของการฉายภาพยนตร์ ระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัสจะอยู่ในรูปของ ความจำภาพติดตา ความจำเสียงก้องหู เป็นต้น

2. ระบบความจำระยะสั้น เป็นความจำหลังจากได้ตีความการรับรู้สิ่งเร้าและได้ฝังตัวอยู่ในความจำระยะสั้น ความจำระยะสั้นนี้ใช้สำหรับการจำชั่วคราวเพื่อใช้ประโยชน์ขณะที่จำอยู่เท่านั้น เช่น การจำชื่อบุคคลที่เราเคยรู้จัก หรือการจำอัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ เป็นต้น ถ้าผู้จำไม่ได้ใส่ใจอยู่กับสิ่งที่ต้องการจำ ความจำระยะสั้นก็สูญหายไปจากความทรงจำได้ง่ายมาก เนื่องจากความจำระยะสั้นถูกเก็บข้อมูลไว้ได้ในปริมาณจำกัด

3. ระบบความจำระยะยาว เป็นความจำที่มีความคงทนมากกว่าความจำระยะสั้น สามารถจำได้เป็นเดือนหรือเป็นปี โดยปกติคนเราจะไม่รู้สึถึงสิ่งที่มีความจำระยะยาว แต่เมื่อต้องการใช้ข้อมูลเหล่านั้นก็สามารถระลึกความจำให้แสดงออกมาได้ เช่น ประสบการณ์ฝังใจในวัยเด็กที่เราสามารถจำได้นานถึงขณะนี้ ความจำในลักษณะนี้นับว่าเป็นความจำระยะยาว

นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงกระบวนการจำว่า มีกระบวนการจำ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเข้ารหัส (Encoding) เป็นการทำงานของระบบประสาทสัมผัสที่รับข้อมูลเข้ามาจาก

สิ่งเร้า แล้วสมองจะแปลความหมายจนเกิดความเข้าใจ ซึ่งข้อมูลที่ถูกกล่าวถึงอาจอยู่ในรูปของภาษา สัญลักษณ์ หรือเหตุการณ์

2. การเก็บ (Storage) ข้อมูลดังกล่าวเหล่านั้นจะถูกกลไกทางสมองจัดเก็บรักษาข้อมูลเหล่านั้นไว้ในความจำระยะยาว

3. การค้นคืน (Retrieval) เป็นการนำข้อมูลความจำที่จัดเก็บไว้ในความจำระยะยาวมาใช้ได้เร็ว เช่น หมายเลขโทรศัพท์ แต่บางอย่างต้องใช้ความพยายามที่จะค้นคืน บางครั้งจำเป็นจะต้องใช้เครื่องชี้แนะ

จิราภา เต็งไตรรัตน์ (2544: 121) ได้กล่าวถึงวิธีการที่จะช่วยให้มีความจำในสิ่งที่เรียนได้มากขึ้น ดังนี้

1. การจัดหมวดหมู่ (Organization)
2. การทบทวนตนเอง (Self – Recitation)
3. การเรียนเกิน (Overlearning)
4. การสร้างมโนภาพ (Imaginary)

ประสาธ อิศรปริดา (2549: 183) เสนอแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ นักเรียนสามารถจำสิ่งที่เรียนได้ดี ดังนี้

1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนมีความใส่ใจในบทเรียน
2. ครูช่วยนักเรียนในการแยกรายละเอียดที่จำเป็นและไม่จำเป็นออกจากกัน และเน้นสาระ

ข้อมูลที่สำคัญ

3. ครูช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมของนักเรียน
4. ครูให้นักเรียนท่องจำซ้ำ ๆ เพื่อทบทวนสาระความรู้ให้คงอยู่อย่างถาวร
5. ในระหว่างสอน ครูเสนอเนื้อหาที่มีความชัดเจนและเป็นระเบียบ
6. เน้นการจดจำอย่างเข้าใจความหมายไม่ใช่การจดจำแบบท่องจำ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิด กระบวนการจำนั้น ต้องให้นักเรียนสนใจในสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ จำแนกรายละเอียด เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ของข้อมูล และทบทวนความรู้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ความรู้จัดเก็บอยู่ในระบบความจำระยะยาว

3.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำ

ฮันเตอร์ (อรพรรณ เลื่อนแป้น.2555: 26; อ้างอิงจาก Hunter. 1993) กล่าวถึงปัจจัยที่มี อิทธิพลต่อการจำมี 5 ประการ ดังนี้

1. ความหมายของเนื้อหา นักเรียนที่จดจำความหมายของสิ่งที่เรียนได้จะสามารถเรียนรู้ ได้ดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนรู้ความหมาย เช่น การเรียนขั้นตอนการตั้งหารยาว ถ้าขาดความรู้เรื่อง การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร ก็จะทำให้ลืมขั้นตอนการหารยาวได้

2. ระดับของการเรียนรู้เริ่มต้น เนื้อหาบางอย่างนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีในตอนเริ่มต้น เช่น ถ้าได้รู้จักชื่อใครสักคนไปแล้วรู้สึกประทับใจตอนแรก เมื่อเวลาผ่านไปก็จะจดจำชื่อเขาได้ดี

3. การแสดงความรู้สึกของจิตใจ ถือเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการจำ คนเราจะจดจำสิ่งที่ดีที่สุดเมื่อรู้สึกประทับใจ ต่อมาอาจจะจำบางสิ่งในระดับที่ไม่พอใจทั้ง ๆ ที่พยายามจะจัดทั้งไปจากความทรงจำ

4. การถ่ายโยงทางบวกและทางลบ การถ่ายโยงทางบวกเป็นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ ช่วยให้จดจำบางสิ่งบางอย่างในปัจจุบันและนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ ส่วนการถ่ายโยงทางลบเป็นการเรียนรู้จากสิ่งที่ยุ่งยาก พยายามที่จะหลีกเลี่ยงอุปสรรคเหล่านั้น

5. การฝึกหัดเป็นตัวสร้างให้เกิดการจำ การฝึกหัดที่ดีควรเพิ่มความซับซ้อนมากขึ้นจึงจะประสบความสำเร็จ พยายามจำลักษณะพิเศษที่กระตุ้นให้เกิดความคงทน ความทรงจำจะเพิ่มขึ้นทีละน้อย และจะคงทนเป็นความสัมพันธ์อย่างมีความหมาย

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528: 239) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการจำสรุปได้ดังนี้

1. การเรียนรู้ การที่ผู้เรียนจดจำได้มักเกิดจากการเรียนรู้ที่แท้จริง มีเหตุผล และมีหลักเกณฑ์ในการจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น เรียนรู้ว่า 1 บาท มี 4 สลึง ถ้าจะใช้เหรียญสลึงซื้อของราคา 2 บาท จะต้องจ่าย 8 สลึง เป็นต้น

2. ความสามารถในการสะสม หมายถึง การรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดจากการเรียนรู้ทั้งในทางตรงและทางอ้อม

3. ความสามารถในการถ่ายทอดได้ หมายถึง การที่บุคคลสามารถดึงสิ่งที่สะสมอยู่มาใช้ โดยผ่านการเล่าอธิบายให้ผู้ฟังได้ แสดงได้ 2 รูปแบบ คือ

3.1 การระลึกได้ (Recall) หมายถึง การถ่ายทอดความจำออกมาผ่านการเล่าบรรยายสิ่งที่เคยจำได้ออกมาได้ถูกต้องโดยไม่ต้องมีสิ่งนั้นมาปรากฏให้เห็น

3.2 การจำได้ (Recognition) หมายถึง การถ่ายทอดความจำออกมาด้วยการชี้เฉพาะถึงสิ่งนั้นได้ถูกต้อง เมื่อมีสิ่งเร้าอื่น ๆ ปะปนอยู่ด้วย เช่น การชี้ตัวผู้ต้องหาที่มีบุคคลอื่นที่ไม่ใช่ผู้ต้องหาปะปนอยู่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำนั้นมีทั้ง ความเข้าใจในเนื้อหา ความรู้สึกประทับใจในการเรียนรู้ และการฝึกหัดทบทวน ครุควรคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถจำสิ่งที่เรียนรู้ได้อย่างเข้าใจ และทำให้ความรู้ที่ได้นั้นคงอยู่ได้นาน สามารถนำข้อมูลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

3.5 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคงทนในการเรียน

วารินทร์ รัชมีพรหม (2532: 39) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความคงทนในการเรียน ดังนี้

1. นักเรียนจะสามารถเรียนรู้ได้เร็วและจดจำสิ่งที่มีความหมายต่อนักเรียนได้มากกว่าสิ่งที่ไร้ความหมาย

2. การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกันมากกว่า 2 อย่างขึ้นไปจะเกิดขึ้นได้ถ้าหา เหตุการณ์นั้นไว้ติดกันหรือต่อเนื่องกัน หลักการนี้เป็นหลักความใกล้ชิดและหลักการความต่อเนื่อง

3. การฝึกฝนซ้ำ ๆ เป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนเพื่อฝึกทักษะ ดังนั้นจึงต้องนำมาใช้ในการ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถจำได้ดีขึ้น

4. การเรียนขึ้นอยู่กับความชื่นชอบในการเรียน ถ้าการเรียนนั้นมีประโยชน์ เป็นข้อมูลที่ นักเรียนต้องการเรียนรู้ มีการให้รางวัล หรือลดความตึงเครียด จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นและคงทน มากขึ้น

วิธีการที่จะช่วยให้เกิดความจำระยะยาวจำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ การจัดบทเรียนให้มีความหมาย และการจัดสภาพส่งเสริมการเรียน

1. การจัดบทเรียนให้มีความหมาย หากเนื้อหาที่มีความหมายเพียงพอจะไม่มีกรลืมเนื้อหา นั้น นักเรียนจะจดจำได้นาน ฉะนั้นเพื่อให้ นักเรียนมีความคงทนในการเรียน สามารถใช้วิธีการดังนี้

1.1 การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า สรุปโครงสร้างหรือกระบวนการในบทเรียนให้ นักเรียนทราบก่อนการเรียนเนื้อหา นั้น ๆ

