การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5

นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL KNOWLEDGE AND CONNECTION ABILITY OF GRADE FIVE STUDENTS BY ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BASED ON MULTIPLE INTELLIGENCE THEORY

Miss Isariya Paramutthakorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Mathematics Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2013
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5
โดย	นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร
สาขาวิชา	การศึกษาคณิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แย้มรุ่ง)

อิสริยา ปรมัตถากร : การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. (DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL KNOWLEDGE AND CONNECTION ABILITY OF GRADE FIVE STUDENTS BY ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BASED ON MULTIPLE INTELLIGENCE THEORY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน, 212 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

2. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง

3. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4. ศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 40 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม 41 คน นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามีพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

5483476527 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION
KEYWORDS : MULTIPLE INTELLIGENCE THEORY / MATHEMATICAL KNOWLEDGE / CONNECTION ABILITY

ISARIYA PARAMUTTHAKORN : DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL KNOWLEDGE AND CONNECTION ABILITY OF GRADE FIVE STUDENTS BY ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BASED ON MULTIPLE INTELLIGENCE THEORY.
ADVISOR : SANSANEE NENTHIEN, Ph.D., 212 pp.

The purposes of this research were :

1. to compare mathematical knowledge of students between groups being taught by organizing mathematics learning activities based on multiple intelligences theory and by conventional approach.

2. to compare connection ability of students between before and after being taught by organizing mathematics learning activities based on multiple intelligences theory.

3. to compare connection ability of students between groups being taught by organizing mathematics learning activities based on multiple intelligences theory and by conventional approach.

4. to study connection ability development of students who were taught by organizing mathematics learning activities based on multiple intelligences theory.

The subjects were fifth grade students of Anuban Nakhonratchasima School in the second semester of the academic year 2012 . There 40 students in the experimental group and the other 41 in the control group. The experimental group was taught by organizing mathematics learning activities based on multiple intelligences theory and the control group was taught by the conventional approach. The instruments of data collection were mathematical knowledge tests and connection ability tests. The experimental instruments constructed by the researcher were lesson plans focusing on the multiple intelligences theory and conventional lesson plans. The data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation and t-test.

The results of the study revealed that:

1. The mathematical knowledge of students being taught by organizing mathematics learning activities based on multiple intelligence theory were higher than those of students being taught by the conventional approach at a .05 level of significance.

2. The connection ability of students after being taught by organizing mathematics learning activities based on multiple intelligences theory were higher than before the experiment at a.05 level of significance.

3. The connection ability of students being taught by organizing mathematics learning activities based on multiple intelligence theory were higher than those of students being taught by the conventional approach at a .05 level of significance.

4. The students who were taught by organizing mathematics learning activities based on multiple intelligences theory had been gradually improved connection ability.

Department : Curriculum and Instruction Student's Signature .....
Field of Study : Mathematics Education Advisor's Signature .....
Academic Year : 2013

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ได้ด้วยความเมตตาและความกรุณาอย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาดูแลเอาใจใส่ ให้แนวคิดและคำแนะนำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์จนงานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์ พร้อมทั้งให้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีค่าแก่ผู้วิจัยตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แย้มรุ่ง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนเป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครูอาจารย์และนักเรียนโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมาที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือ และการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกคน ที่ให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือ และเป็นกัลยาณมิตรที่ดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับการวิจัยครั้งนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ชาย เป็นอย่างสูงที่ให้ความรัก ความห่วงใย ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด คุณค่าและคุณประโยชน์ทั้งหลายอันเกิดขึ้นจากการวิจัยครั้งนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณบิดา มารดา ตลอดจนครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญภาพ..... ฏ
บทที่
1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
คำถามการวิจัย..... 8
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 9
สมมติฐานของการวิจัย..... 9
ขอบเขตของการวิจัย..... 12
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 12
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 17
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 18
ทฤษฎีพหุปัญญา..... 19
ความเป็นมาของทฤษฎีพหุปัญญา..... 19
ความหมายของพหุปัญญา..... 20
องค์ประกอบของทฤษฎีพหุปัญญา..... 21
ลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางพหุปัญญา..... 27
การใช้ความสามารถทางปัญญาในแต่ละด้านไปช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาในด้านอื่นๆ..... 35
แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา..... 42
รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา..... 47
การวางแผนการสอนตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา..... 51
ความรู้ทางคณิตศาสตร์..... 53
ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์..... 53
ความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์..... 53
ประเภทของความรู้ทางคณิตศาสตร์..... 54
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์..... 57
ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์..... 57

บทที่ หน้า
ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 58
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในลักษณะต่างๆ 59
แนวทางการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 65
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 69
งานวิจัยต่างประเทศ 69
งานวิจัยในประเทศ 71
3 วิธีดำเนินการวิจัย 74
การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 74
การออกแบบการวิจัย 75
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 75
การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 77
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 104
การวิเคราะห์ข้อมูล 105
สถิติที่ใช้ในการวิจัย 106
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 110
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ 111
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ 114
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 122
สรุปผลการวิจัย 126
อภิปรายผลการวิจัย 127
ข้อเสนอแนะ 132
รายการอ้างอิง 134
ภาคผนวก 143
ภาคผนวก ก 144
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 145
ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ 146
ตัวอย่างหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย 156
ภาคผนวก ข 157
ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 158
ภาคผนวก ค 188
ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 189
ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ 194
ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 196

บทที่ หน้า
ภาคผนวก ง 197
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน 198
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน 200
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน 202
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน 207
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 212

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลำดับของรูปกับความยาวรอบรูป	60
2	แสดงการแทนค่า x และค่า y จากจุดยอดมุมของพื้นที่ภายในเส้นตัด	64
3	แสดงแบบแผนการวิจัย	75
4	แสดงเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมงของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	80
5	แสดงเนื้อหา ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	81
6	แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	86
7	แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	97
8	แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	111
9	แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง จากคะแนนเต็ม 28 คะแนน	112
10	แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ จากคะแนนเต็ม 28 คะแนน	113
11	แสดงผลการประเมินแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน	189
12	แสดงผลการประเมินแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน	191
13	แสดงผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน	193
14	แสดงผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน	193

ตารางที่ หน้า

15 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์..... 194
16 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์..... 196

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงคำถามในการเขียนแผนการสอน.....	52
2	แสดงแบบรูปที่กำหนดให้ เพื่อหาคำตอบ.....	60
3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนขวดน้ำอัดลมกับกำไร.....	63
4	แสดงตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา.....	115
5	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา.....	116
6	แสดงตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา.....	118
7	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรมที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา	118
8	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรมที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา	119
9	แสดงตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา.....	120
10	แสดงตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา.....	120

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การที่จะพัฒนาประเทศให้ประสบความสำเร็จไม่ว่าด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคม และวัฒนธรรม จำเป็นต้องอาศัยกำลังคนเป็นปัจจัยสำคัญ และกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนากำลังคนก็คือกระบวนการทางการศึกษา การศึกษาในระดับประถมศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการศึกษาและถือเป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540: 232) เนื่องจากการศึกษาระดับประถมศึกษาเป็นช่วงแรกของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้นการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ทักษะการคิดพื้นฐาน การติดต่อสื่อสาร กระบวนการเรียนรู้ทางสังคมและพื้นฐานความเป็นมนุษย์ การพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างสมบูรณ์และสมดุลทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และวัฒนธรรม โดยเน้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 21) ดังนั้นการศึกษาในระดับนี้จึงจำเป็นต้องวางรากฐานการศึกษาให้แก่นักเรียนให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ เพราะหากคุณภาพของการประถมศึกษาด้อยลงไปย่อมหมายถึงความด้อยของคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อการพัฒนาประเทศ

ในบรรดามวลประสบการณ์ที่จัดให้นักเรียนได้เรียนในระดับประถมศึกษานั้นวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งในกลุ่มทักษะ ซึ่งการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับนี้มีความสำคัญมาก เพราะคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือของการเรียนรู้และเป็นรากฐานของการเรียนรู้ในระดับสูง อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคม เนื่องจากคณิตศาสตร์มักจะเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอในชีวิตประจำวัน ดังที่สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 4) ได้กล่าวว่า การคิด การแก้ปัญหา ความเข้าใจและความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวันและในการทำงาน การมีความรู้ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมากๆ จะทำให้การดำรงชีวิตประจำวันดำเนินไปอย่างราบรื่น สอดคล้องกับ Rajaraman (2005: 360) ที่ได้กล่าวว่า สิ่งที่มีเสน่ห์ที่สุดในการพัฒนาปัญญาของมนุษย์ก็คือ คณิตศาสตร์ ที่ไม่ได้เป็นเพียงแค่ศาสตร์หนึ่งในการศึกษา แต่ยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่มีพลังสำหรับความสามารถในการเข้าใจโลกภายนอกและการดำรงชีวิตได้ นอกจากนี้ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 5) ยังได้กล่าวอีกว่า การมีความสามารถทางคณิตศาสตร์จะเป็นประตูเปิดไปสู่ความสำเร็จในอนาคต ขณะเดียวกันการขาดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก็ถือว่าประตูนั้นถูกปิดไปด้วย

จุดมุ่งหมายของการศึกษาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 คือ การกำหนดคุณภาพของนักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และมีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้

เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพของนักเรียนทางคณิตศาสตร์ควรพัฒนาทั้งด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ (Reys and others, 2004: 22) พร้อมกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นการพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างถ่องแท้ (ปานทอง กุลนาถศิริ, 2546: 12) โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองจากการมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนด้วยการใช้กระบวนการคิด การแสดงความคิดเห็น การโต้แย้ง การลงมือปฏิบัติหรือการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในสถานการณ์ที่ซับซ้อนมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Campbell (1997: 106) ที่ว่าการจัดการเรียนการสอนที่สนับสนุนและเสริมสร้างการคิดให้แก่นักเรียนจะมีความหมายและช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์เป็นความเข้าใจของนักเรียนอันเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถสรุปเป็นหลักการ กฎ นิยามทางคณิตศาสตร์ (Schwarz and Hershkowitz, 1999: 363) นอกจากนี้แล้ว Slesnick (อ้างถึงใน Sharp and Adams, 2002: 333-347) ได้ศึกษาความสามารถของนักเรียนในการหารจำนวนเต็ม พบว่า ความเข้าใจมโนทัศน์เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนใช้กลวิธีทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายสำหรับการดำเนินการหารจำนวนเต็มได้ดีขึ้น ถ้านักเรียนขาดความเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์กับการดำเนินการนักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้ตามขั้นตอนที่เรียนมาเท่านั้น ดังนั้นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์และขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ควรมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านมโนทัศน์ด้วยความเข้าใจและสามารถแสดงความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ด้วยการแสดงความรู้ที่แตกต่างกันเพื่อสร้างความเชื่อมโยงระหว่างการแสดงความรู้ เพราะจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

นักการศึกษาหลายท่านเชื่อว่า คณิตศาสตร์ไม่ใช่ผลผลิตที่นักเรียนควรจะได้รับจากครู แต่เป็นกระบวนการที่นักเรียนควรมีประสบการณ์ในชั้นเรียน และเชื่อว่าการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นจากการถ่ายทอดหรือซึมซับเอาจากครูแต่เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากการสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยงสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีมาก่อน นักเรียนจึงเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อเขาได้สร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของเขาขึ้นมาโดยผ่านการกระทำในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการตามความถนัดของตัวเอง (จรรยา ภูอุดม, 2544: 3-4) แต่สภาพการจัดการ

เรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา โดยทั่วไปยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากข้อมูลผลการทดสอบ O-NET (Ordinary National Education) ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2550–2552 ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ พบว่า ค่าสถิติของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 47.54, 43.75 และ 35.88 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าลดลงและต่ำกว่าเกณฑ์ทุกปี (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2552) นอกจากนี้ยังมีนักเรียนจำนวนมากที่ยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุงตามเกณฑ์การประเมินของสำนักทดสอบทางการศึกษา ผลการทดสอบดังกล่าวข้างต้นชี้ให้เห็นถึงปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาว่ายังเตรียมนักเรียนด้านความรู้ในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญและสนใจกับการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

การที่นักเรียนมีผลคะแนนลดลงและต่ำกว่าเกณฑ์อาจเนื่องมาจากวิธีสอนของครูที่ยังคงเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาวิชาแบบบรรยาย ครูเป็นผู้บอกความรู้ให้กับนักเรียนเพียงเพื่อให้นักเรียนจดจำกฎสูตร เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และยึดแบบเรียนเป็นแนวทางในการเรียนการสอน โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนจึงได้รับการฝึกประสบการณ์ที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งการสอนที่เน้นวิธีการบรรยายมากไปจะส่งผลให้กิจกรรมการเรียนการรู้ขาดความหลากหลาย ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน ไม่สนใจ และคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เรียนคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี ขาดความรู้ในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นจะใช้วิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายแตกต่างกันมีกระบวนการทางความคิดหลายๆ อย่างมารวมกัน นักเรียนจะใช้รูปแบบผสมผสานกันโดยที่รูปแบบที่ตนถนัดมากที่สุดจะถูกนำมาใช้มากกว่ารูปแบบอื่น ซึ่งได้มาจากผลการสำรวจวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน NT ปีการศึกษา 2550 วิชาคณิตศาสตร์ที่ได้คะแนนเต็ม 100 คะแนน (ภัทรา สุวรรณบัตร, 2552: 67-69) ผู้วิจัยจึงมีความสนใจและเห็นความจำเป็นของการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของนักเรียน

จากแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยคำนึงถึงศักยภาพของนักเรียนที่มีความแตกต่างกันในการเรียนรู้ พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว

ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences Theory) ของ Howard Gardner นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน เป็นแนวทางหนึ่งที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ โดยคำนึงถึงศักยภาพของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน ซึ่ง Gardner เชื่อว่า แต่ละคนมีความสามารถหรือสติปัญญาอย่างน้อย 8 ด้าน ได้แก่ ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา (Verbal/Linguistic Intelligence) ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ (Logical/Mathematical Intelligence) ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์(Visual/Spatial Intelligence) ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี (Rhythmic/Musical Intelligence) ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว (Bodily/Kinesthetic Intelligence) ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น (Interpersonal Intelligence) ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence) และความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ (Naturalist Intelligence) (Hunter,2006:Online) โดยในตัวบุคคลจะมีความสามารถหรือสติปัญญาแต่ละด้านไม่เท่ากัน อีกทั้งยังมีการผสมผสานความสามารถต่างๆ เหล่านี้ในตัวเองที่แตกต่างกันด้วย (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540: 135) และจากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา พบว่า ทฤษฎีพหุปัญญาช่วยให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน และมีจุดมุ่งหมายสูงสุดคือ ให้นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองตามแบบที่เขาถนัดได้ ดังที่ อารี สัณหฉวี (2535: 15) กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีพหุปัญญาเปิดกว้างให้กับวิธีการสอนที่หลากหลายที่จะนำมาใช้ในชั้นเรียน อีกทั้งเปิดโอกาสให้ครูใช้วิธีการสอนใหม่ๆ และไม่ว่ากรณีใดๆ ทฤษฎีพหุปัญญาแนะนำว่าไม่มีวิธีการสอนใดที่ดีที่สุดสำหรับเด็กทุกคน เพราะเด็กแต่ละคนมีความสามารถ ความฉลาด และความชอบแตกต่างกัน วิธีการสอนที่เหมาะกับเด็กกลุ่มหนึ่งอาจจะไม่เหมาะกับเด็กอีกกลุ่มหนึ่ง เพราะว่านักเรียนมีความแตกต่างกันมาก ครูจึงควรใช้วิธีการสอนหลายวิธี ถ้าครูสอนโดยใช้วิธีของปัญญาทั้ง 8 ด้านเข้ารวมกันอย่างสร้างสรรค์ในวันหนึ่งๆ เด็กแต่ละคนจะได้รับในสิ่งที่ตรงกับความถนัดของตน อีกทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงถึงความเข้าใจในบทเรียนและแสดงออกอย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ กมล สุดประเสริฐ (2540: 12) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามีวัตถุประสงค์คือ ต้องการให้นักเรียนพัฒนาสติปัญญาหลายๆ ด้าน พร้อมทั้งให้สติปัญญาเหล่านั้นได้รับการเชื่อมโยงบูรณาการกันเพื่อให้เกิดปัญญาหลายๆ ด้านอย่างต่อเนื่อง สติปัญญาด้านหนึ่งเสริมหรือกระตุ้นอีกด้านหนึ่ง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิธีการสอนได้หลายวิธี ดังนั้นการสอนตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาจึงไม่มีวิธีการสอน

ที่เฉพาะเจาะจง จะต้องนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการสอนต่างๆ ซึ่งวิธีการสอนนั้นจะต้องเป็นวิธีการที่สามารถจะบูรณาการสติปัญญาด้านต่างๆ ผสมผสานเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนให้พัฒนาสติปัญญาได้หลายๆ ด้าน

อนึ่ง จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัยในการหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาเพื่อพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยมีความสนใจการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา โดยนักการศึกษาชื่อ David Lazear ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของ Gardner ที่ได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการนำความสามารถทางปัญญาทั้ง 8 ด้านของพหุปัญญามาใช้ในการสร้างความรู้ โดยกำหนดเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้น (Lazear, 1999: 8) ดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา (Awaken Intelligence) ขั้นนี้ครูมีบทบาทในการกระตุ้นนักเรียนให้ใช้พหุปัญญาด้านใดด้านหนึ่ง ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5

2. ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา (Amplify Intelligence) ขั้นนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้นำพหุปัญญาด้านที่ได้รับการกระตุ้นจากขั้นที่ 1 มาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา (Teach with Intelligence) ขั้นนี้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ความสามารถทางปัญญาหลายด้าน เพื่อให้นักเรียนจัดกระทำข้อมูล พิจารณาความน่าเชื่อถือและประเภทของข้อมูล เพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปความรู้

4. ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา (Transfer Intelligence) ขั้นนี้ครูมอบหมายภาระงานหรือกำหนดสถานการณ์ในชีวิตจริงที่แตกต่างจากสถานการณ์ปัญหาในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาทางของ Lazear ดังกล่าวข้างต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนนำความสามารถทางปัญญาที่มีอยู่ในตัวทั้ง 8 ด้านมาใช้ในการสร้างความรู้ กิจกรรมการเรียนรู้จึงมีความหลากหลายเพื่อให้สอดคล้องกับความสามารถทางปัญญาของนักเรียนครบทุกด้านตามแนวคิดของทฤษฎีพหุปัญญา โดยพหุปัญญาแต่ละด้านจะมีเครื่องมือหรือวิธีการที่เฉพาะสำหรับนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาต่างประเทศหลายท่านได้เสนอไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ตัวอย่างของเครื่องมือหรือวิธีการที่นำเสนอโดย Lazear (1999: 142-145) มีดังต่อไปนี้

1. ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา เครื่องมือหรือวิธีการที่เฉพาะของความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การเขียนเรียงความ การพูดอย่างเป็นทางการ การเล่าเรื่อง การเขียนบันทึก การประพันธ์บทกวี และการอภิปรายโต้แย้ง

2. ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ เครื่องมือหรือวิธีการที่เฉพาะของความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนที่ใช้สัญลักษณ์ การใช้สูตรหรือกฎการคำนวณ การทำผังกราฟฟิก การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ การจัดกลุ่มของสิ่งต่างๆ และการวางโครงร่าง

3. ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ เครื่องมือหรือวิธีการที่เฉพาะของความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การกระตุ้นการใช้จินตนาการ การวาดรูป การสร้างผังความคิด การถ่ายภาพ การระบายสี และการออกแบบ

4. ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี เครื่องมือหรือวิธีการที่เฉพาะของความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การรู้ธรรมชาติของเสียงเพลง การแต่งเพลง การเคาะจังหวะ การร้องเพลง รู้ระดับเสียงสูงต่ำ การฟังเสียงของเครื่องดนตรีต่างๆ

5. ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว เครื่องมือหรือวิธีการที่เฉพาะของความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การสื่อสารที่ใช้ภาษาท่าทาง การเล่นละครใบ้ การเต้น การแสดงละคร การเล่นเกมกีฬา

6. ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น เครื่องมือหรือวิธีการที่เฉพาะของความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การทำกิจกรรมกลุ่ม การเรียนแบบร่วมมือ กิจกรรมสะท้อนความรู้สึก การทำโครงงานกลุ่ม การใช้วิธีสอนแบบจิกซอว์

7. ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง เครื่องมือหรือวิธีการที่เฉพาะของความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ กิจกรรมเปลี่ยนความคิด การให้เหตุผลระดับสูง การศึกษาด้วยตนเอง หรือการทำโครงงานเดี่ยว การเรียนรู้กลวิธีการคิด การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการคิด

8. ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ เครื่องมือหรือวิธีการที่เฉพาะของความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การดูแลเอาใจใส่สัตว์และพืช การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การทำกิจกรรมภาคสนาม การตระหนักถึงผลกระทบต่างๆ จากสิ่งแวดล้อม การจัดกลุ่มหรือประเภทของสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของ Lazear พบว่า มีแนวโน้มที่จะส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนได้ โดยเมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ Lazear ในขั้นที่ 4 ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา ที่ครูจะต้องมอบหมายภาระงานหรือกำหนดสถานการณ์ในชีวิตจริงที่แตกต่างจากปัญหาในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ อัมพร ม้าคนอง (2553: 44) ที่ว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองค้นพบ จากคำกล่าวข้างต้น ทำให้เชื่อว่าขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของ Lazear ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ และเนื่องจากการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการที่มีการกำหนดไว้ในสาระที่ 6 ของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งนักเรียนควรจะได้เรียนรู้ ฝึกทักษะ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะการที่นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น ตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่า น่าสนใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 98) ดังที่ Cangelosi (1996) กล่าวว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องมาจากการสอนคณิตศาสตร์แบบเดิมที่แยกเป็นรายวิชาเดี่ยวๆ ไม่มีการนำความรู้มาบูรณาการกับสาขาวิชาอื่นๆ และสัมพันธ์กับโลก แสดงให้เห็นว่าการที่นักเรียนมีผลการเรียนคณิตศาสตร์ไม่ดีอาจเกิดจากนักเรียนขาดความรู้ทางคณิตศาสตร์ขาดความสามารถในการเชื่อมโยงและการผสมผสานความรู้ไปประยุกต์ใช้ สอดคล้องกับงานวิจัยของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2551) ที่ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงโดยสนับสนุนให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์เป็นกลุ่มย่อยและเปิดโอกาสให้นักเรียนพูด เขียน และแลกเปลี่ยนแนวคิด ผลการวิจัยพบว่า ด้านทักษะการเชื่อมโยงนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังทดลองมากกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นสิ่งที่ช่วยสนับสนุนว่าครูควรปรับเปลี่ยนวิธีในการสอนความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาในหลักสูตรกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) มี 3 ด้าน คือ การระลึกความรู้ทาง

คณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปัญหาที่นักเรียนพบ และการระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริง

จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา โดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ Lazear ช่วยให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลาย สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน เป็นสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าเนื้อหาดังกล่าวเป็นเรื่องที่นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตจริงได้ ทำให้การสอนคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมและมีความหมายมากขึ้นด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำความสามารถทางปัญญาของนักเรียนด้านที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์มาใช้ในการทำจัดกิจกรรม ดังที่ Munro (1994) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะสามารถพัฒนานักเรียนได้อย่างสูงสุดก็ต่อเมื่อ ความสามารถทางปัญญาจะต้องเอื้อต่อลักษณะเฉพาะของเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องนั้นด้วย ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าผลการวิจัยที่ได้จะเป็นแนวทางสำหรับครูคณิตศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมรู้คณิตศาสตร์ต่อไป

คำถามการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา สามารถพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4. เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

สมมติฐานของการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาที่ส่งผลต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

Vialle (1997) ได้ศึกษาพบว่า ในออสเตรเลียมีการยอมรับ และนำแนวคิดพหุปัญญามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษา อนุบาล การศึกษาพิเศษ และยังพบว่า มีการนำวิธีการสอนตามแนวพหุปัญญามาใช้เพื่อการพัฒนาทักษะทางการเล่นดนตรี และนำดนตรีมาช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถจำความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดี

Matthews (2006: Abstract) ได้ศึกษาการนำทฤษฎีพหุปัญญาไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพที่ประยุกต์ทฤษฎีพหุปัญญาของ Gardner มาใช้ในโครงการจัดตั้งโรงเรียนทางเลือก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 24 คนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการบทเรียน 28 บทเรียน ในเวลา 16 สัปดาห์ ซึ่งหน่วยงานการประเมินการเรียนของนักเรียนแห่งวอชิงตัน (Washington Assessment of Student Learning: WASL) ได้มีการเข้ามาทดสอบที่เป็นการทดสอบที่มีมาตรฐาน ซึ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 20 คนใน 24 คน มีผลการทดสอบหลังการทดลองในระดับสูง และเมื่อมีการเปรียบเทียบการทดสอบก่อนของ WASL กับผลการทดสอบปลายภาค

พบว่ามีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เมื่อการวิจัยสิ้นสุดลงนักเรียน 17 คนใน 20 คน ได้กล่าวว่าการบูรณาการบทเรียนนี้ทำให้พวกเขามีความมั่นใจในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาหลังการทดลองเมื่อมีการทดสอบครั้งหลัง

Ozdemir, Guneysu and Tekkaya (2006) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทฤษฎีพหุปัญญา กับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม ที่มีต่อความรู้และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 70 คน โดยแบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ๆ ละ 35 คน กลุ่มทดลองใช้วิธีการเรียนการสอนที่เน้นทฤษฎีพหุปัญญา ขณะที่กลุ่มควบคุมใช้วิธีการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และคะแนนเฉลี่ยความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลของงานวิจัยข้างต้น มีความเป็นไปได้ว่าแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาจะส่งเสริมการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาที่ส่งผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

Hardy (2005: Abstract) ได้ศึกษาว่าทฤษฎีพหุปัญญาจะมีบทบาทกับนักเรียนในการเผชิญหน้ากับสถานการณ์ในชีวิตจริงอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบเดิม ซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพที่มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาจำนวน 3 คน ข้อมูลเบื้องต้นมาจากการเขียน ศิลปะ และการสัมภาษณ์นักเรียน ในการวิจัยพบว่า เมื่อนักเรียนมีการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่แตกต่างจากการเรียนแบบเดิมที่การคิดของนักเรียนได้ถูกจำกัด ซึ่งนักเรียนสามารถรับรู้ได้ว่าวิธีการสอนที่เหมาะสมจะต้องเปลี่ยนมาเป็นการสอนที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงและมีความสนุกในการเรียน ซึ่งพบว่าการสอนโดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญา มีการเรียนรู้ที่หลากหลายและได้ประสบการณ์เรียนรู้ทางสังคม ซึ่งมีประโยชน์สำหรับนักเรียนที่จะไม่ถูกจำกัดว่าวิธีการเรียนแบบใดดีที่สุด

จารุวรรณ หร่ายเจริญ (2552) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 38 คน แบบแผนงานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลหลังเรียน (One-Short Case Study) โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาที่ผู้วิจัยพัฒนาเองขึ้น 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกระตุ้นความสามารถในด้านต่างๆ 2) ขั้นการสอนโดยใช้ความสามารถต่างๆ 3) ขั้นการถ่ายโอนความรู้ 4) ขั้นการนำเสนอผลงาน 5) ขั้นการวัดประเมินผล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลของงานวิจัยข้างต้น มีความเป็นไปได้ว่าแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาจะส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษา จังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

3.1 ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ทฤษฎีพหุปัญญา หมายถึง ทฤษฎีที่กล่าวถึงความสามารถทางปัญญาของมนุษย์ในการคิดแก้ปัญหา และการเรียนรู้หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยมนุษย์จะมีความสามารถทางปัญญาภายในตนทั้งหมด 8 ด้าน รวมเรียกว่า พหุปัญญา ซึ่งในงานวิจัยนี้ ความสามารถทางปัญญาแต่ละด้านจะมีความหมายดังต่อไปนี้

1.1 ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา หมายถึง ความสามารถของการใช้ภาษาในลักษณะต่างๆ เป็นเครื่องมือในการพูด การเขียน การอ่านข้อความต่างๆ และการตีความคำศัพท์ใหม่ๆ

1.2 ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้และการให้เหตุผล การมองเห็นถึงแบบรูปของความสัมพันธ์ต่างๆ ความสามารถในการคำนวณ การคิดเป็นตัวเลข และการจัดหมวดหมู่ของวัตถุ

1.3 ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นหรือจินตนาการภาพเป็นสามมิติได้อย่างถูกต้อง รวมถึงสามารถแสดงรูปร่างของสิ่งที่เห็นด้วยการวาดออกแบบ หรือการประดิษฐ์ผลงานเพื่อสื่อสารความคิดได้

1.4 ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้โดยการใช้ดนตรี ในการร้อง ฮัมเพลง หรือแต่งเพลงที่มีจังหวะเพื่อสื่อความคิดและจินตนากา

1.5 ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างคล่องแคล่ว และความสามารถในการใช้อวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายเพื่อทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมกับหน้าที่ของร่างกายนั้น

1.6 ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น หมายถึง ความสามารถในการตอบสนองต่ออารมณ์ความรู้สึกของผู้อื่น โดยการปฏิบัติงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และการปฏิบัติต่อผู้อื่นอย่างเหมาะสม

1.7 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง หมายถึง ความสามารถในการรู้จักตนเอง หรือการรับรู้ตนเองได้อย่างถูกต้อง การเลือกทำกิจกรรมที่ตนเองถนัด และการประเมินตนเองอย่างมีเป้าหมาย

1.8 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติ การสังเกตเห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างแบบแผนต่างๆ ในธรรมชาติ การเข้าใจระบบทั้งที่เป็นธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา สร้างความรู้ และฝึกทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการนำความสามารถทางปัญญาทั้ง 8 ด้าน มาใช้ในกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ถึงความเหมาะสมระหว่างความสามารถทางปัญญาแต่ละด้าน กับลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัย รวมถึงธรรมชาติในการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อจัดความสามารถทางปัญญาทั้ง 8 ด้าน ลงไปในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของ Lazear (1999: 8) 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา (Awaken Intelligence) เป็นขั้นตอนที่ครูกระตุ้นความสามารถทางปัญญาในด้านที่เอื้อต่อการเตรียมความพร้อมด้านอารมณ์ ความรู้สึกและระบบประสาทสัมผัสให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความตื่นตัวและพร้อมที่จะรับประสบการณ์

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถทางปัญญาด้านที่เหมาะสมกับการเตรียมความพร้อมดังกล่าวให้กับนักเรียนมี 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี และความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น โดยจะมีเพียง 1 ด้านเท่านั้น ที่รับการกระตุ้นมากที่สุดหรือใช้เป็นความสามารถหลักในการทำกิจกรรม ซึ่งจะพิจารณาจากลักษณะของเนื้อหาที่จะทบทวนให้กับนักเรียนในชั่วโมงนั้นๆ ส่วนความสามารถทางปัญญาที่เหลืออีก 4 ด้าน จะถูกนำมาใช้เพื่อช่วยเสริมให้การนำความสามารถทางปัญญาด้านหลักมาใช้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2 ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา (Amplify Intelligence) เป็นขั้นตอนที่ครูเตรียมความพร้อมด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยการทบทวนความรู้เดิมหรือเพิ่มความรู้ที่จำเป็น ด้วยการนำความสามารถทางปัญญาของนักเรียนด้านที่ได้รับการกระตุ้นมาแล้วจากขั้นที่ 1 มาใช้ในการทำกิจกรรม ทั้งความสามารถทางปัญญาด้านหลักและด้านเสริม

2.3 ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา (Teach with Intelligence) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้วยความสามารถทางปัญญาด้านที่เอื้อต่อลักษณะเฉพาะของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องมีลักษณะของการที่นักเรียนได้มีโอกาสคิดอย่างมีตรรกะ การแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผล มีการฝึกคิดและสรุปเนื้อหาที่เรียน ดังนั้น ความสามารถทางปัญญาที่นำมาใช้ในขั้นนี้ คือ ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหลักในการทำกิจกรรม ร่วมกับการดึงความสามารถทางปัญญาจากขั้นที่ 1 และ 2 มาช่วยเสริมในการทำกิจกรรมด้วย จากนั้นฝึกทักษะการใช้ความรู้ใหม่ด้วยการใช้คำถามโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ รวมถึงการทำแบบฝึกหัด

2.4 ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา (Transfer Intelligence) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ เริ่มจากการให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา จนนักเรียนเกิดทักษะความชำนาญในการเลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นครูจะนำเสนอสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง ในลักษณะที่เป็นข้อเท็จจริงหรือปัญหาเพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหานั้น และนักเรียนจะต้องประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับ ตลอดจนผลงานที่สร้างขึ้นด้วยตนเองได้ ซึ่งความสามารถทางปัญญาที่ใช้ในขั้นนี้มี 2 ด้าน ได้แก่ ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง และความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ เป็นความสามารถหลักที่ใช้ในการทำกิจกรรม ร่วมกับการดึงความสามารถทาง

ปัญญาด้านอื่นๆ มาช่วยเสริม และในขั้นนี้ต้องเกิดผลงานหรือการกระทำที่เป็นการสะท้อนถึงการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และพหุปัญญาของนักเรียนในรูปของชิ้นงานหรือพฤติกรรมที่ครูสามารถสังเกตได้

3. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดและความเข้าใจที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย

3.1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Conceptual Knowledge) หมายถึง ความรู้ที่อยู่ในรูปของของบทนิยาม ความหมายของกฎ สูตร หรือสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

3.2 ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ (Procedural knowledge) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนวิธีการทำงานทางคณิตศาสตร์ การใช้สูตรหรือการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การคำนวณโดยใช้สูตร และการเลือกใช้ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

ในงานวิจัยนี้ ความรู้ทางคณิตศาสตร์วัดจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ หลักการทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์ที่มีมาสัมพันธ์กับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ แบ่งออกเป็นการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้มี 3 ด้าน โดยผู้วิจัยปรับมาจากแนวคิดในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Mathematics: NCTM, 2000) ดังนี้

4.1 การระลึกถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่นักเรียนพบ องค์ประกอบนี้แสดงให้เห็นถึงความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ได้ว่าสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้นมีความสัมพันธ์หรือมีความข้องเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาแล้วเรื่องใดบ้าง โดยต้องสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้

4.2 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปัญหาที่นักเรียนพบ องค์ประกอบนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจลักษณะของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบ โดยการให้นักเรียนอธิบายแนวคิดของการแก้ปัญหาด้วยความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนระลึกได้

4.3 การระบุตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง องค์ประกอบนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง และมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตจริงของมนุษย์ ด้วยการให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง โดยปัญหาดังกล่าวสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนระลึกได้ไปช่วยในการแก้ปัญหาหรือสามารถนำไปเชื่อมโยงเข้ากับปัญหานั้นได้อย่างสอดคล้อง

ในงานวิจัยนี้ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์วัดจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ

5.1 ขั้นนำ หมายถึง ขั้นทบทวนความรู้หรือเนื้อหาเดิม เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้หรือเนื้อหาใหม่ โดยการใช้การสนทนา ซักถาม ยกตัวอย่างและอภิปรายเพื่อให้นักเรียนระลึกถึงสิ่งที่ผ่านมาแล้ว

5.2 ขั้นสอน หมายถึง ขั้นการสอนเนื้อหาใหม่ให้นักเรียนเข้าใจ กฎ สูตร ทฤษฎีบท โดยการใช้คำถาม การอธิบายประกอบการยกตัวอย่าง การกระตุ้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ส่งเสริมความคิดและอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ตามความต้องการ ตามความสนใจและเต็มตามศักยภาพของนักเรียน ซึ่งดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

5.3 ขั้นสรุป หมายถึง ขั้นของการให้นักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียน

5.4 ขั้นฝึกทักษะ หมายถึง ขั้นการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนานักเรียนด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. เป็นแนวทางสำหรับครู และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในการนำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในบริบทที่หลากหลาย

3. ข้อค้นพบจะเป็นพื้นฐานแก่นักวิจัยรุ่นต่อไปที่สนใจทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าตำรา เอกสาร หนังสือ แหล่งวิทยาการต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ทฤษฎีพหุปัญญา
    1.1 ความเป็นมาของทฤษฎีพหุปัญญา
    1.2 ความหมายของพหุปัญญา
    1.3 องค์ประกอบของทฤษฎีพหุปัญญา
    1.4 ลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางพหุปัญญา
    1.5 การใช้ความสามารถทางปัญญาในแต่ละด้านไปช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาในด้านอื่นๆ
    1.6 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา
    1.7 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา
    1.8 การวางแผนการสอนตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา
2. ความรู้ทางคณิตศาสตร์
    2.1 ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์
    2.2 ความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์
    2.3 ประเภทของความรู้ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
    3.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
    3.2 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
    3.3 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในลักษณะต่างๆ
    3.4 แนวทางการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
    4.2 งานวิจัยในประเทศ

1. ทฤษฎีพหุปัญญา

1.1 ความเป็นมาของทฤษฎีพหุปัญญา

ในปี ค.ศ.1905 กระทรวงศึกษาธิการแห่งกรุงปารีส ได้มอบหมายให้นักจิตวิทยาชาวฝรั่งเศสชื่อ Alfred Binet ศึกษาเกี่ยวกับความบกพร่องทางปัญญาของนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียน Binet จึงศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือประเมินความสามารถทางปัญญาหรือที่เรียกว่า เชาวน์ปัญญา โดยร่วมมือกับ Theodore Simon นายแพทย์ชาวฝรั่งเศสสร้างแบบทดสอบเชาว์ปัญญา (Intelligence Test) ที่เป็นมาตรฐานขึ้นเป็นครั้งแรกของโลก มีชื่อว่า แบบทดสอบเชาวน์ปัญญาบิเนต์-ซิมง (Binet-Simon Intelligence) และได้เริ่มใช้คำว่าอายุสมองในการปรับปรุงแบบทดสอบเมื่อ ค.ศ.1908 และเมื่อ Binet ได้ปรับปรุงแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาชุดนี้อีกครั้ง เมื่อ ค.ศ.1911 จึงได้เริ่มใช้คำว่าไอคิว (IQ หรือ Intelligence Quotient) ขึ้นเป็นครั้งแรก โดย William Stern นักจิตวิทยาชาวเยอรมันเป็นผู้บัญญัติศัพท์นี้ ต่อมาในปี ค.ศ.1918 Lewis M. Terman และ Maud A. Merrill นักจิตวิทยาชาวสหรัฐอเมริกา แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ได้นำแบบทดสอบเชาว์ปัญญาชุดนี้ไปดัดแปลงและปรับใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายไปทั่วโลกในชื่อว่า แบบทดสอบเชาวน์ปัญญาสแตนฟอร์ด-บิเนต์ (The Stanford-Binet Intelligence Scale) หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาทฤษฎีเชาวน์ปัญญาและการสร้างแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาขึ้นมาอีกหลายชุด

ต่อมาในปี ค.ศ.1983 นักจิตวิทยาชาวอเมริกันแห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ชื่อ Howard Gardner ได้ประกาศว่าโลกของเราตีความหมายของความฉลาด หรือเชาวน์ปัญญา หรือปัญญาแคบไป และได้เสนอไว้ในหนังสือ Frame of Mine ว่าปัญญาของมนุษย์มีอย่างน้อย 7 ด้าน และเรียกทฤษฎีของเขาว่า “ทฤษฎีพหุปัญญา” (Theory of Multiple Intelligence: MI) Gardner ต้องการจะรู้จักศักยภาพของความสามารถของมนุษย์ที่นอกเหนือไปจากคะแนนแบบทดสอบเชาวน์ปัญญา เขาตั้งข้อสงสัยถึงความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาแบบต่างๆที่ดึงคนออกจากสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและตอบสนองเรื่องราวต่างๆ ที่ไม่เคยทำ (อารี สัณหฉวี, 2542: 1-2)

ทฤษฎีของ Gardner มีพื้นฐานจากการศึกษาเรื่องสมองของผู้ที่มีสมองบกพร่องในบางส่วน และพบว่า ผู้ที่ถูกศึกษายังมีความสามารถส่วนที่เหลืออยู่ ซึ่งเป็นการพิสูจน์ว่าสมองของมนุษย์ได้แบ่งเป็นส่วนๆ แต่ละส่วนได้กำหนดความสามารถเป็นเรื่องๆ หรือมีปัญญาหลายๆ อย่างถือกำเนิดมาจากสมองเฉพาะส่วนที่แตกต่างกัน Gardner ใช้ฐานความคิดจากศาสตร์ทางการรับรู้ (Cognitive Science) ศาสตร์การทำงานของสมอง (Neuro Science) และจิตวิทยาการพัฒนาการ เขาเชื่อว่าคนทุกคนสามารถแสดงออกซึ่งองค์แห่งปัญญาที่เขาสามารถและพัฒนาความสามารถนั้นกับบริบทต่างๆ ตามสภาพแวดล้อมของตน และมองสติปัญญาในหลายลักษณะ นอกจากนี้เขายังเชื่อว่าปัญญาแต่ละด้านจะเป็นกระบวนการทางจิตใจหรือความสามารถในการที่จะค้นหา แก้ปัญหา และสร้าง

ผลผลิตที่มีคุณค่าเป็นที่ยอมรับของสังคม บุคคลแต่ละคนมีปัญญาอยู่อย่างหลากหลายด้านด้วยกัน เพียงแต่มีความสามารถในแต่ละด้านไม่เท่ากัน ความสามารถที่ผสมผสานกันออกมาทำให้บุคคลแต่ละคนมีแบบแผนซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตน หากบุคคลได้รับการส่งเสริมที่เหมาะสม จะสามารถพัฒนาความสามารถที่ตนมีอยู่ให้เต็มศักยภาพได้ (เยาวพา เดชะคุปต์, 2551: 103)

จากความเป็นมาของทฤษฎีพหุปัญญา สามารถสรุปได้ว่า ความเป็นมาของทฤษฎีพหุปัญญาเกิดจากการจุดประกายความคิดของ Gardner ในเรื่องความสามารถด้านต่างๆ ของจิต ทำให้เริ่มศึกษาว่าความสามารถต่างๆ เหล่านั้นเติบโตและพัฒนามาอย่างไร นอกจากนี้ยังเกิดจากความเชื่อในเรื่องศักยภาพและความสามารถของมนุษย์ที่มีอย่างหลากหลาย อันเกิดจากสมองที่แบ่งเป็นส่วนต่างๆ ซึ่งแต่ละส่วนกำหนดความสามารถเป็นเรื่องๆ เอาไว้ จึงทำให้มนุษย์มีปัญญาหลายๆ อย่างและปัญญาของบุคคลมิได้มีเพียงความสามารถทางด้านภาษาและคณิตศาสตร์อย่างที่เคยเชื่อกันมาแต่อดีต