1.2 การจัดบทเรียนเป็นลำดับขั้นตามขั้นการเรียนรู้ โดยลำดับขั้นต่ำกว่าจะเป็น พื้นฐานให้นักเรียนเรียนรู้ขั้นที่สูงขึ้นตามลำดับ นักเรียนต้องมีความรู้ขั้นพื้นฐานก่อนที่จะเรียนรู้ในขั้น ที่สูงต่อไป

1.3 การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ เป็นการนำข้อมูลที่ได้เรียนรู้แล้วมาจัดให้เข้าเป็นระบบ ใช้ในกรณีที่ต้องการสร้างความเชื่อมโยงของข้อมูลจำนวนมาก ๆ การจัดข้อมูลนี้จะประหยัดเนื้อที่ การเก็บข้อมูลในสมอง ง่ายต่อการรื้อฟื้นรอยจำ

2. การส่งเสริมการเรียนรู้ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับบทเรียนมากขึ้น ทั้งใน ระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการดังนี้

2.1 การนึกถึงสิ่งที่เรียนขณะฝึกฝนอยู่ หมายถึง การทบทวนบทเรียนหลังจากที่เรียน จบแต่ละครั้ง เช่น บทเรียนหนึ่งใช้เวลาอ่านรอบละ 30 นาที ครูกำหนดเวลาให้นักเรียนอ่าน 2 ชั่วโมง นักเรียนที่อ่านตั้งแต่ต้นจนจบครบ 1 รอบจะจำได้น้อยกว่านักเรียนที่อ่านจบ 1 รอบแต่ทบทวน ข้อความที่อ่านนั้นด้วย เป็นการทำความเข้าใจชัดเจนขึ้นแม้จะใช้เวลา 2 ชั่วโมงเท่านั้น

2.2 การเรียนเพิ่มเติม หมายถึง การเรียนหลังจากที่จำบทเรียนนั้นได้แล้ว เช่น การจำ ข้อความสั้น ๆ ที่อ่านเพียงรอบเดียวก็จำได้ แต่ถ้าได้อ่านทบทวน 4-5 รอบ ก็จะทำให้จำได้ดีขึ้นและ จำได้นาน

2.3 การท่องจำ ยิ่งตั้งใจท่องก็จะยิ่งทำให้จำได้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้ท่องมีแรงจูงใจใฝ่ สัมฤทธิ์ เมื่อท่องผ่านไปได้ระยะหนึ่งผู้ท่องจะรู้ถึงความก้าวหน้าของตนเอง ทำให้มีกำลังใจที่จะท่อง ต่อไป

2.4 การสร้างจินตภาพ คือ การสร้างรหัสโดยนึกภาพขึ้นในใจ เป็นการเอาสิ่งที่ต้องการจำไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่จำได้แล้ว โดยการนึกภาพเป็นคู่สัมพันธ์ ยิ่งนึกภาพได้แปลกเท่าใดก็จะจำได้มากยิ่งขึ้น

อดัม จาร์สพันท์ (2541: 118) ได้กล่าวเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนไว้ว่า จะต้องจัดสิ่งเร้าในการเรียนให้เอื้อต่อการรับรู้และการจำที่ดี อธิบายได้ ดังนี้

1. จัดระเบียบสื่อเอกสารที่ใช้ในการเรียนให้เป็นระบบหมวดหมู่ ง่ายต่อการเรียนรู้
2. ส่งเสริมให้นักเรียนมีการรับรู้อย่างมีความหมาย โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ
3. เรียงลำดับสื่อ เอกสารที่ซับซ้อนตามลำดับจากง่ายไปยากให้เอื้อต่อการเรียนรู้
4. สรุปความรู้ที่ถูกต้องไว้ให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง
5. กระตุ้นให้นักเรียนได้การฝึกฝนหรือทบทวนเพื่อให้เกิดความคงทนในการจำ
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคงทนในการเรียน ครูควรจัดสิ่งเร้าในการเรียนให้เอื้อต่อการรับรู้และการจำที่ดี เพื่อทำให้บทเรียนมีความหมาย โดยจัดบทเรียนให้เป็นระบบหมวดหมู่เรียงตามลำดับก่อนหลังจากง่ายไปยาก ในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ควรให้นักเรียนได้ฝึกฝนบทเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองจากสรุปความรู้ที่ครูเตรียมไว้ให้

3.6 การวัดความคงทนในการเรียน

หลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้น นอกจากจะทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแล้ว ควรมีการวัดความคงทนในการเรียนของนักเรียนด้วย เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถค้นคืนความรู้จากความจำได้ในระดับใด มีนักการศึกษาและนักวิชาการกล่าวถึงการวัดความคงทนในการเรียนไว้ดังนี้

นันทะल्ली (นุตริยา จิตตารมย์. 2548: 56; อ้างอิงจาก Nunnally. 1959: 105-108) ได้กล่าวว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการวัดความคงทนในการเรียนเพื่อให้มีความคลาดเคลื่อนน้อย ควรเว้นช่วงเวลาในการทดสอบให้ห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะทำให้ค่าสหพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองครั้งสูง

ไลด์วอลล์ และ นิทโก (นุตริยา จิตตารมย์. 2548: 56; อ้างอิงจาก Lindvall and Nitko. 1975: 127) ได้กล่าวว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ ควรใช้การสอบซ้ำเวลาห่างกันตั้งแต่ 1 สัปดาห์ถึง 1 เดือน เพราะการเว้นช่วงเวลาดังกล่าวจะทำให้เกิดความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบซ้ำ

ซวาล แพร์ตกุล (2526: 1) ได้กล่าวว่า การวัดความคงทนในการเรียนรู้เป็นการสอบซ้ำ โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน เวลาในการสอบครั้งแรกกับครั้งที่สอง ควรเว้นห่างกันประมาณ 2-4 สัปดาห์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นลงและได้ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแล้ว ควรทำการวัดความคงทนในการเรียนด้วยการทดสอบซ้ำ โดยเว้นระยะเวลาในการสอบครั้งแรกกับครั้งที่สองประมาณ 2 สัปดาห์ ด้วยแบบทดสอบฉบับเดิม

3.7 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รสบุล ธรรมพานิชวงศ์ (2545: 53-58) วิจัยเรื่อง ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอธิบายเพิ่มเติมว่า ลักษณะการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในความหมายของสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจว่าสิ่งที่นักเรียนเรียนไปนั้นคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร ทำให้นักเรียนสามารถมีความรู้ชัดเจนเมื่อเวลาผ่านไปทำให้นักเรียนยังคงมีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนไปได้เช่นเดิมหรืออาจมากกว่าเดิม

โชติ จันทรวัง (2547: 90-97) วิจัยเรื่อง ผลของการใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความสามารถในการนำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ด้วยแผนภาพของนักเรียนเตรียมทหาร พบว่า หลังการทดลองนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้อภิปรายเพิ่มเติมว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพส่งเสริมให้นักเรียนจัดระบบความคิด ทำให้เห็นโครงสร้างโดยรวมของเนื้อหาและความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในเนื้อหานั้น ๆ ง่ายต่อการเข้าใจ นักเรียนจึงเข้าใจเนื้อหาได้รวดเร็วขึ้น ง่ายต่อการจำ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาโดยรวมดีขึ้นส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้นด้วย

นุศรียา จิตตารมย์ (2548: 93-100) วิจัยเรื่อง ผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า หลังการทดลอง นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และนักเรียนกลุ่มทดลอง

มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยลนภา พลชัย (2548: 66-73) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดอุดรธานี ผลปรากฏว่า หลังการทดลองนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 อีกทั้งนักเรียนกลุ่มนี้มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้อภิปรายเพิ่มเติมว่า โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์มีการสอนแบบอุปนัยทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์อย่างต่อเนื่อง และมโนทัศน์นั้นจะยังคงอยู่ได้ยาวนานกว่าที่ครูใช้วิธีการสอนแบบนินัย ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

พิพัฒน์ ปานชื่น (2555: 56-60) ได้วิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมโดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ร่วมกับการสอนแบบตอบสนองด้วยท่าทางที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดอนทองวิทยา จังหวัดพิษณุโลก ปีการศึกษา 2557 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 73.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคงทนหลังการจัดการเรียนรู้ 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้อภิปรายเพิ่มเติมว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้นักเรียนสามารถสร้างและตรวจสอบมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง และทำให้นักเรียนจดจำลักษณะสำคัญในเรื่องที่เรียนได้เพราะในแต่ละขั้นช่วยให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ได้อย่างต่อเนื่อง

อรพรรณ เลื่อนแป้น (2555: 49-55) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ปีการศึกษา 2554 พบว่า 1) ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรม 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีความคงทนโดยคะแนนเฉลี่ยโดยการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 หลังการจัดกิจกรรม ไม่แตกต่างกัน และได้เสนอแนะเพิ่มเติมว่า โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์มีขั้นตอนที่ให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างมาตั้งสมมติฐานและสรุปเป็นมโนทัศน์ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการสอนแบบอุปนัย การสอนแบบอุปนัยนี้จะช่วยพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์อย่างต่อเนื่อง และมโนทัศน์จะคงทนได้ยาวกว่าการสอนแบบนินัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

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

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 223 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดอุดรธานี โดยผู้วิจัยทำการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มา 2 กลุ่ม และใช้การสุ่มอย่างง่ายเพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านนาข้าวซุ่ม อำเภอสร้างคอม จังหวัดอุดรธานี ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนวัตกรรม

กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านดอนเต๋อ อำเภอสร้างคอม จังหวัดอุดรธานี ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 แล้วพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 30.56 และ 31.06 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1. ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.3 ศึกษาคู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เลขยกกำลัง

1.4 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้

1.5 วิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เลขยกกำลัง ออกมาได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 ตารางวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง

ลำดับ	เรื่อง	มโนทัศน์
1	ความหมายของเลขยกกำลัง	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ และ n แทนจำนวนเต็มบวก “ a ยกกำลัง n ” หรือ “ a กำลัง n ” เขียนแทนด้วย a^n มีความหมายดังนี้ $a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_n$ $n \text{ ตัว}$ เรียก a ว่าฐาน และ n ว่าเลขชี้กำลัง
2	การดำเนินการของเลขยกกำลัง	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ m และ n แทนจำนวนเต็มบวก $a^m \times a^n = a^{m+n}$
3	การดำเนินการของเลขยกกำลัง	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ m และ n แทนจำนวนเต็มบวก $a^m \div a^n = a^{m-n}$