1.2 ความหมายของพหุปัญญา

Gardner (1983: 60-61) ได้กล่าวว่า พหุปัญญาของมนุษย์นั้นหมายถึง

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เป็นปัญหาที่แท้จริงหรืออุปสรรคที่ได้เผชิญ
2. ความสามารถในการค้นพบหรือสร้างสรรค์ผลงานที่มีประสิทธิภาพที่อยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาทักษะและสร้างองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปตามวัฒนธรรมและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

McNemar (อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2541:97) แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ได้กล่าวว่า พหุปัญญา หมายถึง ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดแบบนามธรรม และความสามารถในการเรียนรู้

พีระ รัตนวิจิตร และคณะ (2544:2) ได้กล่าวว่า พหุปัญญา หมายถึง ศักยภาพความสามารถของมนุษย์ในการแก้ปัญหาหรือออกแบบงานและผลงานชนิดต่างๆ ในสถานการณ์ธรรมชาติ

จารุวรรณ หร่ายเจริญ (2552:11) ได้กล่าวว่า พหุปัญญา หมายถึง ความสามารถทางปัญญาของมนุษย์ที่แสดงออกมาในลักษณะที่เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และสร้างสรรค์ผลงานหรือองค์ความรู้ใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพ มีคุณค่าต่อตนเองและเป็นที่ยอมรับของสังคม

จากความหมายของพหุปัญญา สามารถสรุปได้ว่า พหุปัญญา หมายถึง ความสามารถทางปัญญาของมนุษย์ในการคิดแก้ปัญหา และความสามารถในการเรียนรู้หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่

1.3 องค์ประกอบของทฤษฎีพหุปัญญา

ในปี ค.ศ.1983 Gardner เสนอว่าพหุปัญญาของมนุษย์มี 7 ด้าน โดย 2 ด้านแรกคือ ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา (Verbal/Linguistic Intelligence) และความสามารถทางปัญญาด้านด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ (Logical/Mathematical Intelligence) ซึ่งเป็นความสามารถทางปัญญาสองด้านที่สำคัญสำหรับการเรียนในโรงเรียน ต่อมาในปี ค.ศ.1997 ได้เพิ่มความสามารถทางปัญญาด้านที่ 8 ขึ้นมา คือ ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ โดยในแต่ละด้าน Gardner และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้แตกต่างกัน ดังนี้

1.3.1 ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา (Verbal/Linguistic Intelligence) มีผู้กล่าวถึงความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ไว้ดังนี้

Gardner (1993:73) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาพูดและภาษาเขียนเพื่อการสื่อสารกับผู้อื่นให้บรรลุเป้าหมาย ความสามารถในการใช้ภาษาเพื่อการแสดงออกถึงความเป็นตัวเอง ทั้งร้อยแก้วและร้อยกรอง และการใช้ภาษาเป็นแนวทางในการจดจำข้อมูลต่างๆ

Armstrong (1999: 27) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษา ไม่ว่าจะเป็นการพูด เช่น นักเล่านิทาน นักพูด นักการเมือง หรือการเขียน เช่น กวี นักเขียนบทละคร บรรณาธิการ นักหนังสือพิมพ์ ความสามารถทางปัญญาด้านนี้ยังรวมถึงความสามารถในการจัดกระทำเกี่ยวกับโครงสร้างภาษา เสียง ความหมาย และเรื่องเกี่ยวกับภาษา เช่น ความสามารถในการใช้ภาษาหว่านล้อม อธิบาย และอื่นๆ

Lazear (1991 cited in Osciak, 2001) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา หมายถึง ความสามารถในการอ่านหรือการเขียนเรื่องราวต่างๆ การอภิปรายความคิดเห็น การเรียนรู้ความหมายและการใช้คำศัพท์ใหม่ และการพูดในหัวข้อที่น่าสนใจ รวมไปถึงความสามารถในการเขียนบันทึกความเห็นลงไปในงานวิจัย

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 1) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาเพื่อแสดงออกและชื่นชมในการสื่อความหมายทั้งในการพูด การฟัง การอ่าน และการเขียน

จากความหมายของความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา หมายถึง ความสามารถของการใช้ภาษาในลักษณะต่างๆ เป็นเครื่องมือในการพูด การเขียน การอ่านข้อความต่างๆ และการตีความคำศัพท์ใหม่ๆ

1.3.2 ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ (Logical / Mathematical Intelligence) มีผู้กล่าวถึงความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Gardner (1993:128) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาเชิงตรรกะ การแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การเข้าใจเหตุผลเชิงอนุมาน ความสามารถในการวิเคราะห์ผลที่ได้ และความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลหรือมีลักษณะเป็นตัวเลข ความสามารถทางปัญญาด้านนี้เชื่อมโยงกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

Armstrong (1999: 95) ได้กล่าวว่า ความสามารถมาทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ตัวเลข เช่น นักบัญชี นักคณิตศาสตร์ นักสถิติ และผู้ให้เหตุผลดี เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักตรรกศาสตร์ นักจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ความสามารถทางปัญญาด้านนี้ยังรวมถึงความไวในการเห็นความสัมพันธ์แบบแผนตรรกวิทยา การคิดเชิงนามธรรมและการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (Cause-effect) และการคิดคาดการณ์ (If-then)

Lazear (1991 cited in Osciak, 2001) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างของวัตถุ ความสามารถในการใช้เหตุผลในการอธิบายความคิดเห็น และความสามารถในการออกแบบวิธีการปฏิบัติงาน

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 4) กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุและผล การคิดเป็นตัวเลขและปริมาณ ความสามารถในการพิจารณาข้อสันนิษฐานต่างๆ และสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่สลับซับซ้อนได้ รวมถึงชื่นชอบการทำโจทย์

จากความหมายของความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้และการให้เหตุผล การมองเห็นถึงแบบรูปของความสัมพันธ์ต่างๆ ความสามารถในการคำนวณ การคิดเป็นตัวเลข และการจัดหมวดหมู่ของวัตถุ

1.3.3 ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ (Spatial/Visual Intelligence) มีผู้กล่าวถึงความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ไว้ดังนี้

Gardner (1993: 170) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างภาพในจินตนาการและนำมาสร้างสรรค์เป็นผลงาน รู้จัก

ใช้แบบแผนของที่ว่างและบริเวณได้อย่างเหมาะสม การจัดรูปแบบของวัตถุสิ่งของหรือสิ่งแวดล้อมต่างๆ ผ่านภาพที่เกิดขึ้นในจินตนาการ สามารถเห็นภาพของสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตา การมองเห็นภาพหรือจินตนาการภาพในอากาศและสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างของภาพที่เห็นได้

Armstrong (1999: 45) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นพื้นที่ ได้แก่ นายพราน ลูกเสือ ผู้นำทาง และสามารถปรับปรุงและคิดวิธีการใช้เนื้อที่ได้ดี เช่น สถาปนิก มัณฑนากร ศิลปิน นักประดิษฐ์ ความสามารถทางปัญญาด้านนี้รวมไปถึงความไวต่อสี เส้น รูปร่าง เนื้อที่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านี้ นอกจากนี้ยังหมายถึงความสามารถที่จะมองเห็นและแสดงออกเป็นรูปร่างถึงสิ่งที่เห็นและความคิดเกี่ยวกับพื้นที่

Lazear (1991 cited in Osciak, 2001) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการจินตนาการถึงภาพเหตุการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้นต่อไป ความสามารถเกี่ยวกับศิลปะ การออกแบบเพื่อสื่อสารความคิด การออกแบบบ้านและการออกแบบสี

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 10) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการมองและคิดเป็นสามมิติ (กว้าง ไกล/ยาว และลึก) มองภาพที่เห็นได้ทั้งภายในและภายนอก สร้างภาพ เปลี่ยนภาพ และปรับภาพได้ นำตนเองและวัตถุต่างๆ ผ่านไปในระยะทางหรือที่ว่างได้ ผลิต ถอดรหัส หรือแปลความข้อมูลข่าวสารในรูปแบบของการขีดเขียนหรืองานกราฟิกต่างๆ ได้

จากความหมายของความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นหรือจินตนาการภาพเป็นสามมิติได้อย่างถูกต้อง รวมถึงสามารถแสดงรูปร่างของสิ่งที่เห็นด้วยการวาดออกแบบ หรือการประดิษฐ์ผลงานเพื่อสื่อสารความคิดได้

1.3.4 ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี (Rhythmic/Musical Intelligence) มีผู้กล่าวถึงความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ไว้ดังนี้

Gardner (1993: 99) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะในการแสดงออก การแต่งเพลง และการชื่นชมแบบแผนของดนตรีและหมายรวมถึงการจำและแต่งจังหวะเสียง และจังหวะดนตรี ความสามารถในการรับรู้ถึงระดับเสียง โทนเสียง จังหวะ หรือการสั่นที่ทำให้เกิดเสียง การเข้าใจลักษณะของเสียงร้องหรือเสียงของเครื่องดนตรีที่ผิดแผกกัน หรือเป็นอารมณ์ความรู้สึกที่เกิดขึ้นขณะฟังดนตรี ความสามารถทาง

ปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ควรจะมีอยู่ในทุกโครงสร้าง เช่นเดียวกับความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา

Armstrong (1999: 62) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี หมายถึง ความสามารถทางดนตรี เช่น นักดนตรี นักแต่งเพลง นักวิจารณ์ดนตรี ความสามารถทางปัญญาด้านนี้รวมถึงความไวในเรื่องจังหวะ ทำนองเสียง ตลอดจนความสามารถในการเข้าใจและวิเคราะห์ดนตรี

Lazear (1991 cited in Osciak, 2001) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี เป็นอารมณ์ที่มีต่อการฟังดนตรี ความสามารถในการสื่อสารด้วยการร้องเพลงเพื่อแสดงความคิด หรือการฮัมเพลงเพื่อคิดลักษณะของสิ่งที่เกิดขึ้นในจินตนาการที่แตกต่าง และเป็นความสามารถในการฟังเพลงเพื่อจับจังหวะและรูปแบบที่แตกต่าง

สุนทร โคตรบรรเทา (2548:7) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี หมายถึง ความสามารถที่แสดงความรู้สึกไวเกี่ยวกับเสียงสูงต่ำของเพลง ทำนองเพลง จังหวะเพลง และน้ำเสียงที่เกิดจากเครื่องดนตรีและเสียงร้องเพลง

จากความหมายของความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้โดยการใช้ดนตรีในการร้อง ฮัมเพลง หรือแต่งเพลงที่มีจังหวะเพื่อสื่อความคิดและจินตนาการ

1.3.5 ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว (Bodily/Kinetic Intelligence) มีผู้กล่าวถึงความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ไว้ดังนี้

Gardner (1993: 206) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว หมายถึง ความสามารถในการใช้ส่วนต่างๆ ของร่างกายในการแก้ปัญหา และความสามารถทางสมองในการประสานสัมพันธ์ในกิจกรรมการเคลื่อนไหวของร่างกาย

Armstrong (1999: 81) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว หมายถึง ความสามารถในการใช้ร่างกายของตน เพื่อแสดงความคิด ความรู้สึก ได้แก่ นักแสดง นักแสดงใบ้ นักกีฬา นาฏกร นักฟ้อนรำ และความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์ เช่น นักปั้น ช่างซ่อมรถยนต์ ศัลยแพทย์ ความสามารถทางปัญญาด้านนี้รวมถึงทักษะทางกาย เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ความยืดหยุ่น ความประณีตและความสามารถทางประสาทสัมผัส

Lazear (1991 cited in Osciak, 2001) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างคล่องแคล่วในการ

ทำกิจกรรมที่ใช้อวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น การเต้น การเล่นกีฬา ได้อย่างเหมาะสมกับหน้าที่ของร่างกายส่วนนั้น

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 13) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว หมายถึง ความสามารถในการแตะต้อง สัมผัส หรือการจัดการกับวัตถุและทักษะทางกายภาพที่ละเอียด อ่อนช้อย งดงาม ประณีต

จากความหมายของความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างคล่องแคล่ว และความสามารถในการใช้อวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายเพื่อทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมกับหน้าที่ของร่างกายนั้น

1.3.6 ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น (Interpersonal Intelligence) มีผู้กล่าวถึงความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ไว้ดังนี้

Gardner (1993: 221) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจคนอื่น รวมถึงความสามารถในการตอบสนองต่อผู้อื่น การวิเคราะห์อารมณ์ ความรู้สึก และทำนายการตอบสนองต่อผู้อื่นในสถานการณ์ที่หลากหลาย นักการเมืองและผู้นำศาสนาเป็นตัวอย่างที่ดีของคนที่มีความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น

Armstrong (1999: 111) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจอารมณ์ ความรู้สึก ความคิดและเจตนาของผู้อื่น ทั้งนี้รวมถึงความไวในการสังเกตน้ำเสียง ใบหน้า ท่าทาง ทั้งยังมีความสามารถในการรับรู้ถึงลักษณะต่างๆ ของสัมพันธภาพของมนุษย์ และสามารถตอบสนองได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เช่น สามารถทำให้บุคคลหรือกลุ่มบุคคลปฏิบัติตามได้

Lazear (1991 cited in Osciak, 2001) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น หมายถึง ความสามารถในการอยู่ร่วมกับผู้อื่น การยอมรับฟังเสียงของกลุ่มหรือเสียงของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ความสามารถในการทำนายคำพูดของคนอื่นว่าเขาจะพูดอะไรต่อไป การเคลื่อนไหวร่างกายและความสามารถในการแสดงลักษณะท่าทางในการสื่อสารกับผู้อื่น

สุนทร โคตรบรรเทา (2548:16) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจและการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ดี

จากความหมายของความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น หมายถึง ความสามารถในการตอบสนอง

ต่ออารมณ์ความรู้สึกของผู้อื่น โดยการปฏิบัติงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และการปฏิบัติต่อผู้อื่นอย่างเหมาะสม

1.3.7 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence) มีผู้กล่าวถึงความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ไว้ดังนี้

Gardner (1993: 238) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง หมายถึง ความสามารถในการนำเสนอตัวเองและสามารถนำรูปแบบที่เป็นของตัวเองมาใช้ได้จริง เป็นความสามารถในการสังเกตและสร้างความแตกต่างระหว่างอารมณ์ต่างๆ นิสัยใจคอ แรงบันดาลใจ และความมุ่งหมาย ความตั้งใจของตนเองได้

Armstrong (1999: 211) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง หมายถึง ความสามารถในการรู้จักตนเอง และสามารถประพฤติตนได้จากการรู้จักตนเองนี้ ความสามารถในการรู้จักตนเอง ได้แก่ การรู้จักตนเองตามความเป็นจริง เช่น มีจุดอ่อน จุดแข็งในเรื่องใด มีความรู้เท่าทันอารมณ์ ความคิด ความปรารถนาของตนเอง มีความสามารถที่จะฝึกตนเอง เข้าใจตนเอง และความนับถือตนเอง

Lazear (1991cited in Osciak, 2001) ได้อธิบายว่า ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง หมายถึง ความสามารถในการประเมินตนเองอย่างมีเป้าหมาย การตัดสินใจการทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง การตอบคำถามว่า“ฉันคือใคร” รวมถึงความสามารถในการสำรวจความคิดและการกระทำของตนเองจากสถานการณ์ต่างๆ

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 19) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง หมายถึง ความสามารถในการรับรู้ตนเองอย่างถูกต้องหรือการรู้จักตนเอง และใช้ความรู้เช่นนี้วางแผนและชี้นำชีวิตของตนเอง

จากความหมายของความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง หมายถึง ความสามารถในการรู้จักตนเองหรือการรับรู้ตนเองได้อย่างถูกต้อง การเลือกทำกิจกรรมที่ตนเองถนัด และการประเมินตนเองอย่างมีเป้าหมาย

1.3.8 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ (Naturalist Intelligence) มีผู้กล่าวถึงความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ไว้ดังนี้

Gardner (1997: 46) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ เป็นทักษะในการคิดจำแนกความแตกต่าง แยกประเภทของสิ่งแวดล้อมโดยใช้ลักษณะเฉพาะ

Pennar (1996 cited in Osciak, 2001) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ หมายถึง ลักษณะเฉพาะของสัญชาตญาณทางธรรมชาติของสัตว์หรือมนุษย์ที่แสดงปฏิกิริยาโต้ตอบต่อสิ่งแวดล้อม และการคัดเลือกเกี่ยวกับการมีชีวิตรอด

Armstrong (1999) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ หมายถึง ความสามารถในการจดจำและจำแนกประเภทของพืชและสัตว์ในภูมิภาคต่างๆ สามารถจดจำชนิดของพืชและสัตว์ในสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ได้ มีความเข้าใจธรรมชาติของสัตว์และสามารถทำให้สัตว์ที่ตื่นตระหนกสงบลงได้ ตัวอย่างผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น คือ Charles Robert Darwin

Lazear (1991 cited in Osciak, 2001) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ เป็นความสามารถในการเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติ รู้จักจำแนกชนิดของสัตว์และพืช รวมไปถึงการแยกแยะความแตกต่าง และจัดหมวดหมู่ในธรรมชาติที่พบได้ดี

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 22) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ หมายถึง ความสามารถในการสังเกตแบบแผนต่างๆ ในธรรมชาติ การบอกและการจัดหมวดหมู่วัตถุสิ่งของต่างๆ และการเข้าใจระบบทั้งที่เป็นธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น

จากความหมายของความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ สามารถสรุปได้ว่าความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติ การสังเกตเห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างแบบแผนต่างๆ ในธรรมชาติ การเข้าใจระบบทั้งที่เป็นธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น

1.4 ลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางพหุปัญญา

ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์ และบังอร เสรีรักษ์ (2543: 7-9) และสุนทร โคตรบรรเทา (2548: 1-24) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางพหุปัญญาแต่ละด้าน ดังนี้

1.4.1 บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา

ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์ และบังอร เสรีรักษ์ (2543: 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ดังนี้

- สามารถจับใจความได้ดีจากการฟังสิ่งต่างๆ
- สามารถถ่ายทอดความคิดโดยการพูดได้ชัดเจน
- สื่อสารได้ชัดเจน ตรงประเด็น
- สามารถอ่านหนังสือต่างๆ ได้ถูกต้อง เข้าใจความหมาย จับใจความได้ดี
- เขียนถ่ายทอดความรู้สึก ความรู้ ข้อมูลได้ถูกต้องชัดเจนหลายแนวทาง

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 1-2) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ดังนี้

- คิดออกมาเป็นคำพูด
- ใช้ภาษาและคำพูดเพื่อแสดงความหมายที่ซับซ้อนได้ในหลายรูปแบบ
- มีความรักในเสียงและจังหวะของภาษา
- ใช้ภาษาในการอธิบายสิ่งต่างๆ
- เป็นนักเล่าเรื่องราวต่างๆ
- มีคำศัพท์ที่กว้าง
- จดจำสิ่งต่างๆ ได้ง่าย
- เข้าใจความสำคัญและความหมายของไวยากรณ์
- สะกดคำได้เร็ว
- ชอบใช้คำเปรียบเทียบและอุปมาอุปไมย

จากลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา สามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา จะมีลักษณะดังนี้

- ชอบอ่าน เขียน และเล่าเรื่อง
- ใช้ภาษาในการสื่อความหมายได้เป็นอย่างดี
- มีความสามารถในการฟัง การพูด และการเขียน
- มีการสร้างสรรค์รูปแบบต่างๆ ทางภาษา

1.4.2 บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์

ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์ และบังอร เสรีรักษ์ (2543: 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ ดังนี้

- คิดเป็นระบบ มีเหตุผลในการคิด
- มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คือ คิดพิจารณาส่วนย่อของประเด็นให้เห็นภาพชัดเจน
- มีความสามารถในการคิดสังเคราะห์ คือ ประมวล เชื่อมโยงแง่มุมความคิดรวบยอด และประเด็นต่างๆ ให้เป็นเรื่องเดียวกัน
- มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ นำเหตุผล ข้อมูลมาใช้ในการตัดสินใจเชื่อหรือไม่เชื่อ ทำหรือไม่ทำ
- มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา คือ การประมวลหาสาเหตุของปัญหา หาวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย และเลือกแนวทางที่สามารถแก้ปัญหาได้เกิดผล

- มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คือ สามารถคิดได้คล่องแคล่ว หลากหลายแนวทาง คิดได้แตกต่างจากคนอื่น คิดยืดหยุ่น ไม่ยึดติด

- มีความสามารถในการใช้จำนวน เข้าใจความเป็นนามธรรมของจำนวน

- มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างรอบด้าน

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 3-5) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ ดังนี้

- ใช้เหตุและผลหรือวิธีเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาต่างๆ

- เข้าใจตัวเลขและแบบแผนที่เป็นนามธรรม

- ใช้เหตุผลในการเข้าใจปัญหาและการแก้ปัญหา

- ชอบคำนวณ ทำงานกับตัวเลข รูปทรง และแบบแผนต่างๆ

- คิดในเชิงความคิดรวบยอด

- ชอบคอมพิวเตอร์และการแก้ปัญหาอักษรไขว้

- มีวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

- คิดคำนวณโจทย์เลขที่ซับซ้อนได้

- แยกย่อยรหัสและแบบแผนลวดลายต่างๆ ได้

- ชอบทำงานกับสัญลักษณ์และสูตรที่เป็นนามธรรม

- รู้จักทำงานไปตามลำดับขั้นตอน

จากลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ จะมีลักษณะดังนี้

- ใช้เหตุผลวิธีการทางตรรกะศาสตร์ในการแก้ปัญหา

- ชอบคำนวณชอบทำงานเกี่ยวกับตัวเลข

- ใช้ทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

- มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่างๆ เช่น การคำนวณ การนำเสนอข้อมูลทางสถิติ

1.4.3 บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์

ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์ และบังอร เสรีรักษ์ (2543: 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ดังนี้

- สามารถวาดภาพในสมอง และออกแบบสิ่งต่างๆ ได้เหมาะสมกับจุดประสงค์ที่ต้องการใช้

- กะระยะได้แม่นยำ รู้เรื่องทิศทาง

- วาดรูปได้ถูกสัดส่วนและสื่อความคิดความรู้สึกผ่านรูปภาพได้ชัดเจน ทั้งความคิดเชิงรูปธรรมและความคิดเชิงนามธรรม

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 6-11) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ดังนี้

- ชอบสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ
- คิดภาพเป็นสามมิติ
- ชอบเขียนภาพและวาดภาพ
- ชอบสีและการออกแบบ
- ชอบทิวทัศน์
- ชอบรูปภาพและวีดีทัศน์
- ชอบอ่านสัญลักษณ์
- คิดสร้างสรรค์ภาพลักษณ์จากด้านต่างๆ ในใจได้
- ชื่นชอบภาพนามธรรม และมีระยะทางหรือที่ว่าง
- ชอบแบบแผนหรือรูปทรงเรขาคณิต

จากลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ จะมีลักษณะดังนี้

- ชอบเขียนภาพ ออกแบบ และระบายสี
- มีความสามารถในการจินตนาการเพื่อสร้างสรรค์ผลงาน
- สามารถอ่านแผนภูมิและกะระยะได้แม่นยำ เข้าใจเรื่องทิศทาง

1.4.4 บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี

ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์ และบังอร เสรีรักษ์ (2543: 7-8) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ดังนี้

- ไวต่อการรับรู้จังหวะและทำนอง
- แยกแยะเสียง ทำนอง จังหวะได้
- แต่งเพลง สร้างทำนองเอง
- สื่อสารความคิดออกมาเป็นเพลง

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 12-14) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ดังนี้

- มีความรู้สึกไวต่อเสียงที่ไม่ใช่เพียงเสียงพูดในสิ่งแวดล้อม ยังรวมทั้งเสียงและทำนองเพลงด้วย

- มีความเข้าใจเกี่ยวกับแบบแผนของจังหวะ เสียงสูงต่ำ และการสั่นสะเทือนของเสียง
- จดจำทำนองเพลงได้ไว
- ชอบทำเลียนเสียงและจังหวะต่างๆ
- ชื่นชอบเสียงต่างๆ ในสิ่งแวดล้อม
- ตอบสนองต่อเสียงดนตรีโดยการเคลื่อนไหวร่างกายให้เข้ากับจังหวะและท่วงทำนองเพลง
- เล่นเครื่องดนตรีต่างๆ ได้
- แต่งเพลงได้ทั้งทำนองและเนื้อร้อง
- สามารถคิดออกมาเป็นเสียงเพลง
- จดจำเสียงเพลงได้ง่าย

จากลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี สามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี จะมีลักษณะดังนี้

- มีความเข้าใจในจังหวะ ทำนอง เนื้อร้อง ระดับเสียง และแยกแยะเสียงร้อง เสียงดนตรีได้ดี
- เรียนรู้การเล่นเครื่องดนตรีต่างๆ ได้ไว
- สนใจเสียงที่อยู่รอบตัว
- มีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานเพลงในรูปแบบต่างๆ

1.4.5 บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว

ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์ และบังอร เสรีรักษ์ (2543: 8) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ดังนี้

- สามารถใช้กล้ามเนื้อได้คล่องแคล่ว ทั้งกล้ามเนื้อเล็กและกล้ามเนื้อใหญ่
- ใช้อวัยวะของร่างกายสื่อสารท่าทาง ความคิด ความรู้สึกได้
- ใช้กล้ามเนื้อเล็กได้อย่างคล่องแคล่วในการทำกิจกรรมต่างๆ อาทิ เย็บปักถักร้อย แกะสลัก ผ่าตัด เคลื่อนไหวนิ้วมือ ท่าทางต่างๆ
- ใช้กล้ามเนื้อใหญ่ได้อย่างคล่องแคล่วในการทำกิจกรรมต่างๆ อาทิ การเล่นกีฬา การเต้นตามจังหวะ การทำท่าประกอบ
- ใช้อวัยวะของร่างกายในการสื่อสารและแสดงความรู้สึกได้ เช่น การแสดงละคร การแสดงท่าใบ้สื่อภาษา

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 15-16) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ดังนี้

- ชอบการฟ้อนรำและการเต้นรำ
- ชอบเรียนภาคปฏิบัติ
- ใช้ภาษาท่าทางถูกต้อง
- ฟ้อนรำหรือเต้นรำสวยงาม
- ชอบซ่อมแซมวัตถุสิ่งของต่างๆ
- มีทักษะเกี่ยวกับงานช่างฝีมือ
- มีการประดิษฐ์วิธีการใหม่ๆ
- มีการทรงตัวและจังหวะเวลาดี
- ตอบสนองต่อสิ่งเร้าทางร่างกายในสิ่งแวดล้อมได้ดี
- ทำกิจกรรมทักษะการเคลื่อนไหว เช่น การเล่นกีฬา การเล่นวีดีโอ เกม หรือการขับรถ เป็นต้น

จากลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว สามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว จะมีลักษณะดังนี้

- ใช้ร่างกายในการเคลื่อนไหวเพื่อจุดประสงค์ต่างๆ ได้ดี
- ชอบการเรียนรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติจริง หรือการมีส่วนร่วมจากประสบการณ์ตรง
- มีความคล่องตัวในการทำงาน
- มีการทรงตัวและจัดวางจังหวะท่าทางได้ดี

1.4.6 บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น

ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์ และบังอร เสรีรักษ์ (2543: 8) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น ดังนี้

- สามารถรับรู้อารมณ์ ความคิด ความรู้สึกของบุคคลต่างๆ รอบตัวได้
- ปรับปฏิสัมพันธ์ให้เหมาะสมกับการอยู่ร่วมกันกับผู้อื่น
- ทำงานกลุ่มได้ดี มีความเป็นผู้นำ เป็นสมาชิกกลุ่มที่ดี และรับรู้บทบาทตนเองในแต่ละสถานการณ์

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 17-20) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น ดังนี้

- มีอิทธิพลต่อความคิดและการกระทำของผู้อื่น
- ชอบการคบเพื่อนและการมีเพื่อน
- เป็นผู้นำในการแลกเปลี่ยนและสื่อความคิดเห็น
- มีการสบตาที่ดีกับผู้อื่น
- มีการสะท้อนความรู้สึกกลับไปสู่ผู้อื่น
- ทำให้ผู้อื่นรู้สึกมีความสำคัญ
- มีความสนใจในผู้อื่นอย่างแท้จริง
- เข้ากับผู้อื่นได้ง่าย
- เข้ากันได้ดีกับผู้มีนิสัยและใจตรงกัน
- มีความเป็นมิตรกับทุกคน

จากลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น สามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น จะมีลักษณะดังนี้

- ปรับตัวเข้ากับผู้อื่นได้ง่าย
- ให้ความสำคัญกับผู้อื่น
- เป็นผู้นำ และผู้ตามที่ดี
- มีการสร้างสรรค์รูปแบบต่างๆ ทางภาษา

1.4.7 บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง

ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์ และบังอร เสรีรักษ์ (2543: 9) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ดังนี้

- นับถือตนเอง มั่นใจในตนเอง รู้จักเข้าใจจุดดีจุดด้อยของตนเอง
- วางแผนการทำงานของตนเอง และหาแนวทางในการพัฒนาตนเองให้เก่งสูงสุดและพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ
- มีการเปลี่ยนแปลงตนเองให้เหมาะสม และเตือนตนเองให้ทำงานตามที่วางแผนไว้จนบรรลุเป้าหมาย
- กระตุ้นตนเองให้ต่อสู้อุปสรรคและอดทนต่อความลำบากกายและใจได้

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 21-22) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ดังนี้

- มีการควบคุมความรู้สึกและอารมณ์ของตนเอง

- เป็นคนช่างสังเกต
- เป็นผู้มีความเข้าใจตนเองหรือการมีสัจการแห่งตน
- มีความสามารถในการคิดทบทวนหรือพิจารณาตนเอง
- มีความสามารถในการแสดงออกโดยใช้สัญลักษณ์หลายอย่าง
- มีความเข้าใจการคิดในระดับสูง
- มีความคล่องในการหาเอกลักษณ์ของตนเอง
- มีความอยากรู้อยากเห็นว่าทำไมสิ่งต่างๆ จึงเป็นไปเช่นนั้น
- จัดการกับการเจริญเติบโตของตนเองได้
- ชอบทำงานอิสระคนเดียว

จากลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง สามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง จะมีลักษณะดังนี้

- เข้าใจอารมณ์ ความรู้สึกของตนเอง
- รู้จักจุดดี จุดด้อยของตนเอง
- มีความมั่นใจในตนเอง

1.4.8 บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ มีลักษณะดังนี้

ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์ และบังอร เสรีรักษ์ (2543: 9) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ดังนี้

- มีความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติอย่างลึกซึ้ง ทั้งวงจรชีวิต สภาพปัจจุบัน การดูแลให้คงอยู่ และการทำให้ธรรมชาติเสียหายหมดไป
- สามารถคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไขต่างๆ เปลี่ยนแปลง
- มักจะอยู่ในธรรมชาติ หลงใหลในความงามของธรรมชาติ

สุนทร โคตรบรรเทา (2548: 23-24) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ดังนี้

- เอาใจใส่ ดูแลพืช ต้นไม้ และดอกไม้
- สะสมเปลือกหอยและปลาสวยงาม
- ชื่นชมในเสียงของธรรมชาติ
- มีความตื่นเต้นในการไปชมพิพิธภัณฑ์ชีววิทยาหรือสวนพฤกษชาติ
- มีจิตสำนึกต่อขยะและการทิ้งขยะในสิ่งแวดล้อม
- มีความหวาดกลัวและซึมซับในปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- สนใจการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต

- มีความสนใจในการจัดสภาพของธรรมชาติ
- ชอบเลี้ยงสัตว์และนกสวยงามต่างๆ
- มีความสนใจเกี่ยวกับฟอสซิล

จากลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ สามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ จะมีลักษณะดังนี้

- มีความรู้และความสนใจในธรรมชาติ
- ชอบการปลูกพืช เลี้ยงสัตว์

1.5 การใช้ความสามารถทางปัญญาในแต่ละด้านไปช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาในด้านอื่นๆ

ในการนำความสามารถพิเศษหรือปัญญาในแต่ละด้านที่แต่ละคนมีอยู่ เพื่อนำไปช่วยพัฒนาความสามารถในด้านอื่นๆให้เพิ่มมากขึ้น มีหลักการดังนี้ (อาร์สตรอง, โธมัส. 2549)

1.5.1 คนที่มีความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา จะสามารถช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาด้านอื่นๆ ได้ดังนี้

1.5.1.1 ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ เมื่อเกิดปัญหาเรื่องโจทย์เลขหรือวิทยาศาสตร์ ให้แก้ปัญหาด้วยการพูดกับตนเองเบาๆ หรือการเขียน

1.5.1.2 ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ในขณะที่อ่านหนังสือให้จินตนาการถึงตัวละครและสถานที่ในเรื่อง หรืออาจวาดภาพ ฉาก แผนที่ หรือตัวละครในเรื่องประกอบไปด้วย ซึ่งจะทำให้เข้าใจเรื่องราวที่ซับซ้อนและอ่านหนังสืออย่างสนุกสนาน

1.5.1.3 ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี เขียนคำขึ้นเองโดยให้มีสัมผัส แล้วร้องเป็นเพลงเพื่อช่วยให้เรียนรู้เรื่องจังหวะและทำนอง

1.5.1.4 ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว อาจจะเล่นละครกับเพื่อนๆ โดยจินตนาการว่าตัวละครจะเดิน นั่ง เคลื่อนไหวอย่างไร แล้วลองทำตามดู

1.5.1.5 ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น ลองมองดูคนรอบข้างเพราะหัวใจของการเป็นนักพูดและนักเล่านิทานที่ดีคือความสามารถในการโน้มใจผู้ฟัง ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องเข้าใจพฤติกรรมของผู้ฟังเสียก่อนและอ่านปฏิกิริยาของผู้ฟังเป็นด้วย

1.5.1.6 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ต้องทำบันทึกส่วนตัวเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำรวจตนเอง ไม่ว่าจะเป็นความรู้สึก เป้าหมาย พฤติกรรมที่มีต่อคนรอบข้างและเหตุการณ์รอบตัว

1.5.1.7 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ หาเรื่องราวของวัฒนธรรมในยุคต่างๆมาอ่านและเขียนเป็นตำนานเพื่ออธิบายสิ่งรอบตัว เช่น ดวงดาวขึ้นไปอยู่บนท้องฟ้าได้อย่างไร หรือทำไมต้นหญ้าจึงเป็นสีเขียว

1.5.2 คนที่มีความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ จะสามารถช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาด้านอื่นๆ ได้ดังนี้

1.5.2.1 ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ลองหาหนังสือแนวสืบสวนสอบสวนมาอ่าน เพราะเหตุผลทางตรรกะและการตัดทอนทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้หาฆาตกรตัวจริงได้ หรืออ่านหนังสือแนววิทยาศาสตร์แล้วเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่สนใจ

1.5.2.2 ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ให้จินตนาการภาพทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เช่น กราฟแสดงผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ นึกภาพรูปแบบและความสวยงามทางวิทยาศาสตร์ เช่น แถบสีหลากสีที่ทะลุผ่านแก้วคริสตัลหรือปริซึม รูปร่างของเกล็ดหิมะที่คล้ายกับรูปร่างของสาหร่ายเมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ หรือเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถสร้างรูปร่างที่มีสีสันหลากหลายหรือภาพเคลื่อนไหวได้

1.5.2.3 ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ลองจับรูปแบบของดนตรีที่ฟัง ผู้ที่มีความสามารถด้านตรรกะอาจชอบเพลงที่มีเครื่องดนตรีประเภทเคาะ (Percussion) หลายชิ้นที่บรรเลงจังหวะช้าเร็วปนกันในหนึ่งเพลง

1.5.2.4 ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว กีฬาที่ต้องอาศัยกลยุทธ์การเล่น จะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้มีความสามารถด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ได้ จนอาจกลายเป็นนักกีฬาคนเก่งในที่สุด แม้ทักษะด้านร่างกายอาจยังไม่ดีเท่าที่ควร และให้มีการติดตามคะแนนและสถิติของกีฬาทั้งประเภทเดี่ยวและประเภททีมว่าสัมพันธ์กับความสามารถของผู้เล่นอย่างไร

1.5.2.5 ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น รวมกลุ่มกันเล่นเกมที่ต้องวางแผนและคิดอ่านเป็นเหตุเป็นผล เกมกระดานทั่วไปอย่างเช่น หมากรุก หมากฮอส ไพ่ ซึ่งเป็นเกมที่น่าเล่นและให้คอยสังเกตวิธีการเล่นของคนอื่นๆ แล้วคิดตามว่าทำไมเขาจึงเล่นอย่างนั้น วิธีนี้จะช่วยฝึกฝีมือไปในตัว

1.5.2.6 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ให้กำหนดรูปแบบการดำเนินชีวิตของตัวเอง เช่น พยายามเข้าใจโลกในแง่มุมของวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น หรือจะลองทำเวปไซต์ของตนเองก็ได้

1.5.2.7 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ให้สำรวจวิทยาศาสตร์สาขาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและโลกของเรา เช่น ชีววิทยาหรือธรณีวิทยา เพื่อให้เข้าใจความเป็นไปได้ของธรรมชาติได้มากขึ้น ตั้งคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติแล้วลองหาคำตอบด้วยตนเอง

1.5.3 คนที่มีความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ จะสามารถช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาด้านอื่นๆ ได้ดังนี้

1.5.3.1 ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ให้สังเกตภาพประกอบในหนังสือว่าภาพเหล่านั้นช่วยให้ตัวละครและฉากต่างๆดูมีชีวิตได้อย่างไร ภาพประกอบนั้นเข้ากับเรื่องได้หรือไม่ อีกวิธีหนึ่งคือให้ลองเขียนการ์ตูนขึ้นมาเองสักเรื่องแล้วสังเกตว่าภาพและคำสัมพันธ์กันอย่างไร ภาพเล่าเรื่องได้ดีพอแล้วหรือยัง แล้วความคิดเปลี่ยนไปหรือไม่เมื่อเริ่มลงมือวาดภาพ และต้องหัดอ่านโคลงกลอนสังเกตการสัมผัสของคำ

1.5.3.2 ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ การวาดภาพอาจช่วยให้แก้โจทย์คณิตศาสตร์หรือเข้าใจการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น เพราะความสามารถด้านตรรกะและคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการสังเกตและการมองรูปแบบ ดังนั้น ความสามารถในการมองรูปแบบของสิ่งรอบๆตัว จะช่วยให้มองเห็นรูปแบบใหม่ๆทางคณิตศาสตร์ด้วย อาจลองร่างสิ่งที่คิดหรือร่างโจทย์คณิตศาสตร์ออกมาเป็นรูปภาพ ซึ่งอาจจะได้รูปแบบและคำตอบที่อาจไม่เคยคิดออก

1.5.3.3 ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ขณะที่วาดรูปออกแบบ หรือคิดค้นสิ่งใหม่ๆให้เปิดเพลงคลอไปด้วยเพราะเสียงดนตรีจะช่วยกระตุ้นจิตนาการ เมื่อฟังเพลงไปด้วยอาจรู้สึกว่าคิดได้ละเอียดขึ้นและทำงานได้ดีขึ้น ลองฟังเพลงหลายๆแนวในขณะที่ทำงานหลายๆแบบ เช่น อาจฟังเพลงป๊อบตอนวาดภาพ เพลงเรกเก้ตอนทำงานศิลปะ หรือเพลงคลาสิกตอนออกแบบสิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น

1.5.3.4 ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว มีกิจกรรมมากมายที่ส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเคลื่อนไหวร่างกาย เช่น งานสร้างแบบจำลอง ให้สังเกตการเคลื่อนไหวของตนเองขณะที่ทำงานศิลปะ การเรียนรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวร่างกายจะช่วยให้กลายเป็นศิลปิน นักออกแบบ หรือนักประดิษฐ์ที่เก่งขึ้น

1.5.3.5 ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น ใช้ความสามารถทางศิลปะช่วยให้ผู้ที่มีความสามารถทางมิติสัมพันธ์เป็นที่รู้จักในหมู่ผู้อื่น เช่น อาสาช่วยเพื่อนระบายสี วาดโปสเตอร์ ออกแบบป้าย หรือออกแบบลายเสื้อยืดตามความถนัด ซึ่งจะได้รู้จักคนที่สนใจเรื่องเดียวกัน อาจช่วยสอนศิลปะให้กับผู้ที่สนใจ ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะได้ผูกมิตรกับผู้คน เพราะความสามารถพิเศษด้านการวาดภาพ ถ่ายภาพ ทำแบบจำลอง 3 มิติ ต่างก็เป็นที่น่าสนใจที่ใครๆก็อยากเรียนรู้

1.5.3.6 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ให้เขียนไดอารี่โดยที่ให้วาดรูปชีวิตแต่ละวันลงไปด้วย แทนที่จะเป็นการเขียนเล่าเรื่องเพียงอย่างเดียว ซึ่งจะสามารถแสดงความเป็นตัวของตัวเองออกมาได้โดยใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้หลายวิธี เช่น ออกแบบห้องนอนที่เหมาะกับตัวเอง หรือออกแบบและเย็บเศษผ้าเป็นข้อความที่เกี่ยวกับตนเองและความรู้สึกที่มีต่อตนเอง

1.5.3.7 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ดีและความสามารถในการอ่านแผนที่ จะช่วยกระตุ้นให้อยากออกสำรวจธรรมชาติ โดยให้อ่านแผนที่และใช้เข็มทิศเพื่อหาสถานที่ไปพร้อมๆกัน อาจไปเดินสำรวจป่า ชายทะเล หรือสถานที่ใกล้ๆบ้าน เช่น สวนสาธารณะ แล้วให้นึกว่าสนใจอะไรเป็นพิเศษ ต้นไม้ สัตว์ หรือรูปร่างของภูมิประเทศ จากนั้นวาดหรือถ่ายรูปสิ่งที่สนใจและวาดแผนที่สถานที่ที่ไปสำรวจไปด้วยก็ได้

1.5.4 คนที่มีความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี จะสามารถช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาด้านอื่นๆ ได้ดังนี้

1.5.4.1 ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ลองแต่งเพลงจากหนังสือที่อ่านจากคำศัพท์ใหม่ๆ ท่องจำวันสำคัญหรือการจดจำสถานที่สำคัญ

1.5.4.2 ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ นำตัวเลขมาแต่งเป็นเพลง เช่นเดียวกับการท่องสูตรคูณให้เป็นจังหวะ หรือนำเอาสูตรทางคณิตศาสตร์มาแต่งเป็นเพลงด้วยก็ได้ ซึ่งจะทำให้สามารถเรียนรู้และจดจำได้ง่ายขึ้น

1.5.4.3 ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ให้เปิดเพลงฟังหลายๆแนวแล้วสังเกตว่า เพลงแต่ละแนวก่อให้เกิดภาพ ความรู้สึก และความคิดที่แตกต่างกันอย่างไร หรือจะลองคิดปะติดปะต่อภาพจากเพลงโปรดเพื่อดูว่าภาพในความคิดจะเป็นอย่างไร

1.5.4.4 ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว เคลื่อนไหวตามจังหวะเพลง ท่าใดก็ได้ไม่จำเป็นต้องเต้น แค่ทำท่าไปตามที่รู้สึกแล้วสังเกตตัวเองว่าเคลื่อนไหวอย่างไร

1.5.4.5 ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น ใช้ดนตรีเป็นสื่อในการเข้าหากับผู้อื่น ลองเล่นดนตรีกับผู้อื่นบ้างแล้วดูว่าตนเองรู้สึกอย่างไร

1.5.4.6 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ฟังเพลงที่ตนเองเคยชอบแล้วสังเกตดูว่าความชอบของตนเองเปลี่ยนไปหรือไม่ เพลงที่เคยฟังทำให้รู้สึกแตกต่างไปจากเดิมหรือเปล่า หรือทำอัลบั้มเพลงโปรด ทำเพลงที่ทำให้เกิดความรู้สึกผ่อนคลายหรือเป็นสุขเก็บไว้ฟัง

1.5.4.7 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ออกไปฟังเสียงดนตรีตามธรรมชาตินอกบ้าน เช่น เสียงนกร้อง เสียงรถ หรือเสียงสัตว์ต่างๆ แล้วลองนึกดูว่าเสียงเหล่านั้นทำให้นึกถึงเครื่องดนตรีชิ้นไหนได้บ้าง

1.5.5 คนที่มีความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว จะสามารถช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาด้านอื่นๆ ได้ดังนี้

1.5.5.1 ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ให้ลองท่องศัพท์โดยเขียนคำศัพท์ลงในกระดาษแล้วใช้นิ้วไล่ไปทีละคำ

1.5.5.2 ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ ให้ประดิษฐ์สิ่งของ เช่น ชั้นวางของหรือกล่องใส่หนังสืออันเล็กๆ เพื่อเป็นการเรียนคณิตศาสตร์จากการวัดขนาดและกะปริมาณวัสดุที่ต้องใช้ และยังได้เรียนรู้เรื่องรูปเรขาคณิตซึ่งต้องมีการคำนวณว่าจะประกอบวัสดุแต่ละชิ้นให้ทำมุมกันอย่างไร จึงจะได้ชั้นวางของที่แข็งแรง

1.5.5.3 ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ลองเปลี่ยนวัสดุแบบใหม่ในการประดิษฐ์งานศิลปะ เช่น วาดรูปด้วยมือและนิ้วแทนการใช้พู่กัน ปั้นดินน้ำมัน หรือฝนสีเทียนเป็นภาพ วิธีนี้จะทำให้เรียนรู้เรื่องผิวสัมผัส การวาดภาพ รูปทรง สัดส่วน และสีสันไปพร้อมๆกัน

1.5.5.4 ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี เต้นตามเสียงเพลงในระหว่างที่เต้นให้สังเกตจังหวะ รูปแบบและท่วงทำนองของเพลง หรือจะเต้นแอโรบิกประกอบเพลงก็ได้

1.5.5.5 ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น หัดเล่นมายากลจะได้ฝึกทักษะการใช้มือและยังได้เรียนรู้วิธีที่จะดึงความสนใจของผู้ชมให้จับสังเกตไม่ทันเวลาเล่นกลและยังทำให้ผู้ชมรู้สึกสนุกอีกด้วย

1.5.5.6 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง เลือกทำกิจกรรมที่เน้นสมาธิและพุ่งความสนใจมาที่ตนเอง เช่น เล่นโยคะหรือจะเล่นกีฬาประเภทวิ่งหรือขี่จักรยานที่สามารถคิดไปเล่นไปได้

1.5.5.7 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ออกสำรวจธรรมชาติเดินชมนกชมไม้ แล้วเก็บมาทับไว้ในหนังสือหรือเดินดูรูปทรงและสีสันของตึก ดูถนนหนทาง ป้ายโฆษณา และรถที่วิ่งผ่านไปมา วิธีนี้จะช่วยให้หัดสังเกตสิ่งต่างๆรอบตัวได้ดี

1.5.6 คนที่มีความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น จะสามารถช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาด้านอื่นๆ ได้ดังนี้

1.5.6.1 ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ฝึกสะกดคำกับเพื่อนๆ พูดคุยกันถึงหนังสือที่ได้อ่านกันมาหรือหาหนังสือมาอ่านและวิจารณ์ร่วมกัน

1.5.6.2 ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ หาเกมคณิตมาร่วมเล่นกับเพื่อน จับกลุ่มติวคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผลัดกันทายปัญหาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์กับเพื่อนๆ

1.5.6.3 ความสามารถทางปัญญาทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ หาชั่วโมงเรียนวิชาศิลปะเพื่อถือโอกาสทำความรู้จักเพื่อนใหม่และทำงานศิลปะร่วมกัน หรืออาจรวมกลุ่มทำงานฝีมือแล้วออกจำหน่ายเพื่อหารายได้พิเศษ

1.5.6.4 ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี นั่งฟังดนตรีร่วมกันแล้วพูดคุยกันถึงเพลงที่ได้ยิน แล้วแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันว่าใครชอบเพลงอะไรทำไมจึงชอบ หรืออาจลองหากิจกรรมเพื่อเพิ่มความรู้เรื่องดนตรีประเภทต่างๆ

1.5.6.5 ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ทำกิจกรรมที่สามารถเล่นได้หลายๆคน เช่น เต้นรำ ศิลปะป้องกันตัว วอลเล่ย์บอล หรือบาสเกตบอล แล้วสังเกตดูวิธีที่หัวหน้าทีมหรือผู้ฝึกสอนใช้ทักษะด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่นในการสร้างขวัญกำลังใจแก่ลูกทีม

1.5.6.6 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ให้คิดว่าตนเองมีความสามารถด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่นอย่างไรบ้าง แล้วจดบันทึกลงกระดาษ จากนั้นนำรายการที่บันทึกมาไว้ใช้ปรับปรุงตนเอง

1.5.6.7 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ทำกิจกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อมที่น่าสนใจ อาจเป็นโครงการอนุรักษ์นก โครงการอนุรักษ์ทะเล หรือโครงการรณรงค์ปลูกจิตสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะช่วยให้ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.5.7 คนที่มีความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง จะสามารถช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาด้านอื่นๆ ได้ดังนี้

1.5.7.1 ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา เขียนประวัติของตนเอง พูดคุยกับคนในบ้านเพื่อสอบถามความเป็นมาของครอบครัว หรือเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับอนาคตที่ตนเองฝันไว้ ซึ่งจะต้องเขียนแสดงความเป็นตัวของตัวเองออกมาด้วย เช่น การแต่งเรื่องแต่งโคลงกลอน หรือเขียนบทละครเกี่ยวกับสิ่งที่สำคัญสำหรับตนเองและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิต

1.5.7.2 ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ หารูปแบบการคิดที่เป็นเหตุเป็นผลจากสิ่งที่ชอบ แล้วสังเกตว่าสิ่งที่คนชอบทำมีอะไรที่เหมือนกันหรืออะไรที่ไม่เหมือนกันและศึกษาการทำงานของสมองดูว่าสมองแต่ละส่วนทำงานอย่างไรมีผลต่อการดำรงชีวิตอย่างไร

1.5.7.3 ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ทำงานศิลปะหลาย ๆ แบบเพื่อแสดงความรู้สึกที่แตกต่างหรือแสดงความเป็นตัวของตัวเองออกมา เช่น วาดรูป ทำภาพปะติด หรือทำงานฝีมืออื่นๆ เพื่อศึกษาความคิดของตัวเอง

1.5.7.4 ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี เรียบเรียงประวัติของตนเองโดยใช้เพลงที่ได้เคยฟังมาซึ่งจะสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับตนเองได้จากเพลง เช่น ชอบเนื้อเพลงหรือชอบทำนองแบบไหน พอฟังเพลงนั้นแล้วรู้สึกอย่างไร หรือจะแต่งเพลง เล่นดนตรี หรือร้องเพลงเองก็ได้

1.5.7.5 ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ทำกิจกรรมที่ได้เคลื่อนไหวเพื่อแสดงความรู้สึก เช่น เต้นรำ แสดงละคร เล่นละครใบ้ หรือทำงานประณีตศิลป์ หรือทำกิจกรรมที่ได้รวบรวมสมาธิ ซึ่งการทำสมาธิจะทำให้ได้สำรวจความรู้สึกและสำรวจตนเอง

1.5.7.6 ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น นำเอาความสามารถในการเข้าใจตนเองไปใช้ในการทำความรู้จักผู้อื่น หาเพื่อนที่เข้าใจในเรื่องเดียวกัน หาโอกาสทำงานอาสาสมัครในเรื่องที่ชอบ เพื่อได้มีโอกาสทำความรู้จักกับเพื่อนใหม่ หรือออกไปพบเจอผู้คนในสถานที่ต่าง ๆ แล้วสังเกตว่ามีใครทำอะไรเหมือนตนเองในสถานการณ์นั้นๆหรือไม่

1.5.7.7 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ออกไปเดินเล่นหรือสำรวจสิ่งรอบตัว แล้วดูว่าธรรมชาติทำให้รู้สึกอย่างไร ทำไมจึงรู้สึกเช่นนั้น หรือลองหาของที่พบได้ตามธรรมชาติมาประดิษฐ์เป็นงานศิลปะเพื่อแสดงความรู้สึกเกี่ยวกับธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมหรืออะไรก็ตามที่สำคัญสำหรับตนเอง

1.5.8 คนที่มีความสามารถทางปัญญาด้านธรรมชาติ จะสามารถช่วยพัฒนาความสามารถทางปัญญาด้านอื่นๆ ได้ดังนี้

1.5.8.1 ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา สามารถปลุกจิตสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมให้กับคนรอบตัวด้วยการรายงานหน้าห้องในหัวข้อที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เขียนหรืออ่านหนังสือที่เกี่ยวกับธรรมชาติ หรือลองจดบันทึกสิ่งต่างๆในธรรมชาติที่ได้พบเห็นแล้วนำมาเขียนเป็นเรียงความ

1.5.8.2 ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ ทักษะในการสังเกตจะช่วยแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และตรรกะศาสตร์ได้ วิทยาศาสตร์หลายแขนงต่างก็ต้องอาศัยความสามารถด้านการคิดแบบตรรกะและคณิตศาสตร์ประกอบความสามารถด้านธรรมชาติ ดังนั้น อาจลองทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน หรืออาจใช้วิธีเชื่อมโยงคณิตศาสตร์และรูปทรงเรขาคณิตเข้ากับสิ่งที่เห็นในธรรมชาติแล้วหาเหตุผลมาสนับสนุนความคิดเหล่านั้น

1.5.8.3 ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ให้ตั้งใจมองสิ่งต่างๆในธรรมชาติ เช่น สี รูปทรง หรือผิวสัมผัส แล้วจะเห็นงานศิลปะที่มีอยู่ในธรรมชาติรอบๆตัวหรืออาจจะใช้วัสดุจากธรรมชาติเป็นอุปกรณ์ศิลปะ เช่น วาดรูปด้วยดอกไม้หรือสร้างแบบจำลองด้วยกิ่งไม้หรือใบหญ้า

1.5.8.4 ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ลองฟังเสียงธรรมชาติในดนตรี เช่น เสียงเครื่องเคาะทำให้นึกถึงฝนที่กำลังจะตกหรือไม่ เสียงฟลุตคล้ายเสียงนกร้องไหม หรืออาจให้ธรรมชาติสร้างแรงบันดาลใจในการประดิษฐ์เครื่องดนตรีสักชิ้น เช่น กิ่งไม้ ก้อนหินในกระป๋อง หรือน้ำในแก้ว

1.5.8.5 ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ออกกำลังด้วยการปีนป่าย ขี่จักรยาน วิ่ง เล่นสเกต หรือเดินเล่นท่ามกลางธรรมชาติ ในขณะที่ออกกำลังกายให้สังเกตด้วยว่าธรรมชาติรอบๆตัวมีผลต่อความรู้สึกของตนเองหรือไม่อย่างไร หรือทำกิจกรรมที่ได้ออกกำลังไปในตัว เช่น ขุดดินในสวน หรือกวาดสนามหญ้า

1.5.8.6 ความสามารถด้านทางปัญญาความสัมพันธ์กับผู้อื่น เข้าร่วมทำกิจกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อมกับสังคม หรือชวนเพื่อนช่วยกันทำความสะอาดโรงเรียน

1.5.8.7 ความสามารถด้านทางปัญญาการเข้าใจตนเอง พิจารณาสิ่งที่ตนเองมองและคิดในขณะที่เดินชมธรรมชาติ กำหนดเป้าหมายและวิธีที่จะช่วยอนุรักษ์ธรรมชาติได้ หรือลองคิดว่าอนาคตจะทำอย่างไรกับธรรมชาติ

1.6 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

Armstrong (1994 อารี สัณหวี, ผู้แปล, 2543: 40-43) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีพหุปัญญาเสนอแนะแนวทางเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจะพิจารณาว่าวิธีใดเหมาะสมกับนักเรียนคนใดและไม่เหมาะสมกับนักเรียนคนใด จะช่วยให้ครูรู้จักนักเรียน รู้ว่านักเรียนเด่นในความสามารถทางปัญญาด้านใดจะมีวิธีการคิดแบบใด รักและชอบอะไร สามารถเรียนรู้ได้ดีโดยผ่านเครื่องมือหรือมีวิธีการอย่างไร ครูจะสามารถเลือกรูปแบบการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน และวิธีการสอนได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้นและเรียนรู้อย่างมีความสุข ตัวอย่าง

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้พหุปัญญาทั้ง 8 มีนักการศึกษาต่างประเทศหลายท่านได้เสนอแนวทางไว้เพื่อเป็นทางเลือกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้สอนดังต่อไปนี้

1.6.1 ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา มีผู้เสนอกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษาไว้หลายท่าน ดังนี้

Lazear (1999) ได้เสนอว่า กิจกรรมที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การเขียนเรียงความ การพูดอย่างเป็นทางการ การเล่าเรื่องตลก การเขียนบันทึกประจำวัน การประพันธ์บทกวี การอภิปรายโต้แย้ง

Teele (1999) ได้กล่าวว่า กิจกรรมที่มีการตอบสนองโดยการบรรยาย การเล่นเกมทางภาษา การเล่าเรื่อง การพูดปราศรัย การอ่านออกเสียง สามารถดึงความสามารถทางปัญญาด้านนี้ออกมาใช้ได้

Cambell (1999) ได้เสนอกิจกรรมการอ่าน การฟังเพื่อการเรียนรู้ เช่น การฟังโคลงกลอน การฟังบรรยาย การพูด เช่น การเล่าเรื่อง การอ่าน เช่น การอ่านเพื่อความเข้าใจ การเขียน เช่น การเขียนเรียงความ การเขียนเรื่องสั้น เป็นต้น

จากแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการรู้ของนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน กิจกรรมที่นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษาในการทำกิจกรรม ได้แก่ การเขียน การพูด การเล่าเรื่อง การอภิปรายโต้แย้ง การเล่นเกมทางภาษา การฟังบรรยาย และการอ่านเพื่อความเข้าใจ

1.6.2 ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ มีผู้เสนอกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ ไว้หลายท่าน ดังนี้

Lazear (1999) ได้เสนอว่า กิจกรรมที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนที่ใช้สัญลักษณ์ การใช้สูตรหรือกฎ การคำนวณ การทำผังกราฟฟิก การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ การจัดกลุ่มของสิ่งต่างๆ การวางโครงร่าง

Teele (1999) ได้เสนอการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เช่น สร้างกราฟ ทำรายการ จัดหมวดหมู่ เรียงลำดับ การให้เหตุผล การแก้ปัญหา การคำนวณ การพยากรณ์ การตั้งคำถาม การถอดความหมายหรือการถอดรหัส และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

Campbell (1999) ได้เสนอกิจกรรมการสอนแบบตรรกะ เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การนิรนัย เช่น การอนุมานตามลำดับขั้นจากใหญ่ไปเล็ก การอุปนัย เช่น การอุปมา การเสริมสร้างการคิดและการเรียนรู้ เช่น การใช้คำถามกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ เช่น การวางรูปแบบ รหัส กราฟ รวมทั้งการทำงานกับตัวเลข เช่น การคำนวณ การวัด ความน่าจะเป็น เรขาคณิต ค่าเฉลี่ย ร้อยละ เป็นต้น

จากแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน กิจกรรมที่นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ในการทำกิจกรรม ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนที่ใช้สัญลักษณ์ การใช้สูตรหรือกฎ การคำนวณ การจัดกลุ่มของสิ่งต่างๆ การให้เหตุผล การแก้ปัญหา การตั้งคำถาม การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

1.6.3 ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ มีผู้เสนอกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ไว้หลายท่าน ดังนี้

Lazear (1999) ได้เสนอว่า กิจกรรมที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การกระตุ้นการใช้จินตนาการ การวาดรูป การสร้างผังความคิด การถ่ายภาพ การระบายสี การออกแบบ

Teele (1999) ได้เสนอการจัดกิจกรรมการเขียนแผนที่ แผนภาพ การใช้สื่อที่เกี่ยวกับการดู เช่น รูปภาพ คอมพิวเตอร์กราฟิก ภาพยนตร์ การทำกิจกรรมที่ใช้ปากกาเน้นคำ หรือสีเพื่อเน้นตัวอักษร

Campbell (1999) ได้เสนอว่า การนำเสนองานเป็นรูปภาพ เช่น โครงร่าง แผนผัง แผนภูมิ หรือการเรียนรู้ที่จะคิดแบบสถาปนิก รวมทั้งการเน้นรายละเอียดของเนื้อหา เช่น การใช้ปากกาหลายสีเพื่อเน้นเนื้อในการจดบันทึก การจดบันทึกเป็นผังความคิดสามารถพัฒนาพหุปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ได้

จากแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน กิจกรรมที่นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ในการทำกิจกรรม ได้แก่ การกระตุ้นการใช้จินตนาการ การวาดรูป การระบายสี การออกแบบ การใช้สื่อที่เกี่ยวกับการดู เช่น รูปภาพ

1.6.4 ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี มีผู้เสนอกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ไว้หลายท่าน ดังนี้

Lazear (1999) ได้เสนอว่า กิจกรรมที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การรู้ธรรมชาติของเสียง การแต่งเพลง การเคาะจังหวะ การร้องเพลง รู้ระดับสูงต่ำของเสียง การฟังเสียงของเครื่องดนตรีต่างๆ

Teele (1999) ได้เสนอกิจกรรมที่มีการร้องเพลงประกอบการปรบมือหรือการดีดนิ้วเพื่อเคาะจังหวะ การแต่งกลอน การแต่งเพลงหรือทำนองเพลงเพื่อใช้ในการสอนมโนทัศน์เรื่องต่างๆ

Campbell (1999) ได้เสนอกิจกรรมที่สามารถพัฒนาปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ได้แก่ การฟังเพลงที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน หรือการร้องเพลงเพื่อสร้างทักษะต่างๆ เช่น การสะกด การสอนอ่านผ่านเพลง

จากแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน กิจกรรมที่นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรีในการทำกิจกรรม ได้แก่ การแต่งเพลง การเคาะจังหวะ การร้องเพลง การแต่งเพลงหรือทำนองเพลงเพื่อใช้ในการสอนมโนทัศน์เรื่องต่างๆ และการฟังเพลงเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

1.6.5 ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว มีผู้เสนอกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ไว้หลายท่าน ดังนี้

Lazear (1999) ได้เสนอกิจกรรมที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การสื่อสารที่ใช้ภาษาท่าทาง การเล่นละครใบ้ การเต้น การแสดงละคร การเล่นเกมกีฬา เป็นต้น

Teele (1999) ได้เสนอกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวร่างกาย เช่น การเรียนรู้ด้วยการลงมือกระทำ การเล่นเกม การเลียนแบบท่าทาง การแสดงละคร และการแสดงบทบาทสมมติ

Campbell (1999) ได้เสนอกิจกรรมที่มีการออกแบบการเคลื่อนไหว เช่น การเข้าใจการสื่อสารโดยใช้ร่างกาย การเต้น เช่น การเรียนรู้ผ่านการเต้น การไปทัศนศึกษา สามารถพัฒนาปัญญาด้านนี้ได้เช่นกัน

จากแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน กิจกรรมที่นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหวในการทำกิจกรรม ได้แก่ การสื่อสารที่ใช้ภาษาท่าทาง การเต้น การเรียนรู้ด้วยการลงมือกระทำ การเล่นเกม การเข้าใจการสื่อสารโดยใช้ร่างกาย การไปทัศนศึกษา

1.6.6 ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น มีผู้เสนอกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น ไว้หลายท่าน ดังนี้

Lazear (1999) ได้เสนอกิจกรรมที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การทำกิจกรรมกลุ่ม การเรียนรู้แบบร่วมมือ กิจกรรมสะท้อนความรู้สึก การทำโครงงานกลุ่ม การใช้วิธีสอนแบบจิกซอว์

Teele (1999) ได้เสนอการทำกิจกรรมกลุ่ม และการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จากแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน กิจกรรมที่นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่นในการทำกิจกรรม ได้แก่ การทำกิจกรรมกลุ่ม การเรียนรู้แบบร่วมมือ การทำโครงงานกลุ่ม และกิจกรรมสะท้อนความรู้สึก

1.6.7 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง มีผู้เสนอกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ไว้หลายท่าน ดังนี้

Lazear (1999) ได้เสนอว่า กิจกรรมที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ กิจกรรมเปลี่ยนความคิด การให้เหตุผลระดับสูง การศึกษาด้วยตนเองหรือการทำโครงงานโดยลำพัง การเรียนรู้กลวิธีของการคิด การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการคิด เป็นต้น

Teele (1999) ได้เสนอว่าการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มุ่งมั่นในการทำงานที่นักเรียนสนใจเป็นการพัฒนาปัญญาด้านการเข้าใจตนเองได้เช่นกัน

Campbell (1999) ได้กล่าวถึงกิจกรรมที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ได้แก่ การพัฒนาทักษะการคิด เช่น การวางแผนประเมินตนเอง การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ เช่น การสำรวจสิ่งที่นักเรียนสนใจ การวางเป้าหมายการเรียนส่วนบุคคล การพัฒนาเชาว์ปัญญาด้านอารมณ์ เช่น การระบุความรู้ของตนเอง การแสดงความรู้สึกของตนเองออกมาทางศิลปะ

จากแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน กิจกรรมที่นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเองในการทำกิจกรรม ได้แก่ การศึกษาด้วยตนเอง การทำโครงงานเดี่ยว การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มุ่งมั่นในการทำงานที่นักเรียนสนใจ การวางแผนการประเมินตนเอง การสำรวจสิ่งที่นักเรียนสนใจ การระบุความรู้ของตนเอง และการแสดงความรู้สึกของตนเอง

1.6.8 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ มีผู้เสนอกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ไว้หลายท่าน ดังนี้

Lazear (1999) เสนอว่า กิจกรรมที่ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านนี้ ได้แก่ การดูแลเอาใจใส่สัตว์และพืช การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การทำกิจกรรมภาคสนาม การตระหนักถึงผลกระทบต่างๆ จากสิ่งแวดล้อม การจัดประเภทของกลุ่มหรือสิ่งแวดล้อม

Teele (1999) ได้เสนอว่า การทำกิจกรรมกลางแจ้ง การสังเกตความสัมพันธ์ของธรรมชาติ การฟังเสียงธรรมชาติ การจัดประเภทหรือกลุ่มของสัตว์และพืช สามารถพัฒนาพหุปัญญาด้านนี้ได้เช่นกัน

จากแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักการศึกษาทั้ง 3 ท่าน กิจกรรมที่นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติในการทำกิจกรรม ได้แก่ การทำกิจกรรมภาคสนาม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การสังเกตความสัมพันธ์ของธรรมชาติ และการจัดประเภทหรือกลุ่มของสัตว์และพืช

แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้พหุปัญญาทั้ง 8 ด้านของนักการศึกษาต่างประเทศ แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมที่ใช้ในการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้

โดยใช้ความสามารถทางปัญญาแต่ละด้านที่นักเรียนมี ดังนั้น วิธีการจัดการเรียนการสอนบนพื้นฐานของทฤษฎีพหุปัญญา จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยวิธีการที่หลากหลายสอดคล้องกับความถนัดหรือความสามารถทางปัญญาของตน แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าวิธีสอนตามแนวพหุปัญญาจะสอนได้ดีสำหรับนักเรียนทุกคน เพราะนักเรียนแต่ละคนมีความถนัดแตกต่างกัน ยุทธวิธีการสอนที่เหมาะกับเด็กกลุ่มหนึ่งอาจไม่เหมาะกับเด็กอีกกลุ่ม ดังนั้น ครูจึงควรใช้ยุทธวิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้รับในสิ่งที่ตรงกับความถนัดของตน

1.7 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

วรรณี โสมประยูร (2541: 20-24) ได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนแบบวรรณีที่มี 8 ขั้น ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นทบทวน ขั้นสอน ขั้นสรุป ขั้นสร้างเจตคติ ขั้นนำไปใช้ ขั้นฝึกทักษะ และขั้นประเมินผล ที่ใช้หลายทฤษฎีผสมผสานหรือบูรณาการเข้าด้วยกัน จึงทำให้วิธีการสอนแบบวรรณีมีลักษณะบูรณาการที่ดีและเป็นไปตามหลักปรัชญาองค์รวม โดยมีแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ 10 ทฤษฎี รวมทั้งทฤษฎีพหุปัญญาด้วยที่ใช้เป็นทฤษฎีพื้นฐานของวิธีสอนแบบวรรณี

วารีรัตน์ แก้วอุไร และสุปราณี ไกรวัตนุสสรณ์ (2541: 90-92) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา สรุปได้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนกระตุ้นให้เกิดความสามารถด้านต่างๆ (Awaken the Intelligence) การกระตุ้นหรือการเตรียมการต้องเกี่ยวข้องกับการฝึกปฏิบัติทั้งทางร่างกายและสมอง เพื่อเป็นการเตรียมการของความสามารถด้านนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความพร้อมที่จะดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป เช่น ถ้าเราต้องการกระตุ้นความสามารถในการมองเห็น/มิติสัมพันธ์ก็ต้องให้เด็กได้ฝึกการวาดรูประบายสี เป็นต้น

2. ขั้นเสริมและพัฒนาความสามารถ (Amplifying the Intelligence) ความสามารถทางปัญญาแต่ละด้านสามารถพัฒนาและเสริมได้ ซึ่งเหมือนกับทักษะต่างๆ ถ้าเราฝึกฝนมากๆ ก็เกิดความชำนาญมาก

3. ขั้นการสอนให้เกิดความสามารถทางปัญญา (Teaching with Intelligence) เป็นขั้นที่ใช้ทักษะด้านต่างๆ หาความรู้เพิ่มเติมหรือทำให้เกิดการเรียนรู้

4. ขั้นการถ่ายโอนความรู้ (Transfering the Intelligence) เป็นขั้นการนำความรู้และความสามารถมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตจริง

Cambell (1997) ได้กล่าวถึง การใช้พหุปัญญาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าสามารถกระทำได้ดังนี้

1. ใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน เช่น เด็กบางคนอาจจะเข้าใจกราฟหรือพีชคณิตบนกระดานดำยาก ครูสามารถนำนักเรียนทำกราฟที่สนามโดยทุกคนเป็นจุดๆ หนึ่งบนเส้นกราฟ หรือในออสเตรเลีย

โรงเรียนแห่งหนึ่งมีสนามเล่นปูอิฐเป็นรูปสุริยะจักรวาล ครูนำนักเรียนมาเรียนดาราศาสตร์ในสนาม เด็กๆ เป็นดวงดาวต่างๆ หมุนรอบดวงอาทิตย์

2. ใช้ในการเสริมบทเรียน โดยมีการจัดสัปดาห์พหุปัญญา เช่น ใช้ศิลปะหรือการละครในการเรียนวรรณคดี เรียนดาราศาสตร์หัวข้อสุริยะจักรวาล โดยใช้ปัญญาทางตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์วัดระยะทางระหว่างดวงดาวที่สนามกับดาวต่างๆ รอบดวงอาทิตย์

3. ใช้ในการส่งเสริมการทำงานด้วยตนเอง โดยครูให้เด็กคิดริเริ่ม ค้นคว้า ดำเนินงาน และรายงานผลการทำโครงงานของตนเอง

4. ใช้ในการประเมินผล เมื่อเด็กทำโครงงานเสนอหรือแสดงโครงงานให้ฝึกประเมินงานของตนเองหรือให้เพื่อนๆ ช่วยประเมิน

5. การฝึกเป็นลูกมือ โดย Gardner ได้เสนอให้ฝึก 3 ด้าน คือ ด้านศิลปหัตถกรรม ด้านวิชาการ และด้านร่างกาย

Burge (1999) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาว่า ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เลือกเรียนรู้ตามวิธีการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อนักเรียนจะได้สร้างความรู้ที่มีความหมายสำหรับตนเอง และควรมีการประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

David Lazear (1999: 7) เป็นหนึ่งในนักการศึกษาที่พัฒนาวิธีการสอนตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ซึ่ง Lazear ได้แบ่งการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. การใช้พหุปัญญาเป็นวิชาเรียน (การสอนสำหรับพหุปัญญา: teaching for multiple intelligences) ความสามารถทางสติปัญญาแต่ละด้านสามารถนำมาเป็นวิชาเรียนได้ เช่น วิชาดนตรี วิชาภาษา วิชาศิลปศึกษา วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้การคำนวณและการให้เหตุผล วิชาพลศึกษา วิชาการเต้นและการละคร ที่ใช้ทักษะในการเคลื่อนไหวร่างกาย และวิชาหน้าที่พลเมืองที่ใช้ทักษะทางสังคม การสอนวิชาเหล่านี้ต้องเข้าใจและรู้ซึ้งในเรื่องของขั้นพัฒนาการของปัญญาแต่ละด้าน ควบคู่ไปกับความเข้าใจการธรรมชาติและเนื้อหาของวิชานั้น

2. การใช้พหุปัญญาในการสร้างความรู้ (การสอนโดยใช้พหุปัญญา: teaching with multiple intelligences) ความสามารถทางสติปัญญาแต่ละด้านสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ในขอบเขตของปัญญาด้านนั้น เช่น ใช้ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวในการเรียนคำศัพท์ ใช้ดนตรีในการสอนมโนทัศน์คณิตศาสตร์ ใช้ศิลปะ เช่น การวาดรูป ระบายสี การแกะสลัก การปั้น สอนในวิชาสังคมและประวัติศาสตร์ เรื่อง ความแตกต่างของวัฒนธรรม ใช้การอภิปรายโต้แย้งในการสำรวจและค้นหาสภาพเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น และใช้ทักษะการเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างในการวิเคราะห์ลักษณะของตัวละครในละครของ William Shakespeare

3. การเรียนรายละเอียดของพหุปัญญาในแต่ละด้าน (การสอนเกี่ยวกับพหุปัญญา : teaching about multiple intelligences) การเรียนการสอนเกี่ยวกับกระบวนการทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับปัญญาด้านต่าง ๆ เพื่อยืนยันหรือย้ำเตือนถึงปัญญาที่มีอยู่ในตัวนักเรียน สอนให้นักเรียนรู้วิธีการเข้าถึงปัญญาของตนเอง เพื่อเพิ่มศักยภาพปัญญาที่ตนเองมีอยู่ และการกระตุ้นใช้ปัญญาในการเรียนรู้และในชีวิตประจำวัน

นอกจากนี้ Lazear (1999) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา (Awaken Intelligence) ขั้นนี้ครูกระตุ้นนักเรียนให้ใช้พหุปัญญาด้านใดด้านหนึ่ง ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 และสัมผัสพื้นฐาน ได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การรับรส การสัมผัส การได้กลิ่น การพูดและการสื่อสารกับผู้อื่น รวมทั้งสัมผัสภายใน เช่น การรู้โดยสัญชาตญาณ การรู้คิดและแรงบันดาลใจ เพื่อให้เกิดประเด็นปัญหาและนำไปสู่การค้นหาคำตอบ

2. ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา (Amplifying Intelligence) ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องเรียนรู้วิธีการใช้ความสามารถทางปัญญาแต่ละด้านและศึกษาว่าความสามารถหรือทักษะที่หลากหลายในตัวนักเรียนมีอะไรบ้าง นักเรียนจะต้องเรียนรู้เพื่อที่จะเข้าใจภาษาเฉพาะของความสามารถทางปัญญาแต่ละด้าน ซึ่งครูต้องจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำปัญญาด้านที่ได้รับการกระตุ้นจากขั้นที่ 1 มาใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่สอดคล้องกับปัญหา

3. ขั้นสอนโดยใช้ความสามรถทางปัญญา/ขั้นสอนความสามารถทางปัญญา (Teaching with/for Intelligence) ขั้นนี้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ความสามารถทางปัญญาหลายด้าน เพื่อจัดกระทำข้อมูล พิจารณาความน่าเชื่อถือและประเภทของข้อมูล จนนำไปสู่การลงข้อสรุป

4. ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา (Transfer Intelligence) ในขั้นนี้เป็นการใช้ความสามารถทางปัญญาด้านต่างๆ ในการแก้ปัญหา โดยครูมอบหมายภาระงานหรือกำหนดสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันที่แตกต่างจากสถานการณ์ปัญหาเดิมในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ตัดสินใจแก้ปัญหา

จากการศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ผู้วิจัยได้เลือกขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของ Lazear สำหรับนำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา (Awaken Intelligence) เป็นขั้นตอนที่ครูเตรียมความพร้อมทางด้านสติปัญญา อารมณ์ ความรู้สึก และระบบประสาทสัมผัสของนักเรียน

เพื่อให้นักเรียนมีความตื่นตัวและพร้อมที่จะรับประสบการณ์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นนักเรียนให้นำความสามารถทางปัญญาที่มีอยู่ออกมาใช้

ขั้นที่ 2 ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา (Amplify Intelligence) เป็นขั้นตอนที่ครูทบทวนความรู้เดิมหรือเพิ่มความรู้ที่จำเป็นเพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนที่จะสร้างความรู้ใหม่ ด้วยการนำความสามารถทางปัญญาของนักเรียนด้านที่ได้รับการกระตุ้นมาแล้วจากขั้นที่ 1 มาใช้ในการทำกิจกรรม ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้วิธีการใช้ความสามารถทางปัญญาด้านนั้นๆ ให้มากขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา (Teach with Intelligence) เป็นขั้นตอนที่ครูจัดประสบการณ์ให้นักเรียนสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ให้นักเรียนฝึกคิดและสรุปความรู้ในเนื้อหาที่เรียน ด้วยการใช้ความสามารถทางปัญญาของนักเรียนด้านที่เอื้อต่อลักษณะเฉพาะของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และเหมาะกับกิจกรรมการเรียนการสอนความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องมีลักษณะของการที่ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดอย่างมีตรรกะ แสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผล จึงจะสามารถทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาด้านความรู้และมีประสบการณ์มากขึ้น มีการฝึกทักษะการใช้ความรู้ใหม่ด้วยการใช้คำถามโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ รวมถึงการทำแบบฝึกหัด

ขั้นที่ 4 ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา (Transfer Intelligence) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้นำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ปัญหาใหม่ เริ่มจากการให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาจนนักเรียนเกิดทักษะความชำนาญในการเลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นครูจะนำเสนอสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถเกิดขึ้นได้จริง ในลักษณะของการยกตัวอย่างข้อเท็จจริงหรือปัญหาผ่านการทำกิจกรรมที่ใช้ความสามารถทางปัญญาของนักเรียนในด้านที่สะท้อนให้เห็นถึงการนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัว และสามารถประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับ ตลอดจนคุณค่าของผลงานที่สร้างขึ้นด้วยตนเองได้ และในขั้นนี้ต้องเกิดผลงานหรือการกระทำที่เป็นการสะท้อนถึงการใช้ความรู้และพหุปัญญาของผู้เรียนในรูปของชิ้นงานหรือพฤติกรรมที่ครูสามารถสังเกตได้

การจัดความสามารถทางปัญญาแต่ละด้านลงไปในขั้นตอนการสอนทั้ง 4 ขั้น ผู้วิจัยวิเคราะห์จากความสามารถทางปัญญาด้านที่เอื้อต่อลักษณะเฉพาะของเนื้อหาคณิตศาสตร์และความเหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนั้นๆ ดังที่ Munro (1994) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะสามารถพัฒนานักเรียนได้อย่างสูงสุดก็ต่อเมื่อ ความสามารถทางปัญญาจะต้องเอื้อต่อลักษณะเฉพาะของเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องนั้นด้วย

1.8 การวางแผนการสอนตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

Armstrong (1994 อารี สัณหฉวี, ผู้แปล, 2543: 44-45) กล่าวว่า วิธีการสอนที่ดีที่สุดในการนำทฤษฎีพหุปัญญานี้ไปพัฒนาหลักสูตร คือ การปรับเนื้อหา ใช้กิจกรรมที่สอดคล้องและพัฒนาความสามารถทั้ง 8 ด้าน ซึ่งอาจทำตามขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งจุดประสงค์หรือหัวข้อที่จะสอนโดยวางแผนหลักสูตรระยะยาวหรือระยะสั้น ซึ่งอาจเป็นแผนผังที่วางจุดประสงค์หรือเนื้อหาที่จะสอนไว้กลางผัง

2. ครูตั้งคำถามตนเองเกี่ยวกับความสามารถทางปัญญาด้านต่างๆ ที่ต้องการนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผ่านเทคนิคต่างๆ ประกอบ (ดูภาพที่ 1 ประกอบ)

3. ศึกษาเทคนิคการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถทางปัญญาด้านต่างๆ โดยพิจารณาความเป็นไปได้ของการสร้างกิจกรรมประกอบเนื้อหาของบทเรียน

4. ทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วเขียนเทคนิควิธีการสอนที่สอดคล้องกับความสามารถทางปัญญาด้านต่างๆ ให้มากที่สุด

5. เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพห้องเรียน อุปกรณ์ ความสามารถ วัย ความสนใจ และระดับชั้นของผู้เรียน

6. เขียนแผนการสอนโดยเติมรายละเอียดของกิจกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถทางปัญญาแต่ละด้าน ทั้งนี้โดยขึ้นอยู่กับเวลาอันเหมาะสม

7. จัดเตรียมหรือสร้างสื่อการสอนที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม โดยอาจยืดหยุ่นเวลาตามสถานการณ์ที่เหมาะสม

การเขียนแผนการสอนนั้นครูสามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับความสามารถทางปัญญาด้านต่างๆ ที่ต้องการพัฒนาโดยผ่านเทคนิคต่างๆ ประกอบดังภาพต่อไปนี้

ภาพที่ 1 แสดงคำถามพหุปัญญาในการเขียนแผนการสอน
Armstrong (1994 อารี สัณหฉวี, ผู้แปล, 2543: 44-45)

นอกจากนี้ Thomas Hatch (1997: 28) ได้ให้ทัศนะเพิ่มเติมว่า การสร้างแผนการสอนควรเป็นไปตามแนวทางของหลักสูตร และเหมาะสมกับความสามารถที่แตกต่างกันรวมทั้งความต้องการของนักเรียนแต่ละคนตามสภาพแท้จริงของการเรียนการสอนในแผนการสอนแต่ละแผน และครูไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมหรือใช้เทคนิคการสอนให้ครอบคลุมความสามารถทางปัญญาทุกๆ ด้าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลกับเนื้อหาของบทเรียน

2. ความรู้ทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์

Kitcher (1983 Cited in Annie and John, 1996: 1) ได้กล่าวว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดที่เป็นนามธรรม เกิดจากการฝึกฝน ประกอบด้วยความรู้ที่ได้มาโดยนัย (Tacit) และความรู้ที่ได้มาโดยตรง (Explicit) โดยความรู้ที่ได้มาโดยนัยเป็นความรู้จำพวกเทคนิค ขั้นตอนการทำงาน สุนทรียภาพในการทำงาน การรู้จักใช้สัญลักษณ์ แต่ความรู้ที่ได้มาโดยตรงเป็นความรู้จำพวกทฤษฎีบท การพิสูจน์

Annie and John (1996: 2) ได้กล่าวถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ความรู้ที่รู้ว่าต้องทำอย่างไร (Knowing how) เป็นความรู้ที่จะนำไปสู่คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การพิสูจน์ ความรู้ขั้นตอนและการดำเนินการ และความรู้ในสิ่งนั้น (Knowing that) ได้แก่ ความรู้ทางมโนทัศน์

Steinbring (2007: 2) ได้กล่าวถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความรู้ที่ประกอบด้วยระบบเครื่องหมายหรือระบบสัญลักษณ์ โดยเครื่องหมายเหล่านั้นไม่ได้มีความหมายมาตั้งแต่ต้น แต่เป็นการกำหนดเครื่องหมายและสัญลักษณ์เพื่อเป็นสื่อแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้แบ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge)

2. ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ (Procedural Knowledge)

จากความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความคิดและความเข้าใจที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยความรู้ทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ (Procedural Knowledge)

2.2 ความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างประกอบด้วยคำอนิยาม นิยาม สัจพจน์ ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่างๆ ขึ้นและนำไปใช้อย่างเป็นระบบ มีความต่อเนื่องของเนื้อหา ซึ่ง อัมพร ม้าคนอง (2554) ได้กล่าวถึงวัตถุหรือสิ่งที่นักเรียนจะเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์โดยตรง ได้แก่ ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ทักษะทางคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และกฎคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2545: 5) ได้กล่าวถึงสิ่งที่ผู้เรียนควรได้รับในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. มีความรู้และความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานและทักษะการคิดคำนวณ สามารถเลือกหลักการ กฎ หรือสูตรมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

2. มีเหตุผลเชิงตรรกะในการคิด สามารถถ่ายทอดความคิดได้อย่างชัดเจน

3. มีความประทับใจ มองเห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

4. มีความสามารถในการใช้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ มีทักษะในการเรียนรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 3) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายและวิสัยทัศน์เกี่ยวกับคุณภาพและมาตรฐานของผู้เรียนโดยสามารถสรุปได้ว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์แล้วผู้เรียนต้องมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า สิ่งที่นักเรียนจะได้จากการเรียนคณิตศาสตร์คือ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่มีลักษณะเป็นข้อเท็จจริง กฎ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยสิ่งเหล่านี้จะมีความสำคัญต่อการนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อและการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

2.3 ประเภทของความรู้ทางคณิตศาสตร์

2.3.1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

คำว่า มโนทัศน์ มีความหมายเดียวกับ มโนมติ มโนภาพ ความคิดรวบยอด ฯลฯ ซึ่งมีความหมายเดียวกับคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ มีนักการศึกษาหลายท่านทั้งไทยและต่างประเทศได้ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Cooney, Davis และ Henderson (1975) ได้ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของบทนิยามหรือความหมายของเรื่องนั้น

Eggen and Kauchak (1981: 108) ได้ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ เช่น มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดของมุมทั้งสี่เท่ากันและเท่ากับ 90 องศา มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและขนานกัน เป็นต้น

Copeland (1983) ได้ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ในด้านการคิดคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน รวมไปถึงการให้เหตุผลอย่างมีระบบ

หรือรูปร่างลักษณะภายนอกของสิ่งของอันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์ แล้วนำลักษณะเหล่านั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