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับ	เรื่อง	มโนทัศน์
4	การดำเนินการของเลขยกกำลัง	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ $a^0 = 1$
5	การดำเนินการของเลขยกกำลัง	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$
6	สัญกรณ์วิทยาศาสตร์	สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ เขียนอยู่ในรูป $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม

1.6 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะอธิบายถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3 ตารางแสดงหน่วยการเรียนรู้และจำนวนคาบของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	หน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ การจัดการเรียนรู้ ที่เน้นมโนทัศน์	จำนวนคาบ การจัดการเรียนรู้ แบบปกติ
1	ความหมายของเลขยกกำลัง	1	1
2	ความหมายของเลขยกกำลัง	1	2
3	การดำเนินการของเลขยกกำลัง	2	2
4	การดำเนินการของเลขยกกำลัง	1	1
5	การดำเนินการของเลขยกกำลัง	1	2
6	การดำเนินการของเลขยกกำลัง	1	2
7	สัญกรณ์วิทยาศาสตร์	1	1
8	สัญกรณ์วิทยาศาสตร์	2	2
รวม		10	13

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
2. สาระสำคัญ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. สาระการเรียนรู้
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้
 - 5.1 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมีโนทัศน์
 - ขั้นตอนที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียน
 - ขั้นตอนที่ 2 การให้ตัวอย่าง
 - ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน
 - ขั้นตอนที่ 4 การสรุปมีโนทัศน์
 - ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้
 - 5.2 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
 - ขั้นนำ
 - ขั้นสอน
 - ขั้นสรุป
6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
8. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม แล้วปรับปรุงตามคำแนะนำ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่านตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความสอดคล้องกันของ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ รวมทั้งการ วัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item-objective Congruence) โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้มีค่าตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมา ปรับปรุงแก้ไข

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อพิจารณาอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

1.10 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

2. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที ใช้ทดสอบทันทีหลังการทดลองและทดสอบเพื่อวัดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองไปแล้ว 2 สัปดาห์ ด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 ศึกษาหนังสือเรียน คู่มือครู เอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลและประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อกำหนดโครงสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง จำนวน 40 ข้อ ดังนี้

ตาราง 4 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

ลำดับ	มโนทัศน์	จำนวนที่ สร้าง	จำนวนที่ คัดเลือกไว้
1	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ และ n แทนจำนวนเต็มบวก “ a ยกกำลัง n ” หรือ “ a กำลัง n ” เขียนแทนด้วย a^n มีความหมายดังนี้ $a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$	10	5
2	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ m และ n แทนจำนวนเต็มบวก $a^m \times a^n = a^{m+n}$	8	4
3	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ m และ n แทนจำนวนเต็มบวก $a^m \div a^n = a^{m-n}$	8	4
4	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ $a^0 = 1$	4	2
5	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$	4	2
6	สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ เขียนอยู่ในรูป $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม	6	3
รวม		40	20

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับมโน

ทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม แล้วปรับปรุงตามคำแนะนำ

2.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item-objective Congruence) ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งแบบทดสอบฉบับนี้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านนาหมื่น จำนวน 28 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องเลขยกกำลังมาแล้ว เพื่อหาคุณภาพแบบทดสอบ

2.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 210-212) จากนั้นเลือกแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.32 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21 – 0.79 ที่ครอบคลุมเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ตามโครงสร้างแบบทดสอบที่กำหนดไว้ในตาราง 4

2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปรนัย โดยการคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเตอร์-ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197-199) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่น 0.87 แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

2.9 จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Research) ที่ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ดำเนินการทดลองแล้วทำการทดสอบทันทีหลังการทดลองและทดสอบเพื่อวัดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ จากนั้นนำมาทดสอบสมมติฐานด้วยค่าสถิติ t-test ซึ่งใช้แบบแผนการวิจัยดังนี้

ตาราง 5 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบทันทีหลังการทดลอง	ทดสอบหลังการทดลองแล้ว 2 สัปดาห์
E	X	T	T
C	~ X	T	T

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทนกลุ่มทดลอง

- C แทนกลุ่มควบคุม
- X แทนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโมทัศน์
- T แทนการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนบ้านนาหน้าซุ่มและโรงเรียนบ้านดอนเตื่อซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วย
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโมทัศน์และการจัดการเรียนรู้แบบปกติเรื่อง เลขยกกำลัง เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกันและปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโมทัศน์เรื่อง เลขยกกำลัง ซึ่งใช้เวลาในการสอน 10 คาบ และดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 13 คาบ คาบละ 60 นาที
4. ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทันทีหลังการทดลองเสร็จสิ้นโดยใช้เวลาทดสอบ 30 นาที
5. ทำการทดสอบวัดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มหลังการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งแรก โดยเว้นช่วงเวลา 2 สัปดาห์ และใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
6. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโมทัศน์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโมทัศน์กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for Independent Samples
3. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโมทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จากคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test for Independent Samples และใช้สถิติ t-test for Dependent Samples เพื่อประกอบการอภิปรายเพิ่มเติมถึงความคงทนในการเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโมทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สถิติพื้นฐาน

1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 33)

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

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

2) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550:

60)

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

เมื่อ s แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว
 $(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

4.2 สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

1) หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 248-249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดมโนทัศน์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 210-212)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย
 R แทน จำนวนนักเรียน
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3) หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ KR – 20 ของคูเตอร์ ริชาร์ด (ล้วน สายยศ; และ
อังคณา สายยศ. 2538: 197-198)

4.3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

สถิติ t-test for One Sample

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณา t-Distribution
 $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

สถิติ t-test for Independent Samples

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}; \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณา t-Distribution
 $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2
 S_p^2 แทน ความแปรปรวนร่วม
ซึ่ง $S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$
 n_1, n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2
df แทน ชั้นแห่งความอิสระ (Degree of freedom)

สถิติ t-test for Dependent Samples

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณา t-Distribution
D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคน
N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
df แทน ชั้นแห่งความอิสระ (Degree of freedom)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสจังหวัดอุดรธานี มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 3) เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์ เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ดังตาราง 6

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดังตาราง 7

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดังตาราง 8 – 10

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- K แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
- $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
- s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
- μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม)
- t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

กลุ่มตัวอย่าง	n	K	$\bar{X}$	s	μ_0	t
กลุ่มทดลอง	28	20	10.11	4.32	14	-4.76

ตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ เท่ากับ 10.11 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ 50.54 ไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	K	$\bar{X}$	s	t
กลุ่มทดลอง	28	20	10.11	4.32	5.28 *
กลุ่มควบคุม	20	20	7.10	2.71	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(01,46)} = 2.6870$)

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์และกลุ่มที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	K	ทดสอบครั้งที่ 1		ทดสอบครั้งที่ 2	
			$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s
กลุ่มทดลอง	28	20	10.11	4.32	10.04	3.98
กลุ่มควบคุม	20	20	7.10	2.71	6.75	3.04

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์ในการ
ทดสอบครั้งที่ 1 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.11
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.32 และการทดสอบครั้งที่ 2 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.98 ส่วนกลุ่มที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ในการทดสอบครั้งที่ 1 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.71 และการทดสอบ
ครั้งที่ 2 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.75 ส่วน
เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.04

ตาราง 9 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการทดสอบครั้งที่ 2
ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	K	$\bar{X}$	s	t
กลุ่มทดลอง	28	20	10.04	3.98	5.72 *
กลุ่มควบคุม	20	20	6.75	3.04	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(.01,46)} = 2.6870$)

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์มีความ
คงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตาราง 10 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตสโน้และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	K	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	t
กลุ่มทดลอง	28	20	10.11	10.04	1.44*
กลุ่มควบคุม	20	20	7.10	6.75	2.51**

*ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{(.05, 27)} = 2.0518$)

**ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{(.05, 19)} = 2.0930$)

จากตาราง 10 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสจังหวัดอุดรธานี มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนขยายโอกาสในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านนาน้ำซึม อำเภอสร้างคอม จังหวัดอุดรธานี ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์

กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านดอนเต้อ อำเภอสร้างคอม จังหวัดอุดรธานี ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เลขยกกำลัง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.32 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.79

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เมื่อศึกษาตำราและเอกสารเกี่ยวกับเรื่อง เลขยกกำลัง แล้วพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้จำนวน 13 คาบ แต่กลุ่มทดลองสามารถจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์เพียงจำนวน 10 คาบ ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้สัปดาห์ละ 3 คาบ ในภาพรวมจะใช้ระยะเวลาจำนวน 5 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แล้ว ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่ม

ควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง และทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งเมื่อผ่านการทดสอบครั้งแรกไปแล้ว 2 สัปดาห์

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์ไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
3. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์ มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

อภิปรายผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสจังหวัดอุดรธานี สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์ไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจมีสาเหตุจากการที่ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโน้ตส์ด้วยเกณฑ์ผ่านที่สูงเกินไป แต่เมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วมีค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ 50.54 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดจากกระทรวงศึกษาธิการคือร้อยละ 50 ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ เช่น งานวิจัยของพิริยะพงศ์ เตชะศิริยืนยง (2552: 58-66) เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ เรื่องการให้เหตุผล โดยใช้เกณฑ์ผ่าน ร้อยละ 65 งานวิจัยของอรุณ อัณโย (2553: 119-126) เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการการใช้ตัวแทนที่หลากหลายและเครื่องคำนวณเชิงกราฟที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พังก์ชัน โดยใช้เกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการคือร้อยละ 50 งานวิจัยของบริสุทธิธรรม พิมพ์ศิริ (2554: 70-77) เรื่อง ผลการใช้กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้เกมผ่านการละเล่นไทยเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งใช้เกณฑ์ร้อยละ 60 งานวิจัยของสุปรียาชาติ สังข์ทองจีน (2554: 78-85) เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เอกนาม โดยใช้เกมประกอบการสอน โดย