Hiebert and Lefevre (1986: 3-4) ได้ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า คือ โครงข่ายที่ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น

Marsh (1986) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความรู้ที่สร้างขึ้นจากการจัดประเภท การแยกแยะความรู้ และการจำแนกประเภทของข้อมูลโดยผู้เรียน

Toumasis (1995: 98) ได้ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความคิดขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งเร้า โดยนักเรียนสามารถแยกแยะประเภทของสิ่งเร้าที่มีความสัมพันธ์กันและไม่สัมพันธ์กันได้

Byrnes (1996: 156-157) ได้ยกตัวอย่างของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น 1) ความเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ (Reference) เช่น 5 หมายถุง สิ่งของจำนวน 5 ชิ้น 2) ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของสิ่งของ (Relative numerosity) เช่น ส้ม 8 ผล มีจำนวนมากกว่าส้ม 4 ผล 3) การจัดกลุ่มทางคณิตศาสตร์ (Categories) เช่น เศษส่วนต่างๆ มุมต่างๆ เป็นต้น และความเข้าใจความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่จัด เช่น มุมแหลมต่างจากมุมฉาก 4) ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ (Facts) เช่น ผลบวกของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ 180 องศา 5) รู้เหตุผลของคำตอบ (why) เมื่อดำเนินการจนได้คำตอบแล้วสามารถให้เหตุผลได้ว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกหรือผิด

พรรณทิพย์ ม้ามณี (2532:29) ได้ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความเข้าใจและความสามารถในการเก็บใจความหรือย่อเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนได้ รวมทั้งสามารถนำเอาไปใช้หรือสร้างเป็นกรณีทั่วไปได้ ซึ่งเป็นความหมายที่กว้างกว่าความเข้าใจธรรมดา

วิมลรัตน์ ศรีสุข (2551: 24) ได้กล่าวว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ ขั้นตอน วิธีการทางคณิตศาสตร์ ที่ประมวลมาจากประสบการณ์ของผู้เรียน อันเกิดมาจากการจัดประเภท การจำแนก การเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยที่ความคิดและความเข้าใจนั้นสามารถอธิบายได้ด้วยภาษาหรือสัญลักษณ์

อัมพร ม้าคนอง (2553: 3) กล่าวว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกันของสิ่งที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่อยู่ในรูปของของบทนิยาม ความหมายของกฎ สูตร หรือสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

2.3.2 ความหมายของความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Rittle-John and Alibali (1999: 176) ได้ให้ความหมายของความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง การปฏิบัติเป็นขั้นตอนเพื่อการแก้ปัญหา

Hiebert and Lefevre (1986: 6) ได้กล่าวถึงความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่า มีลักษณะแตกต่างกัน 2 ส่วน ส่วนแรกประกอบด้วยภาษาที่เป็นแบบแผนหรือระบบการนำเสนอสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกส่วนประกอบด้วยขั้นตอน หรือวิธีการ หรือกฎในการทำงานทางคณิตศาสตร์

Byrnes(1996:156-157) ได้กล่าวถึงความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่า ประกอบด้วยการรู้ขั้นตอนที่นำไปสู่เป้าหมายหนึ่ง เช่น การรู้ขั้นตอนวิธีการเกี่ยวกับ 1) การนับ 2) การบวก ลบ คูณ และหาร 3) การหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม 4) การแยกตัวประกอบสมการหลายตัวแปร 5) การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชั่น

College Board (2002:39) ได้กล่าวว่า ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการประกอบด้วยขั้นตอน วิธีการทำงานทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ความสามารถในการอ่านและการเขียนกราฟและตาราง การดำเนินการทางเรขาคณิต ทักษะที่ไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ เช่น การหมุน (rounding) และลำดับ (ordering) เป็นต้น

น้อมศรี เคท (2547: 24) ได้ให้ความหมายของความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่า คือการจดจำสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ และสามารถนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ หรือหมายถึงการที่บุคคลมีทักษะทางคณิตศาสตร์และนำทักษะนั้นมาปฏิบัติการคิดคำนวณอย่างเป็นขั้นตอน

วิมลรัตน์ ศรีสุข (2551: 24) ได้กล่าว่า ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับแนวทางในการคิดคำนวณตามกฎ ตามขั้นตอนที่มีแสดงถึงความเฉพาะในแต่ละสาระของวิขาคณิตศาสตร์ เช่น ขั้นตอนวิธีในการหารยาว เป็นต้น

อัมพร ม้าคนอง (2553: 5) ได้กล่าวว่า ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และและขั้นตอน

ในการดำเนินงานทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณพื้นที่โดยใช้สูตร การหารยาว การหารากที่สองของจำนวน

จากความหมายของความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนวิธีการทำงานทางคณิตศาสตร์ การใช้สูตรหรือการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การคำนวณโดยใช้สูตร และการเลือกใช้ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สถาบันเกี่ยวกับการศึกษาและนักวิชาการทางคณิตศาสตร์หลายท่าน ได้กล่าวถึง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991: 102) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงว่า คือ การสัมพันธ์เชื่อมต่อกันภายในวิชาคณิตศาสตร์และระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ซึ่งจะมีการเชื่อมโยงการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

คณะกรรมการการศึกษานิวเจอร์ซีย์ (New Jersey State Board of Education, 1996: Online) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงคือ ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาที่ต่างกันและเขียนความสัมพันธ์เหล่านั้นในการศึกษาต่อไปได้ ในการประยุกต์ภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์นี้นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจระหว่างเศษส่วนและทศนิยม หรือระหว่างพีชคณิตและเรขาคณิต การประยุกต์เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับเนื้อหาวิชาอื่น นักเรียนจะต้องเข้าใจการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษาและศิลปะ และในการประยุกต์เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับโลกจริง นักเรียนจะต้องสามารถเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนไปยังชีวิตประจำวันได้

อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้ หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ

อเนก พุทธิเดช (2548: 43) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นำความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิม ประสบการณ์ที่มีมาผสมผสานหรือมาสัมพันธ์กัน ทำให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2551: 98) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระและหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่าง

เป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

จากความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ หลักการทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์ที่มีมาสัมพันธ์กับความรู้ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

3.2 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991: 102) ได้แบ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ออกเป็น

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กัน ให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชา รวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของนักเรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไปภายใต้หัวเรื่องที่เกี่ยวข้องให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชา ขึ้นไป ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2547: 50-51) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นไปได้หลายลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่
2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่างๆ ของคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลายๆ แบบสู้ความคิดรวบยอดเดียวกัน
4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่วิธีคิดคำนวณ
5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

อัมพร ม้าคนอง (2553: 101) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์ มี 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่น

จากลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

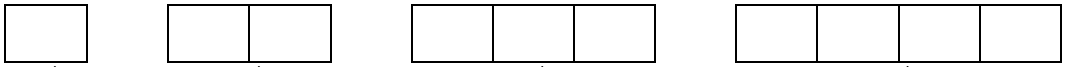
3.3 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในลักษณะต่างๆ

3.3.1 การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์

คณะกรรมการการศึกษานิวเจอร์ซีย์ (New Jersey State Board of Education, 1996: Online) ได้กล่าวว่า ความสำคัญหนึ่งของการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ คือ การรวมความคิดทางคณิตศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งจะแสดงออกมาเมื่อได้เรียนรู้เนื้อหาในระดับที่สูงขึ้นไป พวกเขาจะเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน แสดงให้เห็นหลักในการทำงานของความสัมพันธ์ทั้งหลายและแสดงได้ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร การเชื่อมโยงความคิดจะเกิดขึ้นโดยการใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ก่อนและหลักสูตรที่ออกแบบเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในแต่ละระดับชั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2551: 99) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เป็นการนำความรู้และทักษะ/กระบวนการต่างๆทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือกะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียนมากขึ้น โดยได้เสนอการเชื่อมโยงใน 2 ลักษณะคือ การเชื่อมโยงด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในทางปฏิบัติทั้ง 2 ด้านนี้ไม่สามารถแยกจากกันได้โดยเด็ดขาด แต่แยกแยะตัวอย่างเพื่อง่ายแก่การทำความเข้าใจ

ตัวอย่างการเชื่อมโยงด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ (สสวท, 2551:101-102) จะใช้การเชื่อมโยงสาระจำนวนกับพีชคณิต โดยให้พิจารณาระหว่างอันดับของรูป (รูปที่) กับความยาวรอบรูป ดังภาพที่ 2 ที่ได้กำหนดรูปแบบให้แล้วตอบคำถาม



ภาพที่ 2 แสดงแบบรูปที่กำหนดให้ เพื่อหาคำตอบ

รูปที่	**ความยาวรอบรูป (หน่วย)**
1	$4 = 2 + (2 \times 1)$
2	$6 = 2 + (2 \times 2)$
3	$8 = 2 + (2 \times 3)$
4	$10 = 2 + (2 \times 4)$
...	
n	

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลำดับของรูปกับความยาวรอบรูป

จากภาพที่ 2 และตารางที่ 1 ได้กำหนดคำถามไว้ดังนี้

ข้อที่ 1 รูปที่ 50 มีความยาวรอบรูปกี่หน่วย

ข้อที่ 2 เมื่อ n แทนจำนวนนับจำนวนหนึ่ง รูปที่ n มีความยาวรอบรูปกี่หน่วย

ข้อที่ 3 รูปที่มีความยาวรอบรูป 30 หน่วย เป็นรูปที่เท่าไร

ปัญหานี้ต้องสังเกตแบบรูปของความสัมพันธ์ระหว่างอันดับของรูป (รูปที่ 1) กับความยาวรอบรูปตามแบบรูปที่กำหนด ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของจำนวนมาตอบคำถาม ข้อที่ 1 เขียนความยาวรอบรูปในรูปของตัวแปร n เพื่อตอบคำถามข้อที่ 2 และจากผลข้อที่ 2 นำมาเขียนเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อนำสมการไปใช้ตอบคำถามในข้อที่ 3 ดังนี้ ข้อที่ 1 รูปที่ 50 จะหาความยาวรอบรูปได้จาก $2+(2 \times 50) = 102$ หน่วย ข้อที่ 2 รูปที่ n มีความยาวรอบรูปเป็น $2+2n = 30$ แล้วแก้สมการหาค่า n ซึ่งจะได้คำตอบเป็น 14 ซึ่งเป็นคำตอบในข้อ 3

ในส่วนของตัวอย่างการเชื่อมโยงด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์ (สสวท, 2551: 111-112) ได้แสดงการแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนร้อยละโดยวิธีการเขียนสมการ โดยถ้าต้องการครีมแต่งหน้าเค้กตามสูตรที่ใช้นมสดที่มีไขมันเนย 40% จำนวน 4 ถ้วยตวง แต่มีนมสดที่มีไขมันเนย 60% กับนมสดที่มีไขมันเนย 30% จะต้องผสมนมสดทั้งสองชนิดอย่างไรจึงจะได้นมสดตามสูตรที่ระบุไว้

สำหรับปัญหานี้จะเห็นว่าต้องใช้วิธีการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนผสมที่คิดเป็นร้อยละกับปริมาณที่คิดเป็นถ้วยตวง จึงจะหาคำตอบได้ ดังแนวคิดต่อไปนี้

สมมติให้ใช้นมสดที่มีไขมันเนย 60% จำนวน x ถ้วยตวง จะได้ไขมันเนย $\frac{6x}{10}$ ถ้วยตวง ดังนั้นต้องใช้นมสดที่มีไขมันเนย 30% จำนวน 4 - x ถ้วยตวง จะได้ไขมันเนย $\frac{3(4-x)}{10}$ ถ้วยตวง สำหรับในการผสมครั้งนี้จะมีจำนวนไขมันเนยทั้งหมด $\frac{6x}{10}+\frac{3(4-x)}{10}$ ถ้วยตวง ในที่นี้ต้องการผสมให้ได้นมสดที่มีไขมันเนย 40% จำนวน 4 ถ้วยตวง ซึ่งคิดเป็นไขมันเนย $\frac{40}{100}\times 4=\frac{16}{10}$ ถ้วยตวง จะเขียนสมการได้เป็น $\frac{6x}{10}+\frac{3(4-x)}{10}=\frac{16}{10}$ จากสมการจะแก้ได้ว่า $x=\frac{4}{3}$ หรือ $1\frac{1}{3}$ ดังนั้น ในการผสมครั้งนี้ต้องใช้นมสดไขมันเนย 60% จำนวน $1\frac{1}{3}$ ถ้วยตวง และใช้นมสดไขมันเนย 30% จำนวน $2\frac{2}{3}$ ถ้วยตวง

จากที่ได้กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ คือ การนำเอาความรู้ เนื้อหา ทักษะ/กระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลในการช่วยแก้ปัญหาให้ได้หลากหลายวิธี ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายมากขึ้น

3.3.2 การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989: 147) ได้กล่าวว่า ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดอนุมานข้ามหัวข้อต่างๆ ได้ พวกเขาควรจะมีพัฒนาการความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการใหม่ๆ ที่สามารถประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และจากศาสตร์อื่นๆ ได้ ซึ่งจะประยุกต์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. เชื่อมโยงกับศิลปะ การใช้สมมาตร มุมมอง การดำเนินการทางมิติสัมพันธ์ แบบรูป (รวมถึง fractal) เพื่อสร้างงานศิลปะได้

2. เชื่อมโยงกับชีววิทยา ใช้ในการวัด การแยกแยะปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตต่างๆ

3. เชื่อมโยงกับธุรกิจ ใช้การจัดการเครือข่ายการติดต่อสื่อสารได้อย่างเหมาะสม

4. เชื่อมโยงกับศิลปอุตสาหกรรม ใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการช่วยการคำนวณออกแบบ การวาดรูปหรือแบบรูปของวัตถุที่มีลักษณะเป็นสามมิติ เช่น ออกแบบบ้าน

5. เชื่อมโยงกับเภสัชศาสตร์ ออกแบบรูปแบบในการฉีดวัคซีนเพื่อกำจัดเชื้อโรคติดต่อ

6. เชื่อมโยงกับฟิสิกส์ ใช้เวคเตอร์ในหารแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่องแรง

7. เชื่อมโยงกับสังคมวิทยา ใช้เทคนิคทางสถิติในการทำนายและวิเคราะห์ผลการเลือกตั้ง

คณะกรรมการการศึกษานิวเจอร์ซีย์ (New Jersey State Board of Education, 1996: Online) ได้กล่าวว่า นักเรียนจะต้องพัฒนาความเข้าใจในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น วิชาคณิตศาสตร์ถูกนำไปใช้เป็นเครื่องมือในศาสตร์อื่นๆ อยู่เสมอ ในวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนจะใช้การวัดปริมาณและวิเคราะห์ข้อมูล ในวิชาสังคมศึกษาจะใช้การนับและการวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างทางเลือกโดยการใช้คณิตศาสตร์ Discrete ในวิชาศิลปะพวกเขาจะใช้คณิตศาสตร์ในการออกแบบและแสดงมุมมอง ส่วนในศาสตร์อื่นๆ สามารถจัดหาบริบทที่น่าสนใจในการเรียนโดยใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ ตัวอย่างเช่น นักเรียนจะเรียนรู้เกี่ยวกับการสมมาตรโดยการวาดออกแบบสิ่งที่สมมาตรกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2551: 114-116) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เป็นการนำความรู้และทักษะ/กระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และนักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตสาสตร์ ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อศาสตร์อื่นๆ มาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางวิทยาศาสตร์ จน Carl Friedrich Gauss ถึงกลับกล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นราชินีของวิทยาศาสตร์ (Mathematics is the Queen of the Sciences) ซึ่ง Gauss เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมันผู้เป็นที่ยอมรับกันว่ายิ่งใหญ่ที่สุดในยุคปัจจุบัน ผลงานที่ Gauss ได้เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มาสร้างสรรค์ในทางคณิตสาสตร์ที่สำคัญเป็นผลงานในพีชคณิต เรขาคณิตวิเคราะห์ ตรีโกณมิติ ทฤษฎีจำนวน การวิเคราะห์เชิงตัวเลข ความน่าจะเป็นและสถิติ ในทางวิทยาศาสตร์เขาเป็นนักฟิสิกส์และนักดาราศาสตร์ และที่สำคัญเป็นผู้คิดค้นกฎของ Gauss สำหรับสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ทั้งสองกฎเป็นกฎพื้นฐานในการประยุกต์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความสำคัญในการศึกษาทางฟิสิกส์มาจนถึงปัจจุบันนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2551: 125) ได้ยกตัวอย่างการใช้คณิตศาสตร์ในเศรษฐศาสตร์ โดยการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นตาราง อสมการและกราฟช่วยในการวิเคราะห์การลงทุน เพื่อวิเคราะห์จำนวนการผลิตสินค้าที่ทำให้มีผลกำไรมารกที่สุด ดังตัวอย่างของบริษัทแห่งหนึ่ง ผลิตน้ำอัดลมชนิด M และชนิด N โดยชนิด M แต่ละขวดจะใช้หัวเชื้อน้ำตาล 4 กรัม กับหัวเชื้อน้ำส้ม 1 กรัม ส่วนชนิด N แต่ละขวดจะใช้หัวเชื้อน้ำตาล 2 กรัม กับหัวเชื้อน้ำส้ม 3 กรัม ถ้าในแต่ละวันบริษัทมีหัวเชื้อน้ำตาลเพียง 20,000 กรัม และหัวเชื้อน้ำส้มเพียง 9,000 กรัม เท่านั้น ในการจำหน่ายน้ำอัดลม บริษัทจะกำไรจากน้ำอัดลมชนิด M ขวดละ 0.50 บาท และชนิด N ขวดละ 0.75 บาท อยากทราบว่าทางบริษัทควรผลิตน้ำอัดลมชนิด M และชนิด N วันละกี่ขวด จึงจะได้กำไรมากที่สุดและเป็นเงินเท่าไร

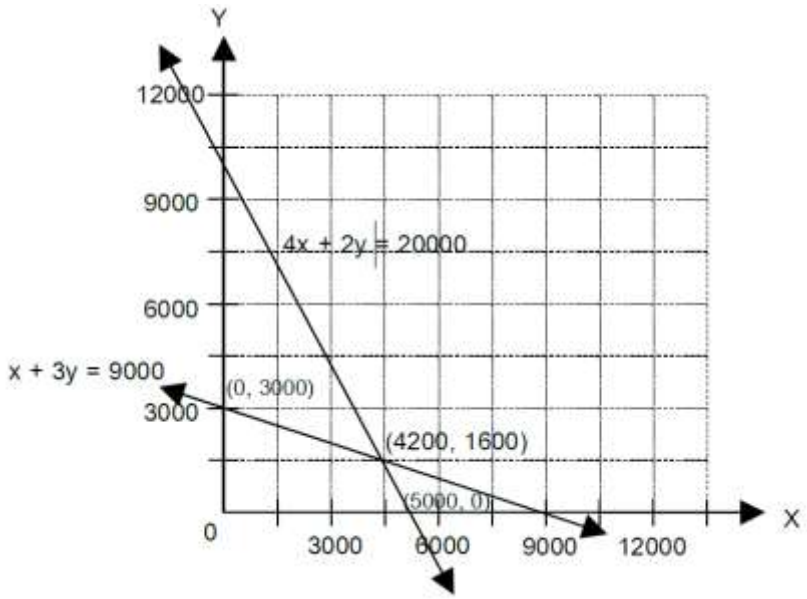
จากตัวอย่างสมมติให้ P แทนกำไร

x แทนจำนวนของขวดน้ำอัดลมชนิด M

y แทนจำนวนของขวดน้ำอัดลงชนิด N

เขียนสมการแสดงกำไรจากการขายน้ำอัดลมได้เป็น $P = 0.50x + 0.75y$ และเขียนอสมการแสดงความสัมพันธ์และกราฟได้ดังนี้

อสมการแสดงการใช้หัวเชื้อน้ำตาล $4x + 2y = 20,000$ และอสมการแสดงการใช้หัวเชื้อน้ำส้ม $x + 3y = 9,000$ กราฟที่ใช้นำเสนอมีลักษณะดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนขวดน้ำอัดลมกับกำไร

(x,y)	P = 0.50x + 0.75y
(0,0)	0
(5000,0)	2,500
(4200,1600)	3,300
(0,3000)	2,250

ตารางที่ 2 แสดงการแทนค่า x และ y จากยุดยอดมุมของพื้นที่ภายในเส้นตัด

จากภาพที่ 3 และตารางที่ 2 สรุปได้ว่า ถ้าจะบายน้ำอัดลมให้ได้กำไรมากที่สุด ควรผลิตน้ำอัดลมชนิด M จำนวน 4,200 ขวด ชนิด N จำนวน 1,600 ขวด ซึ่งจะได้กำไรสูงสุดเป็น 3,300 บาท

จากที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น คือ การนำเอาความรู้ เนื้อหา ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับศาสตร์อื่นๆ ที่นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศิลปะ และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

3.3.3 การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

องค์กรความร่วมมือทางคณิตศาสตร์รัฐนิวเจอร์ซีย์ (New Jersey Mathematics Coalition, 1996: Online) ได้กล่าวว่า การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้จะช่วยอธิบายถึงสถานการณ์ในโลกจริงและทำนายผลที่จะตามมาโดยใช้พื้นฐานของแบบจำลองได้ ในเด็กเล็กๆ ก็สามารถนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์จริงได้ เช่น การนับลูกอม คุ้กกี้ หรือจับแก้วกาแฟกับจานรองแก้ว เพื่อยืนยันว่าการเชื่อมโยงสิ่งที่อยู่ภายนอกโรงเรียนกับสิ่งที่เรียนในโรงเรียนมีความสำคัญ นักเรียนที่โตขึ้นมาจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปพร้อมๆ กับการพัฒนาความคิดรวบยอดของฟังก์ชันและตัวแปร ซึ่งแนวคิดเหล่านี้จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นไปเมื่อพวกเขาโตขึ้นและมีการใช้ความเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น นักเรียนที่ต่างระดับชั้นกันสามารถใช้ประสบการณ์ในการยืนรออาหาร สำรวจความสัมพันธ์ทั่วไป เช่น เวลาที่รอ จำนวนคนที่รอ ตำแหน่งของคนสุดท้ายที่รอ และเวลาที่แต่ละคนใช้ซื้อคูปองอาหาร แบบจำลองทางคณิตศาสตร์คำนวณเวลาที่ต้องรอ คิดวิธีและประเมินการแก้ปัญหาที่พวกเขาได้คิดขึ้น เพื่อที่ทุกคนจะได้ซื้ออาหารกลางวันได้เร็วขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2551: 127) ได้กล่าวว่า จะสังเกตได้ว่า ในการดำเนินชีวิตของคนทั่วไปต้องเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์อยู่ตลอดเวลา เช่น ตื่นขึ้นมาก็ต้องดูเวลา ต้องประมาณเวลาในการทำกิจกรรมต่างๆ ในการขับรถก็ต้องเกี่ยวข้องกับอัตราเร็วของรถ ต้องเกี่ยวข้องกับเงินที่ใช้จ่ายและเงินทอนในการซื้อสินค้า ฯลฯ สิ่งต่างๆ

เหล่านี้เป็นเครื่องยืนยันได้ว่า คณิตศาสตร์มีอยู่รอบๆ ตัวของเรา และเราได้ใช้คณิตศาสตร์ในทุกๆ วัน โดยไม่รู้ตัว

จากที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง คือ การนำเอาความรู้ เนื้อหา ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุผลกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

3.4 แนวทางการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีแนวทางในการวัดตามมาตรฐานของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989: 146) ได้กำหนดมาตรฐานของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Connections) ไว้ดังนี้

ในการเรียนหลักสูตรคณิตศาสตร์นักเรียนในระดับอนุบาลถึงเกรด 12 จะรวมถึงการเชื่อมโยงและการมีผลกระทบซึ่งกันและกันระหว่างเนื้อหาต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และการนำไปใช้ ดังนั้นนักเรียนทั้งหมดสามารถ

1. ตระหนักถึงการดำเนินการที่เท่ากันของความคิดรวบยอดเดียวกันได้
2. หาความสัมพันธ์ของวิธีการในการดำเนินการหนึ่งไปยังการดำเนินการที่เท่ากันได้
3. รู้จัดและให้ความสำคัญของการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้
4. รู้จักและให้ความสำคัญของการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ได้

ในปี ค.ศ. 1996 คณะกรรมการการศึกษานิวเจอร์ซีย์ (New Jersey State Board of Education, 1996: Online) ได้กำหนดมาตรฐานในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ นักเรียนชั้นอนุบาลถึงเกรด 12 ทั้งหมดจะเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์ไปยังการเรียนรู้อื่น โดยเข้าใจถึงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และบทบาทที่จะนำวิชาคณิตศาสตร์และรูปแบบทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับศาสตร์อื่นและในชีวิตประจำวันได้

ต่อมาในปี ค.ศ. 2000 สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: Online) ได้กล่าวว่า การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นการวัดเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่

1. สามารถมองปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในภาพรวมก่อนแล้วจึงวิเคราะห์เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่โจทย์กำหนดให้ว่าตรงกับสาระเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องใด มีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันในเรื่องใดและสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ นอกเหนือจากที่โจทย์กำหนดให้ได้หรือไม่

2. สำรวจปัญหาและอธิบายผลที่ได้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การให้เหตุผลได้

3. สร้างแนวคิดใหม่หรือแนวทางการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นพื้นฐานแนวคิดของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่างๆ ได้

4. ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน

5. ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่ามีอยู่จริงในชีวิตประจำวัน สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

นอกจากนี้ ยังได้มีการกำหนดมาตรฐานการเชื่อมโยงใหม่ (NCTM, 2000: Online) ดังนี้

โปรแกรมการสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงเกรด 12 มุ่งให้นักเรียนทุกคนสามารถ

1. ระลึกและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ได้ในการสอนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ครูสามารถช่วยนักเรียนสร้างความเคยชินในการใช้การเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แทนที่จะมองคณิตศาสตร์โดยแยกความคิดรวบยอดและทักษะต่างๆ ออกจากกัน ซึ่งครูควรมีคำถามนำกับนักเรียน เช่น รูปสามเหลี่ยมคล้ายที่เราเรียนในวันนี้จะสัมพันธ์กับการเขียนมาตรส่วนที่เราได้เรียนในสัปดาห์ที่แล้วอย่างไร ซึ่งนักเรียนจะต้องทราบถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้อย่างแน่ชัด

การเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์ควรแพร่หลายในประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนทุกระดับชั้น ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์จะถูกนำมาใช้กับนักเรียนที่ก้าวเข้ามาในโรงเรียนเป็นครั้งแรก โดยจะต้องบูรณาการคณิตศาสตร์ในหลายๆ บริบทอย่างต่อเนื่องในโรงเรียน เด็กๆ สามารถที่จะเรียนรู้ที่จะตระหนักถึงแบบรูปทางคณิตศาสตร์ในจังหวะของเพลงที่พวกเขาร้อง วิเคราะห์รูปกหกเหลี่ยมของรวงผึ้ง แบะนับจำนวนครั้งที่เขาสามารถกระโดดเชือกได้สำเร็จ เมื่อก้าวเข้าสู่เกรด 3-5 กิจกรรมคณิตศาสตร์ของพวกเขาจะขยายไปสู่บริบทที่เป็นนามธรรมมากขึ้น พวกเขาจะเริ่มเรียนรู้การเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการของตัวเลข ความเข้าใจ เช่น การคูณ สามารถทำได้โดยใช้การบวกซ้ำๆ กันได้อย่างไร ในขณะที่พวกเขาเรียนรู้ว่าการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในบริบทต่างๆ กันได้อย่างไร พวกเขาจะสามารพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมได้ ในเกรด 6-8 นักเรียนจะเห็นวิชาคณิตสาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีแนวคิดที่เชื่อมโยงกัน แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญในระดับนี้คือการเชื่อมโยงภายในตัวเอง และแนวคิดที่เกี่ยวกับจำนวนตรรกยะ สัดส่วน และความสัมพันธ์เชิงเส้นที่จะนำไปใช้ในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่มากขึ้นทุกๆ วัน ในเกรด 9-12 นักเรียนไม่เพียงแต่เรียนรู้ที่จะเชื่อมโยงแต่พวกเขายังต้องเรียนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์โดยการใช้บริบทหนึ่งแล้วนำไปแก้ปัญหาในบริบทอื่นๆ

ตลอดทั้งระดับชั้นอนุบาลถึงเกรด 12 นักเรียนจะถามตัวเองอยู่เสมอว่า ปัญหานี้หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์นี้คล้ายกับสิ่งที่อยากเรียนมาอย่างไร จากมุมมองของการเชื่อมโยงความรู้ใหม่จะดูเหมือนว่าเป็นการขยายมาจากความรู้เดิมที่ได้เรียนมา นักเรียนจะได้ใช้สิ่งที่เรียนมาแล้วกับสถานการณ์ใหม่ๆ นักเรียนระดับประถมศึกษาจะโยงความรู้ในการลบเลขจำนวนเต็มไปสู่การลบทศนิยมหรือเศษส่วน ในเกรด 6-8 นักเรียนจะตระหนักและเชื่อมโยงการดำเนินการที่หลากหลายของแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเดียวกัน อย่างเช่น อัตราส่วนที่แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงและความโน้มเอียงหรือความชันของเส้น ส่วนในระดับมัธยมปลายนักเรียนจะใช้การเชื่อมโยงในเนื้อหาพีชคณิตและเรขาคณิต

กิจกรรมบางกิจกรรมก็สามารถก่อให้เกิดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ ตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นรอบวงของวงกลมที่สามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ตรง โดยการรวบรวมสิ่งของที่มีลักษณะเป็นวงกลมแล้วทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นรอบวงของสิ่งนั้น ในเกรด 6-8 นักเรียนอาจจะเก็บข้อมูลและวาดกราฟของตัวแปรสองตัว ได้แก่ เส้นรอบวง C และเส้นผ่านศูนย์กลาง d โดยการให้นักเรียนสังเกตจุดที่อยู่ใกล้เส้นตรงที่ลากผ่านจุด (0,0) ซึ่งเสนอแนะได้ว่าอัตราส่วนระหว่าง C/d จะมีค่าคงที่กิจกรรมนี้จะนำไปสู่การหาค่าเฉลี่ยของ C/d ที่ได้จะมีค่าระหว่าง 3.1 และ 3.2 ซึ่งเป็นการประมาณค่า พาย อย่างคร่าวๆ ปัญหานี้จะเกี่ยวข้องกับการนำความรู้เรื่องการวัด การวิเคราะห์ข้อมูล เรขาคณิต พีชคณิตและจำนวนมาใช้

2. เข้าใจถึงการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมโยงกันได้อย่างไรและนำความรู้ที่มีไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สอดคล้องกับของเดิมได้ ในขณะที่นักเรียนมีความก้าวหน้าขึ้นโดยผ่านประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ในระดับอนุบาลถึงเกรด 2 นักเรียนจะตระหนักถึงการนับจำนวน และรูปทรง ในระดับชั้นประถมศึกษานักเรียนจะหาคำตอบในตัวอย่างของการดำเนินการของตัวเลข และในระดับเกรด 6-8 นักเรียนหาคำตอบในกรณีที่เกี่ยวกับจำนวนตรรกยะ สัดส่วน และความสัมพันธ์เชิงเส้น ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนักเรียนพร้อมที่จะใช้การเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้พบมามากมาย

ในขณะที่นักเรียนพัฒนามุมมองของวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงความรู้และบูรณาการกันทั้งหมด พวกเขาจะมองทักษะและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ว่ามีจุดประสงค์ที่แยกจากกันน้อยลง ถ้าเกิดความเข้าใจในความคิดรวบยอดก็จะเชื่อมโยงไปยังกระบวนการต่างๆ ได้ ในการบูรณาการกระบวนการต่างๆ และความคิดรวบยอดนั้นถือเป็นสิ่งสำคัญของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน

3. ระลึกและประยุกต์ใช้วิชาคณิตศาสตร์ในบริบทอื่นที่นอกเหนือจากในวิชาคณิตศาสตร์ได้ ประสบการณ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนทุกระดับชั้นจะรวมถึงโอกาสในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทอื่นที่นอกเหนือจากการเรียนในวิชา การเชื่อมโยงเหล่านี้

สามารถใช้เชื่อมโยงเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่นเช่นเดียวกับเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันด้วย ในระดับอนุบาลถึงเกรด 2 นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์เบื้องต้นโดยผ่านการเรียนรู้ในโลกจริง นักเรียนเกรด 3-5 ควรจะประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญในวิชาอื่นๆ ได้ และแนวคิดเหล่านี้จะมีการใช้มากขึ้นในเกรด 6-8 ส่วนในเกรด 9-12 นักเรียนควรจะมีความมั่นใจในการใช้วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นในโลกภายนอก

มีโอกาสมากมายสำหรับนักเรียนเพื่อเกิดประสบการณ์การใช้คณิตศาสตร์ในบริบทที่สำคัญ วิชาคณิตศาสตร์ถูกใช้ในวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา เภสัชศาสตร์ และทางธุรกิจ การเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่เชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาเท่านั้น ยังรวมถึงการเชื่อมโยงกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย กระบวนการและเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์สามารถก่อให้เกิดการแก้ปัญหาที่ประยุกต์มาจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติมีประโยชน์ในการช่วยนักเรียนให้เข้าใจประเด็นปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตของพวกเขา นักเรียนในระดับอนุบาลถึงเกรด 2 เรียนรู้ได้โดยการใช้กิจกรรมจากปฏิทิน โดยสามารถเก็บข้อมูลจากสภาพอากาศ โดยจดบันทึกวันที่ฝนตก วันที่ฟ้าครึ้ม หรือวันที่อากาศแจ่มใส พวกเขาสามารถจดบันทึกข้อมูล นับวัน ลงความเห็นเกี่ยวกับสภาพอากาศและทำนายสภาพอากาศในอนาคต นักเรียนในเกรด 3-5 สามารถใช้อินเตอร์เน็ตร่วมกับนักเรียนในห้องเรียนอื่นๆ โดยที่นักเรียนในเกรด 9-12 ควรจะสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและแบบรูปทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจปัญหาสังคมและปัญหาเกี่ยวกับสถานที่ทำงานในการใช้เหตุผลเชิงลึก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะดังนี้

1. เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ
2. เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4. เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้มโนทัศน์ที่ซับซ้อน
5. สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ

จากการศึกษาแนวทางการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้เลือกใช้แนวทางการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) โดยมีการปรับเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของงานวิจัย ดังนี้

1. การระลึกถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่นักเรียนพบ เป็นองค์ประกอบที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถมองปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พบในภาพรวมแล้ววิเคราะห์ว่ามีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใด

2. การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปัญหาที่นักเรียนพบ เป็นองค์ประกอบที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถสร้างแนวคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่พบ จากการการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

3. การระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริง เป็นองค์ประกอบที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่จริงในชีวิตประจำวัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและต่างประเทศ มีนักวิชาการ นักการศึกษา และนักวิจัยได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาในบริบทต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Carson (1995 อ้างถึงใน เยาวพา เดชะคุปต์, 2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความแตกต่างในชั้นเรียน: ทฤษฎีพหุปัญญากับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จุดประสงค์ในการศึกษาเพื่อตัดสินว่าการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิมและตามทฤษฎีพหุปัญญาจะมีความแตกต่างกันอย่างไรกับการพัฒนารายบุคคลและรายกลุ่ม โดยศึกษาเปรียบเทียบจากข้อมูลพื้นฐานด้านวัฒนธรรม เชื้อชาติ มีการแบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีกระบวนการทดลอง 6 ขั้นตอน คือ การทดสอบก่อนเรียน กำหนดปัญหา วิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหา สังเกตผล และทดสอบก่อนเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANOVA ผลการวิจัย พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพราะทฤษฎีพหุปัญญามีการแก้ปัญหาได้ดีกว่าแบบดั้งเดิม

Vialle (1997) ได้ศึกษาพบว่า ในออสเตรเลียมีการยอมรับ และนำแนวคิดพหุปัญญามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนระดับอนุบาล ประถมศึกษา การศึกษาพิเศษ และยังพบว่า มีการนำวิธีการสอนตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามาใช้เพื่อการพัฒนาทักษะทางการเล่นดนตรี และนำดนตรีมาช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถจำความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดี

Gardner (1998 อ้างถึงใน เยาวพา เดชะคุปต์, 2551) จากการศึกษาโครงการวิจัย “โครงการสเปคตรัม” (Project Spectrum) ของ Gardner และคณะ ได้นำเสนอกิจกรรมส่งเสริมพหุปัญญาให้กับเด็กอนุบาล ในบริบทของสังคมอเมริกันที่ยอมรับ โดยกำหนดเนื้อหาการสอน และกิจกรรมที่ส่งเสริมปัญญาแต่ละด้านที่จัดทำขึ้นเฉพาะ โดยมุ่งเน้นให้เด็กใช้วิธีคิด แก้ปัญหาและพัฒนาการเรียนรู้ภายใต้บรรยากาศที่ส่งเสริมความร่วมมือ และ Gardner ยังเชื่อว่าบทบาทวัฒนธรรมเกือบทุกบทบาท ไม่ว่าจะซับซ้อนมากเพียงใดจะต้องอาศัยปัญญาหลายด้านผสมผสานกันอย่างเหมาะสม ซึ่งจะทำให้คนเราประสบความสำเร็จในการพัฒนาพหุปัญญา

Mcgraw (1998: 188 อ้างถึงใน เยาวพา เดชะคุปต์, 2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ทฤษฎีพหุปัญญากับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบยุทธศาสตร์การเสริมแรง จุดมุ่งหมายการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ประการ คือ การวัดผลการใช้การเสริมแรงตามทฤษฎีพหุปัญญาของ Gardner ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเปรียบเทียบนักเรียนที่ได้รับอิทธิพลจากการเสริมแรงน้อย และมาก ประชากรคือ นักเรียนเกรด 4 ที่เรียนคณิตศาสตร์ ในการทดลองส่วนแรกเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์นักเรียน 4 กลุ่ม โดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญาในการเสริมแรง และวิธีการเสริมแรงแบบที่ครูเคยปฏิบัติอยู่แล้ว ส่วนที่ 2 ของการวิจัย นักเรียนถูกแบ่งกลุ่มโดยการจัดลำดับความสำเร็จในการใช้วิธีการเสริมแรงตามทฤษฎีพหุปัญญาเป็น 3 ลำดับ คือ สูง กลาง และต่ำ เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ โดยการใช้การทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า นักเรียนที่ถูกเสริมแรงมีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่ได้รับอิทธิพลจากการเสริมแรงสูงมีการเรียนรู้คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลอง

Cutshall, Lisa Christine (2003) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง อิทธิพลของพหุปัญญาที่มีต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา งานวิจัยนี้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนวิทยาศาสตร์เกรด 8 จำนวน 99 คน ทางจะวันออกของ Tennessee จุดประสงค์ของการวิจัย เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกับทฤษฎีพหุปัญญา ความพยายามที่กำหนดมาตรฐานของวิทยาศาสตร์ในระดับชาติ Project-base จึงถูกออกแบบให้มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดพหุปัญญาของนักเรียนแต่ละคน โดยสรุปของแต่ละ Project-base นักเรียนมีโอกาสที่จะแสดงความคิด จาก 1 ใน 8 วิธีการ

Hardy (2005: Abstract) ได้ศึกษาพบว่า ทฤษฎีพหุปัญญาจะมีบทบาทกับนักเรียนในการเผชิญหน้ากับสถานการณ์ในชีวิตจริงอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบเดิม ซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพที่มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาจำนวน 3 คน ข้อมูลเบื้องต้นมาจากการเขียน งานศิลปะ และการสัมภาษณ์นักเรียน ในการวิจัยพบว่า เมื่อนักเรียนมีการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่แตกต่างจากการเรียนแบบเดิมที่การคิดของนักเรียนได้ถูกจำกัด ซึ่งนักเรียนสามารถรับรู้ได้ว่าวิธีการสอนที่เหมาะสมจะต้องเปลี่ยนมาเป็นการสอนที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงและมีความสนุกในการ

เรียน ซึ่งพบว่าการสอนโดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญา มีการเรียนรู้ที่หลากหลายและได้ประสบการณ์เรียนรู้ทางสังคม ซึ่งมีประโยชน์สำหรับนักเรียนที่จะไม่ถูกจำกัดว่าวิธีการเรียนแบบใดดีที่สุด

Matthews (2006: Abstract) ได้ศึกษาการนำทฤษฎีพหุปัญญาไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพที่ประยุกต์ทฤษฎีพหุปัญญาของ Gardner มาใช้ในโครงการจัดตั้งโรงเรียนทางเลือก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 24 คน ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการบทเรียน 28 บทเรียน ในเวลา 16 สัปดาห์ ซึ่งหน่วยงานการประเมินการเรียนของนักเรียนแห่งวอชิงตัน (Washington Assessment of Student Learning: WASL) ได้มีการเข้ามาทดสอบที่เป็นการทดสอบที่มีมาตรฐาน ซึ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ใน 24 คน มีผลการทดสอบหลังการทดลองในระดับสูง และเมื่อมีการเปรียบเทียบการทดสอบก่อนการทดลองของ WASL กับผลการทดสอบปลายภาค พบว่ามีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เมื่อการวิจัยสิ้นสุดลง นักเรียน 17 คนใน 20 คน ได้กล่าวว่า การบูรณาการบทเรียนนี้ทำให้พวกเขามีความมั่นใจในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

Ozdemir, Guneysu and Tekkaya (2006) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทฤษฎีพหุปัญญากับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม ที่มีต่อความรู้และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 70 คน โดยแบ่งเป็น 2 ห้องเรียนๆ ละ 35 คน กลุ่มทดลองใช้วิธีการเรียนการสอนที่เน้นทฤษฎีพหุปัญญา ขณะที่กลุ่มควบคุมใช้วิธีการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ เรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และคะแนนเฉลี่ยความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 งานวิจัยในประเทศ

อาภาภรณ์ นันทัชพรพงศ์ (2545) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวทางทฤษฎีพหุปัญญา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามแนวทางทฤษฎีพหุปัญญาที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามแนวทางทฤษฎีพหุปัญญาที่มีต่อความสามารถทางปัญญาในแต่ละด้านทั้ง 8 ด้าน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวทางทฤษฎีพหุปัญญามีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ ด้านกายภาพหรือการเคลื่อนไหวร่างกาย ด้านดนตรี ด้านการเข้าใจตนเอง และด้านการเข้าใจธรรมชาติ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามวิธีเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถทางปัญญาด้านภาษาและความสามารถด้านสังคมหรือเข้าใจคนอื่นหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน

วันดี สุตสิน (2550) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้ การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชายและหญิง อายุระหว่าง 5-6 ปี ผลการวิจัยพบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยตนเองและความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเองที่เกี่ยวข้องกับผู้อื่นของเด็กปฐมวัยมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปราณี อุปฮาด (2550) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การคิดเชิงเหตุผลของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้ การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงเหตุผลของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์ตามรูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชาย หญิงที่มีอายุระหว่าง 5-6 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นอนุบาลปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์ตามรูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้ มีการคิดเชิงเหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จารุวรรณ หร่ายเจริญ (2552) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 38 คน แบบแผนงานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลหลังเรียน (One-Short Case Study) โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาที่ผู้วิจัยพัฒนาเองขึ้น 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกระตุ้นความสามารถในด้านต่าง ๆ 2) ขั้นการสอนโดยใช้ความสามารถต่าง ๆ 3) ขั้นการถ่ายโอนความรู้ 4) ขั้นการนำเสนอผลงาน 5) ขั้นการวัดประเมินผล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แสงเดือน วิมลรัตน์ (2554) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้ การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้ ทั้งโดยรวมและรายด้าน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นเด็ก

ปฐมวัยชาย-หญิง ที่มีอายุระหว่าง 4-5 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นอนุบาลปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยรูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี และมีทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์โดยรวมและรายด้าน คือ ด้านการจำแนกเปรียบเทียบ ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการเรียงลำดับ และด้านการรู้ค่าจำนวน สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุกัลยา อุบลรัตน์ (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงวิธีการซึ่งสอดคล้องกับความสามารถทางพหุปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น และความภาคภูมิใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น หลังการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงวิธีการซึ่งสอดคล้องกับความสามารถทางพหุปัญญากับเกณฑ์ เปรียบเทียบความภาคภูมิใจในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงวิธีการซึ่งสอดคล้องกับความสามารถทางพหุปัญญา เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง และศึกษาความสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความภาคภูมิใจในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงวิธีการซึ่งสอดคล้องกับความสามารถทางพหุปัญญา เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 25 คน เวลาที่ใช้ในการทดลอง 19 คาบ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงวิธีการซึ่งสอดคล้องกับความสามารถทางพหุปัญญามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงวิธีการซึ่งสอดคล้องกับความสามารถทางพหุปัญญามีความสามารถในการคิดอย่างเหตุผล เรื่องกำหนดการเชิงเส้นสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถเสริมสร้างให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ ทักษะและกระบวนการในด้านต่างๆ และส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญานี้สามารถออกแบบกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา เวลา หรือกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติในแต่ละครั้ง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบงานวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าความรู้จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการทำวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา ข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 รวมถึงศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

3. ศึกษาเนื้อหาเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หนังสือคู่มือครู และหนังสืออ่านประกอบอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4. ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา เกี่ยวกับวิธีการวิจัย หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทาง

คณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยแบบแผนการวิจัยมีลักษณะดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงแบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	การทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	- ความรู้ทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	X	- ความรู้ทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
C	- ความรู้ทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	~X	- ความรู้ทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

~X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษา ในจังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposing Sampling) เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เปิดทำการสอนในชั้นอนุบาล

ปีที่ 1 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นโรงเรียนแบบสหศึกษา และจากการสำรวจ พบว่าในปีการศึกษา 2555 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมามีนักเรียนจำนวน 5,205 คน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 665 คน ทั้งหมด 14 ห้องเรียน และมีการจัดห้องแบบคละความสามารถ คือ มีทั้งนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนระดับสูง ปานกลาง และต่ำอยู่ในห้องเดียวกัน ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่ามีจำนวนห้องเรียนมากพอสำหรับการทดลอง อีกทั้งผู้บริหารและคณะครูในโรงเรียนให้ความร่วมมือและสนับสนุนการทำวิจัยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ทั้งหมด 14 ห้องมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)

2. พิจารณาเลือกนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน ได้แก่ นักเรียนห้อง ป.5/12 และ ป.5/13 ซึ่งห้อง ป.5/12 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 40 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) เท่ากับ 69.93 จากคะแนนเต็ม 110 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 8.67 และห้อง ป.5/13 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) เท่ากับ 68.39 จากคะแนนเต็ม 110 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 8.7

3. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของนักเรียนชั้น ป.5/12 และ ป.5/13 มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ของทั้งสองห้องมาทดสอบความแตกต่างด้วยค่าที (t-test) ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน

4. ผู้วิจัยทำการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่านักเรียนห้อง ป.5/12 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนห้อง ป.5/13 เป็นกลุ่มควบคุม แล้วดำเนินการ ดังนี้

กลุ่มทดลอง คือ	กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา
กลุ่มควบคุม คือ	กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ชนิด

1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

2.2 แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

ซึ่งมีรายละเอียดในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา การประเมินผลระหว่างเรียน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา โดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของ David Lazear (1999: 8) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา และขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา

1.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หนังสือเรียน และคู่มือครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1.1.3 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ การวัด การประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1.4 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 9 แผน 15 คาบ ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้ หัวข้อเรื่อง มาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระ

การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการพิจารณา อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขดังนี้

ก. ควรเขียนแสดงสาระการเรียนรู้ เพื่อแสดงเนื้อหาสาระของแต่ละคาบเรียน ทำให้รู้ว่าสิ่งที่จะสอนทั้งหมดคืออะไร อีกทั้งทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ถูกต้องหรือครบถ้วนหรือไม่

ข. ปรับการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ให้มีความครอบคลุมและสอดคล้องกับสาระสำคัญ และกิจกรรมการเรียนรู้

ค. ปรับลักษณะของคำถามที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ที่อาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในการตอบคำถามได้ เช่น ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา แผนที่ 1 ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา ข้อที่ 3 ที่ถามนักเรียนว่า “นักเรียนสามารถระบุขนาดของด้านใดได้บ้าง” ซึ่งนักเรียนอาจตอบว่า ด้านบน ด้านล่าง หรือด้านซ้าย ด้านขวา แทนที่จะเป็นด้านกว้างและด้านยาว

ง. ปรับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาแต่ละขั้นให้มีความเหมาะสมกับเวลา โดยไม่ควรให้ความสำคัญหรือให้เวลากับกิจกรรมในขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญาและขั้นขยายความสามารถทางปัญญามากเกินไป เพราะจะส่งผลให้เหลือเวลาสำหรับกิจกรรมในขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญาและขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญาน้อยลง

จ. ปรับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับพหุปัญญาด้านที่นำมากำกับในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ในขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญาของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทุกแผนที่มีการนำความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเองและด้านการเข้าใจธรรมชาติมาใช้ในการทำกิจกรรม ควรจัดกิจกรรมที่เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนดึงความสามารถทางปัญญาสองด้านนี้มาใช้ให้มากที่สุด เช่น การยกตัวอย่างสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริง โดยเฉพาะในธรรมชาติ การประเมินการเรียนรู้ของตนเอง เป็นต้น

ฉ. ปรับรูปภาพที่ใช้ในใบกิจกรรมและใบงาน โดยพยายามเลือกใช้รูปภาพของสิ่งที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้จริงในชีวิตประจำวัน

1.1.6 ปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง

1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หนังสือเรียน และคู่มือครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่5 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ โดยใช้การจัดกิจกรรมตามแนวการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป และขั้นฝึกทักษะ

1.2.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ การวัด การประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.3 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 9 แผน 15 คาบ ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้ หัวข้อเรื่อง มาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.4 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการพิจารณาอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขดังนี้

ก. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ สามารถออกแบบให้มีความหลากหลายได้ ไม่ควรเน้นวิธีการสอนแบบบรรยายมากเกินไป

ข. การเขียนขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรเขียนอธิบายกิจกรรมให้ละเอียดและชัดเจนพอสมควร เพื่อที่ผู้อ่านจะได้ทราบว่ามีวิธีดำเนินการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไร

ค. ใบงาน หรือใบกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มควรเหมือนกัน

1.2.5 ปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.2.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มควบคุม

สำหรับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 9 แผน มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

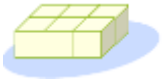
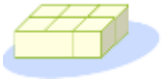
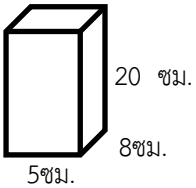
ตารางที่ 4 แสดงเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมงของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
1	รูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ	2
2	ทรงกลม ทรงกระบอก และกรวย	2
3	ปริซึม	2
4	พีระมิด	1
5	ปริมาตร การหาปริมาตร หน่วยการวัดปริมาตรและปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย	1
6	การหาปริมาตรเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรหรือลูกบาศก์เมตร	1
7	การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	2
8	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	2
9	ความสัมพันธ์ของหน่วยวัดปริมาตร	2
รวม		15

ตารางที่ 5 แสดงเนื้อหา ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

เนื้อหา	ความรู้เชิงมโนทัศน์	ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ
1. รูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ	**มโนทัศน์ที่ 1 :** รูปเรขาคณิต **<u>รูปเรขาคณิต</u>** เป็นรูปบนพื้นราบหรือรูปผิวหน้าหนึ่งของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งรูปเรขาคณิตจะมีเพียงสองมิติเท่านั้น เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม รูปแปดเหลี่ยม **<u>รูปเรขาคณิตสามมิติหรือรูปทรงเรขาคณิต</u>** เป็นรูปที่มีความกว้าง ความยาว และความสูงหรือความหนา ซึ่งจะมี 3 มิติ เช่น ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก ทรงกลม ปริซึม พีระมิด	-
2. ทรงกลม ทรงกระบอก และกรวย	**มโนทัศน์ที่ 2 :** ทรงกลม ทรงกระบอก และกรวย **<u>ทรงกลม</u>** เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่ล้อมรอบด้วยผิวโค้ง โดยที่จุดทุกจุดบนผิวโค้งจะมีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน **<u>ทรงกระบอก</u>** เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปวงกลมสองด้าน และมีผิวข้างโค้ง **<u>กรวย</u>** เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปวงกลม มียอดปลายเรียวแหลม ผิวข้างโค้ง	-
3. ปริซึม	**มโนทัศน์ที่ 3** : ปริซึม **<u>ปริซึม</u>** เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ 2 ด้าน และหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก การเรียกชื่อปริซึม	-

เนื้อหา	ความรู้เชิงมโนทัศน์	ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ
	จะเรียกตามหน้าตัดหรือฐาน เช่น - ปริซึมสามเหลี่ยม มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ 2 ด้าน และหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 3 หน้า - ปริซึมสี่เหลี่ยม หรือทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ 2 ด้าน และหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 4 หน้า - ปริซึมห้าเหลี่ยม มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปห้าเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ 2 ด้าน และมีหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 5 หน้า **<u>ลูกบาศก์</u>** ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน ทำให้หน้าทุกหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เราเรียกว่าลูกบาศก์	-
4. พีระมิด	**มโนทัศน์ที่ 4 :** พีระมิด **<u>พีระมิด</u>** จะมีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม การเรียกชื่อพีระมิดจะเรียกตามฐานว่าเป็นรูปอะไร เช่น - พีระมิดฐานสามเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 3 หน้า - พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 4 หน้า - พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปห้าเหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 5 หน้า	-

เนื้อหา	ความรู้เชิงมโนทัศน์	ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ
5. ปริมาตร การหาปริมาตร และหน่วยการวัดปริมาตร	**มโนทัศน์ที่ 5 :** ปริมาตร **<u>ปริมาตร</u>** เป็นปริมาณที่เราใช้กล่าวถึงความใหญ่โตหรือมากน้อยเพียงใด **<u>การหาปริมาตร</u>** สิ่งที่จะหาปริมาตรได้จะต้องมี 3 มิติเท่านั้น และรูปทรงที่สามารถคำนวณได้ก็คือเรขาคณิตสามมิติ **<u>หน่วยการวัดปริมาตร</u>** ลูกบาศก์หน่วย เช่น ลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เมตร **<u>ลูกบาศก์หน่วย</u>** คือ หน่วยการวัดปริมาตร โดยปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย จะหมายถึง รูปทรงลูกบาศก์ที่มีความกว้าง 1 หน่วย ความยาว 1 หน่วย และส่วนสูง 1 หน่วย - ปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร หมายถึง รูปทรงลูกบาศก์ที่มีความกว้าง 1 เซนติเมตร ความยาว 1 เซนติเมตร และส่วนสูง 1 เซนติเมตร - ปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร หมายถึง รูปทรงลูกบาศก์ที่มีความกว้าง 1 เมตร ความยาว 1 เมตร และส่วนสูง 1 เมตร	**กระบวนการที่ 1** : การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก **<u>การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</u>** หาได้ 2 วิธี คือ วิธีนับลูกบาศก์ และวิธีคำนวณจากสูตร **วิธีที่ 1** การหาปริมาตรโดยวิธีนับลูกบาศก์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้ **ตัวอย่าง** จงหาปริมาตรของรูปทรงต่อไปนี้ เมื่อกำหนดให้ แทนปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย  นับกล่องลูกบาศก์ได้ 6 กล่อง ดังนั้น รูปทรงนี้มีปริมาตร 6 ลูกบาศก์หน่วย **วิธีที่ 2** การหาปริมาตรโดยวิธีคำนวณจากสูตร **ตัวอย่างที่ 1** จงหาปริมาตรของรูปทรงต่อไปนี้  ปริมาตร = ความกว้าง x ความยาว x ความสูง = 3 x 2 x 1 ลบ.น. = 6 ลบ.น. **ตัวอย่างที่ 2** จงหาปริมาตรของรูปทรงต่อไปนี้  ปริมาตร = ความกว้าง x ความยาว x ความสูง

เนื้อหา	ความรู้เชิงมโนทัศน์	ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ
		= 5 x 8 x 20 ลบ.น. = 800 ลบ.น.
6. ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	**มโนทัศน์ที่ 6** : ความจุ **<u>ความจุ</u>** เป็นปริมาณภายในของรูปทรงกลวง **<u>รูปทรงตัน</u>** เป็นรูปทรงที่ไม่มีที่ว่างอยู่ภายในจึงไม่สามารถนำสิ่งใดมาบรรจุลงในรูปทรงตันนั้นได้ เช่น ยางลบ ชอล์ก ลูกแก้ว **<u>รูปทรงกลวง</u>** เป็นรูปทรงที่มีที่ว่างอยู่ภายในจึงสามารถนำบางสิ่งบรรจุลงในรูปทรงกลวงนั้นได้ เช่น ลังบรรจุของ แก้วใส่น้ำ ลูกบอล **<u>ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</u>** ใช้วิธีคำนวณเช่นเดียวกับการหาปริมาตร แต่ขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง จะต้องวัดขนาดภายในของรูปทรงกลวงนั้น จึงจะได้ความจุที่แท้จริง	**กระบวนการที่ 2** : การหาความจุ **<u>การหาความจุ</u>** สามารถทำได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้ **ตัวอย่าง** ตู้เลี้ยงปลาวัดขนาดภายในได้กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร และสูง 40 เซนติเมตร ถ้าเติมน้ำจนเต็ม จะจุน้ำได้กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร **วิธีทำ** ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง x ความยาว x ความสูง = 30 x 40 x 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร = 60,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7.ความสัมพันธ์ของหน่วยปริมาตร	-	**กระบวนการที่ 3** : การแปลงหน่วยปริมาตร **<u>การแปลงหน่วยปริมาตร</u>** จากความสัมพันธ์ของหน่วยปริมาตรดังนี้ 1 ลิตร = 1,000 มิลลิลิตร 1 ลิตร = 1,000 ลบ.ซม. 1 มิลลิลิตร = 1 ลบ.ซม. 1 ลูกบาศก์เมตร = 1,000 ลิตร การแปลงหน่วยปริมาตรมีขั้นตอนในหารแปลงดังตัวอย่างต่อไปนี้

เนื้อหา	ความรู้เชิงมโนทัศน์	ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ
		ตัวอย่าง 2,000 มิลลิลิตร เป็นกี่ลิตร **วิธทำ** เนื่องจาก 1,000 มิลลิลิตร = 1 ลิตร ดังนั้น 2,000 มิลลิลิตร = 2 ลิตร

สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของกลุ่มทดลอง และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติของกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
1.ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา (Awaken Intelligence) เป็นขั้นตอนที่ครูกระตุ้นความสามารถทางปัญญาในด้านที่เอื้อต่อการเตรียมความพร้อมด้านอารมณ์ ความรู้สึก และระบบประสาทสัมผัสให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความตื่นตัวและพร้อมที่จะรับประสบการณ์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถทางปัญญาด้านที่เหมาะสมกับการเตรียมความพร้อมดังกล่าวให้กับนักเรียนมี 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี และความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น โดยจะมีเพียง 1 ด้านเท่านั้น ที่รับการกระตุ้นมากที่สุดหรือใช้เป็นความสามารถหลักในการทำกิจกรรม ซึ่งจะพิจารณาจากลักษณะของเนื้อหาที่จะทบทวนให้กับนักเรียนในชั่วโมงนั้นๆ ส่วนความสามารถทางปัญญาที่เหลืออีก 4 ด้าน จะถูกนำมาใช้เพื่อช่วยเสริมให้การนำความสามารถทางปัญญาด้านหลักมาใช้มีประสิทธิภาพมากขึ้น	**1. ขั้นนำ** เป็นขั้นทบทวนพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียน หรือกล่าวถึงสถานการณ์ หรือยกตัวอย่างเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้การสนทนาซักถาม ยกตัวอย่างและอภิปราย **2. ขั้นสอน** ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำในคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ และจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งเนื้อหาและทักษะกระบวนการ เช่น ใช้ปัญหาคำถาม การสาธิต หรือให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม อภิปรายซักถามเพื่อหาข้อสรุป

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
2. ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา (Amplify Intelligence) เป็นขั้นตอนที่ครูเตรียมความพร้อมด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยการทบทวนความรู้เดิมหรือเพิ่มความรู้ที่จำเป็น ด้วยการนำความสามารถทางปัญญาของนักเรียนด้านที่ได้รับการกระตุ้นมาแล้วจากขั้นที่ 1 มาใช้ในการทำกิจกรรม ทั้งความสามารถทางปัญญาด้านหลักและด้านเสริม **3. ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา** (Teach With Intelligence) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้วยความสามารถทางปัญญาด้านที่เอื้อต่อลักษณะเฉพาะของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องมีลักษณะของการที่นักเรียนได้มีโอกาสคิดอย่างมีตรรกะ การแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผล มีการฝึกคิดและสรุปเนื้อหาที่เรียน ดังนั้น ความสามารถทางปัญญาที่นำมาใช้ในขั้นนี้ คือ ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหลักในการทำกิจกรรมร่วมกับการดึงความสามารถทางปัญญาจากขั้นที่ 1 และ 2 มาช่วยเสริมในการทำกิจกรรมด้วย จากนั้นฝึกทักษะการใช้ความรู้ใหม่ด้วยการใช้คำถามโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ รวมถึงการทำแบบฝึกหัด	**3. ขั้นสรุป** ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปจากความรู้ที่ได้ **4. ขั้นฝึกทักษะ** ครูฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	กลุ่มควบคุม (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
4. ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา (Transfer Intelligence) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ เริ่มจากการให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา จนนักเรียนเกิดทักษะความชำนาญในการเลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นครูจะนำเสนอสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง ในลักษณะที่เป็นข้อเท็จจริงหรือปัญหาเพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหานั้น และนักเรียนจะต้องประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับตลอดจนผลงานที่สร้างขึ้นด้วยตนเองได้ ซึ่งความสามารถทางปัญญาที่ใช้ในขั้นนี้มี 2 ด้าน ได้แก่ ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง และความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ เป็นความสามารถหลักที่ใช้ในการทำกิจกรรม ร่วมกับการดึงความสามารถทางปัญญาด้านอื่นๆ มาช่วยเสริม และในขั้นนี้ต้องเกิดผลงานหรือการกระทำที่เป็นการสะท้อนถึงการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และพหุปัญญาของนักเรียนในรูปของชิ้นงานหรือพฤติกรรมที่ครูสามารถสังเกตได้	

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง โดยผู้วิจัยเลือกเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนแล้วในสาระเรขาคณิต ได้แก่ เนื้อหาเรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลม ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานของเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ซึ่งรายละเอียดและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบที่เหมาะสมในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์

2.1.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลม จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.3 สร้างตารางกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และต้องสร้างจำนวนข้อสอบเป็น 1.5 เท่าของจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.1.4 สร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ (ใช้จริง 30 ข้อ) แบ่งเป็นตอนที่ 1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 35 ข้อ และตอนที่ 2 ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ โดยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนคือ คำตอบที่ถูกต้องให้ข้อละ 1 คะแนน และคำตอบที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน

2.1.5 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

ก. ตรวจสอบลักษณะของแบบทดสอบว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ทางคณิตศาสตร์จริงหรือไม่ เนื่องจากแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์บางข้อมีลักษณะเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือวัดการแก้ปัญหามากกว่าการวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์

ข. ปรับข้อที่ง่ายจนเกินไป และตัวตัวเลือกมีลักษณะชี้นำให้ตอบจนเกินไป

ค. ปรับโจทย์ให้มีความสอดคล้องกับลักษณะของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นความรู้เชิงเชิงมโนทัศน์หรือความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ เช่น โจทย์ข้อ 39 และข้อ 42 ที่ได้มีการปรับมาจากความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการการคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นการวัดการรู้ลำดับขั้นตอนวิธีการทำงานทางคณิตศาสตร์

ง. ปรับภาษาของโจทย์หรือตัวเลือกให้มีความเหมาะสม เช่น

โจทย์เดิม **ข้อที่ 3** ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง

ก. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมี 2 ชนิด คือ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ข. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีมุมเพียงหนึ่งมุมที่เป็นมุมฉาก

ค. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีเพียง 1 ชนิด คือ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ง. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีด้านทั้ง 4 ด้านยาวเท่ากัน

แก้ไขเป็น **ข้อที่ 3** ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง**เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ก. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมี 2 ชนิด คือ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ข. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีมุมหนึ่งมุมที่เป็นมุมฉาก

ค. รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน แต่ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน

ง. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีด้านทั้ง 4 ด้านยาวเท่ากัน

โจทย์เดิม **ข้อที่ 8** รูปสี่เหลี่ยมในข้อใดที่ไม่มีมุมฉาก

ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ข. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ค. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ง. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

แก้ไขเป็น **ข้อที่ 8** ข้อต่อไปนี้เป็นลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมที่อาจ**ไม่ใช่**รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ก. ไม่มีมุมใดเป็นมุมฉาก ข. ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน

ค. ด้านตรงข้ามขนานกัน ง. มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน

โจทย์เดิม **ข้อที่ 15** ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงรูปสามเหลี่ยมได้**ถูกต้อง**

แก้ไขเป็น **ข้อที่ 15** ข้อใดเป็นรูปเรขาคณิตที่เป็นรูปสามเหลี่ยม

โจทย์เดิม **ข้อที่ 17** สี่เหลี่ยม ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ถ้าตัดตามแนวเส้นทแยงมุมจะเป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดใด

ก. สามเหลี่ยมมุมแหลม ข. สามเหลี่ยมมุมป้าน

ค. สามเหลี่ยมมุมฉาก ง. สามเหลี่ยมด้านเท่า

แก้ไขเป็น **ข้อที่ 17** ข้อต่อไปนี้เป็นลักษณะของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า **ยกเว้น**ข้อใด

ก. มุมทุกมุมมีขนาดเท่ากัน ข. ความยาวด้านทั้งสามเท่ากัน

ค. มุมทุกมุมเป็นมุมแหลม ง. มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมป้าน

2.1.6 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมด้านภาษาของคำถาม ตัวเลือก ความเหมาะสมด้านสำนวนภาษาพร้อมทั้งให้

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบเพิ่มเติม เพื่อปรับปรุงแก้ไข ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ควรเขียนข้อความที่ต้องการให้นักเรียนเลือกว่าข้อใดถูกต้องหรือไม่ถูกต้องด้วยด้วยตัวหนา หรือขีดเส้นใต้อย่างใดอย่างหนึ่งเช่น

โจทย์เดิม "ข้อใดกล่าวถูกต้อง"

แก้ไขเป็น "ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง**"

ข. ความสอดคล้องของภาษา ควรปรับปรุงการใช้ภาษาให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น

โจทย์เดิม **ข้อที่ 19** "ข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า **ยกเว้น**ข้อใด"

แก้ไขเป็น **ข้อที่ 19** "ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า **ไม่**ถูกต้อง"

โจทย์เดิม **ข้อที่ 28** ข้อใดต่อไปนี้กล่าว**ถูกต้อง**

ก. ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับผลบวกของความยาวทั้ง 3 รวมกัน

ข. ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ค.ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับครึ่งหนึ่งของพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมนั้น

ง. ถูกทุกข้อ

แก้ไขเป็น **ข้อที่ 28** ข้อใดต่อไปนี้กล่าว**ถูกต้อง**

ก. ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับผลบวกของความยาวทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม

ข. ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ค.ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับครึ่งหนึ่งของพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมนั้น

ง. ความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมเท่ากับผลคูณของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม

โจทย์เดิม **ข้อที่ 42** จากรูป พื้นที่ในข้อใดมีค่าไม่เท่ากับพื้นที่ $\triangle$กจข

แก้ไขเป็น **ข้อที่ 42** จากรูป ให้ กขคง เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส พื้นที่ในข้อใดมีค่าไม่เท่ากับพื้นที่ $\triangle$กจข

2.1.7 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำ แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

ประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 49 คน ที่เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลม แล้ว และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.1.8 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน มาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนคือ คำตอบที่ถูกต้องให้ข้อละ 1 คะแนน และคำตอบที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตร 20 (Kuder-Richardson-20: KR 20) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของจอนห์สัน (Johnson) โดยมีเกณฑ์ว่าค่าความยาก ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.92
ค่าความยาก	มีค่า	0.24 – 0.98
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	-0.04 – 0.77

โดยแบบทดสอบข้อที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 38 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 7 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกแบบทดสอบข้อที่เป็นไปตามเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ

2.1.9 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ และสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 48 คน ที่เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลม แล้วและไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.91
ค่าความยาก	มีค่า	0.24 – 0.76
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.33 – 0.66

2.1.10 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2.2 แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ดังต่อไปนี้

2.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบที่เหมาะสมในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์

2.2.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2.3 สร้างตารางกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และต้องสร้างจำนวนข้อสอบเป็น 1.5 เท่าของจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ (ใช้จริง 30 ข้อ) แบ่งเป็นตอนที่ 1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 35 ข้อ และตอนที่ 2 ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ โดยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนคือ คำตอบที่ถูกต้องให้ข้อละ 1 คะแนน และคำตอบที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน

2.2.5 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

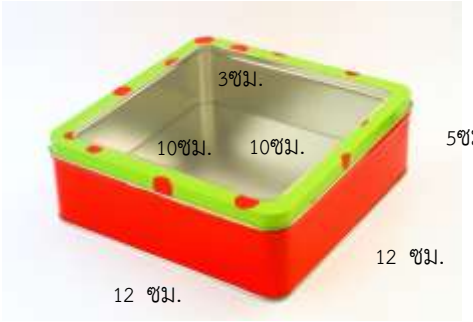
ก. ควรปรับปรุงลักษณะของคำถามให้มีความถูกต้องของภาษากระชับ และชัดเจนมากขึ้น เช่น

โจทย์เดิม **ข้อที่ 9** รูปทรงกระบอกมีด้านข้างเป็นรูปอะไร

แก้เป็น **ข้อที่ 9** ทรงกระบอกมีผิวข้างเป็นรูปใด

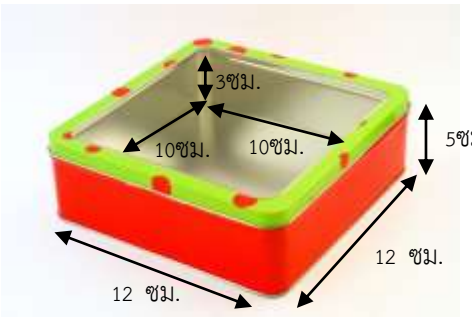
ข. ควรปรับปรุงรูปภาพให้นักเรียนสามารถสังเกตขนาดภายในและขนาดภายนอก

โจทย์เดิม **ข้อที่ 42** จากภาพกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีขนาดของด้านต่างๆ ดังนี้



ถ้านักเรียนต้องการคำนวณหาความจุของกล่องนี้โดยใช้สูตร นักเรียนจะแทนค่าในสูตรได้อย่างไร

แก้เป็น **ข้อที่ 42** จากภาพกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีขนาดของด้านต่างๆ ดังนี้



ถ้านักเรียนต้องการคำนวณหาความจุของกล่องนี้โดยใช้สูตร นักเรียนจะแทนค่าในสูตรได้อย่างไร

ค. ปรับโจทย์ให้มีความสอดคล้องกับลักษณะของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นความรู้เชิงเชิงมโนทัศน์หรือความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ

ง. ปรับตัวเลือกไม่ให้ใช้รูปภาพมากเกินไป และไม่ให้ง่ายจนเกินไป

2.2.6 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมด้านภาษาของคำถาม ตัวเลือก ความเหมาะสมด้านสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบเพิ่มเติม เพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งจากผลการพิจารณาแล้ว ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

ก. ควรปรับปรุงการใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้มีความถูกต้อง เช่น

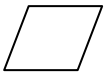
โจทย์เดิม **ข้อที่ 5** มิติของรูปเรขคณิตต่างจากรูปทรงเรขาคณิตอย่างไร

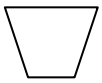
แก้เป็น **ข้อที่ 5** มิติของรูปเรขาคณิตต่างจากทรงเรขาคณิตอย่างไร

ข. ควรปรับภาพที่เป็นตัวเลือกให้มีลักษณะเดียวกัน

โจทย์เดิม **ข้อที่ 9** ทรงกระบอกมีผิวข้างเป็นรูปใด

ก.

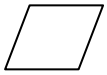
ข. 

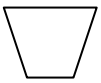
ค. 

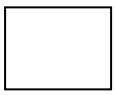
ง.

แก้เป็น **ข้อที่ 9** ทรงกระบอกมีผิวข้างเป็นรูปใด

ก.

ข. 

ค. 

ง. 

2.2.7 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำ แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมาเขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 41 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมาแล้ว และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.2.8 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนคือ คำตอบที่ถูกต้องให้ข้อละ 1 คะแนน และคำตอบที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตร 20 (Kuder-Richardson-20: KR 20) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของจอนห์สัน (Johnson) โดยมีเกณฑ์ว่าค่าความยาก ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.92
ค่าความยาก	มีค่า	0.39 – 0.90
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	-0.15 – 0.66

โดยแบบทดสอบข้อที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 35 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 10 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกแบบทดสอบข้อที่เป็นไปตามเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ

2.2.9 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ และสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 48 คน ที่เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลม แล้วและไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.88
ค่าความยาก	มีค่า	0.29 – 0.80
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.31 – 0.59

2.2.10 นำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง โดยผู้วิจัยเลือกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เคยเรียนแล้วในสาระเรขาคณิต ได้แก่ เนื้อหาเรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลม

ซึ่งรายละเอียดและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2.3.2 ศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.3.3 กำหนดกรอบการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งสรุปได้ว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถของนักเรียน 3 ด้าน คือ

ก. การระลึกถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่นักเรียนพบ

ข. การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปัญหาที่นักเรียนพบ

ค. การระบุตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง

2.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ (ใช้จริง 4 ข้อ) โดยในแบบทดสอบได้ให้โจทย์ปัญหาสถานการณ์แล้วให้นักเรียนเขียนตอบ

2.3.5 สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ตามกรอบการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังข้อ 2.3.3 การให้คะแนนในแต่ละข้อคะแนนเต็ม 7 คะแนน ตามเกณฑ์ ดังนี้

ตารางที่ 7 แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ก. การระลึกถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่นักเรียนพบ

การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา	**คะแนน**
นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์	2
นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถระบุได้เลย	0

ข. การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปัญหาที่นักเรียนพบ

การลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา	**คะแนน**
นักเรียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์	1
นักเรียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	0.5
นักเรียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการเรียงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาเลย	0

การอธิบายวิธีการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา	คะแนน
นักเรียนเขียนอธิบายการนำความรู้ไปใช้ได้ถูกต้องสมบูรณ์	1
นักเรียนเขียนอธิบายการนำความรู้ไปใช้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	0.5
นักเรียนเขียนอธิบายการนำความรู้ไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนเลย	0

ค. การระบุตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริงจากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระลึกได้ในข้อ ก.

การยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา	**คะแนน**
นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาได้สมบูรณ์ และสอดคล้องกับชีวิตจริง	3
นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ไม่สมบูรณ์ แต่สอดคล้องกับชีวิตจริง	2
นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่สมบูรณ์ แต่ไม่สอดคล้องกับชีวิตจริง	1
นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ไม่สมบูรณ์ และไม่สอดคล้องกับชีวิตจริง หรือไม่ได้สร้างสถานการณ์ปัญหาปัญหาใดเลย	0

2.3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการตรวจพิจารณาแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

ก. การสร้างข้อคำถามไม่ควรยาก และยาวจนทำให้นักเรียนสับสน และต้องเหมาะสมกับความรู้ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข. ควรเว้นที่ว่างสำหรับการให้นักเรียนเขียนคำตอบให้พอเหมาะ

ค. ควรทำเฉลยของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบแต่ละข้ออีกครั้งให้มีความถูกต้องชัดเจน

จ. การแสดงตัวอย่างในการตอบคำถามให้นักเรียนดูเป็นแนวทาง ควรใช้ภาษาที่กระชับ ชัดเจน และเป็นขั้นตอนที่เข้าใจง่าย

ฉ. รูปภาพที่ใช้ประกอบในข้อคำถาม ควรมีความเหมะสมด้านขนาดและสี

ช. ควรปรับลักษณะของคำถามที่จะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางในการเขียนคำตอบของแบบทดสอบข้อนั้นได้

2.3.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมด้านภาษาของข้อคำถาม และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

ก. ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในโจทย์ โดยแก้ไขภาษาที่ใช้ในโจทย์ให้กระชับ ชัดเจน และเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น

โจทย์เดิม	**ข้อที่ 1** ชั้นสองของบ้านนิชคุณมีแปลนดังรูป นิชคุณต้องการปูพื้นปาร์เก้ชั้นสองทั้งหมดยกเว้นห้องน้ำบันได และส่วนของระเบียง ช่างคนแรกคิดค่าแรงพร้อมวัสดุเหมาจ่ายทั้งหมด 40,000 บาท ช่างคนที่สองคิดค่าแรงตารางเมตรละ 350 บาท และค่าวัสดุราคา 550 บาทต่อตารางเมตร ถ้าช่างทั้งสองมีฝีมือเท่าเทียมกัน นิชคุณควรเลือกปูปาร์เก้กับช่างคนใด
แก้เป็น	**ข้อที่ 1** ชั้นสองของบ้านนิชคุณมีแผนผังดังรูป นิชคุณต้องการปูกระเบื้องชั้นสองทั้งหมดยกเว้นห้องน้ำบันได และส่วนของระเบียง ช่างคนแรกคิดค่าแรงพร้อมวัสดุเหมาจ่ายทั้งหมด 40,000 บาท ช่างคนที่สองคิดค่าแรงตารางเมตรละ 350 บาท และค่าวัสดุราคา 550 บาทต่อตารางเมตร ถ้าช่างทั้งสองมีฝีมือเท่าเทียมกัน นิชคุณควรเลือกปูกระเบื้องกับช่างคนใด
โจทย์เดิม	**ข้อที่ 5** ปูเป้เป็นนักออกแบบส่วนหย่อม และต้องการล้อมกรอบสวนหย่อม เขามีแบบส่วนหย่อมที่คิดไว้ 2 แบบ ดังนี้
แก้เป็น	**ข้อที่ 5** ปูเป้เป็นนักออกแบบส่วนหย่อม และต้องการสร้างรั้วล้อมรอบสวนหย่อม เขามีแบบส่วนหย่อมที่คิดไว้ 2 แบบ ดังนี้
โจทย์เดิม	**ข้อที่ 6** คุณแม่ของต้นกล้าต้องการกั้นห้องรูปสี่เหลี่ยมคางหมูมีขนาดดังรูปออกเป็น 4 ห้อง สำหรับให้เช่า ถ้าต้องการแบ่งให้ได้ห้อง 4 ห้องที่มีขนาดพื้นที่เท่าๆกัน ต้นกล้าจะช่วยคุณแม่คิดวิธีในการแบ่งห้องได้หรือไม่ และแบ่งอย่างไร
แก้เป็น	**ข้อที่ 6** คุณแม่ของต้นกล้าต้องการแบ่งห้องรูปสี่เหลี่ยมคางหมูออกเป็น 4 ห้อง สำหรับให้เช่า โดยห้องมีขนาดดังรูป ถ้าต้องการแบ่งห้องให้ได้ห้อง 4 ห้องที่มีขนาดพื้นที่เท่าๆกัน ต้นกล้าจะช่วยคุณแม่คิดวิธีในการแบ่งห้องได้หรือไม่ และแบ่งอย่างไร

ข. การยกตัวอย่างการตอบคำถามข้อ 3 ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทุกข้อ อาจแทรกคำว่า “นักเรียนอาจจะตอบว่า” ไว้หน้าคำตอบ เช่น นักเรียนอาจจะตอบว่า การคำนวณค่าแรงที่ใช้ในดารทาสีผนังบ้าน

ค. สถานการณ์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ข้อ 2 อาจจะยากไปสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5

2.3.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ที่ปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมาเขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 50 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลม มาแล้วและไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.3.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค(Cronbach) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของวิทย์เนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความยาก ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.79
ค่าความยาก	มีค่า	0.19 – 0.58
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.07 – 0.61

โดยแบบทดสอบข้อที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด มีจำนวน 4 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 2 ข้อ

2.3.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 48 คน ที่เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลม แล้วและไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.86
ค่าความยาก	มีค่า	0.55 – 0.60
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.35 – 0.49

2.3.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2.4.2 ศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.4.3 กำหนดกรอบการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งสรุปได้ว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถของนักเรียน 3 ด้าน เช่นเดียวกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

2.4.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ (ใช้จริง 4 ข้อ) โดยในแบบทดสอบได้ให้โจทย์ปัญหาสถานการณ์แล้วให้นักเรียนเขียนตอบ

2.4.5 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ใช้เกณฑ์เดียวกันกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

2.4.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการตรวจพิจารณาแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

ก. ตรวจสอบการเฉลยคำตอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง ให้มีความถูกต้องและครบถ้วน

ข. การสร้างข้อคำถามไม่ควรยาก และยาวจนทำให้นักเรียนสับสน และต้องเหมาะสมกับความรู้ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ค. ควรเพิ่มคำถามนำ เพื่อเป็นการแนะแนวทางให้นักเรียนสามารถหาแนวคิดในการตอบคำถามของข้อสอบได้

2.4.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมด้านภาษาของข้อคำถาม และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

ก. ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในโจทย์ ให้มีความเหมาะสม

โจทย์เดิม **ข้อที่ 2** เด็กหญิงกระแตต้องการเทน้ำอัดลม 2 กระป๋อง ลงในกระติกน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เด็กหญิงกระแตจะสามารถเทน้ำอัดลมลงในกระติกน้ำได้ทั้งหมดหรือไม่ โดยน้ำอัดลม 1 กระป๋องจะมีปริมาตร 325 ลูกบาศก์เซนติเมตร และกระติกน้ำมีขนาดภายในกว้าง 7 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร และส่วนสูง 18 เซนติเมตร

แก้เป็น **ข้อที่ 2** เด็กหญิงกระแตต้องการเทน้ำส้ม 2 กระป๋อง ลงในกระติกน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เด็กหญิงกระแตจะสามารถเทน้ำส้มลงในกระติกน้ำได้ทั้งหมดหรือไม่ โดยน้ำส้ม 1 กระป๋องจะมีปริมาตร 325 ลูกบาศก์เซนติเมตร และกระติกน้ำมีขนาดภายในกว้าง 7 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร และส่วนสูง 18 เซนติเมตร

ข. ไม่ควรระบุชื่อเฉพาะของสิ่งของหรือสถานที่ลงไปในโจทย์ เช่น ข้อที่ 3 ไม่ควรระบุว่า “สระว่ายน้ำของโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา” ให้เปลี่ยนเป็น “สระว่ายน้ำของโรงเรียนแห่งหนึ่ง”

ค. สถานการณ์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ข้อ 4 อาจจะยากไปสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5

2.4.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน

49 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากแล้วและไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.4.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค(Cronbach) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของวิทย์เนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความยาก ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.87
ค่าความยาก	มีค่า	0.50 – 0.55
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.37 – 0.54

โดยข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกข้อ

2.4.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 50 คน ที่เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลมแล้วและไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.85
ค่าความยาก	มีค่า	0.45 – 0.56
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.39 – 0.56

2.4.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตัวเอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาสำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม

1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

1.3 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนการทดลอง ดังนี้

2.1.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 20.15 และ 19.39 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แล้วทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน

2.1.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คณิตศาสตร์แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 17.30 และ 16.16 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 28 คะแนน จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แล้วทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เตรียมไว้ โดยทำการทดลองสอนกลุ่มละ 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โดยสอนตามชั่วโมงปกติที่ทางโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา จัดไว้สำหรับการสอนในเนื้อหาเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยเริ่มทำการทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2556 ถึง 14 มีนาคม 2556

2.3 ในระหว่างสอนผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด รวมทั้งบันทึกหลังการสอนของครู

2.4 เมื่อดำเนินการทดลองสอนตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครบ 9 แผน จำนวน 15 คาบแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for Social Science : SPSS) โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการการ

เรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ โดยวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน นำมาคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง โดยใช้คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน มาคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ โดยวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน นำมาคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

4. วิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตจากพฤติกรรมในชั้นเรียน ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด รวมทั้งบันทึกหลังการสอนของครูมาเป็นข้อมูลพัฒนาการของนักเรียนด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ต้นจนถึงระยะสุดท้ายของการทดลอง เพื่อเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพประกอบข้อมูลเชิงปริมาณ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติในการคำนวณหาคุณภาพของแบบทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการคำนวณหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใช้สูตรดังนี้

1.1 หาความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kruder-Richardson Method: KR-20) โดยใช้สูตรดังนี้

$$KR-20: r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum p_i q_i}{s_t^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อของแบบสอบ

p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก

q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 126)

1.2 หาค่าความยาก ของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของจอห์นสัน (Johnson) ดังนี้

$$p = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

R_h แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n_h แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

n_l แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

(พร้อมพรรณอุดมสิน, 2544: 144)

1.3 หาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของจอห์นสัน(Johnson) ดังนี้

$$r = \frac{R_h - R_l}{n_h}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_h แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n_h แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 144)

2. สถิติที่ใช้ในการคำนวณหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใช้สูตรดังนี้

2.1 หาความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) ดังนี้

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

เมื่อ α แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบในแต่ละข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 128)