ใช้เกณฑ์ผ่านร้อยละ 60 และงานวิจัยของอรรถพรณ เลื่อนแป้น (2555: 49-55) เรื่อง การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 60 งานวิจัยเหล่านี้ทำให้ผู้วิจัยตระหนักได้ว่าผลของงานวิจัยส่วนหนึ่งเป็นเพราะผู้วิจัยตั้งเกณฑ์การผ่านไว้สูงมากเกินไป ไม่เหมาะสมกับความพร้อมของนักเรียนซึ่งผู้วิจัยพบข้อบกพร่องนี้ในระหว่างที่จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยพฤติกรรมของนักเรียนทั้งสองกลุ่มที่พบคือ เมื่อตั้งคำถามในชั้นเรียนจะมีนักเรียนเพียงบางคนที่ตอบคำถาม ผู้วิจัยได้แก้ปัญหานี้โดยการเดินเข้าไปเร้าให้นักเรียนตอบคำถามให้ทั่วถึงทั้งชั้น แต่เมื่อตั้งคำถามให้หาผลคูณ นักเรียนจะใช้เวลาท่องสูตรคูณในใจหรือดูแม่สูตรคูณก่อนตอบคำถาม

2. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

เหตุที่ผลการทดลองเป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งกลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้รู้จักการสังเกต เปรียบเทียบ แยกแยะ จนสามารถคาดการณ์ผลสรุปและสรุปผลได้ด้วยตนเอง จากขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนจะได้รับการเร้าให้สนใจในบทเรียน กระตุ้นให้สงสัยอยากรู้

ขั้นตอนที่ 2 การให้ตัวอย่าง นักเรียนจะได้สังเกตและเปรียบเทียบตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ทั้งตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบ โดยมีตัวอย่างที่มากเพียงพอให้นักเรียนสังเกตความคล้ายคลึงและความแตกต่างจนสามารถแยกลักษณะของตัวอย่างทางบวกและตัวอย่างทางลบได้

ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้บอกสมมติฐานหรือลักษณะที่มีร่วมกันของมโนทัศน์ที่ได้จากการสังเกตตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปมโนทัศน์ ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนสมมติฐานโดยการสร้างโครงข่ายความสัมพันธ์ลักษณะของสิ่งที่เป็นมโนทัศน์จากตัวอย่างในขั้นตอนที่ 2 เมื่อครบถ้วนแล้วนำมาสรุปเป็นมโนทัศน์ และขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ นักเรียนจะได้ทำการฝึกฝนโดยการทำโจทย์ที่หลากหลายหรือการทำแบบฝึกหัด

ขั้นตอนเหล่านี้จะเร้าให้นักเรียนสนุกสนานและกระตือรือร้นในการเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งซึ่งสามารถระลึกถึงความรู้เพื่อนำมาใช้ภายหลังได้ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียนโดยตรงด้วยการบรรยาย แม้ว่านักเรียนเข้าใจและสามารถทำแบบฝึกหัดท้ายคาบได้ แต่นักเรียนเข้าใจไม่ลึกซึ้งเพียงพอที่จะระลึกความรู้มาใช้ได้ภายหลังได้ จึงทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของโชติ จันทรวงศ์ (2547: 90-97) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนจัดระบบความคิด ทำให้เห็นโครงสร้างโดยรวมของเนื้อหาและความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในเนื้อหานั้น ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาโดยรวมดีขึ้นส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นอกจากนี้ยังกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์สามารถช่วยลดระยะเวลาของ

หน่วยการเรียนรู้ได้เนื่องจาก เนื้อหาบางอย่างสามารถนำมาแสดงการเปรียบเทียบกันได้ ดังเช่นในงานวิจัยนี้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์สามารถลดระยะเวลารวมในการจัดการเรียนรู้แบบปกติจาก 13 คาบ เป็น 10 คาบ และยังให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สูงกว่าได้

3. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งอาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนได้สังเกต เปรียบเทียบ แยกแยะ สร้างข้อคาดการณ์ กระทั่งสรุปเป็นมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนจดจำและระลึกได้เมื่อต้องนำความรู้มาใช้ สอดคล้องกับที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทน เช่น รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ (2545: 53-58) กล่าวว่า ลักษณะการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในความหมายของสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจว่าสิ่งที่นักเรียนเรียนไปนั้นคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร ทำให้นักเรียนสามารถมีความรู้ชัดเจนเมื่อเวลาผ่านไปทำให้นักเรียนยังคงมีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนไปได้เช่นเดิมหรืออาจมากกว่าเดิม ยลนภา พลชัย (2548: 66-73) กล่าวว่า โมเดลการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์อย่างต่อเนื่อง มโนทัศน์นั้นจะยังคงอยู่ได้ยาวนานกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทำให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และยังมีพัฒนาขึ้น (2555: 56-60) กล่าวทำนองเดียวกันว่า การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถสร้างและตรวจสอบมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนจดจำลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ได้ดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ยังมีรูปแบบวิธีการอื่น ๆ อีกมากมาย ครูจะต้องศึกษาวิธีการต่าง ๆ ให้หลากหลายและเลือกมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม

1.2 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ต้องอาศัยการตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต จินตนาการเป็นมโนทัศน์ได้ ครูจึงควรเตรียมคำถามให้ดีและมากพอที่จะนำนักเรียนสู่กระบวนการทั้ง 5 ขั้นได้ โดยครูอาจศึกษารูปแบบการสอนด้วยวิธีการตั้งคำถามระดับสูงเพิ่มเติม

1.3 ครูควรตรวจสอบทักษะการคำนวณและเสริมสร้างให้นักเรียนมีความพร้อมเพียงพอก่อนที่จะสอนเนื้อหาที่มีความเชื่อมโยงกัน

1.4 ครูควรสอดส่องและให้คำปรึกษาแก่นักเรียนระหว่างทำกิจกรรมอย่างทั่วถึง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

2.1 ควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ในเนื้อหาอื่น ๆ เช่น จำนวนเต็ม จำนวนจริง พื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นต้น

2.2 ควรตั้งสมมติฐานให้สอดคล้องกับระดับความสามารถของนักเรียน ไม่ควรตั้งสมมติฐานที่สูงหรือต่ำเกินไป



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. (2528). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- กมลวรรณ ใจอารีย์. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ. (2541). รายงานการวิจัยเรื่อง สภาพความคาดหวังสภาพปัจจุบันและปัญหาของกระบวนการจัดการเรียนการสอนระดับประถมและมัธยมศึกษาในวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: ศุภสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- กิตติมา สุรสนธิ. (2548). ความรู้ทางการสื่อสาร (Introduction to Communication). กรุงเทพฯ: คณะวารสารและสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2555). การคิดเชิงมโนทัศน์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- เกศินี โชติเสถียร. (2523). การใช้เทคโนโลยีทางการสอนในห้องเรียน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เกศินี จุฑาวิจิตร. (2542). การสื่อสารเพื่อพัฒนาท้องถิ่น. นครปฐม: คณะวิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏนครปฐม.
- จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า. (2537). ความคิดรวบยอด...เรื่องที่ครูควรอ่าน. วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (2): 19-22.
- . (2542). ความคิดรวบยอดและแนวทางในการพัฒนาศิลปะหลังสมัยใหม่. วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 7(2): 28-33.
- จิตติมา ชอบเอียด. (2551). การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิราภา เต็งไตรรัตน์. (2544). จิตวิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2544). ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2561). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวาล แพรัตกุล. (2526). เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2543). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา.
กรุงเทพฯ.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2554). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ:
แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. (2544). คู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญระดับประถมศึกษา.
กรุงเทพฯ: แม็ค.
- ชานนท์ จันทรา. (2555). การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ:
อาร์ แอนด์ เอ็น ปรีนท์.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2546). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ: เทพนิมิตการพิมพ์.
- (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: ฐานบัณฑิต.
- โชติ จันทรวงศ์. (2547). ผลของการใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพในการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และความสามารถในการ
นำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ด้วยแผนภาพของนักเรียนเตรียมทหาร. วิทยานิพนธ์
ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐกานต์ จอมขันเงิน. (2549). การใช้เกมฝึกสมองเพื่อสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง
คณิตศาสตร์. สารนิพนธ์ ศศ.ม. (จิตวิทยาทางการศึกษาและการแนะแนว). เชียงใหม่:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐภูมิ กิจรุ่งเรือง. (2547-2548). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมโดยใช้เกม: แนวทาง
สู่การปฏิบัติ. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2(2): 91.
- ถวิล ธาราโกชน และศรัลย์ ดาริสุข. (2545). พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาคน. พิมพ์ครั้งที่ 3.
กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ทศนา แคมณี. (2553). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรรัตน์ สัณหรณ์. (2556). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.

- นวรรตน์ ศิริโชติ. (2521). ผลของวิธีสอนแบบอุปมานและอนุมาน ต่อการเรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ จ.ม. (จิตวิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นันทิยา ไชยสะอาด. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นัตยา ปิลันธนาพันธ์. (2542). การเรียนรู้ความคิดรวบยอด. กรุงเทพฯ: เจ้าพระยาระบบการพิมพ์.
- นุศรียา จิตตารมย์. (2548). ผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ จ.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ. (2554). ผลการใช้ชุดกิจกรรมขมุนคณิตศาสตร์โดยใช้เกมผ่านการเล่นเกมไทยเพื่อส่งเสริมทักษะทางการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญศิริ สุวรรณเพ็ชร. (2538). พจนานุกรมจิตวิทยาฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: เอส & เค บุ๊คส์.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2545). เกมและการใช้เกมเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชน. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์. 3(2-3): 30.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2549). ธรรมชาติและกระบวนการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: จิตทัศน์การพิมพ์.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2546). จิตวิทยาทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: พิมพ์ลักษณ์.
- บุญยงกุล กุลเพชร. (2552). การศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ผกายมาศ เหมชูเกียรติ. (2557). ผลการใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบเรียนเป็นคู่เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พรรณทิภา ทองนวล. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้ อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มี ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรภัทร สินดี. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และ พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). วิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิพัฒน์ ปานชื่น. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่ง มโนทัศน์ร่วมกับการสอนแบบตอบสนองด้วยท่าทางที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และ ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย นเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- ปริยพงศ์ เตชะศิริยิณง. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้เกมคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผล. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพันธ์ เตชะคุปต์. (2544). วิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ พว.
- พูนทรัพย์ สิทธิพรหม. (2540). การสื่อสารเพื่อพัฒนาท้องถิ่น. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- ภาณุมาส เศรษฐจันทร์. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว และการชั่ง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เกม ประกอบการจัดการเรียนรู้. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กัมพา ลอยวิเวก. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติจาก เรื่อง ระบบสมการ เชิงเส้นสองตัวแปรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช. (2549). เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ = *Teaching Mathematics* หน่วยที่ 1-7. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช.
- ยลนภา พลชัย. (2548). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- เยาวพา เตชะคุปต์. (2542). กิจกรรมสำหรับเด็กปฐมวัย. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- รวีวรรณ ฐมชัย. (2534?). วิธีการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์. (2545). ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- (2540). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). เทคนิคการจัดการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลักคณา เสนเฑฤทธิ์. (2551). ผลการจัดกิจกรรมเกมการศึกษาที่มีต่อพฤติกรรมทางสังคมของเด็กปฐมวัย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณิ ธรรมโชติ. (2550). หลักการคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- วรสุดา บุญไวยโรจน์. (2536). เรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วารินทร์ รัตมีพรหม. (2532). การออกแบบสาร หลักการและทฤษฎี. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิภาพร มาพบสุข. (2542). จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