2.2 หาค่าความยาก ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้

$$p = \frac{S_h + S_l - (n_t)(X_{min})}{(n_t)(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

S_h แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

n_t แทน จำนวนคนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147)

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้

$$r = \frac{S_h - S_l}{n_h(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

S_h แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

n_h แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม B-index และวิเคราะห์ข้อมูลของคะแนนแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการทดลองโดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ความแปรปรวน วิเคราะห์ค่าที (t-test) และวิเคราะห์ค่าเอฟ (F-test) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for Social Science : SPSS)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผลการศึกษาวิจัยนำเสนอ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียด ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	s	t
กลุ่มทดลอง	40	23.80	3.94	3.993*
กลุ่มควบคุม	41	20.46	3.56	

*$p < 0.05$

จากตารางที่ 8 ผลปรากฏว่า จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา จำนวน 40 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง เท่ากับ 23.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.94 และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ จำนวน 41 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองเท่ากับ 20.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.56 นอกจากนี้ ผลการทดสอบค่าที (t-test independent) เท่ากับ 3.993 จึงสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา มีความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง จากคะแนนเต็ม 28 คะแนน

การทดสอบ	n	$\bar{x}$	s	t
ก่อนการทดลอง	40	17.30	4.32	3.705*
หลังการทดลอง	40	19.76	3.17	

*$p < 0.05$

จากตารางที่ 9 ผลปรากฏว่า จากคะแนนเต็ม 28 คะแนน นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา จำนวน 40 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง เท่ากับ 17.30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.32 และมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองเท่ากับ 19.76 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.17 นอกจากนี้ ผลการทดสอบค่าที (t-test dependent) เท่ากับ 3.705 จึงสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ จากคะแนนเต็ม 28 คะแนน

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	s	t
กลุ่มทดลอง	40	19.78	3.19	2.954*
กลุ่มควบคุม	41	17.33	4.18	

*$p < 0.05$

จากตารางที่ 10 ผลปรากฏว่า จากคะแนนเต็ม 28 คะแนน นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา จำนวน 40 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง เท่ากับ 19.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.91 และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ จำนวน 41 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง เท่ากับ 17.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.18 นอกจากนี้ ผลการทดสอบค่าที (t-test independent) เท่ากับ 2.954 จึงสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด รวมทั้งบันทึกหลังการสอนของครู โดยพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ จากการนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาใช้ ประกอบกับพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง จากการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง และการอธิบายสถานการณ์เหล่านั้นโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ พบว่าในภาพรวมนักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยในช่วงแรกนักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ยังไม่ชัดเจนมากนัก แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ที่นำพหุปัญญาทั้ง 8 ด้าน มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ทำให้สังเกตได้ถึงพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดโดยแบ่งพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ช่วง คือ พัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาในช่วงแรกของการทดลอง และช่วงหลังของการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาในช่วงแรกของการทดลอง

ในช่วงแรกของการทดลอง นักเรียนยังไม่มีการแสดงพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน อาจเนื่องมาจากนักเรียนยังเคยชินกับการเรียนการสอนแบบบรรยายหรือการเป็นผู้ฟังเพียงฝ่ายเดียว ซึ่งสังเกตได้จากในขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา และขั้นที่ 2 ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา ต่อเนื่องไปถึงช่วงแรกของขั้นที่ 3 ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา ซึ่งสามขั้นนี้นักเรียนจะต้องใช้ความสามารถในการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ในการนำความรู้เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใหม่ที่ครูกำลังจะสอน แต่นักเรียนไม่ค่อยกล้าที่จะตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นกับประเด็นหรือข้อคำถามที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบหรือแสดงความคิดเห็น เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจความรู้เดิมอยู่ในระดับใด อีกทั้งนักเรียนอาจยังไม่คุ้นชินกับการทำกิจกรรมในห้องเรียนที่ต้องมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน ดังนั้น เมื่อมีการดึงความสามารถด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่นมาใช้เป็นความสามารถหลักหรือความสามารถเสริมในการทำกิจกรรม นักเรียนจึงมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรืออธิบาย

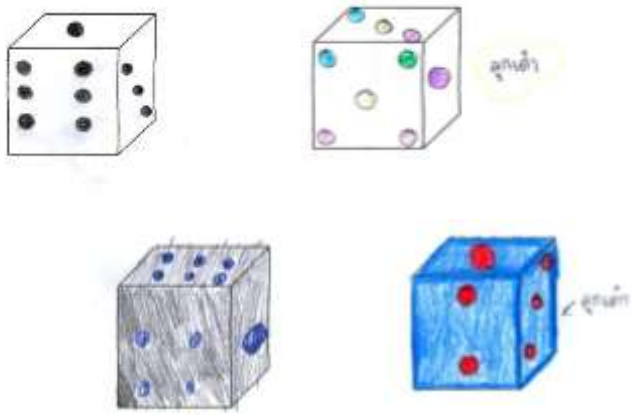
ความรู้ที่ตนเองมีเพื่อแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่มน้อยมาก และในช่วงหลังของกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ที่เริ่มเป็นการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใหม่ มีการฝึกทักษะการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้คำถามและการทำแบบฝึกหัด โดยใช้ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหลักในการจัดกิจรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนบางส่วนมีพฤติกรรมคุยหรือสนทนานอกเรื่อง ซึ่งไม่เกี่ยวกับเนื้อหาที่ครูกำลังสอน ในขณะที่สมาชิกคนอื่นๆ กำลังทำกิจกรรม และเมื่อฝึกให้นักเรียนนำความรู้ใช้ด้วยการทำแบบฝึกหัด พบว่า นักเรียนบางคนยังเขียนคำตอบไม่ถูกต้องหรืออธิบายไม่ชัดเจน ตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดของนักเรียนในช่วงแรกของการทดลอง สามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า เมื่อครูให้นักเรียนเขียนอธิบายลักษณะของทรงกลม นักเรียนยังไม่สามารถเขียนอธิบายได้ถูกต้องว่าทรงกลมมีลักษณะอย่างไร เพราะลักษณะของทรงกลมคือ “รูปเรขาคณิตสามมิติที่ล้อมรอบด้วยผิวโค้ง โดยที่จุดทุกจุดบนผิวโค้งจะมีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน”

ในขั้นที่ 4 ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา เป็นขั้นที่ผู้วิจัยคาดหวังว่าจะสามารถสังเกตเห็นพัฒนาการของนักเรียนด้านความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ชัดเจน ในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีมาเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์ในชีวิตจริงได้โดยอาศัยความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติและความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง เป็นความสามารถหลักที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านนี้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้บ้าง กล่าวคือ นักเรียนสามารถตอบคำถามหรือยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้ แต่ตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นตัวอย่างที่ไม่แปลกใหม่หรือเป็นตัวอย่างที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง เช่น มีการยกตัวอย่างรูป

เรขาคณิตสามมิติที่มีอยู่ในภาพยนตร์หรือการ์ตูน โดยนักเรียนยกตัวอย่าง “The Cube” ที่ปรากฏอยู่ในภาพยนตร์เรื่อง Transformer ซึ่งเป็นวัตถุที่สร้างโดยมนุษย์ต่างดาวและยังไม่มีในชีวิตจริง แต่มีรูปทรงเป็นลูกบาศก์ หรือการยกตัวอย่างสิ่งก่อสร้างแปลกๆ ที่ปรากฏในการ์ตูน ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของตัวการ์ตูนในเรื่อง แต่มีลักษณะเป็นทรงกระบอก นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สังเกตผลงานของนักเรียนที่ปรากฏในใบกิจกรรม พบว่านักเรียนสามารถออกแบบผลงานของตนเองให้สื่อถึงการมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ผลงานของนักเรียนยังไม่มีความหลากหลาย กล่าวคือ มีการออกแบบผลงานซ้ำกันหลายชิ้น ตัวอย่างการทำใบกิจกรรมของนักเรียนในช่วงแรกของการทดลองสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

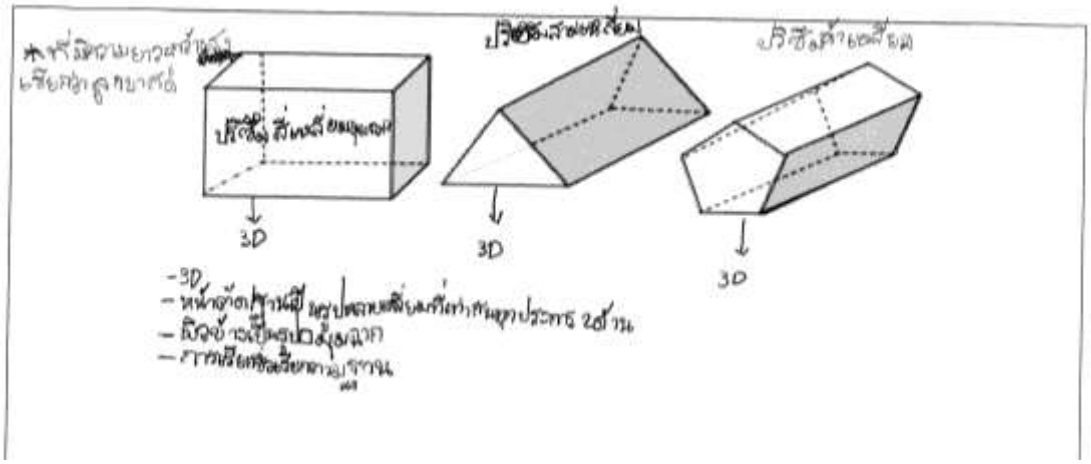
จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้บ้าง โดยการออกแบบรูปเรขาคณิตสามมิติทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากให้เป็นสิ่งที่สามารถพบได้ในชีวิตจริง ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ออกแบบเป็นลูกเต๋าเกือบหมด ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้จริง แต่ขาดความหลากหลายของตัวอย่าง หรือเกิดจากการลอกเลียนแบบผลงานของเพื่อน เนื่องจากขาดความมั่นใจในการใช้จินตนาการออกแบบผลงาน หรือไม่มีความพยายามในการออกแบบผลงานด้วยตนเอง

พัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาในช่วงหลังของการทดลอง

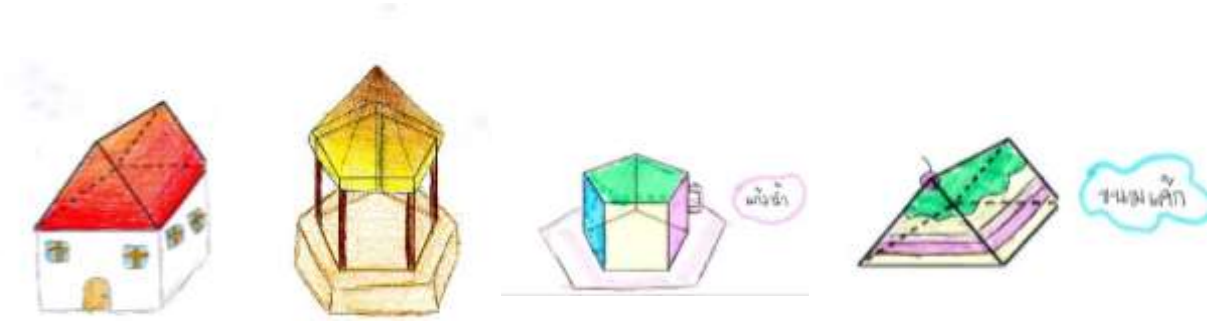
ในช่วงหลังของการทดลอง นักเรียนสามารถปรับตัวกับการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาได้ดีขึ้นและเริ่มคุ้นเคยกับผู้สอน ทำให้นักเรียนมีความกล้าที่จะแสดงออกหรือให้ความร่วมมือกับการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ทำให้ผู้วิจัยสามารถสังเกตความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ชัดเจนขึ้น พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้นตามลำดับ จากขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา ต่อเนื่องไปจนถึงขั้นที่ 2 ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา และช่วงแรกของขั้นที่ 3 ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา ซึ่งนักเรียนจะต้องเชื่อมโยงความรู้ภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยการนำความรู้เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใหม่ที่ครูกำลังจะสอน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสื่อสารหรืออธิบายกับครูได้อย่างถูกต้องว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนผ่านมาแล้วมีเรื่องอะไรบ้าง และส่วนใหญ่สามารถอธิบายข้อสรุปของความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องนั้นๆ ได้ถูกต้อง เมื่อมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือตอบคำถามเพื่อทบทวนความรู้ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ เมื่อมีการทำกิจกรรมที่ต้องเข้ากลุ่ม 4-5 คน หรือการจับคู่กันเล่นเกมพบว่า นักเรียนพยายามที่จะช่วยกันระดมความคิด และร่วมมือกันเพื่อที่จะเล่นเกมให้ชนะกลุ่มอื่นได้ ดังนั้น การทำกิจกรรมกลุ่มในช่วงหลังของการทดลอง นักเรียนจึงมีการคุยหรือสนทนากันนอกเรื่องน้อยลง ทำให้ผู้วิจัยสามารถสังเกตความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ง่ายขึ้นว่า นักเรียนสามารถที่จะนำความรู้เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ เช่น นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติเพราะเหตุใด โดยนักเรียนได้นำนิยามของรูปเรขาคณิตสามมิติที่เคยเรียนแล้วมาอธิบายได้อย่างถูกต้อง แต่การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนบางส่วนยังไม่ถูกต้อง เช่น การสนทนาของนักเรียนที่พยายามอธิบายให้เพื่อนฟังว่ารูปสามเหลี่ยม คือปริซึมสามเหลี่ยมที่มีความแบนราบมากๆ

ในช่วงหลังของกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ที่เริ่มเป็นการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใหม่และการฝึกทักษะการใช้ความรู้ใหม่ด้วยการทำแบบฝึกหัด โดยใช้ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์มาเป็นความสามารถหลัก พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น มีความตั้งใจฟังเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ครูสอน พูดคุยนอกเรื่องน้อยลง สามารถเขียนอธิบายหรือเขียนคำตอบในแบบฝึกหัดได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งส่งผลถึงขั้นที่ 4 ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา ที่นักเรียนจะต้องนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับมาเชื่อมโยงกับปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยอาศัยความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติและความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเองเป็นความสามารถหลักที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านนี้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ดีขึ้นมาก กล่าวคือ นอกจากจะสามารถยกตัวอย่างในชีวิตจริง

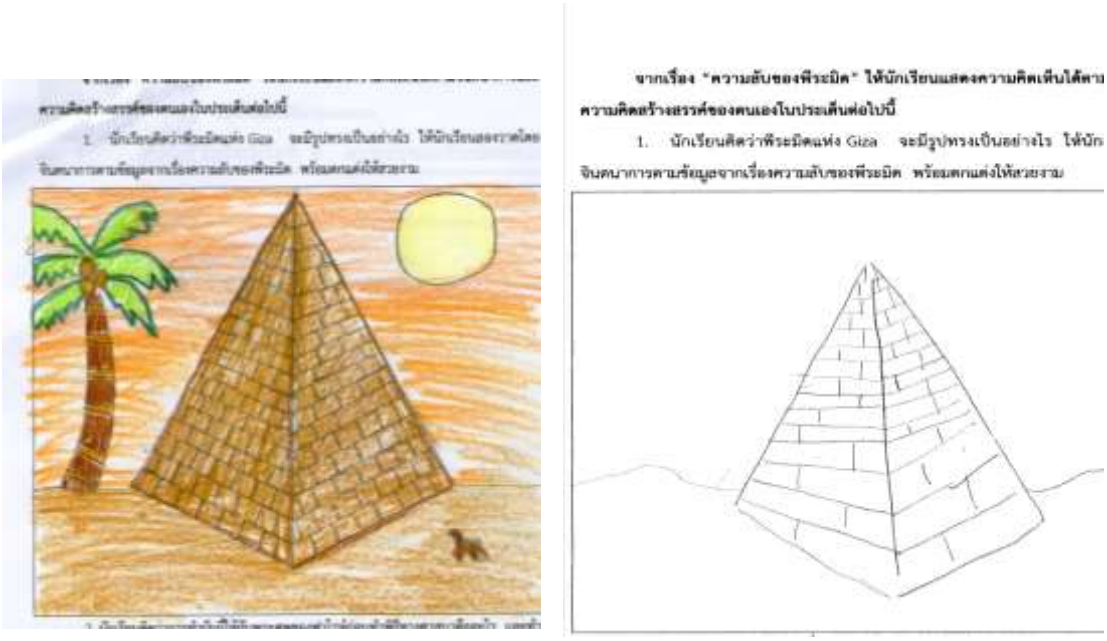
ได้แล้ว ผลงานยังมีความหลากหลาย และมีการตกแต่งตามจินตนาการด้วยสีสันที่สวยงาม สังเกตได้จากการทำใบกิจกรรมของนักเรียน ตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดและใบกิจกรรมของนักเรียนในช่วงหลังของการทดลองสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างการทำแบบฝึกหัดที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพุปัญญา



ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรมที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

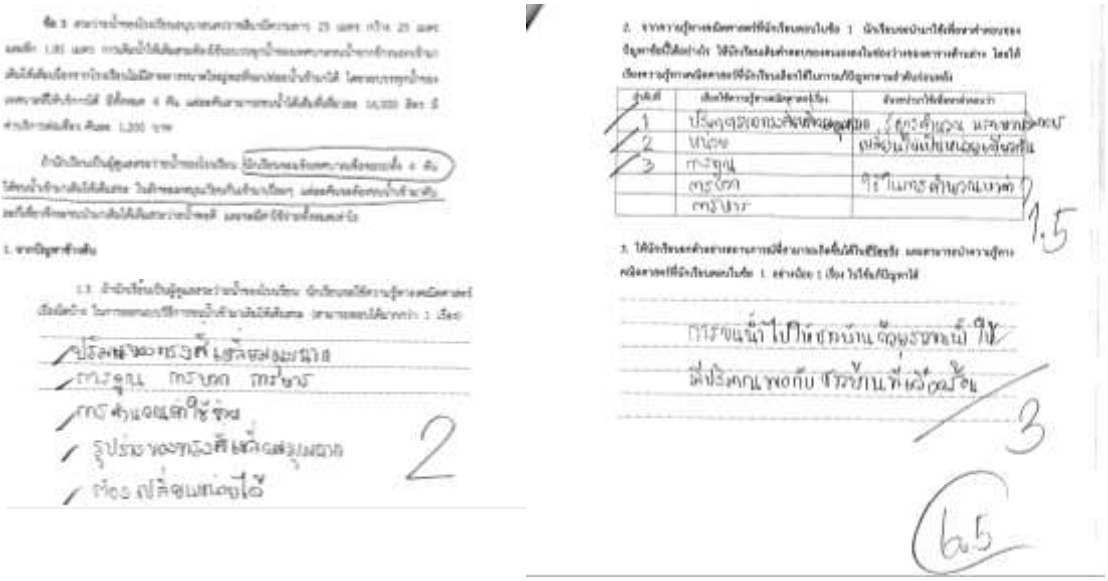


ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรมที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่า เมื่อครูให้นักเรียนเขียนอธิบายลักษณะของปริซึมแบบต่างๆ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนอธิบายได้ถูกต้องและชัดเจน และจากภาพที่ 7 เมื่อครูให้นักเรียนออกแบบรูปเรขาคณิตสามมิติเป็นสิ่งที่สามารถพบได้ในชีวิตจริง นักเรียนสามารถออกแบบรูปเรขาคณิตสามมิติให้เป็นสิ่งก่อสร้าง สิ่งของ หรือวัตถุต่างๆ ที่มีในชีวิตจริง แสดงว่านักเรียนสามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ดีขึ้น นอกจากนี้ ภาพที่ 8 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา สามารถใช้ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติในการเชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในการออกแบบพีระมิดซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของชาวอียิปต์ในสมัยนั้น จากคำบรรยายลักษณะของที่อยู่อาศัยของชาวอียิปต์ และการร่วมแสดงความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างพีระมิด รวมถึงชีวิตความเป็นอยู่ของชาวอียิปต์ในสมัยนั้น

นอกจากนี้ เมื่อผู้วิจัยนำผลการทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองมาเปรียบเทียบกับหลังการทดลอง พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา



ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

จากภาพที่ 9 และ 10 เป็นภาพแสดงตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนเดียวกัน แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองนักเรียนยังมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่มากนัก เห็นได้ชัดจากการเขียนตอบในข้อ 3 ที่ยังไม่สามารถเขียนอธิบายให้เห็นถึงการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาเลย แต่หลังการทดลองพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นมาก นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาตอบคำถามได้เกือบครบถ้วนสมบูรณ์ และสามารถสร้างตัวอย่างที่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตอบไปใช้แก้ปัญหา ซึ่งเป็นตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4. เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposing Sampling) เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยเลือกห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน 2 ห้องเรียน คือห้อง ป.5/12 และ ป.5/13 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 69.93 และ 68.39 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 110 คะแนน ต่อจากนั้นนำค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) พบว่า ความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างด้วยค่าที (t-test) พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นผู้วิจัยทำการจับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ป.5/12 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และห้อง ป.5/13 จำนวน 41 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้มี 2 ชนิด คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาสำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม ที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 9 แผน 15 คาบ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.91 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.76 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.66

2.2 แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.88 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.31 – 0.59

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.86 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 – 0.60 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.35 – 0.49

2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.85 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.45 – 0.56 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.39 – 0.56

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎี

พหุปัญญาสำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม

1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

1.3 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนการทดลอง ดังนี้

2.1.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 20.15 และ 19.39 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แล้วทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน

2.1.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 17.30 และ 16.16 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 28 คะแนน จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แล้วทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ โดยทำการทดลองสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โดยสอนตามชั่วโมงปกติที่ทางโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา จัดไว้สำหรับการสอนในเนื้อหาเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยเริ่มทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2556 ถึง 14 มีนาคม 2556

2.3 ในระหว่างสอนผู้วิจัยทำการวิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตจากพฤติกรรมในชั้นเรียน ใบกิจกรรมแบบฝึกหัด รวมทั้งบันทึกหลังการสอนของครู มาเป็นข้อมูลพัฒนาการของนักเรียนด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ต้นจนถึงระยะสุดท้ายของการทดลอง เพื่อเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพประกอบข้อมูลเชิงปริมาณ

2.4 เมื่อดำเนินการทดลองสอนตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครบ 9 แผน จำนวน 15 คาบแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for Social Science : SPSS) โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.4.1 เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ โดยวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มาคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.4.2 เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง โดยวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน มาคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.4.3 เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญากับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ โดยวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มาคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.4.4 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด รวมทั้งบันทึกหลังการสอนของครู เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา มีความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา มีพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ได้จากการพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผล โดยแยกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญามีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ในข้อที่ 1 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุสำคัญหลายประการ ดังนี้

ประการที่หนึ่ง อาจเป็นผลเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำพหุปัญญาทั้ง 8 ด้าน มาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Gardner (1997) ที่สนับสนุนให้นำพหุปัญญามาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านต่างๆ ให้กับนักเรียน นอกจากนี้ Lazear (1999:7) ได้กล่าวถึงการนำพหุปัญญามาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ว่า ความสามารถทางปัญญาแต่ละด้านสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างให้นักเรียนเกิดความรู้ได้ภายใต้ขอบเขตของความสามารถทางปัญญาด้านนั้น ซึ่งผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่นำพหุปัญญาของนักเรียนทั้ง 8 ด้านมาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวทางของความสามารถทางปัญญาแต่ละด้านในการพัฒนาการเรียนรู้ เช่น การใช้ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุย อภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้สอนเพื่อให้นักเรียนใช้ภาษาได้ถูกต้องและชัดเจน รวมไปถึงการนำเสนอหน้าชั้นเรียน การใช้ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนสังเกตเพื่อหาข้อสรุปของความรู้เชิงมโนทัศน์ จากการเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์ และการให้นักเรียนหาข้อสรุปของความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ จากการสังเกตและสรุปขั้นตอนวิธีการคิดคำนวณที่ผู้สอนแสดงให้ดู การใช้ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนพยายามใช้ความคิดหรือจินตนาการภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อถ่ายทอดลักษณะออกมาเป็นคำพูด การเขียนอธิบาย หรือนำมาออกแบบสร้างสรรค์ผลงานที่มีส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติในแบบต่างๆ การใช้ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำจังหวะและดนตรีมาใช้ในการร้องเพลงที่มีเนื้อหาเป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ แต่งเพลง ปรบมือ การเล่นกิจกรรมที่ต้องรู้จังหวะ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความตื่นตัว

ที่จะเรียนรู้และมีการจดจำความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น การใช้ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกาย การเล่นเกมคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างรวดเร็ว การทำท่าทางที่สื่อความหมายต่างๆ ประกอบเพลงหรือจังหวะ นักเรียนจะมีความสนุกสนานในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้มีความตื่นตัวและมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ การใช้ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการปฏิบัติงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ต้องมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การแข่งขันเกมที่ต้องอาศัยความสามัคคี นักเรียนจะมีความพยายามที่จะเรียนรู้ เพื่อให้กลุ่มของตนประสบความสำเร็จ การใช้ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองได้รับ และประเมินผลงานของตนเองว่าอยู่ในระดับใด นักเรียนจะได้ทราบว่าตนมีข้อบกพร่องหรือยังไม่เข้าใจความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใด หรือครูควรสอนความรู้เรื่องใดเพิ่มเติม และการใช้ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการฝึกให้นักเรียนสังเกตธรรมชาติที่อยู่รอบตัวว่า มีความสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างไร นักเรียนจะเห็นคุณค่าและความสำคัญของการมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากการนำความรู้มาเชื่อมโยงกับสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัว เป็นต้น นอกจากนี้การที่ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำพหุปัญญาทั้ง 8 ด้านมาผสมผสานในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการที่สอดคล้องกับความถนัดหรือความสามารถทางปัญญาของตน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมลักษณ์ วิจบ (2548: 2) ที่ว่า การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิชาต่างๆ ให้สอดคล้องกับความสามารถทางปัญญาของผู้เรียน เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามรูปแบบที่เขาถนัด ผู้เรียนจะมีความสุขในการเรียนรู้และช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้นได้ อีกทั้งยังช่วยให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายของรูปแบบการสอน เนื่องจากมีการนำความสามารถทางปัญญามาใช้ในการจัดกิจกรรมถึง 8 ด้าน จึงเป็นการเปิดโอกาสให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้หลากหลาย เพื่อให้ครอบคลุมความสามารถทางปัญญาครบทุกด้าน นักเรียนจึงเบื่อหน่ายต่อการเรียน ไม่ง่วงหรือหลับ สอดคล้องกับแนวคิดของ Armstrong (2000: 39-41) ที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายจะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของเด็ก ช่วยให้เด็กมีความตื่นตัวและมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ และสอดคล้องแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ สุรพล เอี่ยมอู่ทรัพย์ (2545: 3) ที่ว่า การที่ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย จะช่วยให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ และอยากที่จะค้นคว้าแสวงหาความรู้ต่อไป

ประการที่สอง อาจเป็นผลเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาที่ผู้วิจัยออกแบบ ได้มีการนำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของ Lazear (1999) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบกับการวิเคราะห์ความสามารถทางปัญญาที่จะนำมาใช้ในขั้นตอนการจัดกิจกรรม เหมาะสมกับธรรมชาติในการเรียนรู้ของนักเรียน ลักษณะของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน และเนื้อหาที่สอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนช่วยพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างเป็นลำดับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เตรียมสติปัญญา อารมณ์ และความรู้สึก ให้มีความพร้อมที่จะรับประสบการณ์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Kutluca (2009) ที่ว่า นักเรียนที่มีความพร้อม หมายถึง นักเรียนที่มีสภาพร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญาเพียงพอที่จะรับรู้สิ่งต่างๆ ได้โดยไม่มีสิ่งใดเป็นอุปสรรค ก่อให้เกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ และบังเกิดผลที่ดีต่อพัฒนาการของนักเรียนเอง การเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาความรู้ของนักเรียน ซึ่งพหุปัญญาที่นำมาใช้ในขั้นนี้มี 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา ความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ความสามารถทางปัญญาด้านด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี และความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Teele (1999: 53-54) ที่ได้สำรวจพหุปัญญาทั้ง 8 ด้านของนักเรียนในระดับประถมศึกษา พบว่า นักเรียนมีความสามารถทางปัญญาด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ความสามารถทางปัญญาด้านจังหวะ/ดนตรี และความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่นโดดเด่นกว่าด้านอื่น และสามารถนำมาใช้เพื่อการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของเด็กได้ นอกจากนี้ยังมีแนวคิดของ Campbell (1997) ที่กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว สามารถนำมาใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียนได้ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องดาราศาสตร์ ครูสามารถนำนักเรียนมาเรียนในสนามและสมมติให้นักเรียนเป็นดวงดาวต่างๆ หมุนรอบดวงอาทิตย์ได้ และจากแนวคิดของ Armstrong (1994) ที่กล่าวว่า ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา เป็นความสามารถด้านที่เป็นสากลมากที่สุด นับเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางปัญญาทุกด้าน มีส่วนช่วยพัฒนาและกระตุ้นการใช้ความสามารถทางปัญญาด้านอื่นๆ ให้มีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 2 ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา ขั้นนี้นักเรียนจะได้ใช้พหุปัญญาด้านที่ได้รับการกระตุ้นมาแล้วจากขั้นที่ 1 มากขึ้น ในการทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานของความรู้เรื่องใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา แขมมณี (2543:17) ที่ว่า การทบทวนความรู้เดิม เป็นการดึงความรู้เดิมของผู้เรียนในเรื่องที่จะเรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับ

ความรู้เดิมของตน เป็นกระบวนการหนึ่งที่ช่วยพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งพหุปัญญาที่นำมาใช้ในขั้นนี้เป็นความสามารถทางปัญญาของนักเรียนด้านที่ได้รับการกระตุ้นมาแล้วจากขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องมีการฝึกคิดและสรุปความรู้ในเนื้อหาที่เรียนอย่างมีตรรกะ มีการแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผล นักเรียนจึงได้รับการพัฒนาด้านความรู้และมีประสบการณ์มากขึ้น สอดคล้องกับสิริพร ทิพย์คง (2545: 2) ที่ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นตรรกะศาสตร์ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงต้องมีการทดลองหรือสรุปผลตามความเป็นจริง ซึ่งพหุปัญญาที่นำมาใช้ในขั้นนี้คือ ความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์ เป็นความสามารถทางปัญญาด้านหลักในการทำกิจกรรม เนื่องจากความสามารถทางปัญญาด้านนี้เป็นการดึงเอาความสามารถทางปัญญาด้านที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยตรง มาใช้สร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Gardner (1997:42) ที่ว่าความสามารถทางปัญญาด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางปัญญาที่เชื่อมโยงโดยตรงกับคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นการนำความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาเชิงตรรกะ การแก้โจทย์ปัญหา การคิดเชิงตรรกะ การเข้าใจเหตุผลเชิงอนุมานมาใช้เพื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา ในขั้นนี้นักเรียนจะได้รับการส่งเสริมให้นำความรู้ที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง และสร้างสรรค์ผลงานของตนเอง นักเรียนจะได้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัว ซึ่งสอดคล้องกับ จูลิน ลิคะสิริ (2551: 35) ที่ว่า การที่นักเรียนสามารถนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ จะช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของการมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ และรู้ว่าจะเรียนคณิตศาสตร์ไปเพื่ออะไร นอกจากนี้ นักเรียนจะได้ประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์และผลงานที่สร้างสรรค์ขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Plamberg (2006: Online) ที่ว่า การให้ผู้เรียนได้ศึกษาการทำงานของตนเองหรือศึกษาวิธีการเรียนรู้ของตนเองหลังจากได้รับความรู้หรือได้รับการฝึกฝนทักษะบางอย่างไปแล้ว เป็นการใช้ความสามารถในการคิดทบทวนหรือพิจารณาตนเอง ซึ่งจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความหมาย พหุปัญญาที่นำมาใช้ในขั้นนี้มี 2 ด้าน ได้แก่ ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง และความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ สอดคล้องกับแนวคิดของ Armstrong (1994: 130) ที่ว่า ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ด้วยการนำความรู้มาเชื่อมโยงกับสิ่งที่เห็นในธรรมชาติ แล้วหาเหตุผลมาสนับสนุนความคิดเหล่านั้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างเป็นรูปธรรมและเห็นถึงการนำไปใช้ได้จริงของความรู้ที่ได้รับมา และความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง ช่วยให้

สามารถรับรู้ตนเองได้อย่างถูกต้อง เป็นการประเมินตนเองอย่างมีเป้าหมาย ทำให้รู้ข้อดีข้อด้อยของตนเอง

2. ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ในข้อที่ 2 และข้อที่ 3 นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญายังมีพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้นำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของ Lazear (1999:8) 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา ขั้นที่ 2 ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา ขั้นที่ 3 ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา และขั้นที่ 4 ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา มาใช้ในส่วนของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 ขั้น มีส่วนส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน คือ การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ดังนี้

2.1 การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้รับการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงด้านนี้ ในขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา และขั้นที่ 2 ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา จากการทบทวนความรู้เดิมซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนความรู้เรื่องใหม่ ที่ครูจะสอนในขั้นที่ 3 ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา ซึ่งนักเรียนจะมีการระลึกถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาแล้ว สามารถระบุความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ได้ รวมถึงอธิบายความรู้เรื่องนั้นได้ ด้วยการแสดงความคิดเห็นหรือการตอบคำถาม แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจลักษณะของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องเดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใหม่ จากนั้นฝึกการนำความรู้ไปใช้ด้วยการทำแบบฝึกหัด ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงในขั้นที่ 4 ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา สอดคล้องกับแนวคิดของ Hyde (2007: 46) ที่ระบุถึงลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์เอง ควรเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ใช้ความรู้พื้นฐานที่เคยเรียนมาหรือประสบการณ์ที่มีก่อนหน้า นำไปสู่การค้นพบความรู้หรือความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ

อีกทั้งยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ คณะกรรมการการศึกษาแห่งรัฐนิวเจอร์ซีย์ (New Jersey State Board of Education, 1996: Online) ที่กล่าวโดยสรุปว่า การเชื่อมโยงในเนื้อหาคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นโดยการใช้สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาก่อน

2.2 การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง นักเรียนจะได้รับการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงด้านนี้ ด้วยการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับมาจากขั้นที่ 3 ขั้นสอน โดยใช้ความสามารถทางปัญญา มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงในขั้นที่ 4 ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายหรือแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงนั้นด้วยความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มี นักเรียนจะมีการระลึกถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนพบ และระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนระลึกได้ เพื่อนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์นั้นด้วยการอธิบายลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับสถานการณ์นั้นๆ หรือแนวคิดของการแก้ปัญหาด้วยความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนระลึกได้ อีกทั้งยังมีการยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง โดยสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวต้องสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนระลึกได้ไปเชื่อมโยงกับปัญหานั้นได้อย่างสอดคล้อง ด้วยการแสดงความคิดเห็น การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัดหรือใบกิจกรรม เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง สอดคล้องกับแนวคิดของ NCTM (1989: 146) ที่ว่า รูปแบบหนึ่งของการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์คือ การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกจริงหรือในศาสตร์อื่นที่นอกเหนือจากในวิชาคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดของ ไพพะยอม พิมพ์พาเรือ (2549: 1-3) ที่ว่า การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น หรือนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 การพิจารณาเลือกความสามารถทางปัญญา เพื่อจัดลงไปในขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา ครูควรคำนึงถึงความถนัดหรือธรรมชาติในการเรียนรู้ของนักเรียนให้มากที่สุด ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการที่ตนเองถนัดอย่างแท้จริง และกิจกรรมการเรียนรู้นั้นจะมีความน่าสนใจมากขึ้น

1.2 ความสามารถทางปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากโลกจริงหรือสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ครูสามารถนำความสามารถทางปัญญาด้านนี้มาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการเรียนรู้นอกห้องเรียนได้หลากหลายรูปแบบ นอกจากจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้กับชีวิตจริงแล้ว ยังทำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความสนุกสนานจากบริบทในการเรียนรู้ที่หลากหลายอีกด้วย

1.3 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา และขั้นที่ 2 ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา เป็นขั้นที่มีการดึงความสามารถทางปัญญามาใช้ถึง 5 ด้าน ทำให้ต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ครูควรปรับลักษณะของกิจกรรมให้มีความเหมาะสม โดยให้ความสำคัญหรือให้เวลาส่วนใหญ่กับกิจกรรมในขั้นที่ 3 ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา และขั้นที่ 4 ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใหม่ของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 พหุปัญญาเป็นความสามารถของมนุษย์ในการคิดแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ดังนั้น อาจมีการศึกษาถึงการนำพหุปัญญามาใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ หรือนำมาใช้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กมล สุดประเสริฐ. 2540. พหุปัญญากับการสอนของครู. **โครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์**. (มีนาคม): 10-13.

คณะกรรมการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2555. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559**. สำนักนายกรัฐมนตรี.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2544. **รายงานการวิจัย รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษ**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2540. **ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.** กรุงเทพมหานคร: สำนักนายกรัฐมนตรี.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2540. **ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2542. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542**. กรุงเทพมหานคร: สกายบุ๊กส์.

จรรยา ภูอุดม. 2544. **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้.** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จารุวรรณ หร่ายเจริญ. 2552. **ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีพหุปัญญา ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. การมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จูลิน ลิคะสิริ. 2551. คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน. **My Math**. 4 (พฤษภาคม): 35-39.

ชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์ และ บังอร เสรีรักษ์. 2543. **รายงานผลการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาพหุปัญญา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักโครงการพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ.

ชูศรี การเกษ. 2546. **พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา วิขาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกลบระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2550. **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์โปรเกรสซิฟ.

ดวงเดือน อ่อนน่วม. 2529. **การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ**. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทวีศักดิ์ สิริรัตน์เรขา. 2549. พหุปัญญาอัจฉริยภาพหลากหลายมิติที่น่าค้นหา. **อัพเดท**. 21(กุมภาพันธ์) : 63-64.

ทิศนา แขมมณี. 2542. การจัดการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. **วารสารวิชาการ.** 2(พฤษภาคม): 3-35.

ทิศนา แขมมณี. 2543. **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 8 . กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ แก้วมาลา. 2547. **ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

น้อมศรี เคท. 2547. คุณภาพหลากหลายที่ได้จากการเรียนรู้คณิตศาสตร์. **วารสารครุศาสตร์.** 3(มีนาคม - มิถุนายน): 18-28.

บีเชเนอร์,ลินเน. 2545. **เกมและกิจกรรมพัฒนาเชาว์ปัญญาหลายแบบ MI (Multiple Intelligence) และลักษณะนิสัย (Life Habits) ในทุกชั้นเรียน.** แปลโดย ชนวัฒน์ ศรีสะอ้าน และ ณัฐพงษ์ เกศมาริน. กรุงเทพมหานคร: เบรนเน็ท.

ปราณี อุปฮาด. 2550. **การคิดเชิงเหตุผลของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์ตามรูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. การศึกษาปฐมวัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปานทอง กุลนาถศิริ. 2546. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. **My Math**. 4 (พฤษภาคม): 35-39.

พรรณทิพย์ ม้ามณี. 2532. **การสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ระดับมัธยมศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: สารศึกษาการพิมพ์.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2544. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. วารสาร สสวท.** 92 (มกราคม-มีนาคม): 12.

พีระ รัตนวิจิตร และคนอื่นๆ. 2544. **การประยุกต์ทฤษฎีพหุปัญญาสู่การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: ธรรมสาร.

ไพพะยอม พิมพ์พาเรือ. 2549. **รายงานสรุปผลการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์"**. มหาสารคาม. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ภัทรา สุวรรณบัตร. 2552. เส้นทางสู่การปฏิรูปการเรียนการสอน: วิธีการเรียนรู้สู่ความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. **วารสารวิชาการ**. 12(กุมภาพันธ์): 66-69.

ยุทธนา ปฐมวรชาติ. 2546. พหุปัญญา (Multiple Intelligences): แนวคิดการจัดการเรียนรู้สู่ความเป็นอัจฉริยภาพของคนเก่ง คนดีและมีความสุข. **วารสารวิชาการ.** 6 (กุมภาพันธ์): 39–47.

เยาพา เดชะคุปต์. 2551. **รวมนวัตกรรมทฤษฎีการศึกษาปฐมวัยสู่การประยุกต์ใช้ในห้องเรียน**. กรุงเทพมหานคร: สาราเด็ก.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. 2548. **ยุทธศาสตร์การพัฒนาเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษ (พ.ศ.2549-2559)**. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ดี.

วรรณี โสมประยูร. 2541. **การวิจัยและพัฒนารูปแบบการสอนและสื่อการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วรรณี โสมประยูร. 2541. **วิธีสอนแบบวรรณี.** กรุงเทพมหานคร :คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วารีรัตน์ แก้วอุไร และสุปราณี ไกรวัตนุสรณ์. 2541. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา. **ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**. 2 (มีนาคม): 84-104.

วิจิตรา มีสุข. 2551. **การศึกษาความสามารถทางพหุปัญญาของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการพหุปัญญา**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิชาการ, กรม. 2546. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ พ.ศ. 2545**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์อักษรไทย.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. 2551. **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วันดี สุตสิน. 2550. **ความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. การศึกษาปฐมวัย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิมลรัตน์ ศรีสุข. 2551. **การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการรูปแบบการสร้างมโนทัศน์กับรูปแบบการแปลงเพื่อเสริมสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถทางการคิดแบบอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศึกษาธิการ, กระทรวง, กรมวิชาการ. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2551. **ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ส เจริญการพิมพ์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2552. **ค่าสถิติพื้นฐานผลการสอบทางการศึกษาระดับชาติ ปีการศึกษา 2550-2552.** [Online]. แหล่งที่มา: http://www.niets.or.th/upload-files/uploadfile/9/58e759087c66cda8040ad7825ce3eb44.pdf [12 สิงหาคม 2555]

สมลักษณ์ วิจบ. 2548. **การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา เรื่อง รูปแบบวงกลมและรูปทรงเรขาคณิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.** รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ. หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สามัญศึกษา, กรม. 2543. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช2542**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สิริพร ทิพย์คง. 2545. **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สุกัลยา อุบลรัตน์. 2554. **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงวิธีการซึ่งสอดคล้องกับความสามารถทางพหุปัญญาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรือง กำหนดการเชิงส้น และความภาคภูมิใจในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. การมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรพล เอี่ยมอู่ทรัพย์. 2545. **สอนอย่างไรที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.** [Online]. แหล่งที่มา: http://arts.payap.ac.th/artsit/attachments/178_%E0%B8%AA%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%9C%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%AA%E0%B8%B3%E0%B8%84%E0%B8%B1%E0%B8%8D.pdf [2 กรกฎาคม 2556]

สุรางค์ โค้วตระกูล. 2541. **จิตวิทยาการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แสงเดือน วิมลรัตน์. 2554. **ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบพหุปัญญาเพื่อการเรียนรู้.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. การศึกษาปฐมวัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อัมพร ม้าคนอง. 2553. **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.** กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาภาภรณ์ นันทัชพรพงศ์. 2545. **การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามแนวทางทฤษฎีพหุปัญญา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา.