- วิมล ธรรมโรเวศน์. (2558). ผลของรูปแบบการสอนมโนทัศน์เสริมด้วยเกมการศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). อุตรธานี: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี. ถ่ายเอกสาร.
- วิสุทธิ คงกลีบ. (2558). *Math League: เทคนิคการสอนรูปแบบใหม่ที่จะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร. (2551-2552). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต "พิบูลบำเพ็ญ". ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 20(1): 25-36.
- (2557). การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์. ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 25(2): 93-108.
- ศิริพร รัตนโกสินทร์. (2546). การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพรรณ ศรีอุทธา. (2548). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4). วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- (2555). *คู่มือคณิตศาสตร์มื่ออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- (2555). *ตัวอย่างการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สมใจ ทิพย์ชัยเมธา; และลออ ชูติกร. (2525). *การเล่นและเกมสำหรับเด็กปฐมวัย ในเอกสารประกอบการสอนชุดวิชา สื่อการสอนสำหรับเด็กปฐมวัย เล่ม 1*.
- สัญญา ภัทรากร. (2552). ผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สันนิสา สมัยอยู่. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพ วิชาการ.
- (2558). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2553). นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทพร รัตนกุล. (2551). อารยธรรมกับการสื่อสาร. นนทบุรี: วิทยาลัยศาสนศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุนีย์ เพี้ยซ้าย. (2540). กิจกรรมคณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏ สอนดุสิต.
- สุปรียชาติ สังข์ทองจีน. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม โดยใช้เกมประกอบการสอน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2548). จิตวิทยาทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒนา อุทัยรัตน์. (2546). วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒนา เอี่ยมมอพรณ. (2549). วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสำหรับครู ในยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2545). 60 วิธีการจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ดวงกลมสมัย.
- (2547). ครบเครื่องเรื่องการคิด. กรุงเทพฯ.
- (2551). กลยุทธ์การสอนคิดเชิงมโนทัศน์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. (2545). วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ หิรัญภานนท์. (2540). พจนานุกรมศัพท์การศึกษา. กรุงเทพฯ: ไอคิวบุ๊คเซนเตอร์.
- สำนักคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ สถาบันส่งเสริมการสอนคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). แนวโน้มของการศึกษาคณิตศาสตร์ Trends in Mathematics Education. กรุงเทพฯ: พรานเพรส (2002).

- เสนอห์ หมายจากกลาง. (2554). ความรู้เชิงมโนทัศน์ จุดเน้นของการสอนคณิตศาสตร์. *ครุกาญจน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี*. 2(3): 38-46
- ไสว พักขาว. (2542). *การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์จำกัด
- อัจฉรา ชีวพันธ์. (2523). *คู่มือการสอนภาษาไทย: กิจกรรมการเล่นประกอบการสอน*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- อัมพร ม้าคอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2552). การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และ คำถามระดับสูง. *ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. 37(3): 1-13.
- (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- อรสา อิศรางกูร ณ อยุธยา. (2556). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์เพื่อ เสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทพศิรี นทร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การวิจัยและการประเมินทางการศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อรญา อัญโย. (2553). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยบูรณาการการใช้ ตัวแทนที่หลากหลายและเครื่องคำนวณเชิงกราฟที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชัน*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อรพรรณ เลื่อนแป้น. (2555). *การศึกษารูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยม สาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ. ศศ.ม. (การสอน คณิตศาสตร์)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อรพรรณ เลื่อนแป้น และ สิริพร ทิพย์คง. (2557). *การสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้รูปแบบการสร้างมโนทัศน์ของ Lasley and Matchzynski. ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*. 29(2): 203-207.
- อรพรรณ พรสีมา. (2543). *การคิด*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาการคิด.
- อัจฉราพรรณ เกิดแก้ว. (2524). *การเปรียบเทียบมโนทัศน์พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้วยชุดสื่อการ สอนและการบรรยายสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุดม จำรัสพันธ์. (2541). เอกสารประกอบการสอนวิชาจิตวิทยาการสอนเด็กวัยเรียน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Edward, J. Thomas; John, R. Brunsting; & Pam, L. Warrick. (2010). *Styles and Strategies for Teaching High School Mathematics: 21 techniques for differentiating instruction and assessment*. The United State of America: Crowin Press.
- Eysank, H. J.; & Meili, R. (1972). *Encyclopedia of Psychology*. London: Herder and Herder.
- Gage, R. L. (1976). A student of effects of positive and negative instances on the acquisition of selected algebra concept as a function of cognitive style. *Dissertation Abstracts International*. 37(8): 4929-A.
- Good, Cater V. (1972). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill.
- Johanning, I. Debra. (2000, March). An analysis of writing and Postwriting Group Collaboration in Middle School Pre-Algebra. *School Science and Mathematics*. 100(3): 151-160.
- Joyce, Bruce ; Weil, Marsha; & Calhoun, Emily. (2000). *Models of Teaching*. 6th ed. The United State of America: Pearson Education Company.
- Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics*. In Handbook on Formative and Summative of Student Learning. Bloom B. S., Hasting J. T., and Madaus G. F. editions. New York: McGraw-Hill Book company.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. อาจารย์ ดร.สุทินันท์ บุญพัฒนาภรณ์
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ครูสุริยันต์ ยางศรี
ครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนอนุตรพิทยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
3. ครูปัทมา เพชรศรี
ครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนน้ำโสมพิทยาคม อำเภอน้ำโสม จังหวัดอุดรธานี

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2
ปีการศึกษา 2560 ภาคเรียนที่ 2

รายวิชา คณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง
 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนใช้เวลาจำนวน 1 คาบ
 การจัดการเรียนรู้แบบปกติใช้เวลาจำนวน 1 คาบ

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวน
 ในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์
 ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย
 และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ
 และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ค1.1 ม.1/2 เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มและเขียนแสดงจำนวน
 ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (scientific notation)

ค1.2 ม.1/3 อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม

2. สาระสำคัญ

บทนิยาม ถ้า a แทนจำนวนใด ๆ และ n แทนจำนวนเต็มบวก

“ a ยกกำลัง n ” หรือ “ a กำลัง n ” เขียนแทนด้วย a^n

มีความหมายดังนี้
$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_n \text{ ตัว}$$

เรียก a^n ว่า เลขยกกำลัง ที่มี a เป็นฐาน และ n เป็นเลขชี้กำลัง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์: เพื่อให้นักเรียน

3.1.1 บอกความหมายของเลขยกกำลังได้

3.1.2 หาค่าของเลขยกกำลังได้

3.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: เพื่อให้นักเรียน

3.2.1 อ่านเลขยกกำลังได้ถูกต้อง

3.2.2 เขียนจำนวนที่คูณซ้ำกันหลาย ๆ ตัวในรูปเลขยกกำลังได้ถูกต้อง

3.2.3 เรียงลำดับค่าของเลขยกกำลังได้ถูกต้อง

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์: เพื่อให้นักเรียน

3.3.1 มีความสนใจและกระตือรือร้นในชั้นเรียน

3.3.2 มีความรับผิดชอบและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

4. สารการเรียนรู้

บทนิยาม ถ้า a แทนจำนวนใด ๆ และ n แทนจำนวนเต็มบวก

“ a ยกกำลัง n ” หรือ “ a กำลัง n ” เขียนแทนด้วย a^n

มีความหมายดังนี้
$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$$

เรียก a^n ว่า เลขยกกำลัง ที่มี a เป็นฐาน และ n เป็นเลขชี้กำลัง

5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ห้องสมุดคณิตศาสตร์

3. คลิปการ์ตูน เรื่อง นารูโตะ

4. แบบฝึกหัดที่ 1 ความหมายของเลขยกกำลัง

5. ชุดตารางสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการแยกร่างของตัวละครในการ์ตูนเรื่อง นารูโตะ

ตารางที่ 2 ตารางใช้ชั่วคราว/มั่วแน่

ตารางที่ 3 ✓/✗

6. ชุดโจทย์สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม

6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

คาบที่ 1

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ขั้นตอนที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียน 1. ครูเปิดคลิปการตูนเรื่อง นารูโตะ ซึ่งเป็นการ์ตูนญี่ปุ่นเกี่ยวกับนินจาที่สามารถแยกร่างได้โดยใช้คาถา เงามแยกร่าง 2. ครูตั้งเงื่อนไขให้นักเรียนว่า ถ้านักเรียนสามารถแยกร่างจาก 1 ร่างเป็น 2 ร่าง จาก 2 ร่างเป็น 4 ร่างไปเรื่อย ๆ นักเรียนต้องแยกร่างกี่ครั้งจึงจะมี 8 ร่าง [3 ครั้ง] แล้วถ้าต้องการให้มีมากกว่า 30 ร่างนักเรียนต้องแยกร่างอย่างน้อยที่สุดกี่ครั้ง [5 ครั้ง] 3. ครูนำเสนอตารางที่ 1 แสดงจำนวนครั้งและจำนวนร่าง พร้อมแนะนำว่านักเรียนจะต้องใช้การสังเกตเพื่อสรุปโมโนทัศน์ของบทเรียนวันนี้ ขั้นตอนที่ 2 การให้ตัวอย่าง 1. ครูยกตัวอย่างข้อความ 2^3 มี 2 เป็นฐาน มี 3 เป็นเลขชี้กำลัง 4^7 มี 4 เป็นฐาน มี 7 เป็นเลขชี้กำลัง $(-6)^5$ มี -6 เป็นฐาน มี 5 เป็นเลขชี้กำลัง 2^3 มี 2 เป็นข้างล่าง มี 3 เป็นข้างบน 4^7 มี 4 เป็นกำลัง มี 7 เป็นฐาน $(-6)^5$ มี 6 เป็นฐาน มี 5 เป็นเลขชี้กำลัง แล้วนำมาใส่ตารางใช้ชั่วคราว/มั่วแน่ ให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง ดังตารางที่ 2 2. ครูยกตัวอย่างสมการ $2^3 = 2 \times 2 \times 2$, $2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$, $2^6 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$, $2^3 = 2 + 2 + 2$, $2^3 = 3 + 3$, $2^3 = 2 \times 3$, $2^5 = 5 \times 5$, $3^4 = 3 \times 3 \times 3 \times 3$ $6^3 = 6 \times 6 \times 6$ $(-5)^4 = (-5) \times (-5) \times (-5) \times (-5)$ $3^4 = 3 + 3 + 3 + 3$ $(-5)^4 = -(5 \times 5 \times 5 \times 5)$ และ	ขั้นนำ 1. ครูเปิดคลิปการตูนเรื่อง นารูโตะ ซึ่งเป็นการ์ตูนญี่ปุ่นเกี่ยวกับนินจาที่สามารถแยกร่างได้โดยใช้คาถา เงามแยกร่าง 2. ครูตั้งเงื่อนไขให้นักเรียนว่า ถ้านักเรียนสามารถแยกร่างจาก 1 ร่างเป็น 2 ร่าง จาก 2 ร่างเป็น 4 ร่างไปเรื่อย ๆ นักเรียนต้องแยกร่างกี่ครั้งจึงจะมี 8 ร่าง [3 ครั้ง] แล้วถ้าต้องการให้มีมากกว่า 30 ร่างนักเรียนต้องแยกร่างอย่างน้อยที่สุดกี่ครั้ง [5 ครั้ง] 3. ครูนำเสนอตารางแสดงจำนวนครั้งและจำนวนร่าง ให้นักเรียนดู และแนะนำว่าลักษณะเช่นนี้คือเรื่องเลขยกกำลัง ขั้นสอน 1. ครูอธิบายนิยามของเลขยกกำลัง ดังนี้ ถ้า a แทนจำนวนใดๆ และ n แทน จำนวนเต็มบวก “a ยกกำลัง n” หรือ “a กำลัง n” เขียนแทนด้วย a^n มีความหมายดังนี้ $a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_n$ ตัว เรียก a^n ว่า เลขยกกำลัง ที่มี a เป็นฐาน และ n เป็นเลขชี้กำลัง 2. ครูยกตัวอย่างที่ 1 พร้อมทั้งให้นักเรียนอภิปรายว่าตัวอย่างเลขยกกำลังที่กำหนดให้ นั้น อ่านว่าอย่างไร ส่วนใดเป็นฐานและส่วนใดเป็นเลขชี้กำลัง 3. ครูยกตัวอย่างที่ 2 เมื่อมีจำนวนที่คูณตัวเองซ้ำๆ กันหลายๆตัว อาจจะใช้เลขยกกำลังเขียนแทนจำนวนเหล่านั้น

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
$6^3 = 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3$ แล้วนำมาใส่ตาราง ✓, ✕ ให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง ดังตารางที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน 1. ครูให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้จากตารางที่ 2 [นักเรียนควรตอบว่าจะมีข้อความเป็นตัวเลข 2 ตัว ตัวแรกอยู่ในบรรทัดปกติ อีกตัวหลังจะยกอยู่ด้านบน โดยตัวเลขด้านล่างเรียกว่าฐาน และตัวเลขด้านบนเรียกว่าเลขชี้กำลัง นักเรียนอาจยกตัวอย่างประกอบด้วยกันก็ได้] 2. ครูให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้จากตารางที่ 3 [นักเรียนควรตอบว่า ถ้า a แทนจำนวนใด ๆ และ n แทนจำนวนเต็มบวก $a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$ นักเรียนอาจยกตัวอย่างประกอบด้วยกันก็ได้] ขั้นตอนที่ 4 การสรุปนิพจน์ ครูให้นักเรียนเขียนโครงข่ายความสัมพันธ์ที่นักเรียนสังเกตได้จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 และสรุปเป็นนิพจน์ ไขว้ ฐาน เลขชี้กำลัง	4. ครูยกตัวอย่างที่ 3 และ 4 ให้นักเรียนดูวิธีการหาค่าเลขยกกำลัง แล้วยกตัวอย่างที่ 5 โดยสุ่มเรียกนักเรียนให้ออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบ โดยมีครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง ขั้นสรุป 1. ครูถามนักเรียนว่า 2^5 หมายความว่าอย่างไร [2 คูณกัน 5 ตัว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 32] 2. ครูถามนักเรียนว่า a^n หมายความว่าอย่างไร [a คูณกัน n ตัว] 3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
✓ $2^3 = 2 \times 2 \times 2$ → การคูณกันของเลขฐาน $2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ → โดยจำนวนตัวของเลขฐาน $2^6 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ → เท่ากับเลขชี้กำลัง $3^4 = 3 \times 3 \times 3 \times 3$ → $6^3 = 6 \times 6 \times 6$ → $(-5)^4 = (-5) \times (-5) \times (-5) \times (-5)$ → สรุปได้ว่า ถ้า a แทนจำนวนใดๆ และ n แทนจำนวนเต็มบวก “a ยกกำลัง n” หรือ “a กำลัง n” เขียนแทนด้วย a^n มีความหมายดังนี้ $a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$ เรียก a^n ว่า เลขยกกำลัง ที่มี a เป็นฐาน และ n เป็นเลขชี้กำลัง ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ ครูให้นักเรียนฝึกหัดโดยการทำแบบฝึกหัดที่ 1	

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์: เพื่อให้นักเรียน 1. บอกความหมายของเลขยกกำลังได้ 2. หาค่าของเลขยกกำลังได้	วิธีวัดผล พิจารณาจากการตอบ คำถามในแบบฝึกหัด ที่ 1 ข้อ 3, 5 เครื่องมือวัดผล แบบฝึกหัดที่ 1 ข้อ 3, 5	เกณฑ์การให้คะแนน แบบฝึกหัดที่ 1 ข้อ 3, 5 มี 8 ข้อย่อย ข้อละ 1 คะแนน เกณฑ์การประเมิน นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ 4 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่าน

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน 1. อ่านเลขยกกำลังได้ถูกต้อง 2. เขียนจำนวนที่คูณซ้ำกันหลาย ๆ ตัวในรูปเลขยกกำลังได้ถูกต้อง 3. เรียงลำดับค่าของเลขยกกำลังได้ถูกต้อง	วิธีวัดผล พิจารณาจากการตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 1 ข้อ 1, 2, 4 เครื่องมือวัดผล แบบฝึกหัดที่ 1 ข้อ 1, 2, 4	เกณฑ์การให้คะแนน แบบฝึกหัดที่ 1 ข้อ 1, 2, 4 มี 16 ข้อย่อย ข้อละ 1 คะแนน เกณฑ์การประเมิน นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่าน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน 1. มีความสนใจและกระตือรือร้นในชั้นเรียน 2. มีความรับผิดชอบและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	วิธีวัดผล พิจารณาจากแสดงพฤติกรรมในระหว่างการจัดการเรียนรู้	เกณฑ์การประเมิน ถ้าวัยละ 80 ของนักเรียนแสดงความสนใจ มีการปรึกษากับเพื่อน ขอคำแนะนำจากครู ส่งงานตามที่ได้รับมอบหมายถือว่าผ่าน

8. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายกฤษฎา นรินทร์)

แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง

ข้อ 1. ให้นักเรียนพิจารณาว่าข้อใดต่อไปนี้แสดงคำอ่านเลขยกกำลังได้ถูกต้อง
โดยเติมเครื่องหมาย ✓ ลงใน ○ และถ้าข้อใดไม่ถูกต้องให้เขียนคำอ่านที่ถูกต้องด้วย

1) 5^3 อ่านว่า กำลังสามของ 5 ○ ถูกต้อง ○ ไม่ถูกต้อง ต้องแก้เป็น.....

2) $(-6)^3$ อ่านว่า ลบของหกยกกำลัง 3 ○ ถูกต้อง ○ ไม่ถูกต้อง ต้องแก้เป็น.....

3) $\left(-\frac{2}{3}\right)^3$ อ่านว่า กำลังสามของลบ $\frac{2}{3}$ ○ ถูกต้อง ○ ไม่ถูกต้อง ต้องแก้เป็น.....

4) 0.5^4 อ่านว่า ศูนย์จุดห้ายกกำลัง 4 ○ ถูกต้อง ○ ไม่ถูกต้อง ต้องแก้เป็น.....

5) $(-7)^4$ อ่านว่า ลบเจ็ดยกกำลัง 4 ○ ถูกต้อง ○ ไม่ถูกต้อง ต้องแก้เป็น.....

6) -2^4 อ่านว่า ลบสองยกกำลัง 4 ○ ถูกต้อง ○ ไม่ถูกต้อง ต้องแก้เป็น.....

ข้อ 2. ให้นักเรียนเขียนจำนวนที่คูณซ้ำกันหลาย ๆ ตัวต่อไปนี้ในรูปเลขยกกำลัง

1) $3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3$ เขียนเป็น..... 2) $0.3 \times 0.3 \times 0.3 \times 0.3$ เขียนเป็น.....

3) $(-9) \times (-9) \times (-9)$ เขียนเป็น..... 4) $-(5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5)$ เขียนเป็น.....