อาร์มสตรอง โทมัส. 2542. **พหุปัญญาในห้องเรียน: วิธีสอนเพื่อพัฒนาปัญญาหลายด้าน.** แปลโดย อารี สัณหฉวี. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ.

อารี สัณหฉวี. 2535. **พหุปัญญาและการเรียนแบบร่วมมือ.** กรุงเทพมหานคร: สมาคมเพื่อการศึกษาเด็ก.

อารี สัณหฉวี. 2543. **พหุปัญญาในห้องเรียนวิธีการสอนเพื่อพัฒนาปัญญาหลายด้าน.** กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

อารีย์ รุ่งนิมิต. 2537. **ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสติปัญญาบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เขตการศึกษา 7**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. การวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. [ถ่ายเอกสาร].

<u>ภาษาอังกฤษ</u>

Annie and John, S. 1996. **Of what does Mathematical Knowledge Consist?**. [Online]. Available from: http://www.maa.org/t_and_l/sampler/rs_1.html [2013, September2]

Armstrong, T. 1994. **Multiple Intelligence in the classroom**. Monaco: Association for Supervision and Curriculum Development.

Armstrong, T. 2000. **Multiple Intelligence in the classroom**. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development,

Baki, A., et al. 2009. The Effects of Activities Based on the Multiple Intelligence Theory on Students' Conceptual Learning: A Case of Basic Operations in the Integer Numbers. **Journal of Turkish Education Science**. 7(2): 237-259 .

Byrnes, J.P. 1969. **Cognitive Development and Learning in Instruction Contexts**. Massachusetts: Allyn and Bacon

Campbell, P.F. 1997. Connecting Instruction Practice to Student Thinking. **Teaching Children Mathematics**. 4(106-110).

Cangelosi, J.S. 1996. **Teaching mathematics in secondary and middle school: An interactive approach**. Englewood cliffs, NJ: Merrill.

Chan, D.W. 2001. Assessing Giftedness of Chinese Secondary Students in Hong kong: a multiple intelligences perspective. **High Ability Studies**. 12(2): 215-234.

Cooney, D., Henderson. 1975. **Dictionary of education.**New York: MaGraw-Hill Book.

Cutshall, Lisa Christine. 2003. **The effect of student multiple intelligence preference on integration of earth science concepts and knowledge within a middle grades science classroom**. ERIC Full text. Master of Arts, Johnson Bible College. ED479329.

Eggen, P.D. and Kauchak, D.P. 1981. **Strategies for Teaching Content and Thinking Skills.** 3rd ed. Boston: Allyn and Bacon.

Gardner, H. 1983. **Frames of Mind**. New York: Basic Book.

Gardner, H. 1993. **Multiple intelligence: the theory in practice**. New York: Basic Books.

Gardner, H. 1997. **Intelligence reframed :multiple intelligences for the 21th Century**. New York: Basic Books.

Gardner, H. 1999. **Intelligence reframed :multiple intelligences for the 21th Century**. New York: Basic Books.

Gardner, H. 2000. **The Disciplined Mind**. New York: Penguin Grouge.

Hail, C.L. 2001. The effects of using multiple representations on student' knowledge and perspectives of basics algebraic concepts. **Dissertation Abstracts International** 61/71: 2636.

Hardy, R.J. 2005. How can Multiple Intelligences Empower Secondary Students to Confront the Traditional Instructional Practices of the Dominant Culture?.**Proquest Dissertation And Theses 2005**. Ed.D. Dissertation (Secondary education). Pennsylvania: Saint Joseph's University. Retrieved May 25, 2008, Available from : http://proquest.umi.com/pqdweb?did=913511581&Fmt=2&clientId= 61839& RQT=309 &VName=PQD.

Hatch, T. 1997. **Getting Specific about Multiple Intelligence. Educational Leadership**. 54,6 (March): 26-29.

Hiebert, J. and Lefevre, P. 1986. Concept and Procedural Knowledge in Mathematics: An Introductory Analysis. In hiebert, J. (Ed). **Conceptual and Procedual Knowledge.** pp1-28. Hilsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Hunter, J. 2006. **Making the Connection: Utilising Multiple Intelligences to Measure Teaching and Learning Success in Mathematics**. NSW: Preparatory Mathematics, Counting Education, University of Sydney. Retrieved May 5, 2008, Available from: www.math.uoc.gr/~ictm2/Proceedings/pap91.pdf.

Hyde, A. 2007. Mathematics and Cognition. **Educational Leadership**. 65(3): 43-47.

Kutluca, Tamer. 2009. **The Effects of Activities Developed Based on Multiple Intelligences Theory on Students'Achievement in Polygons**. Retrieved May 2, 2010, form http://.britanica.com/bps/additionalcontent/18/37324774/THE-EFFECT-OF-ACTIVITIES-DEVELOPED-BASED-ON-MULTIPLE-INTELLIGENCES-THEORY-ON-STUDENTS-ACHIEVEMENT-IN-POLYGONS-TOPIC

Lazear, D. 1999**. Eight ways of teaching: The Artistry of Teaching with Multiple Intelligences**. Skylight Training and Publishing Inc.

Matthews, F. 2006. MI Squared: Multiple Intelligences in Math Instruction. **Proquest Dissertation And Theses 2006**. M.A.E. Dissertation (Mathematics Education). Washington: Pacific Lutheran University. Retrieved May 25, 2008, Available from: http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1338842521&Fmt=2&clientId=61839&RQT=309 &VName=PQD.

McCook, I.J. 2007.September/ October. Integrated Instruction: Multiple Intelligences and Technology. **The Clearing House**. 81(1): 25-28.

Munro, J. 1994. Mathematics learning as a socially-referenced activity. **Journal of Children's Mathematics Behavior**. 1(April): 1-90.

National Council of Teacher of Mathematics. 1989. **Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics.** Reston, VA: Author.

National Council of Teacher of Mathematics. 1991. **Professional Standards for Teaching Mathematics**. Reston, VA: Author.

National Council of Teacher of Mathematics. 1995. **Assessment Standards for School Mathematics**. Reston, VA: Author.

National Council of Teacher of Mathematics. 2000. **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: Author.

National Council of Teacher of Mathematics. 2003, September. Connecting Mathematics and Literature in the Middle School.**Mathematics Teacher in the Middle School**. 9(1): 16.

National Council of Teacher of Mathematics. 2004, May.Connecting Mathematics and Science in the Middle Grades.**Mathematics Teacher in the Middle School**. 9(9): 483.

National Council of Teacher of Mathematics. (2008). **Principles and Standards for School Mathematics**. Retrieved May 14, 2008. Available from: http://standardstrial.nctm.org/triallogin.asp.

New Jersey State Board of Education. 1996. **The New Jersey Mathematics curriculum Framework.** Retrived April 14, 2008. Available from: http://dimacs.rutgers.edu/nj_math_coalication/framework.html.

Osciak, Susan Y. Multiple Intelligence and the Design of Web Based Instruction.**International Journal of Instructional Meadia**. 28, 4(2001).

Ozdemir, P., Guneysu, S., and Tekkaya, C. **Enhancing learning through Multiple intelligences**[Online]. 2006. Middle East Teaching University and Bashkent University Turkey. Available from: http://www.iob/org/ [20 August 2012]

Plamberg, R. 2006. **Catering to Multiple Inteelligence: A foreign-language lesson Plan involving houses**. Retrieved May 14, 2008. Available from: http://www.tefl.net/lesson-plans/multiple-intelligences.htm.

Rajaraman, R..2005, February.Mathematics and the Real World. **Current Science**. 88(3): 360 - 365.

Reys, R.E., Lindquist, M.M., Lambdin, D.V., Smith, N.L. and Say dam, M.N. 2004. **Helping children mathematics**. 7 ed. New Jersey: John Willy & Sons.

Rittle-John, B. and Alibali, M. W. 1999. Conceptual and Procedural Knowledge of Mathematics: Does One Lead to the other?. **Journal of Educational Psychology.** 91(1): 175-189.

Schwarz, B.B. and Hershkowitz, R. 1999. Prototypes: Brake of Levers in Learning the Function Concept. The role of the Computer tools. **Journal for Research in Mathematics Education**. 30 (April): 4

Sharp, J. and Adams, B. 2002. Childdern's constructions of knowledge for knowledge for fraction division after solving realistic problem**. The Journal of Education Research**. 95(6): 333-347.

Steinbring, H. 2007. **Mathematical Knowledge as a Social Construct of Teaching/Learning Process-The Epistemology Oriented Mathematical Interaction Research** [Online]. Available from: http://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008/WG5/Papers/STEINB.pdf. [2013,September2]

Teele, Sue. 1999. **Rainbows of Intelligence: Exploring how student learn**. Citrograph Printing.

Toumasis, C. 1995. Concept Worksheet: An Important Tool for Learning. **The Mathematics** Teacher. 14(2): 132-157.

Vialle, W. 1997. In Australia: Multiple Intelligences in Multiple Setting. **Educational-Leadership** .55 (Sep): 65-69.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ

- ตัวอย่างหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจพิจารณาความตรงและความเหมาะสมตามเนื้อหา ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์	อาจารย์ประจำสาขาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นฤเบศ ลาภยิ่งยง	อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
3. นางจุฑาภรณ์ พงศ์ศรี	ครูชำนาญการพิเศษกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์	อาจารย์ประจำสาขาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์ ดร.ต้องตา สมใจเพ็ง	อาจารย์ประจำสาขาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. นางจันทิมา วัชระคุปต์	ครูชำนาญการพิเศษกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา

ที่ ศธ 0512.6(2771)/56- 1084

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นชนก โควินท์)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 608

ที่ ศธ 0512.6(2771)/ 56- 1085

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์ "การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เฉรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นชนก โควินท์)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 608

ที่ ศธ 0512.6(2771)/56- 1082

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ต้องตา สมใจเพ็ง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นชนก โควินท์)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 608

ที่ ศธ 0512.6(2771)/ 56- 1383

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์ "การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เฉรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญ อาจารย์ ดร.ต้องตา สมใจเพ็ง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์ ดร.ต้องตา สมใจเพ็ง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นชนก โควินท์)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 608

ที่ ศธ 0512.6(2771)/56- 1080

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นฤเบศ ลาภยิ่งยง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.สันสนีย์ เฉรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นชนก โควินท์)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 608

ที่ ศธ 0512.6(2771)/ 56- 1081

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์ "การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เฉรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นฤเบศ ลาภยิ่งยง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นฤเบศ ลาภยิ่งยง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นชนก โควินท์)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 608

ที่ ศธ 0512.6(2771)/56- 1386

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางจันทิมา วัชระคุปต์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เฉรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นชนก โควินท์)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 608

ที่ ศธ 0512.6(2771)/ 56- 1387

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เฉรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญ นางจันทิมา วัชระคุปต์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางจันทิมา วัชระคุปต์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นชนก โควินท์)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 608

ที่ ศธ 0512.6(2771)/56- 1378

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางจุฑาภรณ์ พงศ์ศรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เฉรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นชนก โควินท์)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 608

ที่ ศธ 0512.6(2771)/ 56- 1879

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เฌรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญ นางจุฑาภรณ์ พงศ์ศรี เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางจุฑาภรณ์ พงศ์ศรี เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นชนก โควินท์)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 608

ที่ ศธ 0512.6(2771)/56- 1088

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 มีนาคม 2556

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิตบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง เรื่อง "การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี อาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เฉรเทียน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/12 และ 5/13 ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นชนก โควินท์)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 608

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

เรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ **จำนวน 2 ชั่วโมง**

---

1. สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ตัวชี้วัด ป.5/1 : บอกลักษณะและจำแนกรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ

2. สาระสำคัญ

รูปเรขาคณิต เป็นรูปบนพื้นราบ หรือรูปของผิวหน้าหนึ่งของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งรูปเรขาคณิตจะมีเพียงสองมิติเท่านั้น เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม รูปแปดเหลี่ยม

รูปเรขาคณิตสามมิติหรือรูปทรงเรขาคณิต เป็นรูปที่มีความกว้าง ความยาว และความสูงหรือความหนา ซึ่งจะมีสามมิติ เช่น ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก ทรงกลม ปริซึม พีระมิด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้

1. บอกลักษณะของรูปเรขาคณิต พร้อมทั้งยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

2. บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ พร้อมทั้งยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตสามมิติต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

3. ระบุความแตกต่างระหว่างรูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างถูกต้อง

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2. อธิบายความแตกต่างระหว่างรูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

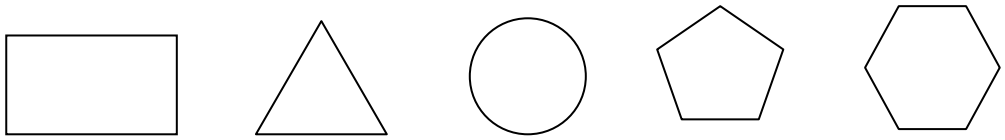
3. นำเสนอตัวอย่างของรูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย
2. วางแผนก่อนการทำงานและกิจกรรมในชั้นเรียน
3. กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
4. เอาใจใส่ในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
5. มีความกระตือรือร้นและสนใจเรียน

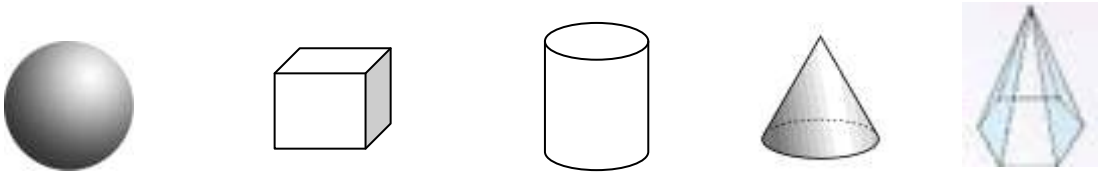
4. สาระการเรียนรู้

รูปเรขาคณิต เป็นรูปบนพื้นราบที่มีความยาวและความกว้าง หรือรูปของผิวหน้าหนึ่งของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งรูปเรขาคณิตจะมีเพียงสองมิติเท่านั้น เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม รูปแปดเหลี่ยม



รูปสี่เหลี่ยม **รูปสามเหลี่ยม** **รูปวงกลม** **รูปห้าเหลี่ยม** **รูปหกเหลี่ยม**

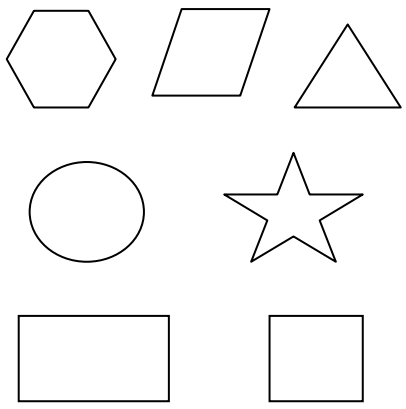
รูปเรขาคณิตสามมิติหรือรูปทรงเรขาคณิต เป็นรูปที่มีความกว้าง ความยาว และความสูงหรือความหนา ซึ่งจะมีสามมิติ เช่น ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก ทรงกลม ปริซึม พีระมิด

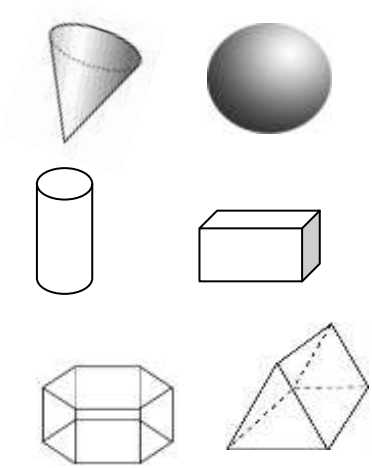


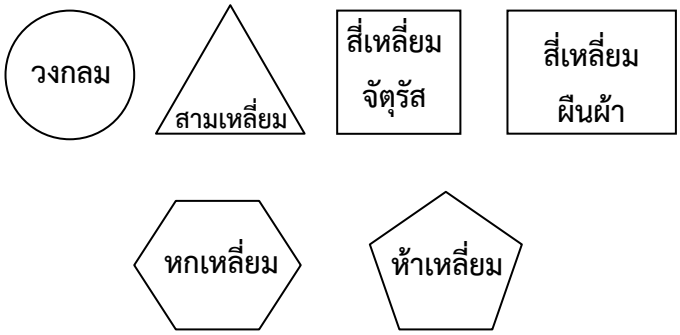
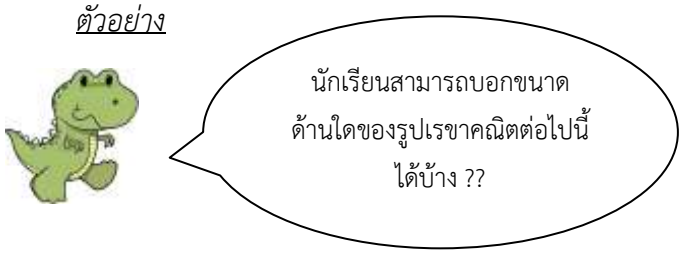
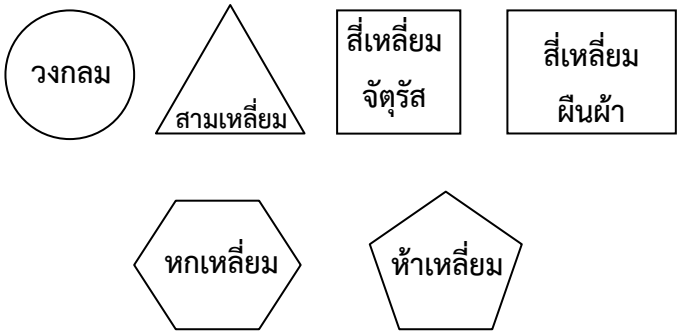
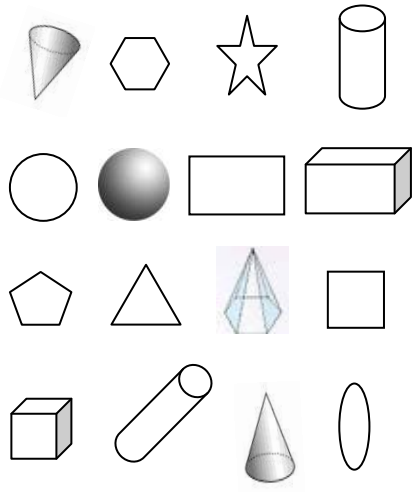
ทรงกลม **ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก** **ทรงกระบอก** **กรวย** **พีระมิด**

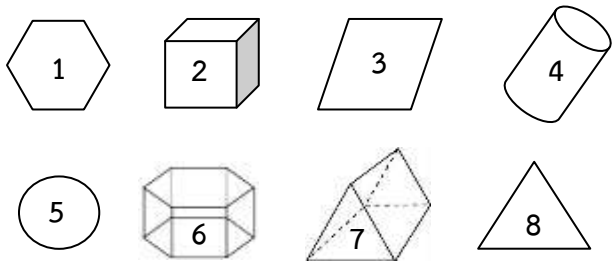
5. กิจกรรมการเรียนรู้

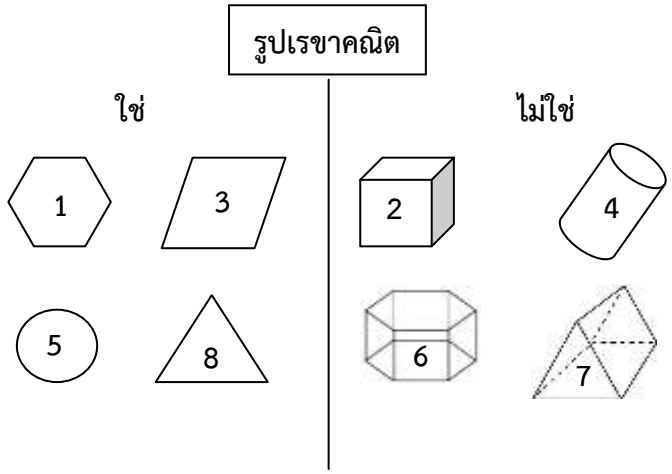
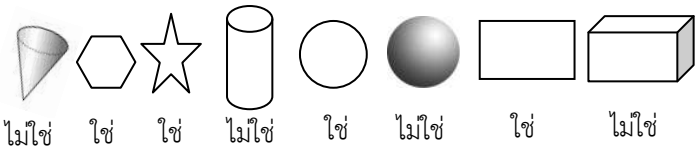
ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

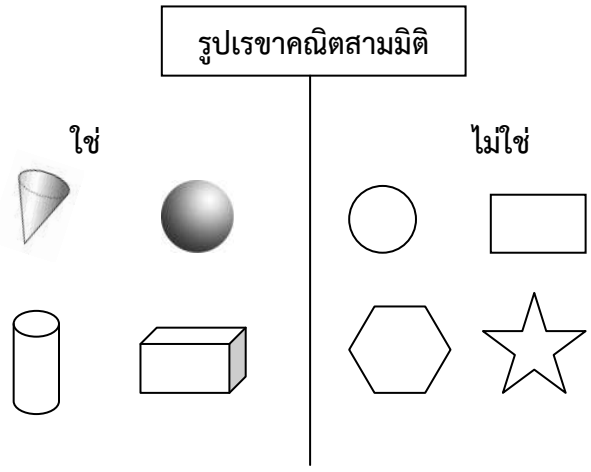
กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา (Awaken Intelligence) กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้ นักเรียนต้องมีการอธิบายถึงลักษณะของรูปเรขาคณิตที่เรียนมาแล้ว ว่ามีลักษณะอย่างไร ครูจึงเลือกใช้ความสามารถทางปัญญาด้านวาจา/ภาษา เป็นความสามารถหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา **ความสามารถหลัก** : *ด้านวาจา/ภาษา* **ความสามารถที่นำมาเสริม :** *ด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ด้านจังหวะ/ดนตรี ด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น* 1. ครูเตรียมซองที่บรรจุบัตรคำ ซองละ 1 ใบ ประกอบด้วยบัตรคำว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานรูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว รูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า รูปสามเหลี่ยมมุมแหลม รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน มุมยอด ด้านประกอบมุมยอด มุมที่ฐาน วงกลม จุดศูนย์กลาง รัศมี เส้นรอบวง คอร์ด เส้นผ่านศูนย์กลาง พื้นที่ และความยาวรอบรูป จำนวน 24 คำ 24 ซอง 2. ให้นักเรียนที่นั่งติดกันจับคู่กัน คนหนึ่งเป็น ก อีกคนหนึ่งเป็น ข	**ขั้นนำ** ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับสิ่งของและอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่รอบห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนได้คิดพิจารณาถึงลักษณะของสิ่งของนั้นๆ เช่น กระดานดำ สมุด ดินสอ รูปภาพ **ขั้นสอน** 1. ครูพูดกับนักเรียนว่า วันนี้นักเรียนจะได้เรียนเรื่องรูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ จากนั้นครูนำเสนอสิ่งของที่มีลักษณะรูปเรขาคณิต และรูปเรขาคณิตสามมิติให้นักเรียนดูบนกระดานอัจฉริยะตามลำดับ ดังต่อไปนี้ **รูปเรขาคณิต** 

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
3. ครูใช้วิธีการสุ่มนักเรียนที่เป็นคู่กันออกมาช่วยกันใบ้คำให้เพื่อนหน้าชั้นเรียนด้วยเกมส่งซองบัตรคำ โดยครูจะสุ่มหยิบซองบัตรคำขึ้นมา 1 ใบ แล้วส่งให้นักเรียนที่อยู่หัวแถวด้านหน้าฝั่งใดก็ได้ จากนั้นเปิดเพลงหรือร้องเพลงจนเพลงหยุด ซองบัตรคำอยู่ที่นักเรียนคู่ใด นักเรียนคู่นั้นต้องออกมาใบ้คำที่อยู่ในซองหน้าชั้นเรียน 4. หลังจากสุ่มได้นักเรียนคู่แรกที่จะออกมาใบ้คำแล้ว ครูอธิบายวิธีในการใบ้คำให้นักเรียนฟังว่า นักเรียน ก ให้ใบ้ได้เฉพาะท่าทางห้ามส่งเสียง ส่วนนักเรียน ข ให้ใบ้โดยใช้เสียงได้แต่ต้องไม่เกิน 3 พยางค์ และต้องไม่พูดคำที่ตรงกับคำในบัตรคำออกมา โดยทั้งคู่ต้องใบ้คำพร้อมกัน จากนั้นให้เปิดคำที่อยู่ในซองเพื่อใบ้คำ จนกว่าจะมีเพื่อนในห้องตอบถูกจึงจะถือว่าผ่าน 5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนออกมาใบ้คำประมาณ 7-10 คู่ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าคำที่ใบ้ไปมีคำว่าอะไรบ้างหรือเกี่ยวข้องอย่างไรกับความรู้เดิมที่เรียนมาแล้วก่อนหน้า **ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา** (Amplify Intelligence) **ความสามารถหลัก**: *ด้านวาจา/ภาษา* **ความสามารถที่นำมาเสริม :** *ด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์* 1. ครูบอกนักเรียนว่า เกมบัตรคำที่เล่นไปเมื่อครู่คือการทบทวนเรื่องรูปเรขาคณิตที่เรียนไปแล้ว จากนั้นให้นักเรียนที่เป็นคู่กันปรึกษากันว่า มีรูปเรขาคณิตอะไรอีกบ้างที่นักเรียนรู้จักและยังไม่มีในการเล่นเกมใบ้คำ โดยให้นักเรียนพยายามช่วยกันนึกให้ได้มากที่สุดว่ารูปเรขาคณิตนั้นมีชื่อว่าอะไร มีจำนวนด้านทั้งหมดกี่ด้านและมีมุมทั้งหมดกี่มุม เช่น รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านทั้งหมด 4 ด้าน และมุมทั้งหมด 4 มุม ครูคอยสังเกตภาษาที่นักเรียนใช้ในการปรึกษากันรวมถึงวิธีการทำงาน	**รูปเรขาคณิตสามมิติ**  2. ครูตั้งคำถาม ถามนักเรียนว่า รูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติมีลักษณะที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร โดยให้เวลานักเรียนสังเกตลักษณะและค้นหาลักษณะที่เหมือนหรือต่างกันจากตัวอย่างข้างต้น จากนั้นให้นักเรียนใช้สิ่งที่สังเกตได้เป็นเกณฑ์ในการระบุตัวอย่างที่ครูจะให้เพิ่มเติมต่อไปนี้

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
2. หลังจากให้เวลานักเรียนปรึกษากันแล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น โดยให้นักเรียนยกมือแล้วครูเรียกตอบ 3. ครูฉายรูปเรขาคณิตทั้งหมดบนกระดานอัจฉริยะให้นักเรียนดู ดังนี้  จากนั้นให้นักเรียนสังเกตรูปเรขาคณิตทีละรูป แล้วถามนักเรียนว่า จากรูปเรขาคณิตที่อยู่บนกระดานอัจฉริยะนักเรียนสามารถระบุขนาดของด้านใดได้บ้าง โดยให้นักเรียนที่เป็นคู่กันช่วยกันคิดหาคำตอบ *ตัวอย่าง*  	 ครูให้นักเรียนพิจารณาทีละรูป และช่วยกันตอบว่า รูปใดเป็นรูปเรขาคณิตและรูปใดเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่ารูปเรขาคณิต และรูปเรขาคณิตสามมิติควรมีลักษณะอย่างไร 3. ครูให้นักเรียนช่วยกันระบุลักษณะเฉพาะของของรูปเรขาคณิตจนถูกต้อง คือ รูปที่มีความยาวและความกว้าง ส่วนรูปเรขาคณิตสามมิติ คือ รูปที่มีทั้งความกว้าง ความยาว และความสูง 4. ครูให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างสิ่งของทั้งที่ใช่และไม่ใช่รูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ จากสิ่งที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น พร้อมกับแสดงเฉลยบนกระดานอัจฉริยะ *ตัวอย่าง* a หน่วย a หน่วย **สี่เหลี่ยมจัตุรัส** a หน่วย a หน่วย x หน่วย y หน่วย **สี่เหลี่ยมผืนผ้า** y หน่วย x หน่วย 5. ครูนำนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า รูปเรขาคณิตที่นักเรียนเรียนมาแล้ว จะสามารถบอกขนาดได้ 2 แบบ คือ ขนาดของความกว้างและขนาดของความยาว **ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา** (Teach with Intelligence) **ความสามารถหลัก**: *ด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์* **ความสามารถที่นำมาเสริม :** *ด้านวาจา/ภาษา ด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น* 1. ครูใช้โปรแกรมกระดานอัจฉริยะแสดงรูปภาพต่อไปนี้ แล้วให้นักเรียนช่วยกันจัดกลุ่มของรูปภาพ ว่ารูปใดใช่และไม่ใช่รูปเรขาคณิต  	**ขั้นสรุป** 1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ของรูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ ดังนี้ - รูปเรขาคณิต คือ รูปที่มีความยาวและความกว้าง - รูปเรขาคณิตสามมิติ คือ รูปที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง 2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1 **ขั้นฝึกทักษะ** 1. ครูแสดงตัวอย่างรูปเรขาคณิตแบบต่างๆ ให้นักเรียนดูบนกระดานอัจฉริยะ เพื่อเป็นการทบทวนลักษณะสำคัญของรูปเรขาคณิต จากนั้นแสดงตัวอย่างรูปเรขาคณิตสามมิติแบบต่างๆ รวมถึงภาพของสิ่งที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น สถาปัตยกรรม สิ่งก่อสร้าง บ้านเรือน หรือสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ว่า ในภาพนั้นๆ มีส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตหรือรูปเรขาคณิตสามมิติหรือไม่ และอยู่ส่วนใดของรูปภาพบ้าง

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปของการจัดกลุ่มดังนี้  2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกลุ่มของรูปภาพทั้ง 8 ภาพ ว่านักเรียนมีหลักในการสังเกตอย่างไร ว่ารูปภาพใดใช่หรือไม่ใช่รูปเรขาคณิต และรูปภาพทั้งสองกลุ่มมีความเหมือนหรือมีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง 3. ครูใช้โปรแกรมกระดานอัจฉริยะ ให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างที่ใช่รูปเรขาคณิตว่ามีอะไรที่เหมือนกันบ้าง แล้วให้ใช้สิ่งที่สังเกตได้เป็นเกณฑ์ในการระบุตัวอย่างที่ครูจะให้เพิ่มเติม โดยครูจะยังไม่บอกว่าใช่หรือไม่ใช่ ให้นักเรียนพิจารณาด้วยตัวเอง โดยตัวอย่างใดที่เป็นรูปเรขาคณิตให้นักเรียนตอบว่า “ใช่” และตัวอย่างใดที่ไม่ใช่รูปเรขาคณิตให้นักเรียนตอบว่า “ไม่ใช่”  	2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
4. ครูนำนักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะที่จะใช้ระบุว่าเป็นรูปเรขาคณิต จนได้ข้อสรุปร่วมกันว่า รูปเรขาคณิตที่นักเรียนเรียนมาแล้ว เป็นรูปบนพื้นราบที่มีความยาวและความกว้าง หรือรูปของผิวหน้าหนึ่งของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งรูปเรขาคณิตจะมีเพียงสองมิติเท่านั้น เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม รูปแปดเหลี่ยม 5. ครูให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นก่อนว่ารูปเรขาคณิตสามมิติมีข้อแตกต่างจากรูปเรขาคณิตอย่างไร จนได้ข้อสรุปร่วมกันว่ารูปที่ไม่ใช่รูปเรขาคณิตจะมีมิติด้านความสูงหรือความลึกเพิ่มขึ้นมา และเราจะเรียกรูปลักษณะดังกล่าวว่า รูปเรขาคณิตสามมิติหรือรูปทรงเรขาคณิต จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันจัดกลุ่มของรูปภาพบนกระดานอัจฉริยะใหม่ โดยเปลี่ยนหัวข้อของการจัดใหม่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ  6. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของที่ใช่และไม่ใช่รูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ หรือสิ่งที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน	

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา (Transfer Intelligence) **ความสามารถหลัก**: *ด้านการเข้าใจตนเอง ด้านการเข้าใจธรรมชาติ* **ความสามารถที่นำมาเสริม :** *ด้านวาจา/ภาษา ด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น* 1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ของรูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ ดังนี้ - รูปเรขาคณิต คือ รูปที่มีความกว้างและความยาว - รูปเรขาคณิตสามมิติ คือ รูปที่มีความยาว ความกว้างและความสูง 2. ครูให้นักเรียนฝึกจำแนกลักษณะของรูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติโดยการทำแบบฝึกหัดที่ 1 3. ครูใช้โปรแกรมกระดานอัจฉริยะแสดงภาพของสิ่งที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น สถาปัตยกรรม สิ่งก่อสร้างต่างๆ บ้านเรือน หรือสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ว่า ในภาพนั้นๆ มีส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตหรือรูปเรขาคณิตสามมิติหรือไม่ และอยู่ส่วนใดของรูปภาพบ้าง 4. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม “สำรวจเรขาคณิตในโรงเรียน” ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 1 5. ครูนำรูปถ่ายของนักเรียนแต่ละกลุ่มขึ้นแสดงบนกระดานอัจฉริยะ พร้อมกับให้ตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอรูปภาพของกลุ่มตนเองให้เพื่อนฟังในประเด็นต่อไปนี้ 5.1 ภาพที่ถ่ายได้คือภาพของสิ่งใด 5.2 เพราะเหตุใดถึงเลือกที่จะถ่ายภาพนั้น 5.3 มีรูปเรขาคณิตหรือรูปเรขาคณิตสามมิติใดเป็นส่วนประกอบบ้าง จำนวนทั้งหมดกี่รูป	

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
6. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน และให้นักเรียนบันทึกความรู้ที่ได้รับในวันนี้ลงในอนุทินในประเด็นต่อไปนี้ 6.1 ความรู้ที่นักเรียนได้รับในวันนี้มีเรื่องใดบ้าง 6.2 นักเรียนคิดว่าตนเองมีความเข้าใจความรู้ที่ได้รับหรือไม่ เพราะเหตุใด	

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารและใบงาน
2. หนังสือแบบฝึกหัด

7. การวัดการประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	**วิธีการ**	**เครื่องมือที่ใช้วัด**	**การประเมินผล**	
			เกณฑ์	**ผลการประเมิน**
<u>ด้านความรู้</u> นักเรียนสามารถ 1. เมื่อกำหนดรูปเรขาคณิตมาให้ นักเรียนสามารถบอกคุณลักษณะของรูปเรขาคณิตได้อย่างถูกต้อง	1.ตรวจแบบฝึกหัดและการตอบคำถามในชั้นเรียน	1. แบบฝึกหัดและแบบสังเกตพฤติกรรม	1. นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	
2. เมื่อกำหนดรูปเรขาคณิตสามมิติมาให้ นักเรียนสามารถบอกลักษณะของรูปทรงเรขาคณิตได้อย่างถูกต้อง	2.ตรวจแบบฝึกหัดและการตอบคำถามในชั้นเรียน	2. แบบฝึกหัดและแบบสังเกตพฤติกรรม	2. นักเรียนทำแบบฝึกหัดถูกต้องอย่างน้อย 2 ข้อ จาก 3 ข้อ	

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้วัด	การประเมินผล	
			เกณฑ์	ผลการประเมิน
3. เมื่อกำหนดรูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติมาให้ นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่างรูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างถูกต้อง <u>ด้านทักษะ/กระบวนการ</u> นักเรียนสามารถ 1. ใช้ความรู้ ทักษะใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม 2. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	3.ตรวจแบบฝึกหัดและการตอบคำถามในชั้นเรียน การตอบคำถามในชั้นเรียนและการทำใบงาน	3. แบบฝึกหัดและแบบสังเกตพฤติกรรม แบบสังเกตพฤติกรรมและใบงาน	นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการเติมคำตอบในใบงาน	

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้วัด	การประเมินผล	
			เกณฑ์	ผลการประเมิน
<u>ด้านคุณลักษณะ</u> นักเรียน 1. ทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย 2. วางแผนก่อนการทำงานและกิจกรรมในชั้นเรียน 3. กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น 4. เอาใจใส่ในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน 5. มีความกระตือรือร้นและสนใจเรียน	1.ตรวจแบบฝึกหัดและการทำใบงาน 2. การร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 3. การตอบคำถามในชั้นเรียนและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 4. การร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 5. การตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน	1. แบบฝึกหัดและใบงาน 2. แบบสังเกตพฤติกรรม 3. แบบสังเกตพฤติกรรม 4. แบบสังเกตพฤติกรรม 5. แบบสังเกตพฤติกรรม		

8. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

.....

อื่นๆ

.....

.....

.....

.....