5) $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ เขียนเป็น..... 6) $(-8) \times (-8) \times (-8) \times (-8)$ เขียนเป็น.....

7) $-(1.6 \times 1.6 \times 1.6)$ เขียนเป็น..... 8) $1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1$ เขียนเป็น.....

ข้อ 3. จงหาค่าของเลขยกกำลังต่อไปนี้

1) $3^4 =$ 2) $-3^4 =$ 3) $(-3)^4 =$

4) $2^3 = \dots\dots\dots$ 5) $-2^3 = \dots\dots\dots$ 6) $(-2)^3 = \dots\dots\dots$

ข้อ4. จงเรียงลำดับเลขยกกำลังจากน้อยไปหามาก

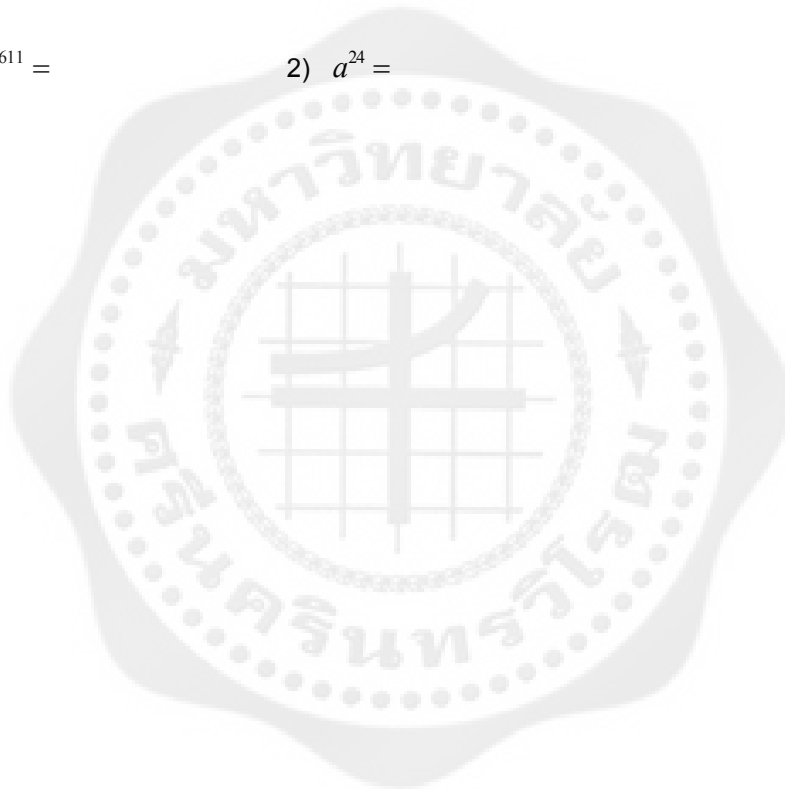
1) $(-1)^6, (-1)^{15}, -3^2, 2^3, (-2)^3$ ตอบ.....

2) $(-2)^5, (-2)^4, -2^2, 2^3, (-2)^3$ ตอบ.....

ข้อ5. จงบอกความหมายของเลขยกกำลังต่อไปนี้

1) $3^{611} =$

2) $a^{24} =$



ชุดตารางสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการแยกร่างของตัวละครในการ์ตูนเรื่อง นารูโตะ

จำนวนครั้ง	จำนวนร่าง
0	
1	
2	
3	
4	
5	
⋮	

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์(ในช่องใช้ชั่วคราว)และไม่เป็นมโนทัศน์(ในช่องมีแนวโน้ม)

ใช้ชั่วคราว	มีแนวโน้ม
2^3 มี 2 เป็นฐาน มี 3 เป็นเลขชี้กำลัง 4^7 มี 4 เป็นฐาน มี 7 เป็นเลขชี้กำลัง $(-6)^5$ มี -6 เป็นฐาน มี 5 เป็นเลขชี้กำลัง	2^3 มี 2 เป็นข้างล่าง มี 3 เป็นข้างบน 4^7 มี 4 เป็นกำลัง มี 7 เป็นฐาน $(-6)^5$ มี 6 เป็นฐาน มี 5 เป็นเลขชี้กำลัง

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์(ในช่อง✓)และไม่เป็นมโนทัศน์(ในช่อง✗)

✓	✗
$2^3 = 2 \times 2 \times 2$ $2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ $2^6 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ $3^4 = 3 \times 3 \times 3 \times 3$ $6^3 = 6 \times 6 \times 6$ $(-5)^4 = (-5) \times (-5) \times (-5) \times (-5)$	$2^3 = 2 + 2 + 2$ $2^3 = 3 + 3$ $2^3 = 2 \times 3$ $2^5 = 5 \times 5$ $2^6 = 6^2$ $3^4 = 3 + 3 + 3 + 3$ $(-5)^4 = -(5 \times 5 \times 5 \times 5)$ $6^3 = 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3$

ชุดโจทย์สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม

โจทย์ที่ 1 สัญลักษณ์ 5^4 อ่านว่า ห้ายกกำลังสี่ หรือกำลังสี่ของห้า

5^4 แทน $5 \times 5 \times 5 \times 5$

5^4 มี 5 เป็นฐาน และมี 4 เป็นเลขชี้กำลัง

โจทย์ที่ 2 1) $7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7$ เขียนแทนด้วย 7^5

2) $(0.3) \times (0.3) \times (0.3) \times (0.3)$ เขียนแทนด้วย $(0.3)^4$

3) $(-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2)$ เขียนแทนด้วย $(-2)^6$

โจทย์ที่ 3 จงหาว่า 5^4 แทนจำนวนใด

วิธีทำ $5^4 = 5 \times 5 \times 5 \times 5$
 $= 625$

ตอบ 625

โจทย์ที่ 4 จงหาว่า $(-3)^5$ แทนจำนวนใด

วิธีทำ $(-3)^5 = (-3) \times (-3) \times (-3) \times (-3) \times (-3)$
 $= -243$

ตอบ -243

โจทย์ที่ 5 จงหาว่าเลขยกกำลังต่อไปนี้แทนจำนวนใด

- 1) 5^3 2) $(-5)^3$ 3) -5^3
4) 5^4 5) $(-5)^4$ 6) -5^4

วิธีทำ 1) $5^3 = 5 \times 5 \times 5 = 125$

2) $(-5)^3 = (-5) \times (-5) \times (-5) = -125$

3) $-5^3 = -(5 \times 5 \times 5) = -(125) = -125$

4) $5^4 = 5 \times 5 \times 5 \times 5 = 625$

5) $(-5)^4 = (-5) \times (-5) \times (-5) \times (-5) = 625$

6) $-5^4 = -(5 \times 5 \times 5 \times 5) = -(625) = -625$

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เลขยกกำลัง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง 11 การกำหนดลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง

ลำดับ	มโนทัศน์	จำนวน (ข้อ)	ข้อที่
1	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ และ n แทนจำนวนเต็มบวก “ a ยกกำลัง n ” หรือ “ a กำลัง n ” เขียนแทนด้วย a^n มีความหมายดังนี้ $a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$	5	1, 2, 3, 4, 5
2	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ m และ n แทนจำนวนเต็มบวก $a^m \times a^n = a^{m+n}$	4	6, 7, 8, 9
3	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ m และ n แทนจำนวนเต็มบวก $a^m \div a^n = a^{m-n}$	4	10, 11, 12, 13
4	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ $a^0 = 1$	2	14, 15
5	เมื่อ a แทนจำนวนใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$	2	16, 17
6	สัญกรณ์วิทยาศาสตร์ เขียนอยู่ในรูป $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม	3	18, 19, 20
รวม		20	

ตาราง 12 การวิเคราะห์ข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกตามระดับพฤติกรรม

มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม					รวม	ร้อยละ
	ความรู้ ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า		
1. บทนิยามของเลขยกกำลัง $a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$	1 (3)	1 (1)	-	1 (2)	2 (4,5)	5	25
2. สมบัติเกี่ยวกับ $a^m \times a^n = a^{m+n}$	-	1 (6)	2 (8,9)	1 (7)	-	4	20
3. สมบัติเกี่ยวกับ $a^m \div a^n = a^{m-n}$	-	1 (10)	1 (13)	1 (11)	1 (12)	4	20
4. บทนิยาม $a^0 = 1$	-	-	1 (14)	1 (15)	-	2	10
5. บทนิยาม $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$	-	-	-	2 (16,17)	-	2	10
6. สัญกรณ์วิทยาศาสตร์	1 (20)	1 (18)	1 (19)	-	-	3	15
รวม	2	4	5	6	3	20	100
ร้อยละ	10	20	25	30	15	100	

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้มีจำนวน 20 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก
2. นักเรียนมีเวลาในการทำแบบทดสอบฉบับนี้ 30 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
4. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ให้นักเรียนคืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบ

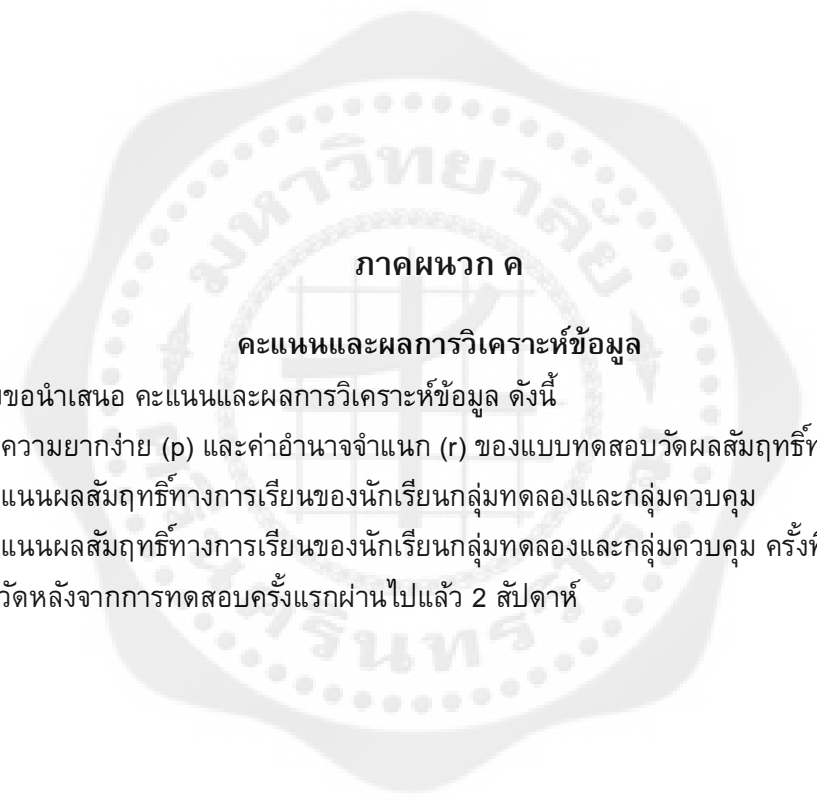


แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง

ข้อ1. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\left(-\frac{2}{5}\right)^4$ ก. $-\left[\frac{2}{5} + \frac{2}{5} + \frac{2}{5} + \frac{2}{5}\right]$ ข. $-\left[\left(\frac{2}{5}\right)\left(\frac{2}{5}\right)\left(\frac{2}{5}\right)\left(\frac{2}{5}\right)\right]$ ค. $\frac{2}{5} + \frac{2}{5} + \frac{2}{5} + \frac{2}{5}$ ง. $\left(-\frac{2}{5}\right)\left(-\frac{2}{5}\right)\left(-\frac{2}{5}\right)\left(-\frac{2}{5}\right)$ ข้อ2. จำนวนในข้อใดมีค่าเท่ากัน ก. 3^1 กับ 3 ข. $(-6)^2$ กับ -6^2 ค. $\left(\frac{2}{3}\right)^3$ กับ $\frac{2^3}{3}$ ง. 5^3 กับ $(-5)^3$ ข้อ3. $7^0 + 0^2$ มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 0 ข. 1 ค. 2 ง. 9	ข้อ4. ข้อความ “3^2 มีค่าเท่ากับ $3+3$” สื่อความหมายได้ตรงกับความหมายของเลขยกกำลังได้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด ก. ถูก เพราะมีผลลัพธ์เท่ากับ 6 ข. ถูก เพราะเป็นไปตามนิยามของเลขยกกำลัง ค. ผิด เพราะ 3^2 มีค่าเท่ากับ $3+3+3$ ง. ผิด เพราะตามความหมายของเลขยกกำลังแล้ว $3^2 = 3 \times 3$ ข้อ5. ข้อใดอธิบายการเขียน 6^4 ในรูปเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นจำนวนเฉพาะได้ถูกต้อง ก. เขียนได้เป็น $2^4 3^4$ เพราะว่า $6 = 2 \cdot 3$ $6^4 = (2 \cdot 3)^4$ $= (2 \cdot 3)(2 \cdot 3)(2 \cdot 3)(2 \cdot 3)$ $= 2^4 3^4$ ข. เขียนได้เป็น 2^{12} เพราะว่า $6 = 2 + 2 + 2$ $6^4 = (2 + 2 + 2)^4$ $= 2^4 + 2^4 + 2^4$ $= 2^{12}$ ค. เขียนได้เป็น 3^{12} เพราะว่า $6 = 2 + 2 + 2$ $6^4 = (2 + 2 + 2)^4$ $= 2^4 + 2^4 + 2^4$ $= 3(2^4)$ $= 3^{12}$ ง. เขียนได้เป็น $2^1 3^4$ เพราะว่า $6 = 3 + 3$ $6^4 = (3 + 3)^4$ $= 3^4 + 3^4$ $= 2(3^4)$ $= 2^1 3^4$
---	---

ข้อ6. $2^4 \times 2^5$ มีค่าตรงกับข้อใด ก. $2^{4 \times 5}$ ข. 2^{4-5} ค. 2^{4+5} ง. $2^{4 \div 5}$	ข้อ11. 3^6 เป็นคำตอบของทุกข้อยกเว้นข้อใด ก. $3^{16} \div 3^{10}$ ข. $3^3 \div 3^3$ ค. $\frac{3^8}{3^2}$ ง. $3^9 \times 3^{-3}$
ข้อ7. ข้อใด<u>ไม่</u>มีค่าเท่ากับ 10^5 ก. $10^3 \times 10^2$ ข. $10^4 \times 10$ ค. $(-10)^5$ ง. 100,000	ข้อ12. จากขั้นตอนวิธีทำต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง $\frac{8^2}{4^2} = \frac{8 \times 8}{4 \times 4} \quad \text{-----}(1)$ $= \frac{2^3 \times 2^3}{2^2 \times 2^2} \quad \text{-----}(2)$ $= \frac{2^6}{2^4} \quad \text{-----}(3)$ $= 2^{6+4} \quad \text{-----}(4)$ $= 2^{10} \quad \text{-----}(5)$ $= 1024 \quad \text{-----}(6)$ ก. การแสดงขั้นตอนวิธีทำนี้เริ่มผิดที่บรรทัดที่ 2 ข. การแสดงขั้นตอนวิธีทำนี้เริ่มผิดที่บรรทัดที่ 3 ค. การแสดงขั้นตอนวิธีทำนี้เริ่มผิดที่บรรทัดที่ 4 ง. การแสดงขั้นตอนวิธีทำนี้ถูกต้องแล้ว
ข้อ8. ผลลัพธ์ของ $5^2 \times 2^3$ ตรงกับข้อใด ก. 33 ข. 80 ค. 200 ง. 400	ข้อ13. ผลลัพธ์ของ $\frac{5^0 \times 2^3 \times 8}{(-2)^8}$ ตรงกับข้อใด ก. 0 ข. $\frac{1}{4}$ ค. $\frac{1}{2}$ ง. 1
ข้อ9. ถ้า $2^6 \times 2^x = 2^{10}$ แล้ว x มีค่าตรงกับข้อใด ก. -4 ข. 4 ค. 12 ง. 16	
ข้อ10. $10^7 \div 10^4$ มีค่าตรงกับข้อใด ก. 10^3 ข. 10^4 ค. 10^8 ง. 10^{11}	

ข้อ14. ข้อใดมีค่าน้อยที่สุด ก. 6^0 ข. 5^1 ค. $(-4)^2$ ง. $(-3)^4$ ข้อ15. $m^3 \times (-m)^2 \times m^{-5}$ มีค่าตรงกับข้อใด ก. 0 ข. 1 ค. m ง. $\frac{1}{m}$ ข้อ16. ข้อใดมีค่าน้อยที่สุด ก. 1^{-3} ข. 2^{-3} ค. 3^{-3} ง. 4^{-3} ข้อ17. ข้อใดมีค่ามากที่สุด ก. 1^{-3} ข. 2^{-3} ค. 3^{-3} ง. 4^{-3}	ข้อ18. 815,200 เขียนอยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ตรงกับข้อใด ก. 8.152×10^5 ข. 8.152×10^6 ค. 8.152×10^{-5} ง. 8.152×10^{-6} ข้อ19. ค่าของ $(3 \times 10^7) + (5 \times 10^4)$ เท่ากับจำนวนใด ก. 8×10^7 ข. 8×10^{11} ค. 3.005×10^7 ง. 3.005×10^{11} ข้อ20. ข้อใดกล่าวถึงการเขียนสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ก. $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม ข. $A \times 10^n$ เมื่อ $1 < A \leq 10$ และ n เป็นจำนวนเต็มบวก ค. $A \times 10^n$ เมื่อ $1 < A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม ง. $A \times 10^n$ เมื่อ $1 < A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็มบวก
---	---



ภาคผนวก ค

คะแนนและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยขอเสนอ คะแนนและผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ครั้งที่ 2
ซึ่งวัดหลังจากการทดสอบครั้งแรกผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์

ตาราง 13 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.50	0.71
2	0.43	0.43
3	0.46	0.50
4	0.36	0.71
5	0.68	0.21
6	0.64	0.43
7	0.46	0.36
8	0.39	0.21
9	0.61	0.36
10	0.68	0.50
11	0.39	0.64
12	0.46	0.36
13	0.57	0.43
14	0.54	0.50
15	0.39	0.50
16	0.54	0.36
17	0.61	0.36
18	0.46	0.79
19	0.32	0.50
20	0.36	0.29

ตาราง 14 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คนที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	1	5	4	20
2	10	50	9	45
3	9	45	1	5
4	7	35	4	20
5	5	25	7	35
6	2	10	7	35
7	15	75	13	65
8	8	40	7	35
9	6	30	7	35
10	7	35	7	35
11	9	45	6	30
12	16	80	6	30
13	14	70	6	30
14	16	80	7	35
15	15	75	5	25
16	15	75	6	30
17	13	65	9	45
18	8	40	10	50
19	4	20	11	55
20	12	60	10	50
21	7	35		
22	7	35		
23	13	65		
24	14	70		
25	14	70		
26	14	70		
27	10	50		
28	12	60		
เฉลี่ย	10.11	50.54	7.10	35.50

ตาราง 15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ครั้งที่ 2 ซึ่งวัดหลังจากการทดสอบครั้งแรกผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์

คนที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	4	20	3	15
2	11	55	10	50
3	7	35	2	10
4	7	35	3	15
5	5	25	5	25
6	4	20	6	30
7	13	65	13	65
8	8	40	7	35
9	6	30	7	35
10	7	35	7	35
11	9	45	6	30
12	16	80	6	30
13	13	65	3	15
14	16	80	7	35
15	15	75	4	20
16	13	65	6	30
17	14	70	9	45
18	8	40	10	50
19	4	20	12	60
20	14	70	9	45
21	5	25		
22	7	35		
23	13	65		
24	14	70		
25	13	65		
26	14	70		
27	10	50		
28	11	55		
เฉลี่ย	10.04	50.18	6.75	33.75



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายกฤษฎา นรินทร์
วันเดือนปีเกิด	25 พฤศจิกายน 2533
สถานที่เกิด	อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	24 หมู่ 20 ตำบลโพนงาม อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี 41130
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านนาข้าวซุ่ม ตำบลบ้านโคก อำเภอสร้างคอม จังหวัดอุดรธานี 41260

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2551	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนนุตรพิทยานุกูล
พ.ศ. 2556	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2561	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ (วิทยาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