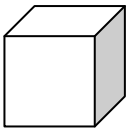
แบบฝึกหัดที่ 1 : รูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ

ชื่อ_____ชั้น_____เลขที่_____วันที่_____

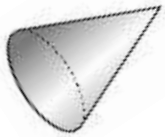
1. ให้นักเรียนเขียนวงกลมล้อมรอบเลขข้อที่มีภาพเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติและให้บอกชื่อรูปทรง

1)

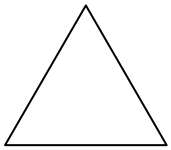
_____

2) 

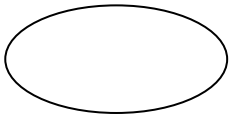
_____

3) 

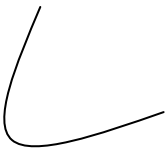
_____

4) 

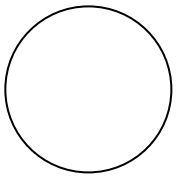
_____

5) 

_____

6) 

_____

7) 

_____

8)

_____

2. ให้นักเรียนบอกลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างรูปเรขาคณิตและรูปเรขาคณิตสามมิติ

รูปเรขาคณิต	**รูปเรขาคณิตสามมิติ**
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

เรื่อง พีระมิด **จำนวน 1 ชั่วโมง**

---

1. สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ตัวชี้วัด ป.5/1 : บอกลักษณะและจำแนกรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ

2. สาระสำคัญ

พีระมิด จะมีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม การเรียกชื่อพีระมิดจะเรียกตามฐานว่าเป็นรูปอะไร

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้

1. จำแนกได้ว่ารูปเรขาคณิตสามมิติใดเป็นพีระมิด
2. บอกลักษณะของพีระมิดได้อย่างถูกต้อง
3. จำแนกลักษณะของพีระมิดฐานต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง
4. บอกลักษณะของพีระมิดฐานต่างๆได้อย่างถูกต้อง

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. แสดงเหตุผลโดยอ้างอิงจากความรู้ที่เรียนได้
2. นำเสนอตัวอย่างของพีระมิดที่สามารถพบได้ในชีวิตจริง

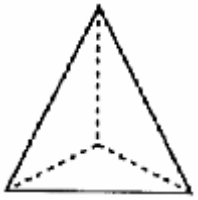
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย
2. วางแผนก่อนการทำงานและกิจกรรมในชั้นเรียน
3. กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
4. เอาใจใส่ในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
5. มีความกระตือรือร้นและสนใจเรียน

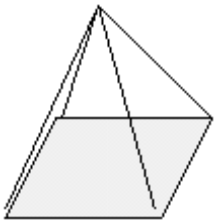
4. สาระการเรียนรู้

พีระมิด เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม การเรียกชื่อพีระมิดจะเรียกตามฐานว่าเป็นรูปอะไร เช่น

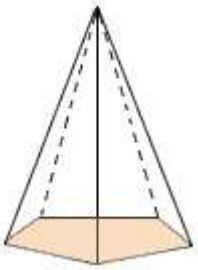
- พีระมิดฐานสามเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 3 หน้า
- พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 4 หน้า
- พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปห้าเหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 5 หน้า



พีระมิดฐานสามเหลี่ยม



พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม

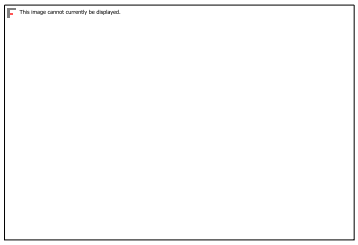
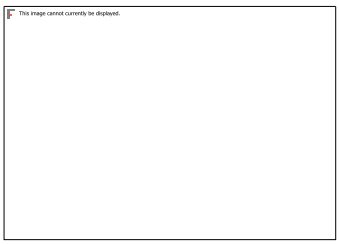


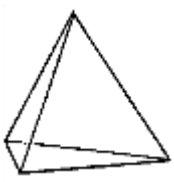
พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม

5. กิจกรรมการเรียนรู้

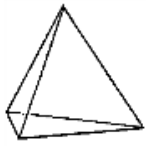
ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

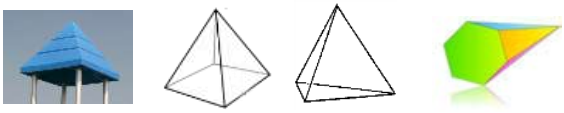
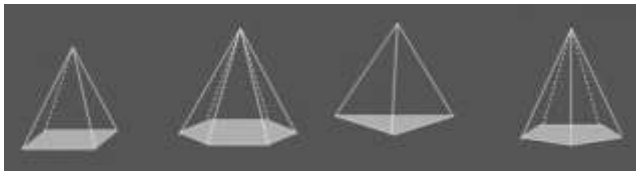
กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
ขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา (Awaken Intelligence) กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้ นักเรียนต้องมีการแลกเปลี่ยนความรู้ และแบ่งปันประสบการณ์ความรู้ที่ตนเองมีเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติที่เรียนมาแล้วให้เพื่อนฟัง ครูจึงเลือกใช้ความสามารถทางปัญญาด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น เป็นความสามารถหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นกระตุ้นความสามารถทางปัญญา	**ขั้นนำ** ครูนำนักเรียนทบทวนเรื่องปริซึมที่ได้เรียนในชั่วโมงที่ผ่านมา จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตอื่นๆ ที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
ความสามารถหลัก : *ด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น* **ความสามารถที่นำมาเสริม :** *ด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ด้านจังหวะ/ดนตรี ด้านวาจา/ภาษา* 1. ครูจัดแบ่งกลุ่มให้นักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน คละความสามารถ และในหนึ่งกลุ่มต้องมีทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิง โดยต้องพยายามไม่ให้เพื่อนสนิทกันอยู่กลุ่มเดียวกัน 2. ครูให้นักเรียนตั้งชื่อกลุ่มตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยชื่อกลุ่มต้องมีชื่อของรูปเรขาคณิตสามมิติที่เรียนมาแล้วด้วย ตัวอย่างเช่น ชื่อกลุ่ม “ทรงกลม เจ้าปัญญา” ให้เวลานักเรียนในการตั้งชื่อกลุ่มประมาณ 3- 5 นาที ครูจดชื่อกลุ่มที่นักเรียนตั้งแล้วบนกระดาน 3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันระดมความคิดในประเด็นต่อไปนี้ 3.1 นักเรียนได้เรียนและรู้จักรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดมาแล้วบ้าง 3.2 ให้แต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปลักษณะของปริซึม ว่ามีลักษณะเฉพาะอะไรบ้างที่จะใช้ระบุว่ารูปเรขาคณิตสามมิตินั้นเป็นปริซึม 4. ครูให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมออกมานำเสนอผลของการระดมความคิดภายในกลุ่มให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน โดยให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันสร้างสรรค์รูปแบบของการนำเสนอได้ ครูแนะแนวทางในการนำเสนอว่า นักเรียนอาจนำเสนอเป็นจังหวะเพลง กลอน มีการเต้นประกอบท่าทางการนำเสนอการเลียนแบบโฆษณาสินค้าแบบสั้นๆ และใช้เวลาในการนำเสนอไม่เกิน 5 นาที ซึ่งจะมีการโหวตคะแนนให้กันระหว่างกลุ่มด้วย	**ขั้นสอน** 1. ครูสนทนากับนักเรียนว่า วันนี้นักเรียนจะได้เรียนเรื่องพีระมิด แต่ครูจะยังไม่บอกว่าพีระมิดมีลักษณะเป็นอย่างไร ให้นักเรียนสังเกตจากตัวอย่างที่ครูแสดงให้ดูบนกระดานอัจฉริยะ ดังต่อไปนี้ *ตัวอย่าง*  

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
ขั้นขยายความสามารถทางปัญญา (Amplify Intelligence) **ความสามารถหลัก**: *ด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น* **ความสามารถที่นำมาเสริม :** *ด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ด้านร่างกาย/การเคลื่อนไหว ด้านจังหวะ/ดนตรี ด้านวาจา/ภาษา* 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลของการระดมความคิดหน้าชั้นเรียน ในรูปแบบที่แต่ละกลุ่มออกแบบไว้ 2. ครูให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็น ความชื่นชม หรือข้อดีของการนำเสนอของเพื่อนแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งมีการโหวตเลือกกลุ่มที่แต่ละคนชื่นชอบมากที่สุด เมื่อนำเสนอครบแล้วทุกกลุ่ม โดยห้ามโหวตให้กับกลุ่มของตนเอง 3. ครูพูดสรุปเกี่ยวกับข้อความรู้และการนำเสนอของนักเรียนเล็กน้อย จากนั้นถามนักเรียนว่านอกจากทรงกลม ทรงกระบอก กรวย และปริซึมแล้ว นักเรียนคิดว่ายังมีรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดอื่นอีกหรือไม่ 4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนพูดแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ จากนั้นแสดงรูปพีระมิดนี้ให้นักเรียนดูบนกระดานอัจฉริยะ ครูถามนักเรียนว่า รูปที่แสดงให้ดูบนกระดานอัจฉริยะ นักเรียนคิดว่าเป็นภาพของสิ่งใด และถือเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติหรือไม่ เพราะเหตุใด ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่	2. ครูให้นักเรียนสังเกตจากตัวอย่างข้างต้น จากนั้นครูอธิบายว่า ภาพที่แสดงบนกระดานอัจฉริยะ เป็นตัวอย่างของสิ่งก่อสร้างที่มีรูปทรงเป็นเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า “พีระมิด” ครูให้เวลานักเรียนในการสังเกตเพื่อพิจารณาถึงลักษณะที่สำคัญของพีระมิด ว่ามีอะไรบ้างที่จะใช้ระบุว่า รูปเรขาคณิตสามมิตินั้นเป็นพีระมิด จากนั้นครูจะยกตัวอย่างต่อไปนี้เพิ่มเติมบนกระดานอัจฉริยะ แล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบว่า ตัวอย่างใดเป็นตัวอย่างของพีระมิด โดยให้นักเรียนบอกว่า “ใช่” และถ้าตัวอย่างใดไม่เป็นตัวอย่างของ”พีระมิดให้นักเรียนบอกว่า “ไม่ใช่ *<u>ตัวอย่าง</u>* 

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
ขั้นสอนโดยใช้ความสามารถทางปัญญา (Teach with Intelligence) **ความสามารถหลัก**: *ด้านตรรกะ/คณิตศาสตร์* **ความสามารถที่นำมาเสริม :** *ด้านวาจา/ภาษา ด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น* 1. ครูอธิบายนักเรียนเพื่อสรุปประเด็นของคำถามที่ถามนักเรียนเมื่อครู่ ว่ารูปที่อยู่บนกระดานคือรูปของพีระมิดในประเทศอียิปต์ ครูอาจเล่าประวัติของพีระมิดในประเทศอียิปต์ให้นักเรียนฟังเล็กน้อย 2. ครูอธิบายต่อไปว่าพีระมิดถือเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีความกว้าง ความยาว และความสูง และมีชื่อเรียกว่าพีระมิดเหมือนชื่อที่ใช้เรียกสิ่งก่อสร้างลักษณะนี้ของประเทศอียิปต์ แต่ครูจะยังไม่สรุปว่าพีระมิดมีลักษณะเป็นอย่างไร ให้นักเรียนสังเกตจากตัวอย่างที่ครูแสดงให้ดูบนกระดานอัจฉริยะ โดยที่ตัวอย่างใดเป็นลักษณะของพีระมิด ครูจะบอกว่า “ใช่” และถ้าตัวอย่างใดไม่ใช่ลักษณะของพีระมิด ครูจะบอกว่า “ไม่ใช่” โดยก่อนครูจะบอกว่าใช่หรือไม่ใช่ ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นก่อนว่ารูปภาพนั้นใช่หรือไม่ใช่อย่างไร เพื่อให้นักเรียนสังเกตและค้นหาข้อสรุปของลักษณะที่เหมือนกัน	 3. ครูสุ่มเลือกให้นักเรียนอธิบายถึงลักษณะของรูปทรงที่เป็นพีระมิด ว่ามีลักษณะที่สำคัญอย่างไรบ้าง จากนั้นครูให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดในการให้คำจำกัดความลักษณะของพีระมิด จนได้ข้อสรุปร่วมกันว่า พีระมิด เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม ครูแสดงรูปพีระมิดฐานห้าเหลี่ยมบนกระดานอัจฉริยะ พร้อมทั้งเลือกให้นักเรียนอธิบายภาพ ครูคอยตรวจสอบความถูกต้อง 4. ครูให้นักเรียนช่วยกันตั้งชื่อพีระมิดจนนักเรียนสามารถตั้งชื่อได้ว่าพีระมิดฐานห้าเหลี่ยม ครูให้นักเรียนบอกเหตุผลในการตั้งชื่อ (ฐานของพีระมิดเป็นรูปสี่เหลี่ยม) 5. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของหรือสถานที่ที่มีรูปทรงเป็นพีระมิดและไม่ใช่พีระมิด พร้อมทั้งให้เหตุผล ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจคำตอบ

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
ตัวอย่าง **ใช่** **ไม่ใช่** 3. ให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างที่ใช่ว่ามีอะไรที่เหมือนกันบ้าง แล้วให้ใช้สิ่งที่สังเกตได้เป็นเกณฑ์ในการระบุตัวอย่างที่ครูจะเสนอต่อไปนี้ว่า ตัวอย่างใดเป็นตัวอย่างของพีระมิด โดยให้นักเรียนบอกว่า “ใช่” และถ้าตัวอย่างใดไม่เป็นตัวอย่างของพีระมิดให้นักเรียนบอกว่า “ไม่ใช่” *ตัวอย่าง* **ไม่ใช่** **ไม่ใช่** **ใช่** **ใช่**  **ไม่ใช่** **ใช่** **ไม่ใช่** **ใช่**	6. ครูให้นักเรียนฝึกจำแนกลักษณะของพีระมิด โดยการทำแบบฝึกหัดที่ 4 **ขั้นสรุป** ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ของพีระมิด ดังนี้ **พีระมิด** เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม การเรียกชื่อพีระมิดจะเรียกตามฐานว่าเป็นรูปอะไร เช่น - พีระมิดฐานสามเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 3 หน้า - พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 4 หน้า - พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปห้าเหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 5 หน้า **ขั้นฝึกทักษะ** ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
4. ครูนำนักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อช่วยกันตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของพีระมิด ครูจดสมมติฐานที่นักเรียนแต่ละคนคิดและเป็นประเด็นที่สำคัญไว้บนกระดาน จากนั้นครูและนักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ถึงสมมติฐานทั้งหมดที่อยู่บนกระดาน 5. ครูเลือกแสดงเฉพาะรูปภาพที่เป็นพีระมิดบนกระดานอัจฉริยะ *ตัวอย่าง*  จากนั้นนำนักเรียนร่วมกันอภิปรายและให้คำนิยามลักษณะของพีระมิดจนได้ข้อสรุปร่วมกันว่า พีระมิด เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันตั้งชื่อพีระมิดทั้ง 4 รูป พร้อมกับบอกเหตุผลในการตั้งชื่อว่านักเรียนมีหลักอย่างไร จนนักเรียนสามารถตั้งชื่อได้ว่า พีระมิดฐานสามเหลี่ยม พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม และพีระมิดฐานห้าเหลี่ยม ครูสรุปให้นักเรียนฟังว่า การเรียกชื่อพีระมิดจะเรียกตามฐานว่าเป็นรูปอะไร 6. ครูแสดงรูปภาพของพีระมิดต่อไปนี้บนกระดาน แล้วให้นักเรียนตรวจสอบว่าแต่ละรูปเป็นพีระมิดหรือไม่ เพราะอะไร พร้อมกับให้นักเรียนเรียกชื่อพีระมิดให้ถูกต้อง *ตัวอย่าง* 	

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับพีระมิด และให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของที่มีรูปทรงเป็นพีระมิดจากประสบการณ์ของนักเรียนเอง **ขั้นถ่ายโยงความสามารถทางปัญญา** (Transfer Intelligence) **ความสามารถหลัก**: *ด้านการเข้าใจตนเอง ด้านการเข้าใจธรรมชาติ* **ความสามารถที่นำมาเสริม :** *ด้านวาจา/ภาษา ด้านทัศนสัมพันธ์/มิติสัมพันธ์ ด้านความสัมพันธ์กับผู้อื่น* 1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ของพีระมิด ดังนี้ **พีระมิด** เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม การเรียกชื่อพีระมิดจะเรียกตามฐานว่าเป็นรูปอะไร เช่น - พีระมิดฐานสามเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 3 หน้า - พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 4 หน้า - พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปห้าเหลี่ยมและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 5 หน้า 2. ครูให้นักเรียนฝึกจำแนกลักษณะพีระมิดโดยการทำแบบฝึกหัดที่ 4 3. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม “ความลับของพีระมิดอียิปต์” โดยให้นักเรียนอ่านข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างพีระมิดของชาวอียิปต์โบราณ รวมถึงชีวิตความเป็นอยู่ของชาวอียิปต์ในสมัยนั้น แล้วเขียนแสดงความคิดเห็นในประเด็นที่กำหนดให้ในใบงาน	

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา)	**กลุ่มควบคุม** (กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ)
ครูจะนำใบงานของนักเรียนมาติดแสดงที่บอร์ดแสดงผลงานหน้าห้อง และให้เพื่อนๆมาเดินชมผลงานพร้อมกับโหวตให้คะแนนในชั่วโมงพัก ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมตามใบงานที่ 4 4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน และให้นักเรียนบันทึกความรู้ที่ได้รับในวันนี้ลงในอนุทินในประเด็นต่อไปนี้ 4.1 ความรู้ที่นักเรียนได้รับในวันนี้มีเรื่องใดบ้าง 4.2 นักเรียนคิดว่าตนเองมีความเข้าใจความรู้ที่ได้รับหรือไม่ เพราะเหตุใด	

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารและใบงาน
2. หนังสือแบบฝึกหัด

7. การวัดการประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	**วิธีการ**	**เครื่องมือที่ใช้วัด**	**การประเมินผล**	
			เกณฑ์	**ผลการประเมิน**
<u>ด้านความรู้</u> นักเรียนสามารถ 1. จำแนกได้ว่ารูปเรขาคณิตสามมิติใดเป็นพีระมิด	1.ตรวจแบบฝึกหัดและการตอบคำถามในชั้นเรียน	1. แบบฝึกหัดและแบบสังเกตพฤติกรรม	1. นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	
2. บอกลักษณะของพีระมิดได้อย่างถูกต้อง	2.ตรวจแบบฝึกหัดและการตอบคำถามในชั้นเรียน	2. แบบฝึกหัดและแบบสังเกตพฤติกรรม	2. นักเรียนทำแบบฝึกหัดถูกต้องอย่างน้อย 2 ข้อ จาก 3 ข้อ	

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้วัด	การประเมินผล	
			เกณฑ์	ผลการประเมิน
3. จำแนกลักษณะของพีระมิดฐานต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง	3.ตรวจแบบฝึกหัดและการตอบคำถามในชั้นเรียน	3. แบบฝึกหัดและแบบสังเกตพฤติกรรม	3. นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	
4. บอกลักษณะของพีระมิดฐานต่างๆได้อย่างถูกต้อง เรขาคณิตสามมิติได้อย่างถูกต้อง	4.ตรวจแบบฝึกหัดและการตอบคำถามในชั้นเรียน	4. แบบฝึกหัดและแบบสังเกตพฤติกรรม	4. นักเรียนทำแบบฝึกหัดถูกต้องอย่างน้อย 2 ข้อ จาก 3 ข้อ	
<u>ด้านทักษะ/กระบวนการ</u> นักเรียนสามารถ				
1. แสดงเหตุผลโดยอ้างอิงจากความรู้ที่เรียนได้	1. การตอบคำถามในชั้นเรียนและการทำใบงาน	1. แบบสังเกตพฤติกรรม	1. นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการเติม	
2. อธิบายความแตกต่างระหว่างพีระมิดกับรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดอื่นๆ ที่เรียนมาแล้ว โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	2. การตอบคำถามในชั้นเรียนและการทำใบงาน	2. แบบสังเกตพฤติกรรมและใบงาน และ	2. นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการเติมคำตอบในใบงาน	

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้วัด	การประเมินผล	
			เกณฑ์	ผลการประเมิน
3. อธิบายลักษณะของพีระมิดฐานต่างๆ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม 4. นำเสนอตัวอย่างของพีระมิดที่สามารถพบได้ในชีวิตจริง	3. การตอบคำถามในชั้นเรียนและการทำใบงาน 4. การตอบคำถามในชั้นเรียนและการทำใบงาน	3. แบบสังเกตพฤติกรรมและใบงาน ใบงาน 4. แบบสังเกตพฤติกรรมและใบงาน	3. นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการเติมคำตอบในใบงาน 4. นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์การให้คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และการเติมคำตอบในใบงาน	
<u>ด้านคุณลักษณะ</u> นักเรียน 1. ทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย 2. วางแผนก่อนการทำงานและกิจกรรมในชั้นเรียน 3. กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น 4. เอาใจใส่ในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน 5. มีความกระตือรือร้นและสนใจเรียน	 1.ตรวจแบบฝึกหัดและการทำใบงาน 2. การร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 3. การตอบคำถามในชั้นเรียนและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 4. การร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน 5. การตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน	 1. แบบฝึกหัดและใบงาน 2. แบบสังเกตพฤติกรรม 3. แบบสังเกตพฤติกรรม 4. แบบสังเกตพฤติกรรม 5. แบบสังเกตพฤติกรรม		

8. **บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้**

ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

.....

อื่นๆ

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมสำหรับกลุ่มทดลอง

ใบกิจกรรมที่ 4 : ความลับของพีระมิดอียิปต์

เนื้อหา : พีระมิด

ความสามารถทางปัญญาที่ใช้ในการทำกิจกรรม : การเข้าใจตนเอง การเข้าใจธรรมชาติ

ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม :

1. ให้นักเรียนอ่านเรื่อง “ความลับของพีระมิด” พร้อมทั้งเขียนแสดงความคิดเห็นในประเด็นที่กำหนดให้
2. ให้นักเรียนนำผลงานพร้อมกับความคิดเห็นของตนมาเล่าให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียนในชั่วโมงถัดไป

ความลับของพีระมิด

ถึงแม้โลกโบราณจะมีสิ่งมหัศจรรย์ 7 สิ่ง ซึ่งได้แก่ ประภาคารแห่ง Alexandria รูปปั้นแห่งเกาะ Rhodes สวนลอยแห่ง Babylon วิหารแห่ง Artemis ที่ฝังศพแห่ง Helecarnassus รูปปั้นของเทพ Zeus และพีระมิดแห่งอียิปต์ก็ตาม แต่ก็มีพีระมิดเพียงแห่งเดียวเท่านั้น ที่ยังคงสภาพอยู่จนทุกวันนี้ เพราะสิ่งมหัศจรรย์อีก 6 สิ่งนั้นได้ล่มสลายและปรักหักพังไปจนหมดสิ้นแล้ว

ณ วันนี้ โลกรู้ว่าพีระมิดที่ใหญ่ที่สุด และมีชื่อเสียงที่สุดคือ มหาพีระมิดแห่ง Giza ซึ่งกษัตริย์ Khufu ได้ทรงสร้างขึ้นเมื่อ 4,550 ปีก่อนนี้ ตัวพีระมิดทำด้วยหิน โดยมีฐานเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านยาวด้านละ 230 เมตร และประกอบด้วยหินสองล้านสามแสนก้อน ทำให้หนักประมาณ 6 ล้าน 5 แสนตัน ตัวพีระมิดสูง 146 เมตร มันจึงเป็นสิ่งก่อสร้างที่สูงที่สุดในโลก จนกระทั่งสถิติความสูงได้ถูกลบโดยหอ Eiffel ในปี พ.ศ. 2430

การศึกษาพีระมิดทำให้เรารู้ว่า ภายในพีระมิดมีห้องลึกลับและมีทางเดินที่คับแคบ ซึ่งห้องเหล่านั้นเคยใช้เป็นที่เก็บมัมมี่ขององค์ฟาโรห์ มเหสีและมหาสมบัติมากมาย การมีขนาดใหญ่มโหฬารมากทำให้ชาวอาหรับในสมัยโบราณเรียกพีระมิดว่า มหาบรรพตแห่งองค์ฟาโรห์ และเมื่อ 200 ปีก่อนนั้น ใครก็ตามที่ได้ไปเยือนอียิปต์ มักจะถือโอกาสไต่พีระมิดขึ้นไปจนถึงยอด ปัจจุบันกิจกรรมนี้เป็นที่ต้องห้ามแล้ว เพราะนักท่องเที่ยวอาจเป็นอันตรายจากการตกพีระมิดตายได้

การศึกษาประวัติศาสตร์ของอียิปต์ทำให้เราทุกวันนี้รู้ว่า เวลาฟาโรห์สิ้นพระชนม์ พระนักบวชจะนำพระศพล่องเรือไปยังสถานศักดิ์สิทธิ์ เพื่อทำมัมมี่ก่อนแล้วจึงเอาผ้าลินินขาวพันพระศพ จากนั้นอีก 70 วันต่อมา พระนักบวชก็จะทำพิธีฝังพระศพ โดยให้สตรีในราชสำนักนุ่งขาวแล้วส่งเสียงร้องไห้คร่ำครวญ พร้อมกับโยนทรายไปในอากาศ จนกระทั่งถึงพีระมิด พระก็จะนำพระศพเข้าไปข้างในห้องลึกลับ เพราะพระคิดว่าวิญญาณฟาโรห์ยังต้องการอาหารและเครื่องดื่มต่อ พระจึงนำอาหารวางไว้ด้วย แล้วก็ปิดห้องลึกลับนั้นทันที เพื่อป้องกันขโมยที่จะมาปล้นราชสมบัติในภายหลัง

ในการสร้างพีระมิดทุกครั้ง ฟาโรห์ต้องวางแผนก่อสร้าง รวมทั้งสถานที่ตั้งด้วย โดยมีหลักการง่ายๆ ว่า พีระมิดที่จะสร้างใหม่ต้องอยู่ใกล้แม่น้ำ เพื่อความสะดวกในการขนหิน ชนิดของหินก็มีความสำคัญไม่น้อยเช่นกัน เพราะพีระมิดมีหลายชั้น การใช้หินที่ไม่แข็งแรงอาจทำให้พีระมิดทรุดตัวลงได้ ณ วันนี้ ไม่มีใครรู้แน่ชัด 100% ว่า ชาวอียิปต์โบราณสร้างพีระมิดอย่างไร เมื่อ 2,500 ปีก่อนนี้ นักประวัติศาสตร์ชื่อ Herodotus ได้อ้างว่าฟาโรห์ใช้คนในการก่อสร้างพีระมิดมากถึง 100,000 คน และนานถึง 20 ปี

จากเรื่อง “ความลับของพีระมิด” ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้ตามจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของตนเองในประเด็นต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าพีระมิดแห่ง Giza จะมีรูปทรงเป็นอย่างไร ให้นักเรียนลองวาดโดยจินตนาการตามข้อมูลจากเรื่องความลับของพีระมิด พร้อมตกแต่งให้สวยงาม

2. นักเรียนคิดว่าการทำมัมมี่ให้กับพระศพของฟาโรห์ก่อนทำพิธีทางศาสนาคืออะไร และทำไปเพื่ออะไร (นักเรียนสามารถค้นคว้าเพิ่มเติมได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดที่ 4 : พีระมิด

ชื่อ_____ชั้น_____เลขที่_____วันที่_____

1. ให้นักเรียนเขียนวงกลมล้อมรอบเลขข้อที่มีรูปภาพใกล้เคียงพีระมิด

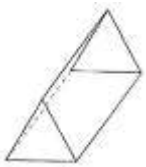
1)

2)

3)

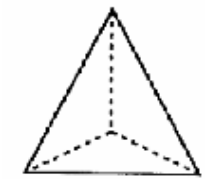
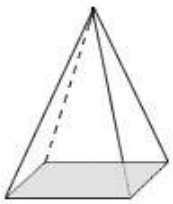
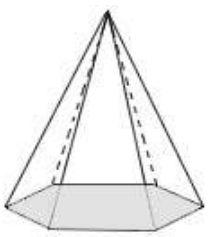
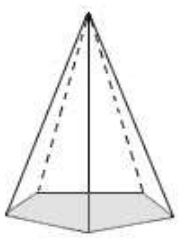
4)

5)

6) 

2. ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง

1) กรวยและพีระมิดมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ.....
2) พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม เป็นพีระมิดที่มีหน้าด้านข้างเป็นรูป.....
   จำนวน.....รูป
3) พีระมิดที่มีฐานเป็นรูปห้าเหลี่ยม จะมีหน้าด้านข้างเป็นรูป.....
   จำนวน.....รูป
4) พีระมิดที่มีฐานเป็นรูปแปดเหลี่ยม จะมีหน้าด้านข้างเป็นรูป.....
   จำนวน.....รูป
5) หน้าด้านข้างของพีระมิดทุกรูปเป็นรูป.....
6) ให้นักเรียนบอกชื่อพีระมิดต่อไปนี้

....

ภาคผนวก ค

- ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 11 แสดงผลการประเมินแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	1	1	3	1
4	1	0	1	2	0.67
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	0	0	1	1	0.33
9	1	1	1	3	1
10	1	-1	1	2	0.67
11	1	1	1	3	1
12	1	1	1	3	1
13	1	1	1	3	1
14	1	1	1	3	1
15	1	0	1	2	0.67
16	1	1	1	3	1
17	1	1	1	3	1
18	1	1	1	3	1
19	1	1	1	3	1
20	1	1	1	3	1
21	1	1	1	3	1
22	1	1	1	3	1
23	1	1	1	3	1
24	1	1	1	3	1
25	1	1	1	3	1
26	1	1	1	3	1
27	1	1	1	3	1
28	1	1	1	3	1
29	1	1	1	3	1
30	1	1	1	3	1

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
31	1	1	1	3	1
32	1	1	1	3	1
33	0	1	1	2	0.67
34	1	0	1	2	0.67
35	1	1	1	3	1
36	1	1	1	3	1
37	1	1	1	3	1
38	1	1	1	3	1
39	1	1	1	3	1
40	1	1	1	3	1
41	1	1	1	3	1
42	1	1	1	3	1
43	1	1	1	3	1
44	1	1	1	3	1
45	1	1	1	3	1

ตารางที่ 12 แสดงผลการประเมินแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	0	1	1	2	0.67
2	1	1	1	3	1
3	1	0	1	2	0.67
4	0	1	1	2	0.67
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1
10	1	1	1	3	1
11	1	1	1	3	1
12	1	1	1	3	1
13	1	1	1	3	1
14	1	1	1	3	1
15	1	1	1	3	1
16	1	1	1	3	1
17	1	1	1	3	1
18	1	1	1	3	1
19	1	1	1	3	1
20	0	1	1	2	0.67
21	1	1	1	3	1
22	1	1	1	3	1
23	1	1	1	3	1
24	1	1	1	3	1
25	0	1	1	2	0.67
26	1	1	1	3	1
27	1	1	1	3	1
28	1	1	1	3	1
29	1	1	1	3	1
30	1	1	1	3	1
31	1	1	1	3	1

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
32	1	1	1	3	1
33	1	1	1	3	1
34	1	1	1	3	1
35	1	1	1	3	1
36	0	1	1	2	0.67
37	1	1	1	3	1
38	1	1	1	3	1
39	1	1	1	3	1
40	1	1	1	3	1
41	1	1	1	3	1
42	1	1	1	3	1
43	1	1	1	3	1
44	1	1	1	3	1
45	1	1	1	3	1

ตารางที่ 13 แสดงผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	1	1	3	1
4	1	1	1	3	1
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1

ตารางที่ 14 แสดงผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	1	1	3	1
4	1	1	1	3	1
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 15 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์

	ฉบับก่อนเรียน			ฉบับหลังเรียน		
ข้อที่	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	ความเที่ยง	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	ความที่ยง
1	0.73	0.33		0.78	0.33	
2	0.57	0.49		0.80	0.31	
3	0.65	0.37		0.80	0.36	
4	0.69	0.53		0.76	0.31	
5	0.71	0.56		0.78	0.56	
6	0.65	0.47		0.73	0.41	
7	0.41	0.45		0.76	0.50	
8	0.49	0.52		0.65	0.37	
9	0.63	0.45		0.63	0.34	
10	0.65	0.60		0.43	0.42	
11	0.76	0.41		0.47	0.44	
12	0.73	0.38		0.59	0.48	
13	0.71	0.36		0.55	0.42	
14	0.59	0.66	0.9062	0.73	0.48	0.8810
15	0.63	0.49		0.29	0.50	
16	0.71	0.60		0.45	0.48	
17	0.67	0.61		0.55	0.35	
18	0.57	0.34		0.65	0.40	
19	0.73	0.48		0.39	0.44	
20	0.73	0.40		0.76	0.57	
21	0.71	0.34		0.61	0.40	
22	0.69	0.45		0.69	0.44	
23	0.73	0.53		0.61	0.37	
24	0.49	0.59		0.59	0.39	
25	0.65	0.42		0.59	0.35	
26	0.33	0.36		0.78	0.51	
27	0.24	0.46		0.73	0.64	
28	0.47	0.40		0.80	0.59	

	ฉบับก่อนเรียน			ฉบับหลังเรียน		
ข้อที่	**ความยาก (p)**	**อำนาจจำแนก (r)**	**ความเที่ยง**	**ความยาก (p)**	**อำนาจจำแนก (r)**	**ความที่ยง**
29	0.63	0.37	0.9062	0.76	0.53	0.8810
30	0.59	0.48		0.76	0.58	

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 16 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

	ฉบับก่อนเรียน			ฉบับหลังเรียน		
ข้อที่	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	ความเที่ยง	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	ความที่ยง
1	0.60	0.35	0.855	0.45	0.56	0.851
2	0.60	0.48		0.56	0.55	
3	0.57	0.49		0.51	0.39	
4	0.55	0.49		0.52	0.40	

ภาคผนวก ง

- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

แบบทดสอบแต่ละข้อเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ตอนที่ 1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 1. ข้อใดกล่าวถึงรูปสี่เหลี่ยม**ไม่ถูกต้อง**

ก. รูปปิดที่ประกอบด้วยด้าน 4 ด้าน

ข. รูปเรขาคณิต 4 มิติ

ค. รูปเรขาคณิต 2 มิติ ที่ประกอบด้วยมุม 4 มุม

ง. มุมภายในรวมกันได้ 360 องศา

ข้อที่ 2 ข้อใด**ไม่ใช่**ลักษณะเด่นร่วมกันของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือข้อใด

ก. มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก

ข. มีมุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน

ค. มีด้านคู่ขนาน 2 คู่

ง. มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน

ข้อที่ 3 ข้อใด**ไม่ใช่**ลักษณะของสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ก. ด้านตรงข้ามขนานกัน

ข. ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน

ค. ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน

ง. ถูกทุกข้อ

ข้อที่ 4 ข้อต่อไปนี้เป็นลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมที่อาจ**ไม่ใช่**รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ก. ไม่มีมุมใดเป็นมุมฉาก

ข. ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน

ค. ด้านตรงข้ามขนานกัน

ง. มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน

ข้อที่ 5 ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สามารถหาได้จากสูตรใดบ้าง

สูตรที่ 1 : 2 x (กว้าง + ยาว)

สูตรที่ 2 : 4 x ด้าน

สูตรที่ 3 : 2 x กว้าง

สูตรที่ 4 : 4 x ยาว

ก. สูตรที่ 2 และ 4

ข. สูตรที่ 1, 2 และ 3

ค. สูตรที่ 1, 2 และ 4

ง. สูตรที่ 1, 3 และ 4

ตอนที่ 2 ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 25 ข้อใดเป็นวิธีในการคำนวณหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีด้านกว้าง 4 ซม. ด้านยาว 5 ซม.

ก. 5 x 4 x 5 x 4 ซม. ข. 5 x 4 ซม.

ค. 5 + 4 + 5 + 4 ซม. ง. 5 + 4 ซม.

ข้อที่ 27 ข้อใดกล่าวถึงการสร้างรูปสามเหลี่ยม เมื่อกำหนดความยาวของด้าน 3 ด้าน **ไม่ถูกต้อง**

ก. ลากส่วนของเส้นตรงที่ยาวที่สุดเป็นลำดับแรกเสมอ

ข. ลากส่วนของเส้นตรงที่มีขนาดเท่าใดก่อนก็ได้

ค. สามารถใช้วงเวียนในการกำหนดขนาดของส่วนของเส้นตรงตามที่ต้องการสร้างได้

ง. รัศมีของวงเวียนที่ใช้ในการสร้างต้องกางเท่ากับความยาวของส่วนของเส้นตรงที่ต้องการสร้าง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

แบบทดสอบแต่ละข้อเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ตอนที่ 1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 1 ข้อใดต่อไปนี้กล่าว**ไม่ถูกต้อง**เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

ก. เป็นรูปบนพื้นราบ ข. มีความหนา

ค. มีความกว้าง และความยาว ง. เป็นผิวหน้าหนึ่งของรูปเรขาคณิตสาม

ข้อที่ 2 ข้อใดคือลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ก. เป็นผิวหน้าหนึ่งของรูปทรง

ข. ไม่มีความหนา แต่มีความกว้างและความยาว

ค. มีความกว้าง ความยาว และความสูงหรือความหนา

ง. เป็นรูปที่วางอยู่บนพื้นราบ

ข้อที่ 3 มิติของรูปทรงเรขาคณิต ประกอบด้วยมิติในด้านใดบ้าง

ก. ด้านกว้าง และด้านสูง ข. ด้านกว้าง ด้านยาว

ค. ด้านยาว และด้านสูง ง. ด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูง

ข้อที่ 4 ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับทรงกลม**ไม่ถูกต้อง**

ก. เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

ข. ล้อมรอบด้วยผิวโค้ง

ค. หน้าตัดหรือฐานเป็นรูปวงกลม

ง. จุดทุกจุดบนทรงกลมจะมีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน

ข้อที่ 5 ข้อใดกล่าว**ถูกต้อง**เกี่ยวกับลักษณะของทรงกระบอก

ก. ล้อมรอบด้วยผิวโค้ง จุดทุกจุดบนผิวโค้งจะมีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน

ข. มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปวงกลมสองด้าน มียอดปลายเรียวแหลม

ค. มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปวงกลมสองด้าน มีผิวข้างโค้ง

ง. ล้อมรอบด้วยผิวโค้ง มียอดปลายเรียวแหลม

ตอนที่ 2 ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 29 ถ้านักเรียนต้องการหาคำตอบว่า A ลูกบาศก์เมตร เท่ากับกี่ลิตร นักเรียนจะมีวิธีในการคำนวณหาคำตอบได้อย่างไร

ก. $\frac{1,000}{A}$ ลิตร

ข. A x 1,000 ลิตร

ค. $\frac{A}{1,000}$ ลิตร

ง. A x 1 ลิตร

ข้อที่ 30 ข้อใดต่อไปนี้กล่าว**ไม่ถูกต้อง**

ก. 2 ลิตร = $\frac{1,000}{2}$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. 2 ลิตร = 2 x 1,000 มิลลิลิตร

ค. 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร = 2 x 1 มิลลิลิตร

ง. $\frac{1}{2}$ ลูกบาศก์เมตร = $\frac{1,000}{2}$ ลิตร

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยโดยวัดองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การระลึกถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่นักเรียนพบ

ส่วนที่ 2 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 3 การยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง

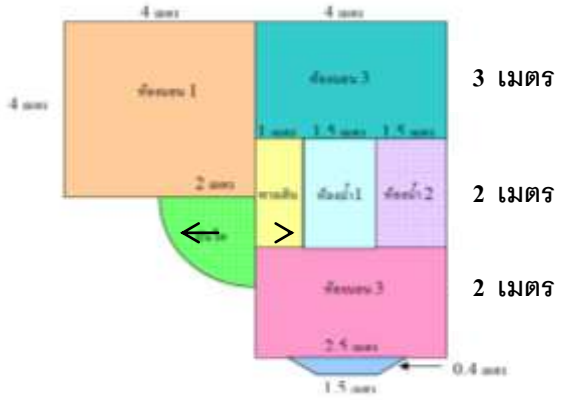
2. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน และศึกษาวิธีการเขียนคำตอบได้จากแบบทดสอบข้อที่ 0

3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบโดยใช้ปากกา หรือดินสอ

4. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ

5. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบครบทุกข้อ อย่างเต็มกำลังความสามารถ แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 7 คะแนน

ข้อที่ 0 ชั้นสองของบ้านนิชคุณมีแปลนดังรูป นิชคุณต้องการปูพื้นกระเบื้องชั้นสองทั้งหมดยกเว้นห้องน้ำ บันได และส่วนของระเบียง ช่างคนแรกคิดค่าแรงพร้อมวัสดุเหมาจ่ายทั้งหมด 40,000 บาท ช่างคนที่สองคิดค่าแรงตารางเมตรละ 350 บาท และค่าวัสดุราคา 550 บาทต่อตารางเมตร ถ้าช่างทั้งสองมีฝีมือเท่าเทียมกัน นิชคุณควรเลือกปูกระเบื้องกับช่างคนใด



1. ถ้านักเรียนเป็นนิชคุณ นักเรียนจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหาข้อนี้ (สามารถตอบได้มากกว่า 1 เรื่อง)

ความรู้เรื่องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก, ความรู้เรื่องการคูณ

ความรู้เรื่องพื้นที่, ความรู้เรื่องการบวก

ความรู้เรื่องการหาร

2. จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตอบในข้อ 1 นักเรียนจะนำมาใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร ให้นักเรียนเติมคำตอบของตนเองลงในช่องว่างของตารางด้านล่าง โดยให้เรียงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหาตามลำดับก่อนหลัง

ลำดับที่	เลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง	ฉันจะนำมาใช้เพื่อหาคำตอบว่า
1	*รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก*	*เพื่อเลือกสูตรการคำนวณหาพื้นที่ได้ถูกต้อง*
2	*การคูณ*	*การหาคำตอบของพื้นที่* *การหาค่าใช้จ่าย*
3	*พื้นที่*	*การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก*
4	*การหาร*	*หาค่าใช้จ่ายต่อตารางเมตร*
5	*การบวก*	*รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด*

3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ใน*ชีวิตจริง* และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตอบในข้อ 1 อย่างน้อย 1 เรื่อง ไปใช้แก้ปัญหาได้

การคำนวณหาค่าแรงที่ใช้ในการทาสีผนังที่บ้าน

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

ข้อที่ 1 สนามรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าถูกจองไว้สำหรับแสดงคอนเสิร์ต โดยมีพื้นที่สำหรับให้แฟนเพลงนั่งชมคอนเสิร์ตขนาดกว้าง 90 เมตร ยาว 120 เมตร ถ้าแฟนเพลงหนึ่งคนใช้พื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสในการนั่งชมคอนเสิร์ต 1600 ตารางเซนติเมตร นักเรียนคิดว่าผู้จัดสามารถผลิตบัตรเข้าชมคอนเสิร์ตได้อย่างมากที่สุดกี่ใบจึงจะเหมาะสมกับจำนวนที่นั่งชมคอนเสิร์ต

1. ถ้านักเรียนเป็นผู้จัดคอนเสิร์ต นักเรียนจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการคำนวณหาจำนวนการผลิตบัตรเข้าชมคอนเสิร์ต (สามารถตอบได้มากกว่า 1 เรื่อง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตอบในข้อ 1 นักเรียนจะนำมาใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร ให้นักเรียนเติมคำตอบของตนเองลงในช่องว่างของตารางด้านล่าง โดยให้เรียงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหาตามลำดับก่อนหลัง

ลำดับที่	เลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง	ฉันจะนำมาใช้เพื่อหาคำตอบว่า

3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ใน*ชีวิตจริง* และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตอบในข้อ 1 อย่างน้อย 1 เรื่อง ไปใช้แก้ปัญหาได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยโดยวัดองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การระลึกถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่นักเรียนพบ

ส่วนที่ 2 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 3 การยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง

2. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน และศึกษาวิธีการเขียนคำตอบได้จากแบบทดสอบข้อที่ 0

3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบโดยใช้ปากกา หรือดินสอ

4. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ

5. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบครบทุกข้อ อย่างเต็มกำลังความสามารถ แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 7 คะแนน

ข้อที่ 0 เด็กชายธนาธิปสะสมหนังสือการ์ตูนชุดดราก้อนบอล จำนวน 45 เล่ม แต่ละเล่มหนา 2 ซ.ม. กว้าง 13 ซ.ม. ยาว 20 ซ.ม. เขากำลังจัดหนังสือการ์ตูนดราก้อนบอลทั้งหมดขึ้นวางบนชั้นหนังสือ 2 ชั้น แต่ละชั้นมีขนาดกว้าง 45 ซ.ม. ลึก 25ซ.ม. และสูง 27 ซ.ม. ถ้าธนาธิปต้องการจัดวางหนังสือการ์ตูนในแนวตั้งตามลักษณะการวางดังรูป เขาจะสามารถจัดหนังสือการ์ตูนทั้งหมดขึ้นวางบนชั้นได้หรือไม่

1. ถ้านักเรียนเป็นเด็กชายธนาธิป นักเรียนจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหาข้อนี้ (สามารถตอบได้มากกว่า 1 เรื่อง)

ตัวอย่างการตอบ ความรู้เรื่องมุม ความรู้เรื่องการบวก

ความรู้เรื่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ความรู้เรื่องความยาวรอบรูป

ความรู้เรื่องการหาปริมาตรหรือความจุ

ความรู้เรื่องการคูณ

2. จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตอบในข้อ 1 นักเรียนจะนำมาใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร ให้นักเรียนเติมคำตอบของตนเองลงในช่องว่างของตารางด้านล่าง โดยให้เรียงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหาตามลำดับก่อนหลัง

ลำดับที่	เลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง	ฉันจะนำมาใช้เพื่อหาคำตอบว่า
1	*ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก*	*ดูรูปทรงของหนังสือและชั้นวางหนังสือ*
2	*ความยาวรอบรูป*	*ขนาดของด้านกว้างและด้านยาวของหนังสือพอดีกับชั้นวางหนังสือหรือไม่*
3	*ปริมาตรหรือความจุ*	*ชั้นวางหนังสือมีปริมาตรหรือความจุที่มากกว่าหนังสือการ์ตูนทุกเล่มหรือไม่*
4	*การคูณ*	*การคำนวณหาปริมาตร*

3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ใน*ชีวิตจริง* และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตอบในข้อ 1 อย่างน้อย 1 เรื่อง ไปใช้แก้ปัญหาได้

การจัดของใส่กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

ข้อที่ 3 สระว่ายน้ำของโรงเรียนแห่งหนึ่งมีความยาว 25 เมตร กว้าง 25 เมตร และลึก 1.80 เมตร การเติมน้ำให้เต็มสระต้องใช้รถบรรทุกน้ำของเทศบาลขนน้ำจากข้างนอกเข้ามาเติมให้เต็มเนื่องจากโรงเรียนไม่มีสายยางขนาดใหญ่พอที่จะปล่อยน้ำเข้ามาได้ โดยรถบรรทุกน้ำของเทศบาลที่ให้บริการได้ มีทั้งหมด 4 คัน แต่ละคันสามารถขนน้ำได้เต็มที่เที่ยวละ 16,000 ลิตร มีค่าบริการต่อเที่ยวคันละ 1,200 บาท

ถ้านักเรียนเป็นผู้ดูแลสระว่ายน้ำของโรงเรียน นักเรียนจะแจ้งเทศบาลเพื่อขอรถทั้ง 4 คัน ให้ขนน้ำเข้ามาเติมให้เต็มสระ ในลักษณะหมุนเวียนกันเข้ามาเรื่อยๆ แต่ละคันจะต้องขนน้ำเข้ามากันละกี่เที่ยวจึงจะขนนำมาเติมได้เต็มสระว่ายน้ำพอดี และจะมีค่าใช้จ่ายทั้งหมดเท่าไร

1. ถ้านักเรียนเป็นผู้ดูแลสระว่ายน้ำของโรงเรียน นักเรียนจะใช้ความรู้ทางงคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง ในการออกแบบวิธีการขนน้ำเข้ามาเติมให้เต็มสระ (สามารถตอบได้มากกว่า 1 เรื่อง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตอบในข้อ 1 นักเรียนจะนำมาใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร ให้นักเรียนเติมคำตอบของตนเองลงในช่องว่างของตารางด้านล่าง โดยให้เรียงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหาตามลำดับก่อนหลัง

ลำดับที่	เลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง	ฉันจะนำมาใช้เพื่อหาคำตอบว่า

3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ใน*ชีวิตจริง* และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตอบในข้อ 1 อย่างน้อย 1 เรื่อง ไปใช้แก้ปัญหาได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอิสริยา ปรมัตถากร เกิดวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2528 ที่อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 1629/18 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 สำเร็จการศึกษาปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนคณิตศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับ 1 จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2551 เข้ารับราชการครูเมื่อพ.ศ.2552 ที่โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา อ.เมือง จ.นครราชสีมา เข้าศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554